

**ANALISA PERHITUNGAN DAYA DUKUNG PONDASI
TIANG PANCANG OVERPASS SEI SEMAYANG STA.
0+350 PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL
MEDAN-BINJAI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
Universitas Medan Area*

SKRIPSI

Disusun Oleh:

**SANTA VERA NOVITA BR GINTING
158110113**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2018**

**ANALISA PERHITUNGAN DAYA DUKUNG PONDASI
TIANG PANCANG OVERPASS SEI SEMAYANG STA.
0+350 PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL
MEDAN-BINJAI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
Universitas Medan Area*

Disusun Oleh:

**SANTA VERA NOVITA BR GINTING
NPM:158110113**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2018**



LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA PERHITUNGAN DAYA DUKUNG PONDASI
TIANG PANCANG OVERPASS SEI SEMAYANG
STA. 0+350 PADA PROYEK PEMBANGUNAN
JALAN TOL MEDAN-BINJAI

SKRIPSI

Disusun oleh:

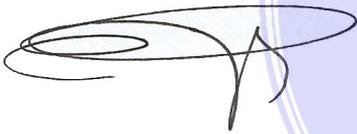
SANTA VERA NOVITA BR GINTING

15.811.0113

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,



Ir. H. IRWAN, MT



Ir. NURMAIDAH, MT

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Program Studi Teknik Sipil,



PROF. DR. ARMANSYAH GINTING, M.ENG



Ir. KAMALUDDIN LUBIS, MT

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis sebagai persyaratan untuk Menyelesaikan Program Studi Sratrata (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area merupakan hasil karya saya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dari penulisan skripsi saya ini yang saya kutip dari buku atau karya tulis orang lain, telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma-norma, kaidah dan etika penulisan karya ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam penulisan Skripsi ini.

Demikian lembar pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medan, Januari 2018



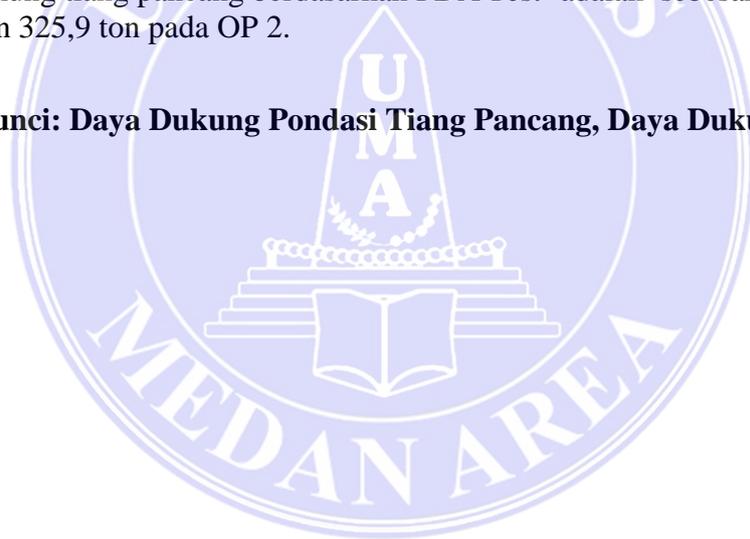
SANTA VERA NOVITA BR GINTING

NIM : 158110113

ABSTRAK

Konstruksi bangunan sipil seperti gedung, jembatan, jalan raya, terowongan, menara dan tanggul harus mempunyai pondasi yang dapat memikul bebannya. Bangunan yang lantai kerja atau tanah dasarnya tidak mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul beban atau tanah nya memiliki kedalaman yang cukup dalam untuk mencapai tanah yang dizinkan untuk mendukung konstruksi diatasnya, maka biasanya digunakan tiang pancang. Untuk mengetahui daya dukung tiang tersebut memenuhi atau tidak, dapat memakai perhitungan metode *Meyerhoff* dengan data SPT dan *PDA test*, lalu perhitungan tersebut dapat di teruskan untuk menghitung efesiensi tiang pancang. Perhitungan efesiensi tiang ini digunakan rumus Converse-Labarre karena jenis tanah pendukung pada objek adalah tanah kepasiran. Dari hasil analisa dan perhitungan daya dukung tiang hasil SPT berdasarkan metode *Meyerhoff*, *Abutment 1* memiliki daya dukung tiang tunggal sebesar 767,88 ton, daya dukung tiang kelompok sebesar 12649,45 ton dan *Abutment 2* memiliki daya dukung tiang tunggal sebesar 732,5 ton, daya dukung tiang kelompok sebesar 12056,75 ton. Masing-masing daya dukung pada kedua percobaan telah mencapai tanah keras sedalam 21 meter, sedangkan analisa daya dukung tiang pancang berdasarkan *PDA Test* adalah sebesar 394,9 ton pada OP 1 dan 325,9 ton pada OP 2.

Kata Kunci: Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang, Daya Dukung Ultimit



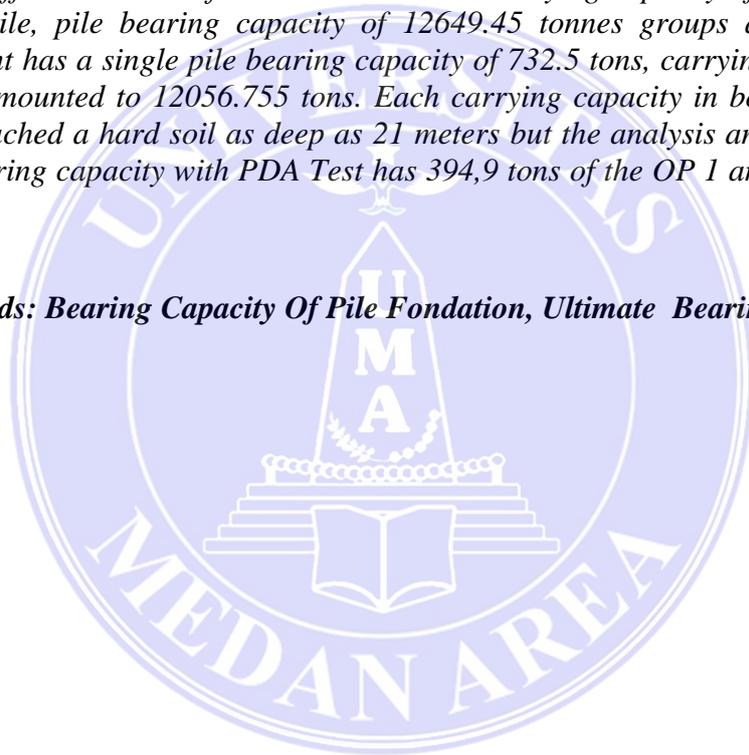
ABSTRACT

Civil building such as buildings, bridges, highways, tunnels, towers and embankments must have a foundation that can carry its load.

The floor or ground work basically do not have a sufficient carrying capacity to carry the load or its soil depths deep enough to reach the ground are allowed to support the construction there on, it is usually used stake. To determine the carrying capacity of the mast were met or not, can use Meyerhoff's method with SPT data and PDA test, then the calculation can be forwarded on to calculate the efficiency of the stake. This efficiency calculation formula used Converse-Labarre's method because it ground support on the object is sand ones.

From the analysis and calculation of pile bearing capacity with SPT results based Meyerhoff's metode the first Abutment has a carrying capacity of 767.88 tons of single pile, pile bearing capacity of 12649.45 tonnes groups and the second Abutment has a single pile bearing capacity of 732.5 tons, carrying capacity pole group amounted to 12056.755 tons. Each carrying capacity in both experiments have reached a hard soil as deep as 21 meters but the analysis and calculation of pile bearing capacity with PDA Test has 394,9 tons of the OP 1 and 325,9 tons of OP 2.

Key words: Bearing Capacity Of Pile Fondation, Ultimate Bearing Capacity



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia-Nya yang telah memberikan pengetahuan, kesehatan, kekuatan, dan kesempatan kepada kami sehingga mampu menyelesaikan Skripsi.

Dalam proses penulisan skripsi ini, penulis banyak menemukan kesulitan, namun berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa bantuan spiritual maupun informasi yang berkaitan dengan penulisan skripsi ini, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh sebab itu, sudah selayaknya penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, Rektor Universitas Medan Area;
2. Bapak Prof. Dr. Armansyah Ginting, M.Eng, Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area;
3. Bapak. Ir.Kamaluddin Lubis, MT, Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area;
4. Bapak, Ir.H.Irwan, MT, Dosen Pembimbing I Penyusun Laporan Skripsi;
5. Ibu, Ir.Nurmaidah, MT, Dosen Penasehat Akademik Dan Dosen Pembimbing II Laporan Skripsi;
6. Seluruh Dosen dan Staff Pegawai Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area;

7. Seluruh Staff kantor PT. Hutama Karya baik PT. Hutama Karya Jalan Tol (HKJT), PT. Hutama Karya Infrastruktur (HKI), dan HK Aston;
8. Kedua orang tua tercinta serta seluruh keluarga yang telah banyak membantu kami, baik bantuan berupa material maupun moril;
9. Kepada rekan saya yang terkhususnya Angga W. Hakim yang telah mengajari dan membantu saya dalam penyelesaian laporan ini;
10. Kepada orang yang terkasih Tornado Siahaan yang telah mendukung saya dan membantu dalam penyusunan laporan ini;
11. Seluruh rekan – rekan mahasiswa teknik sipil angkatan 2015 Universitas Medan Area, yang telah banyak membantu penyusunan laporan ini;
12. Seluruh teman-teman yang dapat atau tidak dapat disebutkan, penulis mengucapkan terima kasih.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari berbagai pihak yang bersifat membangun guna memperbaiki Laporan Tugas Akhir ini.

Demikian laporan ini ditulis, semoga laporan ini bermanfaat bagi penulis maupun bagi pihak yang membaca laporan ini, khususnya di dunia pendidikan dalam bidang teknik sipil.

Medan, Januari 2018

Hormat kami,

Penulis

Santa Vera Novita Br Ginting
NPM: 158110113

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Hal
Gambar.1.1.	Alur Penelitian	4
Gambar.2.1.	Pemeriksaan Tanah Dengan Cara Lubang- Cobaan	7
Gambar.2.2.	Bor tangan	7
Gambar.2.3.	Pengujian Washing bor	8
Gambar.2.4.	Pemeriksaan tanah dengan cara pencucian tanah	9
Gambar.2.5.	Gambar skematis alat bor putar dan Double-tube core barel	10
Gambar.2.6.	Tabung belah standart untuk uji SPT	11
Gambar.2.7.	Pondasi Dangkal	14
Gambar.2.8.	Pondasi Dalam	15
Gambar.2.9.	Pondasi Tiang pancang	16
Gambar.2.10.	Tiang pancang dukung ujung	17
Gambar.2.11.	Tiang pancang dukung gesekan	18
Gambar.2.12.	Tiang pancang kayu	19
Gambar.2.13.	Tiang pancang baja	24
Gambar.2.14.	Tiang pancang komposit	25
Gambar.2.15.	Zona tegang dan rita tiang tunggal dan kelompok	37
Gambar.2.16.	Kelompok tiang	38
Gambar.2.17.	Tampak atas dan samping tiang kelompok	39
Gambar.2.18.	Efisiensi kelompok tiang berdasarkan formula Feld	43
Gambar.3.1.	Denah lokasi proyek jalan tol Medan-Binjai	45
Gambar.3.2.	Struktur organisasi PT. Hutamakarya	48
Gambar.3.3.	Struktur organisasi PT. Hutamakarya Infrastruktur	49

Gambar.4.1. Kedalaman Tiang Pancang Abutmen 1	53
Gambar. 4.2. Kedalaman Tiang Pancang Abutmen 2	55
Gambar.4.3.Denah titik pancang (analisa metode Seiler-Keeney)	58
Gambar.4.4. Gambar Perencanaan Abutmen	61



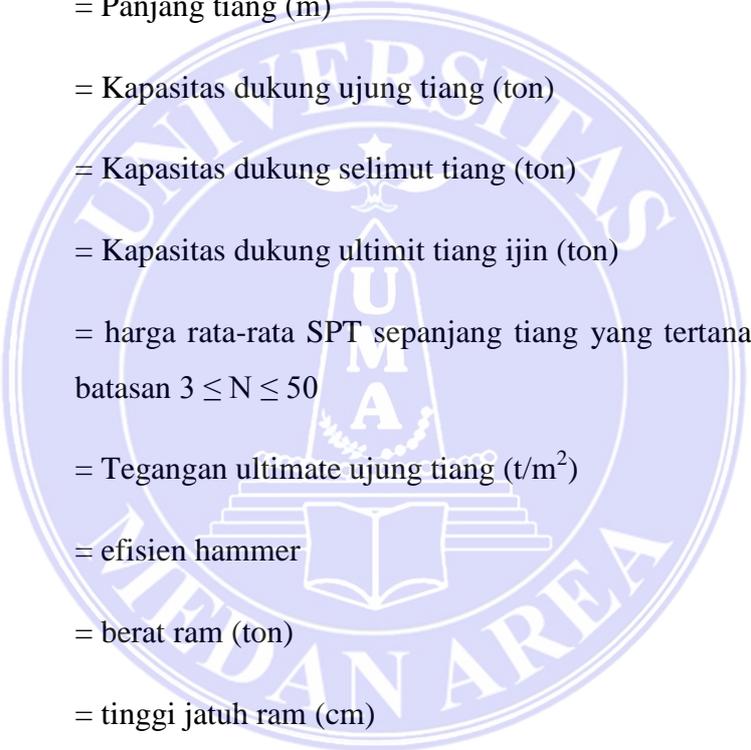
DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR NOTASI	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Alur Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tanah	5
2.2 Penyelidikan Tanah	5
2.3 Pondasi	14
2.4 Pengelompokkan Tiang	16
2.5 Daya Dukung.....	28
2.6 Perhitungan Daya Dukung dengan Data SPT	32
2.7 Perhitungan Daya Dukung dengan Data Sondir	34
2.8 Perhitungan Daya Dukung dengan Data Kalendering	35

2.9 Kelompok Tiang dan Jarak dari Tiang-Tiang	40
BAB III STUDI KASUS	48
3.1 Lokasi Proyek	44
3.2 Metode Analisa Data	45
3.3 Data Umum Proyek	45
3.4 Latar Belakang Perusahaan	46
3.5 Visi dan Misi	47
3.6 Struktur Organisasi	49
BAB IV PERHITUNGAN DAN HASIL	50
4.1 Hasil Penyelidikan Tanah	50
4.2 Denah Pemancangan	51
4.3 Perhitungan Daya Dukung Tiang	51
4.4 Perhitungan Bangunan Atas	56
4.5 Perhitungan Plat Lantai Jembatan	59
4.6 Perhitungan Gelagar Memanjang	60
4.7 Perhitungan Konstruksi Bangunan Bawah	65
4.8 Perhitungan Efisiensi Tiang	72
4.9 Perhitungan Perencanaan Pondasi Tiang Pancang	74
BAB V PENUTUP	77
5.1 Kesimpulan	77
5.2 Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	79
Lampiran	



DAFTAR NOTASI



Ap	= Luas penampang ujung tiang (m^2)
A	= Luas penampang (m^2)
D	= Diameter tiang (m)
P	= Keliling dari penampang tiang
K	= Koefisien tekanan tanah (Luciano Dacourt)
L	= Panjang tiang (m)
Qp	= Kapasitas dukung ujung tiang (ton)
Qs	= Kapasitas dukung selimut tiang (ton)
Qu(ijin)	= Kapasitas dukung ultimit tiang ijin (ton)
NS	= harga rata-rata SPT sepanjang tiang yang tertanam (D), dengan batasan $3 \leq N \leq 50$
qp	= Tegangan ultimate ujung tiang (t/m^2)
eh	= efisien hammer
Wr	= berat ram (ton)
H	= tinggi jatuh ram (cm)
S	= final set (cm)
K	= rebound (cm)
N	= koefisien restitusi, diambil = 0.40
Wp	= berat tiang pancang (ton)
SF	= safety factor
Eh	= Energi Hammer

H	= Panjang tiang
σ	= Tegangan normal
φ	= Sudut gesek dalam tanah
τ	= Tahanan geser tanah
c	= Kohesi tanah
γ	= Berat
Qu	= Daya dukung ultimit
Pu	= Beban ultimit
Sc,Sq,Sy	= Faktor-faktor bentuk pondasi
dc,dq,dy	= Faktor-faktor kedalaman pondasi
Nb	= Nilai SPT disekitar tiang
N̄	= Nilai rata-rata sepanjang tiang
Ab	= Luas dasar tiang (m ²)
As	= Luas selimut tiang (m ²)
qp	= Tahanan ujung sondir
qc	= Tahanan ujung sondir terkoreksi
JHL	= Jumlah hambatan lekat
Kll	= Keliling tiang
E	= Modulus elastisitas
Eg	= Efisiensi kelompok tiang
QA	= Daya Dukung Ijin Pondasi Tiang
FK	= Faktor Keamanan

DAFTAR TABEL

No	Judul	Hal
Tabel.2.1.	Hubungan nilai N dan kepadatan relatif (D_r) tanah pasir	12
Tabel.2.2.	Hubungan nilai N, konsisten dan kuat geser tekan bebas (q_u) untuk tanah lempung jenuh(Terzaghi dan Peck,1948)	13
Tabel.2.3.	Nilai-nilai faktor daya dukung Terzaghi	30
Tabel.2.4.	Hubungan jenis tanah, jenis tiang, koefisien perlawanan ujung tiang (m) dan koefisien perlawanan gesek tiang (n)	33
Tabel.4.1.	Data tiang pancang beton hasil pengujian	57
Tabel.4.2.	Data kapasitas daya dukung pengujian PDA	57



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan perlengkapannya yang diperuntukkan untuk lalu lintas yang berada pada permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan atau air serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel. Kapasitas jalan di Indonesia sudah tidak memadai lagi dikarenakan tingkat volume lalu lintas yang naik setiap tahunnya membuat macet. Maka dilakukan rekayasa lalu lintas, pembangunan jalan tol, underpass dan lain-lain.

Jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian system jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaannya diwajibkan membayar tol. Pembangunan jalan tol akan mempermudah pengguna jalan untuk mempersingkat jarak dan waktu tempuh dari satu tempat ketempat lain.

Dalam pembangunan jalan tol harus memakai pondasi, karena 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*).

Oleh sebab itu, pondasi berfungsi untuk meneruskan beban yang diakibatkan struktur pada bagian atas kepada lapisan tanah yang berada pada bagian bawah struktur tanpa mengakibatkan keruntuhan geser tanah, dan penurunan tanah pondasi yang berlebihan. Maka pondasi tiang pancang (*pile foundation*) yang digunakan dalam proyek tersebut. Karena bagian dari struktur

yang digunakan untuk menerima dan mentransfer (menyalurkan) beban dari struktur atas ketanah penunjang yang terletak pada kedalaman tertentu.

Penggunaan pondasi tiang pancang sebagai pondasi bangunan apabila tanah yang berada dibawah dasar bangunan tidak mempunyai dayadukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan beban yang bekerja padanya (Sardjono HS, 1988). Dan apabila tanah yang mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan seluruh beban yang bekerja berada pada lapisan yang sangat dalam dari permukaan tanah kedalaman > 8 m (*Bowles, 1991*).

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

1). Tujuan Penelitian :

- a). Menghitung daya dukung pondasi tiang pancang dari hasil sondir.
- b). Menghitung Kapasitas daya dukung izin pondasi.

2). Maksud Penelitian:

- a). Mengetahui daya dukung pondasi tiang pancang
- b). Mengetahui kapasitas daya dukung izin.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka perumusan masalah dapat diidentifikasi sebagai berikut :

1. Bagaimana menghitung daya dukung tiang pancang dengan menggunakan data dari hasil *Standart Penetration Test (SPT)* dan *Pile Driving Analyzer (PDA)* pada Overpass Sei Semayang?

2. Bagaimana menghitung daya dukung kelompok tiang atau Q tiang gabungan?
3. Bagaimana menghitung efisiensi kelompok tiang?

1.4 Batasan Masalah

Umumnya telah diketahui bahwa banyak jenis pondasi tiang pancang yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi dan berbagai permasalahan yang terjadi serta metode perhitungannya dalam hal pelaksanaan pekerjaan pemancangannya.

Pada kasus ini dibatasi hanya dalam pembahasan:

1. Tiang yang ditinjau adalah tiang yang berada pada abutment 1 dan 2.
2. Dilakukan peninjauan untuk kelompok tiang.
3. Hanya menghitung daya dukung berdasarkan data SPT, data uji PDA, tanpa menggunakan data-data hasil test laboratorium.

1.5 Metodologi Penelitian

1. Metode Pengumpulan Data

Demi tercapainya tujuan penulisan dan agar diperoleh data dan informasi yang dibutuhkan dalam pembahasan tugas akhir ini maka penulis melakukan pengambilan data melalui:

- a. Metode kepustakaan (*library orientantion*) yaitu pengumpulan data melalui literatur seperti: karya ilmiah, bahan kuliah, dan bahan pustaka lainnya yang berhubungan dengan penulisan tugas akhir ini.
- b. Metode pengambilan data langsung dari lapangan (*Field Method*) yaitu pengumpulan data yang didukung konsultasi penulis dengan dosen pembimbing maupun dari pihak proyek.

2. Sumber Data

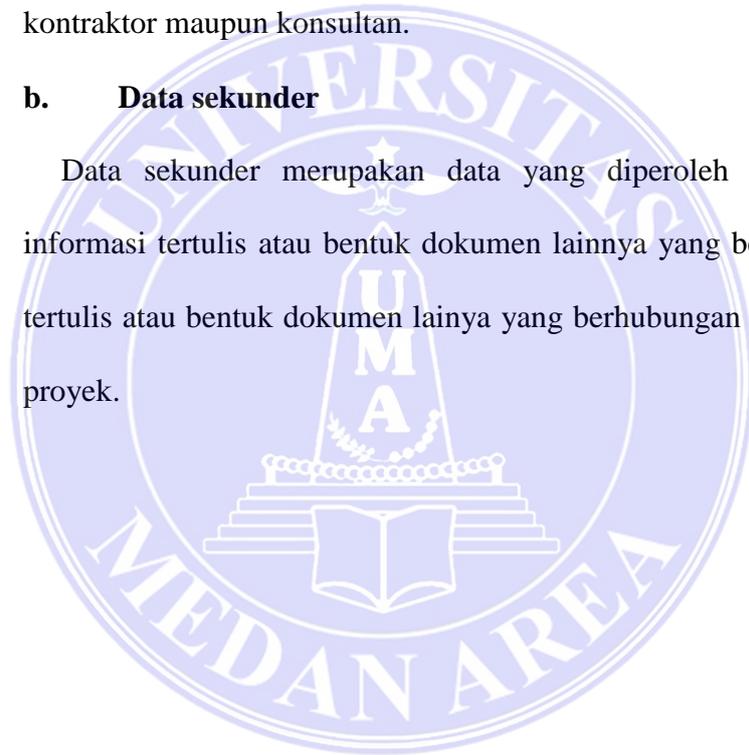
Adapun sumber data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Data primer

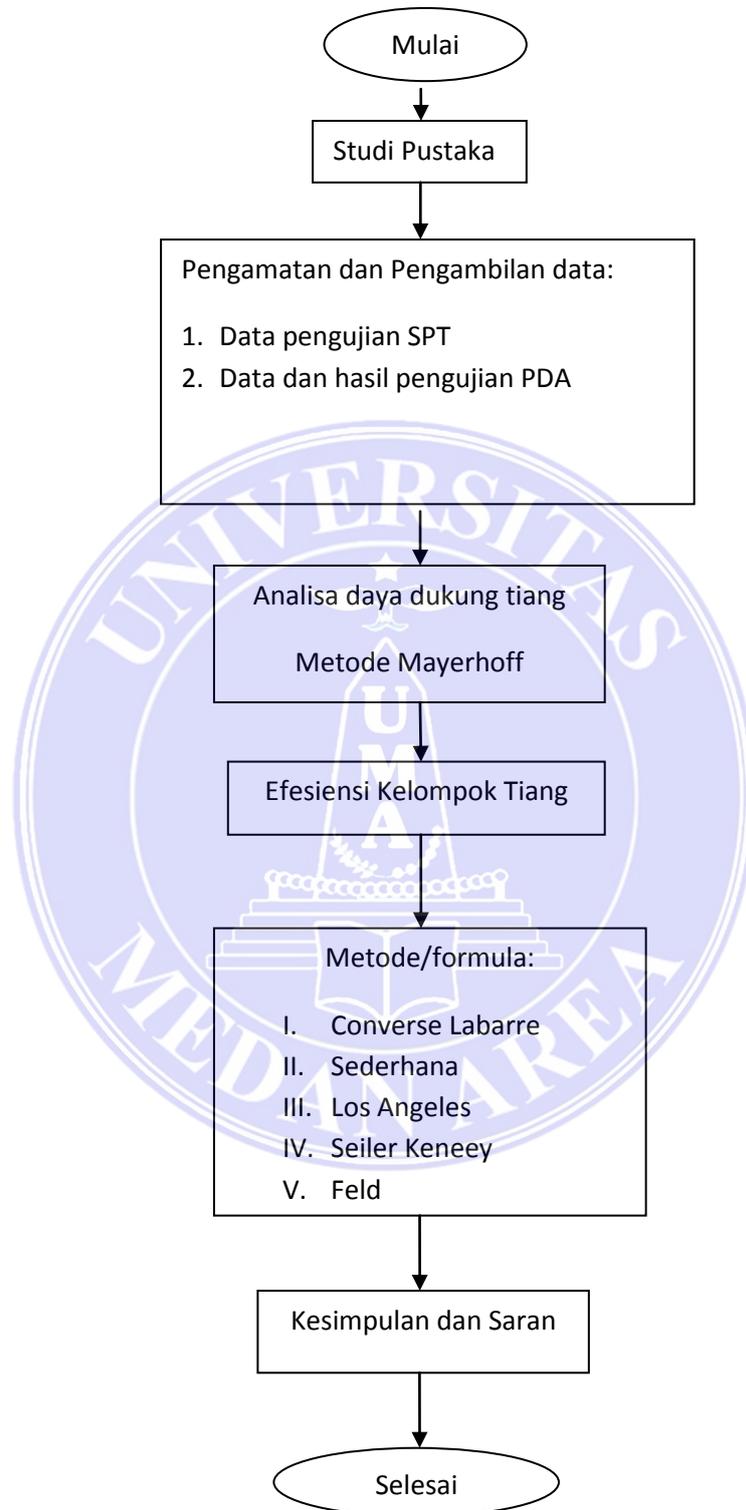
Data primer merupakan yang diperoleh langsung dilapangan untuk dijadikan data dasar, namun dapat juga dijadikan pengontrol data yang sudah tersedia pada data sekunder. Data-data yang berhubungan dengan data primer meliputi data hasil survei wawancara kepada pihak *owner*, kontraktor maupun konsultan.

b. Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh penulis berupa informasi tertulis atau bentuk dokumen lainnya yang berupa informasi tertulis atau bentuk dokumen lainnya yang berhubungan dengan rencana proyek.



1.6 Alur Penelitian



Gambar 1.1. Alur penelitian

BAB II

TINJAUAN KEPUSTAKAAN

2.1 Tanah

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. Tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil, disamping itu tanah berfungsi juga sebagai pendukung pondasi dari bangunan.

2.2 Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah dilapangan dibutuhkan untuk data perancangan pondasi bangunan, seperti: bangunan gedung, dinding penahan tanah, bendungan, jalan, dermaga dan lain-lain. Bergantung pada maksud dan tujuannya, penyelidikan dapat dilakukan dengan cara-cara menggali lubang cobaan (*trial pit*), pengeboran dan pengujian langsung dilapangan (*in-situ test*). Dari data yang diperoleh, sifat-sifat teknis tanah dipelajari, kemudian digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menganalisis daya dukung dan penurunan.

Tuntutan ketelitian penyelidikan tanah tergantung dari besarnya beban bangunan, tingkat keamanan yang diinginkan, kondisi lapisan tanah dan dana yang tersedia untuk penyelidikan. Oleh karena itu, untuk bangunan-bangunan sederhana atau ringan, kadang tidak dibutuhkan penyelidikan tanah, karena

kondisi tanah nya dapat diketahui berdasarkan pengalaman setempat. Tujuan penyelidikan tanah, antara lain:

1. Menentukan daya dukung tanah menurut tipe pondasi yang dipilih.
2. Menentukan tipe dan kedalaman pondasi.
3. Untuk mengetahui posisi muka air tanah.
4. Untuk meramalkan besarnya penurunan.
5. Menentukan besarnya tekanan tanah terhadap dinding penahan tanah atau pangkal jembatan.
6. Menyelidiki keamanan suatu struktur bila penyelidikan dilakukan pada bangunan yang telah ada sebelumnya.
7. Pada proyek jalan raya dan irigasi, penyelidikan tanah berguna untuk menentukan letak-letak saluran, gorong-gorong, penentuan lokasi dan macam bahan timbunan.

2.2.1. Cara Penyelidikan

Informasi kondisi tanah dasar pondasi, dapat diperoleh dengan cara menggali lubang secara langsung dipermukaan tanah yang disebut lubang cobaan (*trial pit*), maupun dengan cara pengeboran tanah. Penyelidikan tanah biasanya terdiri dari 3 tahap, yaitu: pengeboran atau penggalian lubang cobaan, pengambilan contoh tanah (*sampling*) dan pengujian contoh tanahnya. Pengambilan contoh tanah dilakukan pada setiap jarak kedalamannya 0,75-1,5 meter.

2.2.2 Alat-alat Penyelidikan Tanah

Terdapat beberapa cara penyelidikan yang berguna mengetahui kondisi lapisan tanah dan sifat-sifat teknisnya.

a. Lubang Cobaan

Cara ini memungkinkan untuk mengetahui kondisi lapangan dengan teliti. Dan pula, perlu dapat mengambil contoh tanah tak terganggu (*undisturb sample*) pada lapisan-lapisan yang dikehendaki. Cara ini menguntungkan, karena selain memungkinkan untuk mengidentifikasi tanah secara langsung, dapat pula mengetahui dengan jelas kepadatan dan kondisi air tanah di lapangan.

Adapun gambar lubang cobaan yang dijelaskan diatas seperti tertera pada gambar 2.1 berikut ini:

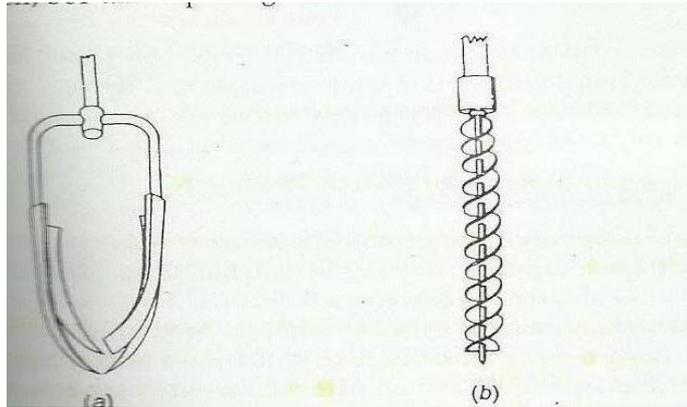


Gambar 2.1.Pemeriksaan tanah dengan cara lubang-cobaan

Sumber: Buku teknik pondasi 1 H. C. Hardiyatmo

b. Bor Tangan (*Hand Auger*)

Cara ini termasuk yang paling sederhana dalam pembuatan lubang di dalam tanah dengan menggunakan alat bor. Alat bor hanya dapat digunakan bila tanah mempunyai kohesi yang cukup, sehingga lubang bor dapat tetap stabil di sepanjang lubangnya. Umumnya, bor tangan dapat menembus sampai lebih dari 10 m.

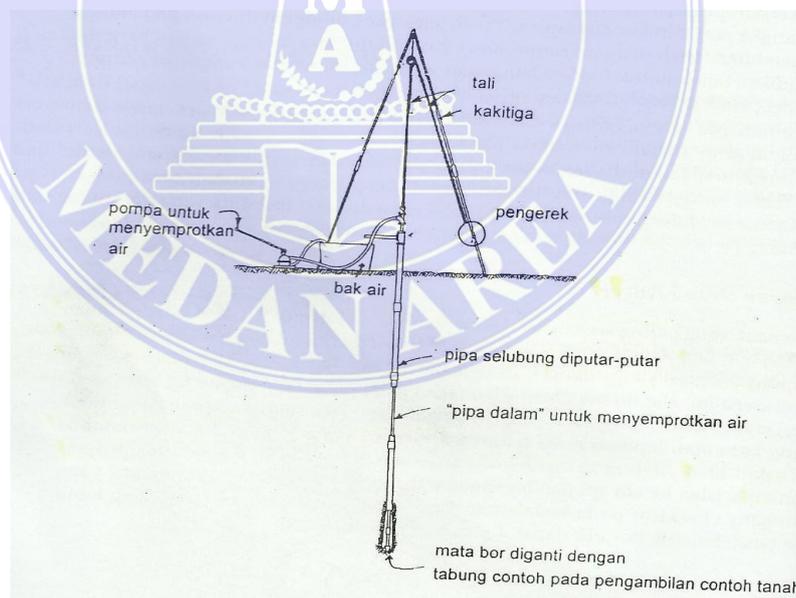


Gambar 2.2.Bor tangan

Sumber: Buku teknik pondasi 1 H. C. Hardiyatmo

c. Bor Cuci (*Wash Boring*)

Cara ini pengeboran tanah dilakukan dengan menyemprotkan air sambil memutar-mutar pipa selubung (*casing*) untuk memudahkan penembusan ujung mata bor.

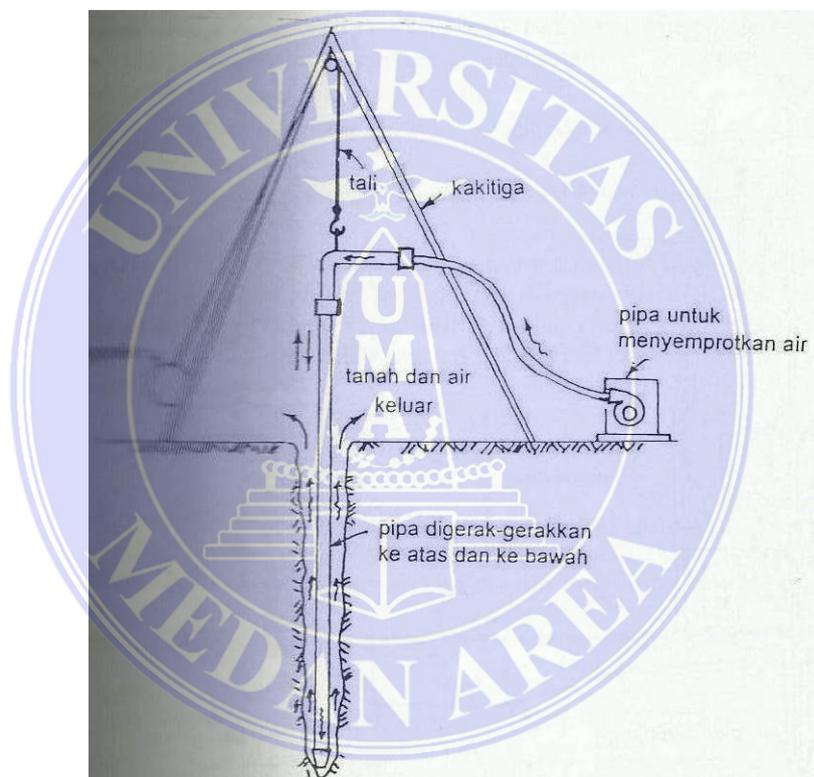


Gambar 2.3.Pengujian *washing bor*

Sumber: Buku teknik pondasi 1 H. C. Hardiyatmo

d. Penyelidikan dengan Pencucian (*Wash Probing*)

Penyelidikan ini digunakan untuk mengetahui kedalaman pertemuan antara tanah lunak dan tanah keras atau padat. Cara ini dilakukan untuk penyelidikan di pelabuhan dan penentuan lapisan tanah di bawah dasar sungai,, yang dimaksudkan untuk menentukan kedalaman pasir atau lanau yang terletak di atas lapisan keras atau batu. Hal tersebut terutama digunakan dalam pekerjaan pemancangan dan pengerukan.

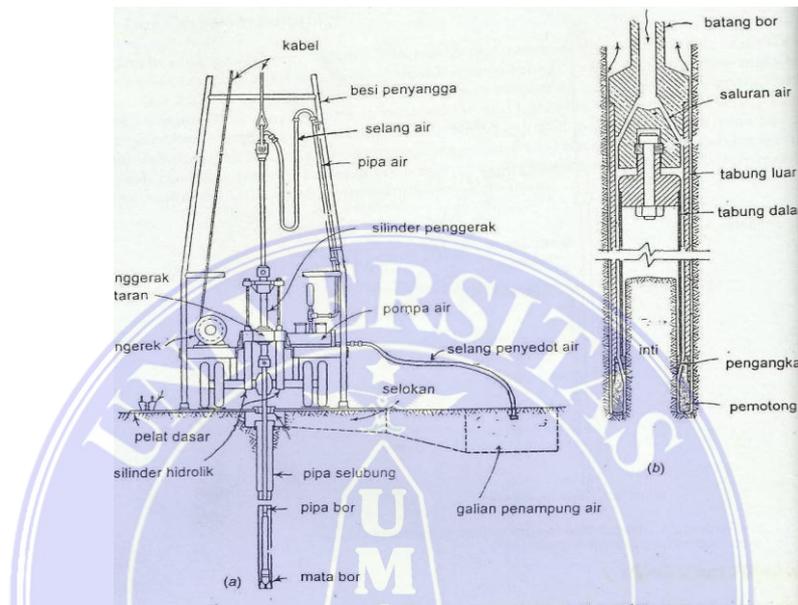


Gambar 2.4.Pemeriksaan tanah dengan cara pencucian tanah

Sumber: Buku teknik pondasi 1 H. C. Hardiyatmo

e. Bor Putar (*Rotary Drill*)

Penyelidikan tanah dengan menggunakan bor putar dapat dilakukan pada semua jenis tanah. Alat bor putar dapat menembus lapisan tanah keras atau batu sampai kedalaman lebih dari 40 meter.



Gambar 2.5.(a) Gambar skematis alat bor putar

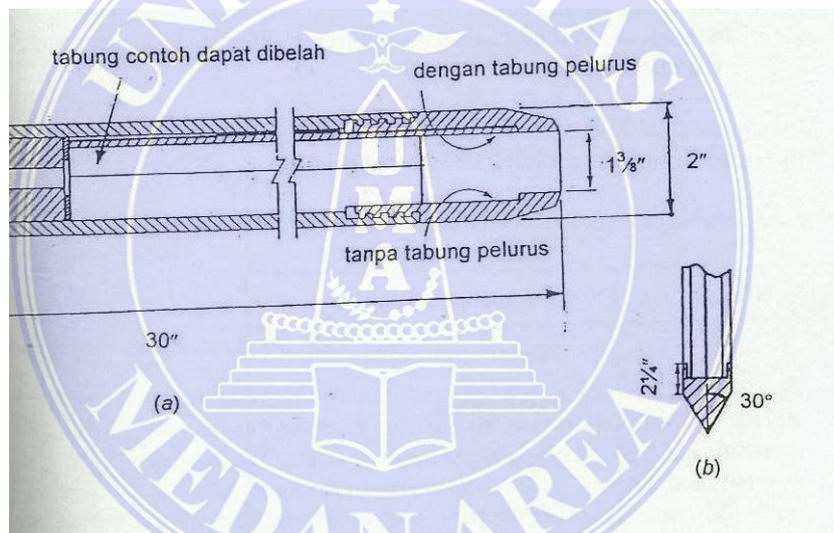
(b) Double-tube core barrel

Sumber: Buku teknik pondasi 1 H. C. Hardiyatmo

2.2.3. Pengujian dengan *Standard Penetration Test* (SPT)

Pengujian penetrasi standar dilakukan karena sulitnya memperoleh contoh tanah tak terganggu pada tanah granuler. Pada pengujian ini, sifat-sifat tanah ditentukan dari pengukuran kerapatan relatif secara langsung dilapangan. Pengujian untuk mengetahui estimasi nilai kerapatan relatif yang sering digunakan adalah pengujian penetrasi standar atau biasa disebut pengujian SPT (*Standard Penetration Test*).

Sewaktu melakukan pengeboran inti, jika kedalaman pengeboran telah mencapai lapisan tanah yang akan diuji, mata bor dilepas dan diganti dengan alat yang disebut tabung belah standar (*standard split barrel sampler*). Setelah tabung ini dipasang, bersama-sama dengan pipa bor, alat diturunkan sampai ujungnya menumpu lapisan tanah dasar dan kemudian dipukul dari atas. Pukulan diberikan oleh alat pemukul yang beratnya 63,5 kg (140 pon) yang ditarik naik turun dengan tinggi jatuh 76,2 cm (30 inci).



Gambar 2.6. Tabung belah standar untuk pengujian SPT

(a) Tabung standar

(b) Tabung SPT untuk tanah berbatu

Sumber: Buku teknik pondasi 1 H. C. Hardiyatmo

Nilai SPT diperoleh dengan cara, sebagai berikut:

Tahap pertama, tabung belah standar dipukul hingga sedalam 15,24 cm (6 inci). Kemudian dilanjutkan dengan pemukulan tahap kedua sedalam 30,48 cm

(12 inci). Jumlah pukulan pada tahap kedua ini yaitu jumlah pukulan yang dibutuhkan untuk penetrasi tabung belah standar sedalam 30,48 cm di definisikan sebagai nilai N. Pengujian yang lebih baik dilakukan dengan menghitung pukulan pada tiap-tiap penembusan sedalam 7,62 cm (3 inci) dengan cara ini, kedalaman sembarang jenis tanah di dasar lubang bor dapat ditaksir, dan elevasi dimana gangguan terjadi dalam usaha menembus lapisan yang keras seperti batu dapat dicatat.

Pada kasus-kasus yang umum, pengujian SPT dilakukan pada tiap-tiap 1,5 meter atau paling sedikit pada tiap-tiap pergantian jenis lapisan tanah disepanjang kedalaman lubang bor nya.

Pada perancangan pondasi, nilai N dapat dipakai sebagai indikasi kemungkinan model kebutuhan pondasi yang akan terjadi (Terzaghi dan Peck, 1948). Kondisi teruntuhan geser lokal (*local shear failure*) dapat dianggap terjadi bila nilai $N < 5$, kondisi teruntuhan geser umum (*general shear failure*) terjadi pada nilai $N > 30$. Untuk nilai N antara 5-30 interpolasi linier dari koefisien daya dukung tanah N_c , N_q dan N_γ dapat dilakukan. Bila nilai-nilai kerapatan relatif (D_r) diketahui, nilai N dapat didekati dengan persamaan (Meyerhoff, 1957)

$$N = 1,7 D^2 (14,2 P_0' + 10) \dots \dots \dots \text{Pers}(2.1)$$

Dengan:

D_r = Kerapatan relatif

P_0' = Tekanan vertikal akibat beban tanah efektif pada kedalaman tanah yang ditinjau atau tekanan *overburden* efektif

Hubungan nilai N dengan kerapatan relatif (D_r) yang diberikan oleh Terzaghi dan Peck (1948), untuk tanah pasir, disajikan dalam **tabel 2.1**

Tabel 2.1 Hubungan nilai N dan kerapatan relatif (D_r), tanah pasir.

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

Untuk tanah lempung jenuh, Terzaghi dan peck (1948) memberikan hubungan N secara kasar dengan kuat geser tekan-bebas, seperti yang di perlihatkan dalam tabel 2. Kuat tekan-bebas (q_u) diperoleh dari pengujian tekan-bebas, dengan $c_u=0,5 q_u$ dan $\phi=0$. Akan tetapi, penggunaan hubungan nilai N dan kuat geser tanah lempung jenuh pada **tabel 2.2** tersebut tidak direkomendasikan. Peck, dkk. (1953) menyatakan bahwa nilai N hasil pengujian SPT untuk tanah lempung hanyalah sebagai pendekatan kasar, sedang pada tanah pasir, nilai N pengujian SPT dapat dipercaya. Untuk menentukan kuat geser tanah lempung, lebih baik jika nilainya diperoleh dari pengujian geser baling-baling (*vane shear test*) dilapangan atau dari pengujian contoh tanah tak terganggu di laboratorium.

Untuk menentukan nilai daya dukung yang diizinkan dari hasil pengujian SPT, diperlukan estimasi kasar nilai lebar pondasi (B) dari pondasi yang terbesar pada bangunan untuk pondasi dangkal, pengujian SPT dilakukan pada interval 2,5 ft (76 cm) dibawah dasar pondasi (Df) sampai kedalaman Df + B (Terzaghi dan Peck, 1948). Nilai N rata-rata sepanjang kedalaman ini akan berfungsi sebagai gambaran kasar dari kerapatan relatif pasir yang berada dibawah dasar pondasi, yang masih mempengaruhi besar penurunan. jika Pengujian SPT dilakukan pada beberapa lubang pada lokasi yang berlainan, nilai N rata-rata yang terkecil digunakan dalam memperkirakan nilai daya dukung tanahnya (Terzaghi dan Peck, 1948).

Tabel 2.2 Hubungan nilai N, konsisten dan kuat geser tekan-bebas (q_u) untuk tanah lempung jenuh (Terzaghi dan Peck,1948)

Nilai N	Konsistensi	Kuat Geser tekan-bebas (q_u) (kg/cm^2)
<2	Sangat Lunak	< 0,25
2-4	Lunak	0,25-0,50
4-8	Sedang	0,50-1,00
8-15	Kaku	1,00-2,00
15-30	Sangat Kaku	2,00-4,00
>30	Keras	> 4,00

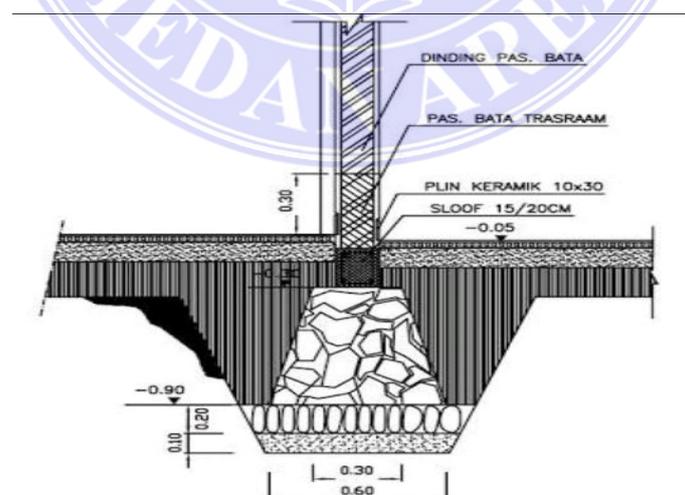
Sumber: Terzaghi dan Peck,1948

2.3 Pondasi

Pondasi adalah bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang berada di bawahnya. Pondasi juga adalah bagian dari konstruksi yang digunakan untuk memikul seluruh beban di atasnya dan menyalurkan ke tanah tanpa adanya keruntuhan geser atau penurunan yang berlebihan. Pondasi dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam.

2.3.1 Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal adalah pondasi yang digunakan bila lapisan tanah pondasi yang telah di perhitungkan mampu memikul beban-beban di atasnya, terletak pada kedalaman yang dangkal. Pondasi dangkal dibagi menjadi pondasi telapak (berbentuk bujur sangkar, lingkaran, empat persegi panjang), pondasi menerus dan pondasi rakit. Daya dukung batas (*ultimate*) adalah fungsi dari kedalaman, ukuran, bentuk, kekasaran permukaan telapak, parameter-parameter tanah seperti kohesi, sudut geser dalam, berat isi tanah.



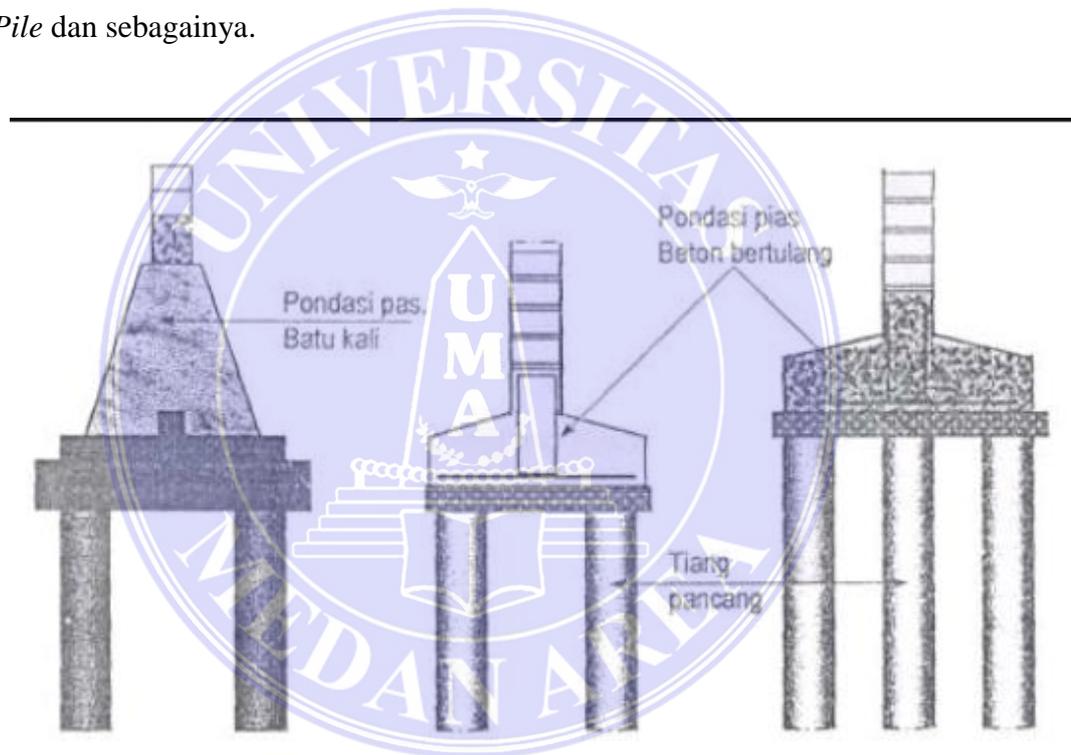
Gambar 2.7. Pondasi Dangkal

Sumber : Google

2.3.2. Pondasi Dalam

Pondasi dalam digunakan untuk meneruskan atau meyalurkan beban-beban kelapisan tanah yang mampu memikulnya dan letaknya cukup dalam. Pondasi dalam dikelompokkan menjadi dua, yakni pondasi tiang (*pile foundation*) dan pondasi sumuran (*caisson foundation*).

Pondasi tiang dibagi menjadi dua, yaitu pondasi tiang pancang (*driving pile*), tiang bor (*bor pile*) dan tiang dengan nama-nama khusus, misalnya *Delta Pile* dan sebagainya.



Gambar 2.8. Pondasi Dalam
Sumber : Google

2.4 Pengelompokkan Tiang

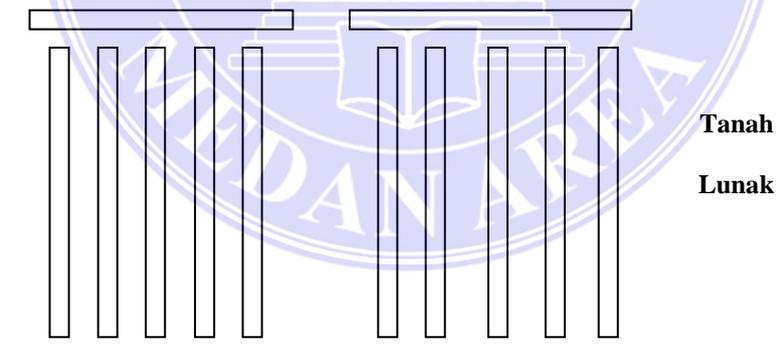
2.4.1. Tiang Pancang Berdasarkan Daya Dukung

Menurut daya dukungnya tiang pancang dibagi dua, yakni tiang pancang dukung ujung (*point bearing pile*) dan tiang pancang gesekan atau lekatan (*friction or cohesion pile*).

2.4.1.1. Tiang Pancang Dukung Ujung

Tiang pancang dukung ujung adalah tiang pancang dengan mengandalkan tahanan ujung (mengabaikan tahanan kulit karena jauh lebih kecil) yang pemancangannya sampai kelapisan keras, misalnya batu atau tanah keras pada umumnya digunakan untuk tanah lunak atau gambut yang apabila digali dan dibuang atau memakan biaya yang besar.

Biasanya tiang pancang dukung ujung ini, digunakan untuk menyalurkan beban melalui endapan atau lapisan bawah atau lunak ke stratum yang kuat pada kedalaman yang lebih rendah yang mampu membawa beban. Oleh sebab itu, jenis tiang pancang yang paling umum yang digunakan adalah tiang pancang dukung ujung yang mengambil sebagian besar dari daya tahan penetrasi pada telapaknya.



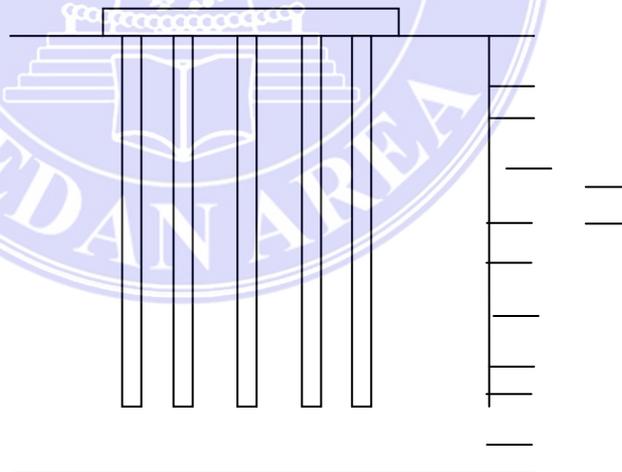
Gambar2.9. Tiang pancang dukung ujung

Sumber: Buku bahan ajar pondasi tiang pancang

2.4.1.2. Tiang Pancang Dukung Gesekan

Tiang pancang dukung gesekan kulit adalah tiang yang meneruskan beban ke dalam tanah dengan mengandalkan gesekan kulit atau daya dukung ujung sangat kecil. Pemakaian tiang pancang ini umumnya adalah berbutir halus dan sukar menyerap air. Pada umumnya dilapangan daya dukung tiang pancang merupakan kombinasi dari titik bantalan tumpukan dengan tumpukan gesekan atau *cohesion pile*, keadaan ini terjadi karena tanah merupakan kombinasi tanah kasar dengan tanah berbutir halus.

Tiang ini mengambil sokongannya hanya dari tahanan gesekan (adhesinya) yang dihasilkan oleh tanah disekeliling permukaan yang tertanam dari suatu tiang pancang gesekan akan tertanam dalam suatu lapisan lempung yang dalam.



Gambar 2.10. Tiang pancang dukung gesekan

Sumber: Buku bahan ajar pondasi tiang pancang

2.4.2. Tiang Pancang Berdasarkan Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan pada pembuatan tiang pancang berbeda-beda sesuai dengan kebutuhannya sebab masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan. Tiang pancang tersebut antara lain:

2.4.2.1 Tiang pancang kayu

Pemakaian tiang pancang kayu adalah cara tertua dalam penggunaan tiang pancang sebagai pondasi. Tiang pancang kayu dibuat dari batang pohon dan biasanya diberi bahan pengawet. Pada pemakaian tiang pancang kayu tidak diizinkan untuk menahan beban lebih tinggi dari 25 sampai 30 ton untuk setiap tiang. Tiang kayu akan tahan lama apabila tiang kayu tersebut dalam keadaan selalu terendam penuh di bawah muka air tanah dan akan lebih cepat busuk jika dalam keadaan kering dan basah yang selalu berganti-ganti. Tiang pancang kayu tidak tahan terhadap benda-benda agresif dan jamur yang bisa menyebabkan pembusukan.

- Keuntungan pemakaian tiang pancang kayu:
 1. Tiang pancang kayu relatif ringan sehingga mudah dalam pengangkutan;
 2. Kekuatan tariknya besar sehingga pada waktu diangkat untuk pemancangan tidak menimbulkan kesulitan seperti pada tiang pancang beton pracetak;
 3. Mudah untuk pemotongannya apabila tiang kayu sudah tidak dapat masuk lagi ke dalam tanah;
 4. Tiang pancang kayu lebih sesuai untuk tumpukan gesek dari pada bantalan tiang karena tekanannya relatif kecil.

- Kerugian pemakaian tiang pancang kayu :
 1. Karena tiang pancang kayu harus selalu terletak di bawah muka air tanah yang tersebut sangat dalam, hal ini akan menambah biaya untuk penggalian;
 2. Tiang pancang kayu mempunyai umur relatif kecil dibandingkan dengan tiang pancang baja atau beton, terutama pada daerah yang tinggi air tanahnya sering naik turun;
 3. Pada waktu pemancangan pada tanah yang berbatu ujung tiang pancang kayu ini bisa rusak atau remuk.



Gambar 2.11.Tiang pancang kayu

Sumber : Google

2.4.2.2. Tiang pancang beton

Tiang pancang beton terbuat dari bahan beton bertulang yang terdiri dari beberapa jenis, yaitu:

A. Tiang Pancang Beton Bertulang

Tiang pancang beton bertulang adalah tiang pancang dari beton bertulang yang dicetak dan dicor dalam acuan beton (bekisting), kemudian setelah cukup kuat atau keras lalu diangkat dan dipancangkan. Tiang pancang beton ini dapat memikul beban lebih besar dari 50 ton untuk setiap tiang, tetapi tergantung pada dimensinya. Penampang tiang pancang beton bertulang dapat berupa lingkaran, segi empat dan segi delapan.

- Keuntungan pemakaian tiang pancang beton bertulang yaitu :
 1. Tiang beton bertulang pracetak mempunyai tegangan tekan yang besar tergantung pada mutu beton yang digunakan;
 2. Dapat diperhitungkan baik sebagai bantalan tiang ataupun tumpukan gesekan;
 3. Tahan lama dan tahan terhadap pengaruh air ataupun bahan – bahan korosif asal beton dekingnya cukup tebal untuk melindungi tulangnya;
 4. Karena tidak berpengaruh oleh muka air tanah maka tidak memerlukan galian tanah yang banyak untuk poernya.

- Kerugian pemakaian tiang pancang beton bertulang :
 1. Karena berat sendirinya besar maka biaya pengangkutannya akan mahal, oleh karena itu tiang pancang beton bertulang dibuat di tempat pekerjaan;

2. Tiang pancang beton ini baru dipancang apabila sudah cukup keras hal ini berarti memerlukan waktu yang lama untuk menunggu sampai tiang pancang beton ini bisa digunakan;
3. Bila memerlukan pemotongan, maka pelaksanaannya akan lebih sulit dan membutuhkan waktu yang lebih lama juga;
4. Bila panjang tiang kurang dan karena panjang tiang tergantung pada alat pancang (*pile driving*) yang tersedia, maka akan sukar untuk melakukan penyambungan dan memerlukan alat penyambung khusus;
5. Apabila dipancang di sungai atau di laut tiang akan bekerja sebagai kolom terhadap beban vertikal dan dalam hal ini akan ada tekuk sedangkan terhadap beban horizontal akan bekerja sebagai *cantilever*.

B. Tiang Pancang Beton Prategang

Tiang pancang dari beton prategang yang menggunakan baja dan kabel kawat sebagai gaya prategangnya.

- Keuntungan pemakaian tiang pancang beton prategang adalah:
 1. Kapasitas beban pondasi yang dipikulnya tinggi;
 2. Tiang pancang tahan terhadap karat;
 3. Kemungkinan terjadinya pemancangan keras dapat terjadi.
- Kerugian pemakaian tiang pancang beton prategang adalah :

1. Sukar ditangani;
2. Biaya pembuatannya mahal;
3. Pergeseran cukup banyak sehingga prategangnya sukar disambung.

C. Tiang Pancang Di Cor Di Tempat

Tiang pancang dicor ditempat ini adalah pondasi yang dicetak di tempat pekerjaan dengan terlebih dahulu membuat lubang dalam tanah dengan cara mengebor. Pelaksanaan Tiang pancang dicor ditempat ini dapat dilakukan dengan dua cara:

1. Dengan pipa baja yang dipancang ke dalam tanah, kemudian diisi dengan beton dan ditumbuk sambil pipa baja tersebut ditarik ke atas;
2. Dengan pipa baja yang dipancang ke dalam tanah kemudian diisi dengan beton, sedangkan pipa baja tersebut tetap tinggal dalam tanah.

- Keuntungan pemakaian tiang pancang dicor ditempat adalah :

1. Pembuatan tiang tidak menghambat pekerjaan;
2. Tiang tidak perlu diangkat, jadi tidak ada resiko kerusakan dalam pengangkutan;
3. Panjang tiang dapat disesuaikan dengan keadaan dilapangan.

- Kerugian pemakaian Tiang pancang dicor ditempat:

1. Kebanyakan dilindungi oleh hak paten;
2. Pelaksanaannya memerlukan peralatan khusus;

3. Beton dari tiang yang dikerjakan secara Tiang pancang di cor ditempat tidak dapat dikontrol. Tiang pancang *franki* adalah termasuk salah satu jenis dari Tiang pancang dicor ditempat. Adapun prinsip kerjanya adalah sebagai berikut:

- a. Pipa baja yang pada ujung bawahnya disumbat dengan beton yang dicor di dalam ujung pipa dan telah mengeras;
- b. Dengan pemukul jatuh sumbat beton tersebut ditumbuk agar sumbat beton dan pipa masuk ke dalam tanah;
- c. Setelah pipa mencapai kedalaman yang direncanakan, pipa terus diisi dengan beton sambil terus ditumbuk dan pipanya ditarik ke atas.

2.4.2.3. Tiang Pancang Baja

Jenis tiang pancang baja ini biasanya berbentuk profil H. karena terbuat dari baja maka kekuatan dari tiang ini adalah sangat besar sehingga dalam proses transportasi dan pemancangan tidak menimbulkan bahaya patah seperti pada tiang pancang beton pracetak. Jadi pemakaian tiang pancang ini sangat bermanfaat jika dibutuhkan tiang pancang yang panjang dengan tahanan ujung yang besar. Tingkat karat pada tiang pancang baja sangat berbeda - beda terhadap *texture* (susunan butir) dari komposisi tanah, panjang tiang yang berada dalam tanah dan keadaan kelembaban tanah (*moisture content*).

Pada tanah dengan susunan butir yang kasar, karat yang terjadi hampir mendekati keadaan karat yang terjadi pada udara terbuka karena adanya sirkulasi air dalam tanah. Pada tanah liat (*clay*) yang kurang mengandung oksigen akan menghasilkan karat yang mendekati keadaan seperti karat yang terjadi karena terendam air. Pada lapisan pasir yang dalam letaknya dan terletak di bawah lapisan tanah yang padat akan sedikit sekali mengandung oksigen, maka lapisan pasir tersebut akan menghasilkan karat yang kecil sekali pada tiang pancang baja.

- Keuntungan pemakaian tiang pancang baja:

1. Tiang pancang ini mudah dalam hal penyambungan;
2. Tiang pancang baja mempunyai kapasitas daya dukung yang tinggi;
3. Dalam pengangkutan dan pemancangan tidak menimbulkan bahayapatah.

- Kerugian pemakaian tiang pancang baja:

1. Tiang pancang ini mudah mengalami korosi;
2. Tiang pancang H dapat mengalami kerusakan besar saat menembus tanah keras dan yang mengandung batuan, sehingga diperlukan penguatan ujung.



Gambar 2.12.Tiang pancang baja

Sumber : Google

2.5.2.4. Tiang Pancang Komposit

Yang dimaksud dengan tiang pancang komposit ini adalah tiang pancang yang terdiri dari dua bahan yang berbeda yang bekerja bersama-sama sehingga merupakan satu tiang. Tiang pancang komposit ini dapat berupa beton dan kayu maupun beton dan baja.

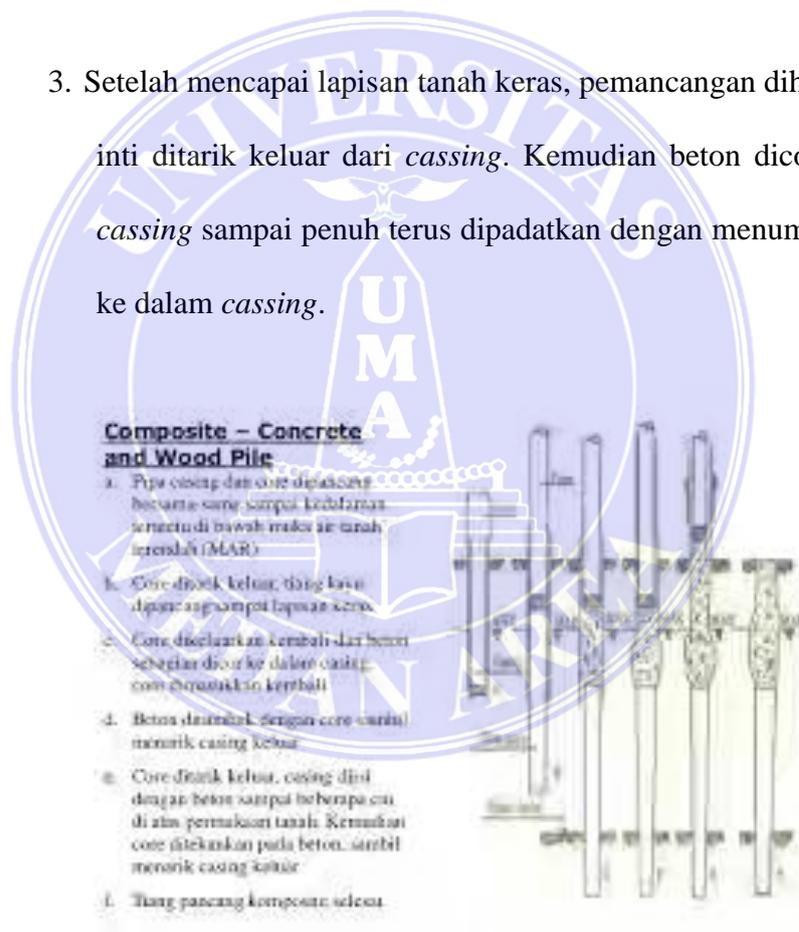
Tiang pancang komposit ini terdiri dari beberapa jenis, yaitu:

a. Tiang Pipa Baja Dan Tiang Kayu

Tiang ini terdiri dari tiang pancang kayu untuk bagian bawah muka air tanah dan bagian atasnya adalah beton. Kelemahan tiang ini adalah tempat sambungan apabila tiang pancang ini menerima gaya horizontal yang permanen.

Cara pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

1. *Cassing* dan intidipancang bersamaan ke dalam tanah hingga mencapai kedalaman yang telah ditentukan untuk meletakkan tiang pancang kayu tersebut dan harus terletak di bawah muka air tanah yang terendah;
2. Kemudian inti di tarik ke atas dan tiang pancang kayu dimasukkan ke dalam *cassing* dan terus dipancang hingga mencapai lapisan tanah keras;
3. Setelah mencapai lapisan tanah keras, pemancangan dihentikan dan inti ditarik keluar dari *cassing*. Kemudian beton dicor ke dalam *cassing* sampai penuh terus dipadatkan dengan menumbukkan inti ke dalam *cassing*.



Gambar 2.13.Tiang pancang komposit

Sumber : Buku Pondasi 2

b. Tiang Pipa Logam Dan Tiang Kayu

Tiang pipa logam dan tiang kayu hampir sama dengan tiang pipa baja dan tiang kayuhnya saja tipe tiang ini memakai kulit yang terbuat dari logam tipis yang permukaannya diberi alur spiral.

Pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

1. *Cassing* dan inti dipancang bersamaan sampai mencapai kedalaman yang telah ditentukan di bawah muka air tanah;
2. Kemudian inti ditarik keluar dari *cassing* dan tiang pancang kayu dimasukkan dalam *cassing* terus dipancang sampai mencapai lapisan tanah keras. Pada pemancangan tiang pancang kayu ini harus benar-benar diperhatikan agar kepala tiang tidak rusak;
3. Setelah mencapai lapisan tanah keras, inti ditarik keluar dari *cassing*;
4. Kemudian cetakan berbentuk pipa yang diberi alur spiral dimasukkan ke dalam *cassing*. Pada ujung bagian bawah cetakan dipasang tulangan berbentuk bujur sangkar;
5. Beton kemudian dicor ke dalam cetakan. Setelah cetakan cukup penuh dan padat *cassing* ditarik keluar sambil cetakan yang berisi beton tadi ditahan dengan cara meletakkan inti di ujung atas cetakan .

c. Tiang Pancang Komposit – Beton Dan Kayu

Cara pelaksanaan tiang ini adalah sebagai berikut :

1. *Cassing* baja dan inti dipancang ke dalam tanah hingga mencapai kedalaman yang telah ditentukan di bawah muka air tanah;
 2. Kemudian intiditarik keluar dari *cassing* dan tiang pancang kayu dimasukkan dalam *cassing* terus dipancang sampai mencapai lapisan tanah keras;
 3. Setelah sampai pada tanah keras inti dikeluarkan lagi dari *cassing* dan beton dicor sebagian ke dalam *cassing*, kemudian intidimasukkan lagi ke dalam *cassing*;
 4. Beton ditumbuk dengan intisambil *cassing* ditarik ke atas sampai jarak tertentu sehingga terjadi bentuk beton yang menggelembung seperti bola di atas tiang pancang kayu tersebut;
 5. Inti ditarik lagi keluar dari *cassing* dan *cassing* diisi dengan beton lagi sampai padat setinggi beberapa cm di atas permukaan tanah. Kemudian beton ditekan dengan inti kembali sedangkan *cassing* ditarik ke atas sampai keluar dari tanah.
- d. Tiang Pancang Komposit – cetakan dan tumpukan pipa

Dasar pemilihan tiang ini adalah:

1. Lapisan tanah keras terlalu dalam letaknya bila digunakan tiang dicor ditempat;
2. Letak muka air tanah terendah sangat dalam apabila kita menggunakan tiang komposit yang bawahnya dari tiang pancang kayu.

Cara pelaksanaan tiang ini adalah sebagai berikut:

1. *Cassing* dan inti dipancang bersamaan sehingga casing hampir seluruhnya masuk ke dalam tanah. Kemudian inti ditarik keluar dari *cassing*;
 2. Tiang pipa baja dengan dilengkapi sepatu pada ujung bawah dimasukkan dalam casing terus dipancang dengan pertolongan inti sampai ke tanah;
 3. Setelah sampai pada tanah keras kemudian inti ditarik ke atas kembali;
 4. Kemudian cetakan yang beralur pada dindingnya dimasukkan dalam *cassing* hingga bertumpu pada penumpu yang terletak di ujung atas tiang pipa baja. Bila diperlukan pembesian maka besi tulangan dapat dimasukkan dalam cetakan kemudian beton dicor sampai padat;
 5. Cetakan yang terisi dengan beton ditahan dengan intisedang *cassing* ditarik keluar dari tanah.
- e. Tiang Pancang Franki

Prinsip kerjanya hampir sama dengan tiang *Franki* biasa, hanya saja pada Tiang pancang Franki ini pada bagian atasnya dipergunakan tiang beton pracetak biasa atau tiang profil H dari baja.

Cara pelaksanaan tiang ini adalah:

1. Pipa dengan sumbat beton yang dicor lebih dahulu pada ujung pipa baja dipancang dalam tanah dengan pemukul jatuh sampai pada tanah keras;
2. Setelah pemancangan mencapai kedalaman yang telah direncanakan pipa diisi lagi dengan beton dan terus ditumbuk dengan pemukul jatuh sambil pipa ditarik lagi ke atas sedikit sehingga terjadi bentuk beton seperti bola;
3. Setelah tiang beton pracetak atau tiang baja H masuk dalam pipa sampai bertumpu pada bola beton pipa ditarik keluar dari tanah;
4. Rongga di sekitar tiang beton pracetak atau tiang baja H diisi dengan kerikil atau pasir.

2.5 Daya Dukung

Analisa daya dukung mempelajari tanah dalam mendukung beban pondasi struktur yang terletak di atasnya. Daya dukung menyatakan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan, yaitu tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah disepanjang bidang-bidang gesernya. Perencanaan pondasi harus dipertimbangkan terhadap keruntuhan geser dan penurunan yang berlebihan. Untuk ini, perlu dipenuhi dua kriteria, yaitu kriteria stabilitas dan kriteria penurunan.

Persyaratan yang harus dipenuhi dalam perancangan pondasi adalah:

1. Faktor aman terhadap keruntuhan akibat terlampauinya daya dukung harus dipenuhi. Dalam hitungan daya dukung, umumnya digunakan faktor aman 3.

2. Penurunan pondasi harus masih dalam batas-batas nilai yang ditoleransikan. Khusus nya penurunan yang tak seragam (*differential settlement*) harus tidak mengakibatkan kerusakan pada struktur.

Untuk terjaminnya stabilitas jangka panjang, perhatian harus diberikan pada perletakan pondasi . Pondasi harus diletakkan pada kedalaman yang cukup untuk menanggulangi resiko erosi permukaan, gerusan, kembang susut tanah dan gangguan tanah disekitar pondasi lainnya.

Analisis-analisis daya dukung, dilakukan dengan cara pendekatan untuk memudahkan hitungan. Analisisnya dilakukan dengan menganggap bahwa tanah berkelakuan sebagai bahan bersifat plastis. Konsep ini pertama kali diperkenalkan oleh Prandtl (1921), yang kemudian dikembangkan oleh Terzaghi (1943), Meyerhoff (1955), De Beer dan Vesic (1958). Persamaan-persamaan daya dukung tanah yang diusulkan, umumnya didasarkan pada persamaan Mohr-Coulomb:

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \varphi \dots \dots \dots \text{Pers}(2.2)$$

dengan:

- τ = tahanan geser tanah
- c = kohesi tanah
- φ = sudut gesek dalam tanah
- σ = tegangan normal

2.5.1 Analisis Terzaghi

Terzaghi (1943) menganalisis daya dukung tanah dengan beberapa anggapan, yaitu:

1. Pondasi memanjang tak terhingga.

2. Tanah didasar pondasi memanjang.
3. Berat tanah diatas dasar pondasi dapat digantikan dengan beban terbagi rata sebesar $P_o = D_f\gamma$, dengan D_f adalah kedalaman dasar pondasi dan γ adalah berat volume tanah di atas dasar pondasi.
4. Tahanan geser tanah diatas dasar pondasi diabaikan.
5. Dasar pondasi kasar.
6. Bidang keruntuhan terdiri dari lengkung spiral logaritmis dan linier.
7. Baji tanah yang terbentuk didasar pondasi dalam kedudukan elastis dan bergerak bersama-sama dengan dasar pondasinya.
8. Pertemuan antara sisi baji dan dasar pondasi membentuk sudut sebesar sudut gesek dalam tanah ϕ .
9. Berlaku prinsip super posisi.

Daya dukung ultimit (*ultimite bearing capacity*) (q_u) didefinisikan sebagai beban maksimum persatuan luas dimana tanah masih dapat mendukung beban tanpa mengalami keruntuhan. Bila dinyatakan dalam persamaan, maka:

$$q_u = P_u/A \dots \dots \dots \text{Pers}(2.3)$$

dengan:

q_u = daya dukung ultimit

P_u = beban ultimit

A = luas pondasi

Umumnya, jika hitungan daya dukung didasarkan pada analisis-analisis keruntuhan geser lokal dan keruntuhan penetresi, nilai daya dukung yang diizinkan (q_a) akan lebih ditentukan oleh pertimbangan besarnya penurunan.

Tabel 2.3 Nilai-nilai faktor daya dukung Terzaghi

ϕ	Keruntuhan geser umum			Keruntuhan geser lokal		
	Nc	Nq	$N\gamma$	Nc	Nq	$N\gamma$
0	5,7	1,0	0,0	5,7	1,0	0,0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
1	9,6	2,7	1,2	8,0	1,9	0,5
0	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
1	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
5	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
2	37,2	22,5	19,7	19,0	8,3	5,7
0	52,6	36,5	35,0	23,7	11,7	9,0
2	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
5	95,7	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
3	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
0	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
34	347,6	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

2.5.2. Persamaan Daya Dukung Vesic

Berdasarkan prinsip superposisi, Vesic (1973) menyarankan faktor-faktor daya dukung yang diperoleh dari beberapa peneliti. Reissner (1924) telah menunjukkan bahwa:

$$q_q = P_o N_q \dots \dots \dots \text{Pers}(2.4)$$

dengan

$$N_q = e^{(\mu \text{ tg } \varphi)} \text{tg}^2 (45 + \varphi/2) \dots \dots \dots \text{Pers}(2.4.1)$$

Analisis Prandtl (1924)

$$q_c = c N_c \dots \dots \dots \text{Pers}(2.4.2)$$

dengan

$$N_c = (N_q - 1) \text{tg } \varphi \dots \dots \dots \text{Pers}(2.4.3)$$

Caquot dan Cerisel (1953) menyatakan q_γ sebagai:

$$q_\gamma = 0,5 B \gamma N_\gamma \dots \dots \dots \text{Pers}(2.4.4)$$

Nilai numerik yang diberikan Caquot-Kerisel dapat didekati dengan (Vesic, 1973)

$$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \text{tg } \varphi \dots \dots \dots \text{Pers}(2.4.5)$$

Superposisi dari ketiga persamaan

$$q_u = q_c + q_q + q_\gamma \dots \dots \dots \text{Pers}(2.4.6)$$

Substitusi persamaan (3.3), (3.32) dan (3.35), ke persamaan (3.36), diperoleh persamaan daya dukung *ultimate* fondasi memanjang

$$q_u = c N_c + p_o N_q + 0,5 B \gamma N_\gamma \dots \dots \dots \text{Pers}(2.4.7a)$$

Persamaan daya dukung yang disarankan vesic (1973) tersebut sama dengan persamaan Terzaghi, hanya persamaan faktor-faktor daya dukung nya yang

berbeda, yaitu seperti yang ditunjukkan dalam **persamaan (2.41), (2.43) dan (2.45).**

Persamaan daya dukung diatas belum memperhatikan pengaruh tahanan geser tanah yang berkembang di atas tanah dasar pondasi, karena berat tanah diatas dasar pondasi digantikan dengan $p_o = D_{fy}$, untuk memperhitungkan faktor tahanan geser tersebut, maka harus digunakan faktor-faktor kedalaman dan faktor bentuk pondasi. Untuk ini, padasembarang kedalaman dan bentuk pondasi, persamaan daya dukung ultimit dimodifikasikan menjadi :

$$q_u = s_c d_c c N_c + s_q d_q p_o N_q + s_\gamma d_\gamma 0,5 B \gamma N_\gamma \dots \dots \dots \text{Pers}(2.4.7b)$$

dengan:

s_c, s_q, s_γ = faktor-faktor bentuk pondasi

d_c, d_q, d_γ = faktor-faktor kedalaman pondasi

2.6. Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang dengan Data SPT

Dari data SPT (N-Value) daya dukung pondasi tiang pancang dapat direncanakan dengan menggunakan metode *Meyerhoff* (1976). Metode ini banyak digunakan untuk merencanakan daya dukung ijin dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$Q_u = 40. N_b. A_b + 0,2. N. A_s \dots \dots \dots \text{Pers}(2.5)$$

Dimana:

Q_u = Daya dukung utimit pondasi tiang pancang (Ton)

N_b = Nilai SPT disekitar tiang, tiang dari

8D diatas tiang dan 4D dibawah dasar tiang

\bar{N} = Nilai SPT rata-rata sepanjang tiang

A_b = Luas dasar tiang (m^2)

A_s = Luas selimut tiang (m^2)

atau gunakan rumus: $P = (m \cdot N_a \cdot A_c) : 3 + (\sum n \cdot N \cdot A_s) : 5$

Untuk menentukan koefisien perlawanan ujung tiang (m) dan koefisien perlawanan gesek (n) dapat dilihat pada **tabel 2.4**

Tabel 2.4 Hubungan jenis tanah, jenis tiang, koefisien perlawanan ujung tiang (m) dan koefisien perlawanan gesek tiang (n)

Jenis Tanah	Jenis Tiang	M	n	Batasan
<i>Meyerhoff</i> (1976)				
Pasiran	Pondasi Dalam	40	0,2	
Lempung			0,5	
<i>Okahara</i> (1992)				
Pasiran			0,2	$\leq 10 \text{ t/m}^2$
			0,5	$\leq 20 \text{ t/m}^2$
Kohesif		40	0,1	$\leq 5 \text{ t/m}^2$
			1,0	$\leq 15 \text{ t/m}^2$
			-	-
		12	0,5	$\leq 10 \text{ t/m}^2$
<i>Takahashi</i> (1992)				
Pasiran	Tiang Pancang	30		

2.7. Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang dengan Data Sondir

Dari data hasil pengujian sondir juga dapat digunakan untuk menghitung daya dukung tiang perencanaan pondasi tiang pancang dengan menggunakan data sondir ini dilakukan dengan metode langsung dengan formula yang diperkenalkan *Meyerhoff* (1976) sebagai berikut:

$$Q_u = (q_c \times A_c) + (JHL \times K_{ll}) \dots \dots \dots \text{Pers}(2.6)$$

$$Q_{\text{ijin}} = ((q_c \cdot A_p) : 3) + ((JHL \times K_{ll}) : 5) \dots \dots \dots \text{Pers}(2.7)$$

Dimana:

Q_u = daya dukung *ultimate* tiang pancang tunggal

q_p = tahanan ujung sondir

q_c = tahanan ujung sondir terkoreksi

$q_p = q_c$ menurut *Meyerhoff* dapat diambil untuk keperluan praktis

JHL = jumlah hambatan lekat

K_{ll} = keliling tiang

A_p = luas penampang tiang

3 dan 5 adalah faktor keamanan

2.8. Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang dengan Data Kalendering

Untuk perencanaan daya dukung tiang pancang dari hasil kalendering, metode yang diperkenalkan yaitu:

1. *Engineering News Formula*

$$Q_a = (2 \cdot W_r \cdot H) : S + C \dots \dots \dots \text{Pers}(2.8)$$

$$Q_a = (2.E) : S + C \dots \dots \dots \text{Pers}(2.9)$$

dimana:

- Q_a = daya dukung ijin tiang pancang
- W_r = berat pemukul (*hammer*)
- H = tinggi jatuh pemukul
- S = besarnya penetrasi tiang per pukulan diakhir pemancangan
- C = 1,0 untuk *drop hammer*
- C = 0,1 untuk *hammer uap (steam hammer)*
- E = energi pemancangan

2. Danish Formula

$$Q_{ult} = (e_h \cdot E_h) : S + (0,5 \cdot S_o) \dots \dots \dots \text{Pers}(2.10)$$

dimana:

- Q_{ult} = daya dukung ultimit tiang pancang
- e_h = efisiensi hammer
- E_h = energi hammer yang dibeikan pabrik
- S = besarnya penetrasi rata-rata dari tiang pancang dari pengamatan terakhir pemancangan
- S_o = *elastic compression of the pile*

$$S_o = [2 \times e_h \times E_h \times L / A \times E]^{1/2} \dots \dots \dots \text{Pers}(2.11)$$

- L = panjang tian pancang
- A = luas penampang tiang
- E = modulus elastisitas material tiang pancang

3. Hiley's Formula

$$R_u = e_f \cdot W_H \cdot H (1 - (W_p/W_h - W_p) (1 - e^2)) : S + 1/2C \dots \dots \dots \text{Pers}(2.12)$$

dimana:

R_u = ultimate reaction (ton/pile)

R_a = allowable reaction = $1/3 R_u$ (ton/pile)

e_f = efficiency of hammer (diesel =0,7; Drop=0,5)

H = height of hammer dropping (cm)

W_h = weight of hammer or ram (t)

W_p = elastic compression of the pile

E = efficiency of between hammer and pile (RC = 0,25; SP=0,30)

if used of follower = 0,20

S = penetration of pile (cm)

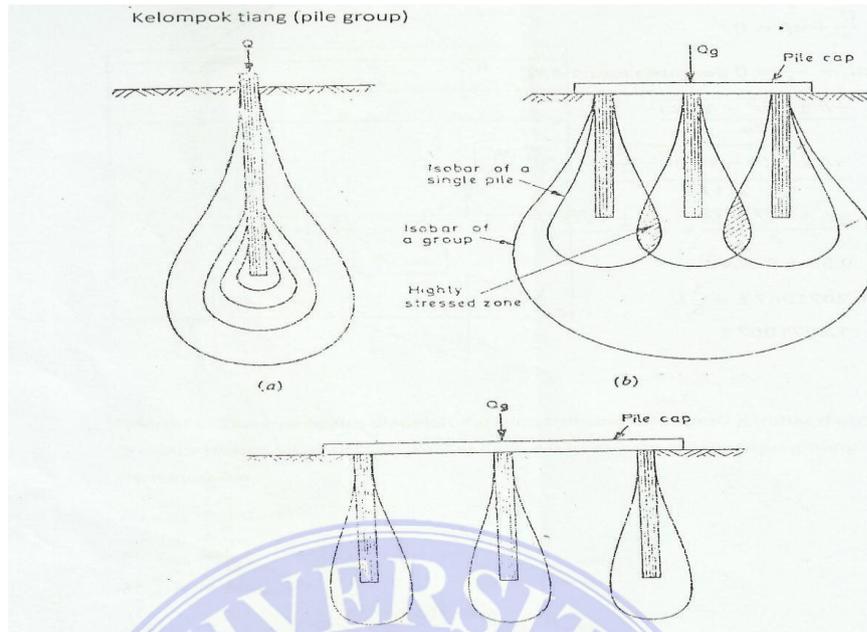
C = pantulan (rebound) (cm)

C = Jumlah pantulan/Jumlah pukulan

S = Total penetrasi/Jumlah pukulan

2.9. Kelompok-kelompok Tiang dan Jarak dari Tiang-Tiang (*Pile Groups and Spacing of Piles*)

Tiang yang disusun menjadi dua, tiga atau lebih dan disatukan dengan topi (*cap*) disebut kelompok tiang (*pile group*).

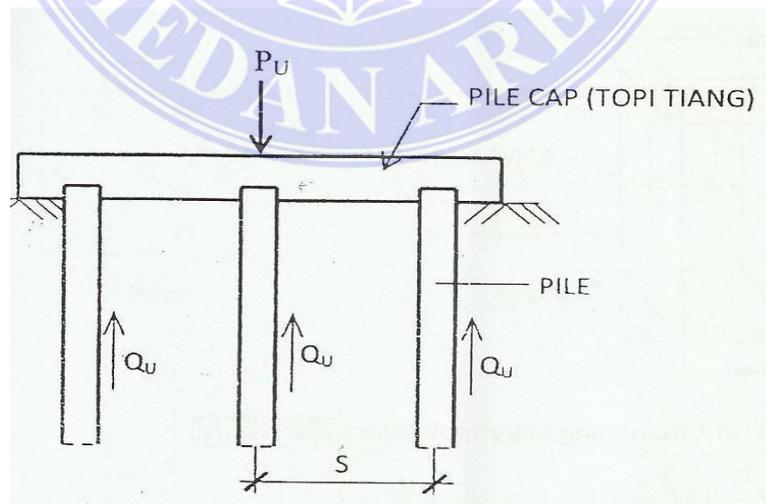


Gambar 2.14. Zona tegangan dari (a) tiang tunggal, (b) kelompok tiang yang berdekatan saling overlapping (c) kelompok tiang yang berdekatan tidak saling overlapping

Sumber: Buku Manual Pondasi Tiang

2.9.1. Daya Dukung Kelompok Tiang

Keruntuhan tiang tunggal (*individual pile failure*)



Gambar 2.15 Kelompok tiang

Sumber: Buku Manual Pondasi Tiang

- Pada tanah-tanah tidak kohesif

$$P_u = n \times Q_u \dots\dots\dots \text{Pers}(2.13)$$

- Pada tanah-tanah kohesif

Untuk $S \geq 3$ x diameter tiang pancang

$$P_u = E \times n \times Q_u \dots\dots\dots \text{Pers}(2.14)$$

E bervariasi dari:

0,7 pada $S = 3$ x diameter tiang pancang

1,0 pada S lebih besar sama dengan 8 x diameter tiang pancang, dimana:

Q_u = daya dukung ultimit 1 tiang pancang

N = jumlah tiang pancang

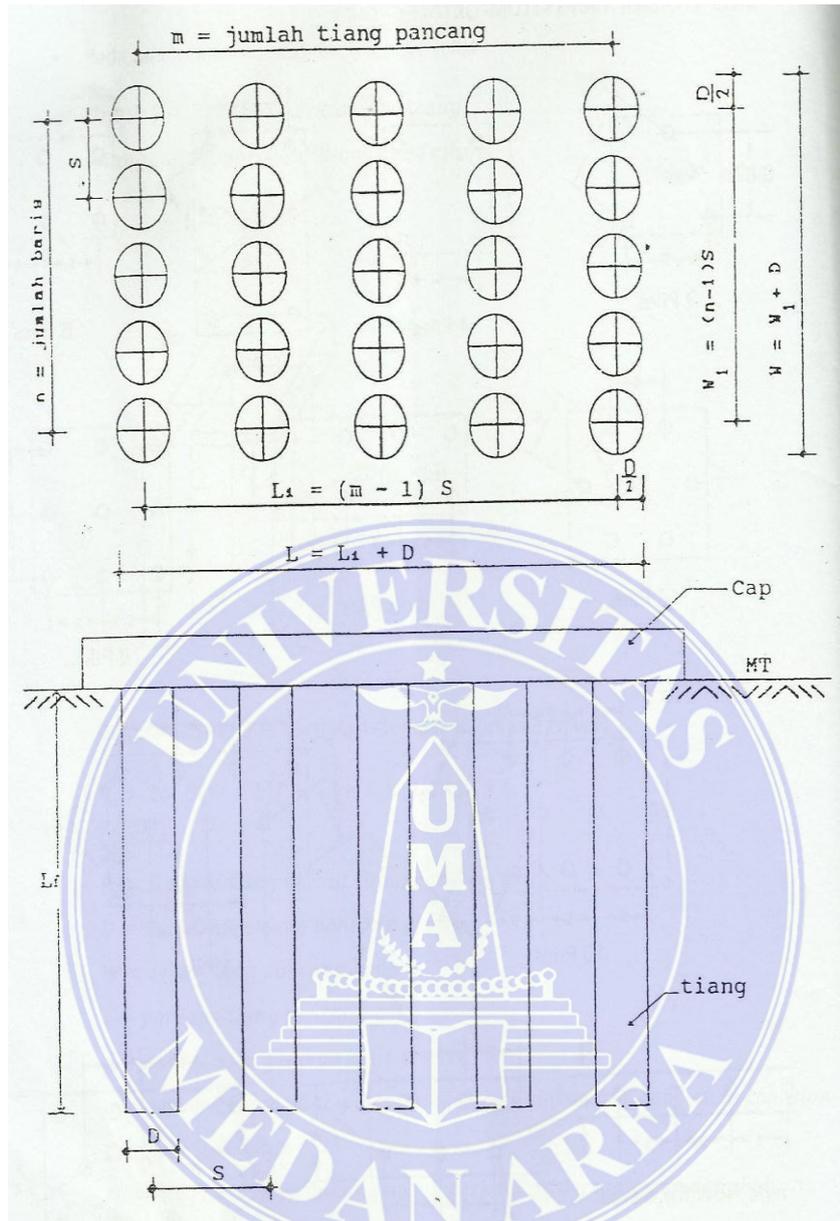
E = efisiensi tiang

S = jarak tiang pancang ke tiang pancang (as-as)

2.9.2. Efisiensi Tiang Kelompok

$E_g = (\text{Daya dukung kelompok tiang}) / (\text{jumlah tiang} \cdot \text{Daya dukung tiang tunggal})$

- Cara menentukan efisiensi tiang



Gambar 2.16. Tampak atas dan samping tiang kelompok

Sumber: Buku Manual Pondasi Tiang

Keliling pile group (P)

$$P = 2[(m-1)S] + 2[(n-1)S] + 8 D/2$$

$$= 2[(m-1)S] + (n-1)S + 8 D/2$$

$$= (2 mS - 2S + 2nS - 2S + 8 D/2)$$

$$P = 2(m+n-2)S + 4D$$

$$Eg = (P.f.Lf)/\pi.D.k.f.Lf \dots\dots\dots\Pers(2.15)$$

Cara Lain:

A. Formula Converse-Labarre Equation

$$Eq = 1 - \theta \frac{(m-1)n+(n-1)m}{90 \times m \times n} \dots\dots\dots\Pers(2.16)$$

$$\theta = (\text{arc tan } \frac{d}{s}) \dots\dots\dots\Pers(2.17)$$

B. Formula Sederhana

Formula ini didasarkan pada jumlah daya dukung gesekan dari kelompok tiang sebagai satu kesatuan (blok).

$$Eg = 2 (m+n-2) S + 4D / p.m.n \dots\dots\dots\Pers(2.18)$$

dimana:

m = jumlah tiang pada deretan baris

n = jumlah tiang pada deretan kolom

S = jarak antar tiang

D = diameter atau sisi tiang

P = keliling dari penampang tiang

C. Formula Los Angeles

$$Eg = 1 - \frac{D}{\pi s m n} [m(n - 1) + n(m - 1) + (m - 1)(n - 1) \sqrt{2}] \dots\dots\dots \Pers(2.19)$$

dimana besaran-besaran sesuai dengan deinisi terdahulu.

D. Formula Seiler-Keeney

$$E_g = 1 - \left[\frac{36S(m+n-2)}{(75.S^2-7)(m+n-1)} \right] + \frac{0,3}{m+n} \dots\dots\dots \text{Pers}(2.20)$$

dalam formula diatas, S diambil dalam satuan meter.

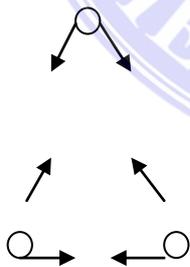
E. Formula Feld

Dalam metode ini kapasitas individual tiang berkurang sebesar 1/16 akibat adanya tiang yang berdampingan baik dalam arah lurus maupun dalam arah diagonal. Ilustrasi hasil perhitungan formula ini diberikan pada **Gambar**

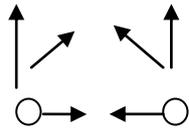
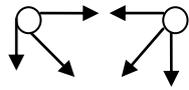
$$E_g = 15/16 = 0.938$$



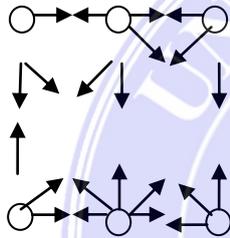
$$E_g = 14/16 = 0.875$$



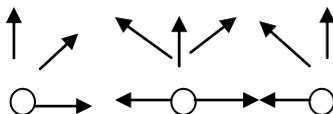
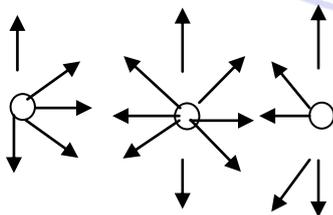
$$Eg = 13/16 = 0,815$$



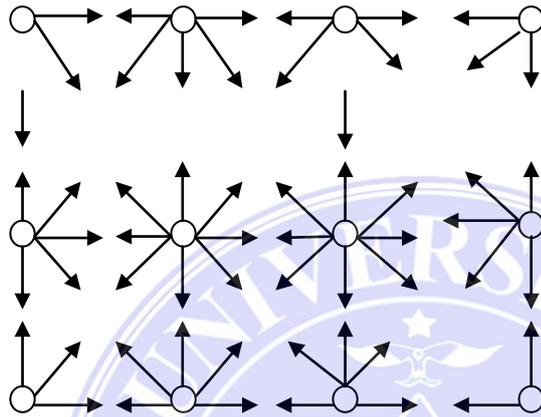
$$Eg = 4(13/16) + 2(11/16) : 6 = 0,77$$



$$Eg = 4(13/16) + 2(11/16) + (8/16) : 9 = 0,729$$



$$E_g = 4(13/16) + 6(11/16) + 2(8/16) : 12 = 0,7$$



Gambar 2.17.Efisiensi kelompok tiang berdasarkan formula Feld.

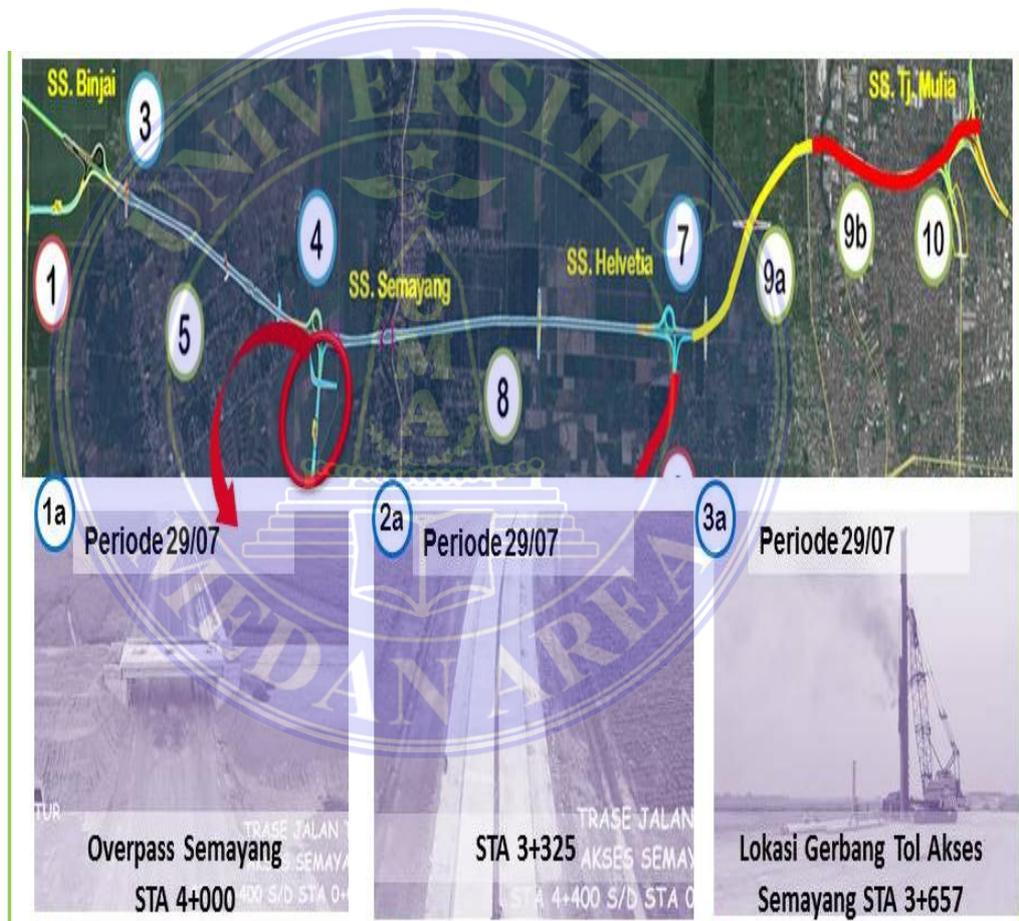
Sumber : Buku Manual Pondasi Tiang

BAB III

STUDI KASUS

3.1 Lokasi Proyek

Penelitian ini dilakukan pada pelaksanaan pembangunan *Abutment Overpass* Sei Semayang (STA. 0+350) Jalan Tol Medan-Binjai.



Gambar 3.1. Denah Lokasi Proyek Pembangunan Jalan Tol Medan-Binjai

3.2 Metode Analisis Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan teori Terzaghi tentang daya dukung tanah. Data-data yang diperoleh dari hasil laboratorium akan diambil resmunya untuk dijadikan bahan dalam menganalisis data baik secara manual atau Software.

3.3 Data Umum Proyek

3.3.1 Data Umum dan Teknis Proyek

Data umum Pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera Ruas Medan-Binjai meliputi seksi I akses Tanjung Mulia-Helvetia sepanjang 6,270 km,seksi II akses Helvetia-Semayang sepanjang 6,175 km dan seksi III Semayang-Binjai sepanjang 4,275 km terletak di Kota Madya Binjai – Kabupaten Deli Serdang.

Data Kontrak

Nama Proyek	: Pembangunan JalanTol Medan-Binjai
Pemilik	:PT.Hutama Karya (Persero) Divisi JalanTol
Kontraktor	: PT Hutama Karya Infrastruktur
Konsultan Perencana	: PT MKSI & PT.Mega Trust Link
Konsultan MK	: PT.Multi Phi Beta, Indec, Buana KSO
Nomor SPMK/Kontrak	: DJT/Su.799A/SPMK.016/XII/2015
	Tgl 29-12/2015
Nilai Kontrak	: Rp. 1.311.743.421.000

Jenis Kontrak	: Unit Price
Waktu Pelaksanaan	: 380 Hari kalender
Masa Pemeliharaan	: 730 Hari Kalender
Pekerjaan Main Road	: 1. Timbunan tanah(rata-rata 2,5 m) 2. Agregat Base A t = 15 cm 3. Lean Concrete t = 10 cm 4. Rigid pavement (fs-45) t = 27 cm
Pekerjaan Struktur	: 1. Simpang Susun = 3 Buah 2. Underpass = 11 Buah 3. Overpass = 5 Buah 4. Jembatan Transisi = 5 Buah
Drainase	: 1. Box Culvert = 25 Lokasi 2. RCP = 25 Lokasi

3.4 Latar Belakang Perusahaan

PT. HUTAMA KARYA(Persero) selanjutnya disebut PT. HK awalnya merupakan perusahaan swasta Hindia Belanda ‘Hollandsche Beton Maatschappij’ yang dinasionalisasi pada tahun 1961 berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) RI No. 61/1961 Tanggal 29 Maret 1961 dengan nama PN. HUTAMA KARYA.

Status perusahaan berubah menjadi Perseroan Terbatas berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 14 tahun 1971 juncto Akta Perseroan Terbatas No. 74 tanggal 15 Maret 1973, juncto Akta Perubahan No.48 tanggal 8 Agustus 1973 yang keduanya dibuat dihadapan Notaris Kartini Mulyadi, SH yang kemudian berdasarkan Surat Keputusan Bersama Direksi dan Dewan Komisaris No.

DU/MK.136/KPTS/03/2009 tanggal 29 Januari 2009 tentang Penetapan Hari Ulang Tahun PT. Hutama Karya, maka dengan ini tanggal 29 Maret ditetapkan sebagai hari ulang tahun PT. Hutama Karya.

Tahun 1960 merupakan tonggak transformasi PT. Hutama Karya dari perusahaan swasta 'Hollandsche Beton Maatschappij' menjadi PN. HUTAMA KARYA. Sejak fase transformasi, PN. Hutama Karya telah menghasilkan karya konstruksi yang bernilai sejarah dan monumental seperti Gedung DPR/MPR RI, Monumen Patung Pancoran. Menandai dimulainya teknologi Beton pra Tekan di Indonesia, dimana PN. Hutama Karya telah mengenalkan sistem prategang BBRV dari Swiss. Sebagai wujud eksistensi terhadap teknologi ini PN. Hutama Karya membentuk Divisi khusus prategang. Pada dekade ini Hutama Karya berubah status menjadi PT. Hutama Karya (Persero).

Mengantisipasi tantangan bisnis konstruksi yang semakin berkembang dan kompetitif PT. Hutama Karya telah melakukan terobosan dengan diversifikasi usaha dengan mendirikan Unit Bisnis HakaPole yaitu Pabrik Tiang Penerangan Jalan Umum berbagai type dari baja bersegi delapan (Oktagon) dan melakukan ekspansi usaha di luar negeri serta awal inovasi teknologi dengan ditemukannya LPBH-80 'SOSROBAHU'.

Sejalan dengan pengembangan inovasi yang terus menerus dan mengikuti kemajuan teknologi konstruksi yang berkembang pesat, PT. Hutama Karya telah mampu menghasilkan produk dengan teknologi tinggi berupa: Jembatan Bentang Panjang (Suspension Cable Bridge, Balanced Cantilever Bridge, Arch Steel Bridge, Cable Stayed). PT. Hutama Karya telah memenuhi standar internasional

dalam hal kualitas, keselamatan kerja dan lingkungan dengan didapatkannya sertifikasi ISO 9002:1994, OHSAS 18001:1999.

Era millennia dimana dinamika ekonomi semakin pesat, PT. Utama Karya telah merevitalisasi diri dengan melakukan pengembangan usaha untuk sektor-sektor swasta dengan pembangunan: High Rise Building (Bakrie Tower, Apartemen), infrastruktur (Jalan TOL). Seiring dengan perkembangan tersebut, kualitas dan mutu tetap menjadi perhatian PT. Utama Karya. Hal ini terbukti dengan didapatkannya ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 dan OHSAS 18001:2007. Perubahan lingkungan strategis memacu PT. Utama Karya untuk turut berubah. Berbagai rencana di masa depan dicanangkan, salah satunya adalah menjadi perusahaan terbuka sebelum tahun 2015

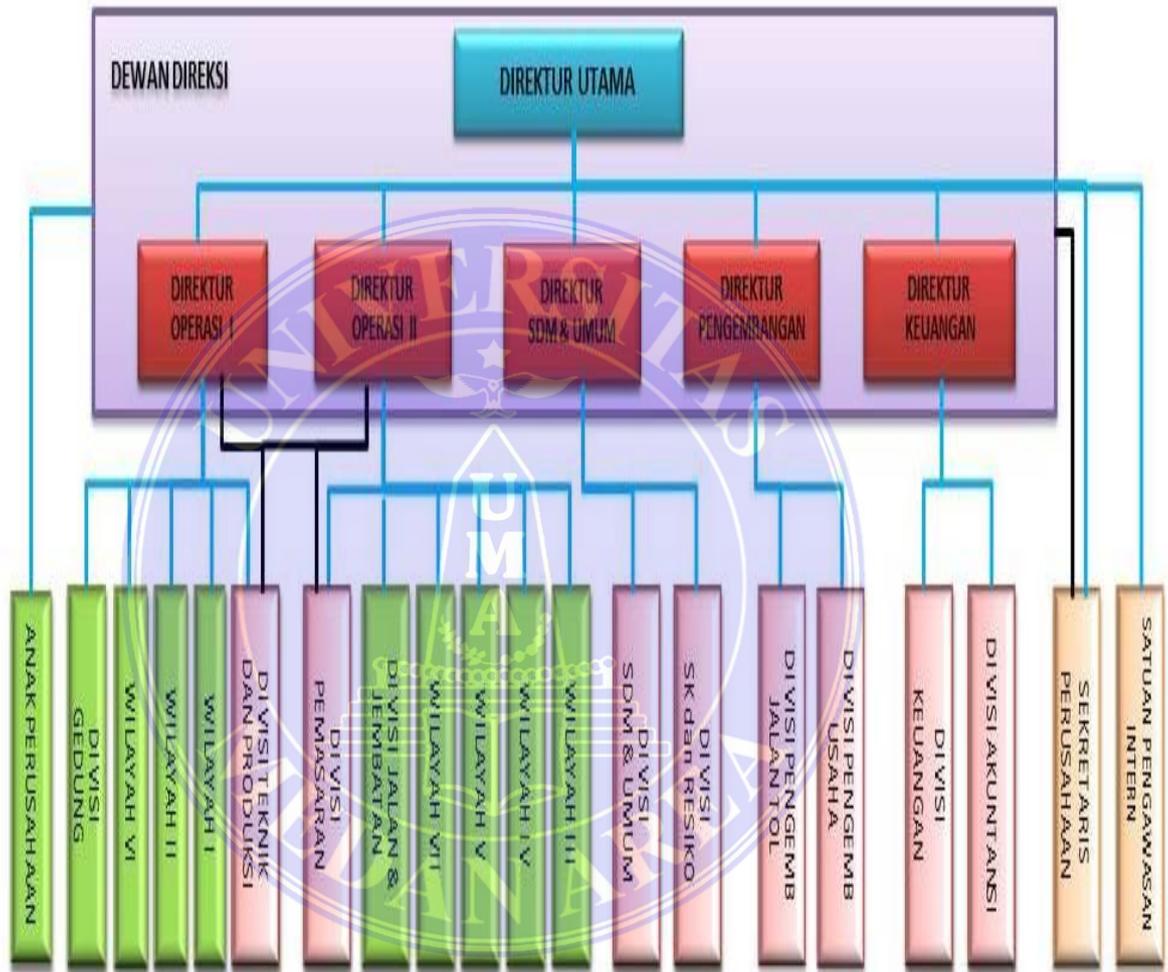
3.5 Visi dan Misi Perusahaan

Adapun visi dan misi PT. Utama Karya adalah menjadi perusahaan industri konstruksi yang handal dan terkemuka dan meningkatkan nilai perusahaan di bidang industri konstruksi secara profesional dalam memenuhi harapan Pemangku Kepentingan (*Stakeholder*).

3.6 Struktur Organisasi

3.6.1. Struktur organisasi PT. Hutamakarya

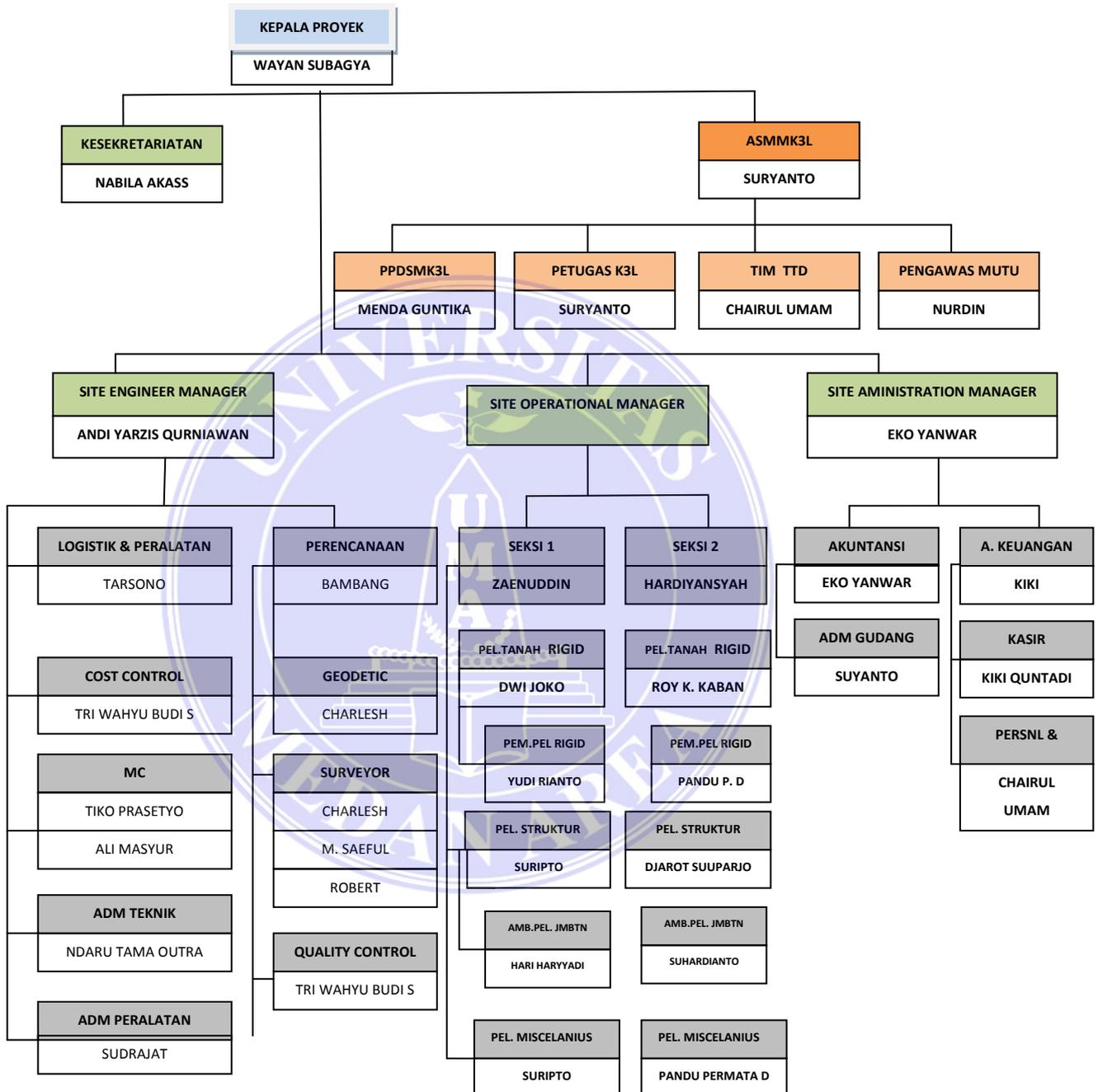
Adapun struktur organisasi pada PT. Hutama karya adalah:



Gambar 3.2. Struktur organisasi PT. Hutamakarya

3.6.2 Stuktur organisasi PT. Hutamakarya Infrastruktur

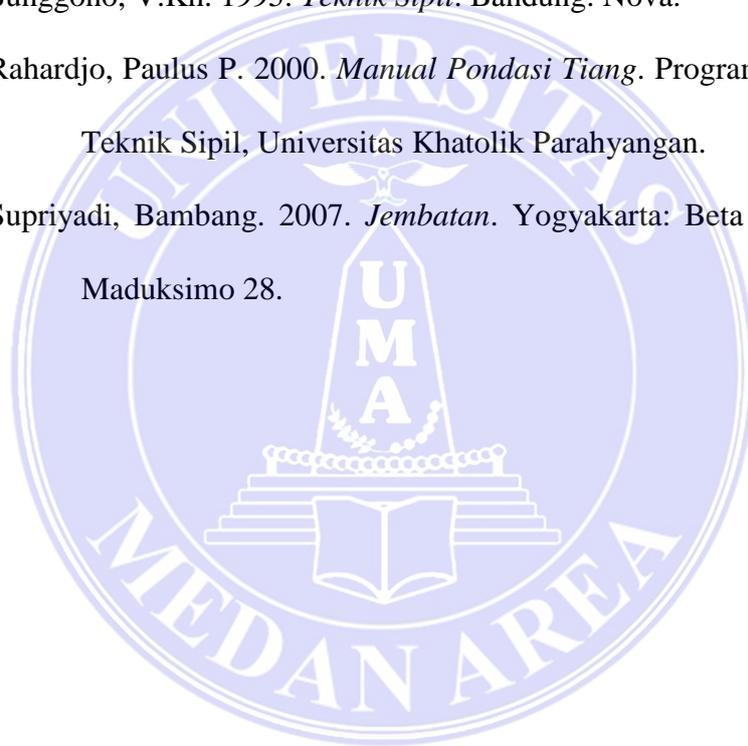
Adapun struktur organisasi pada PT. Hutama karya Infrastruktu adalah:

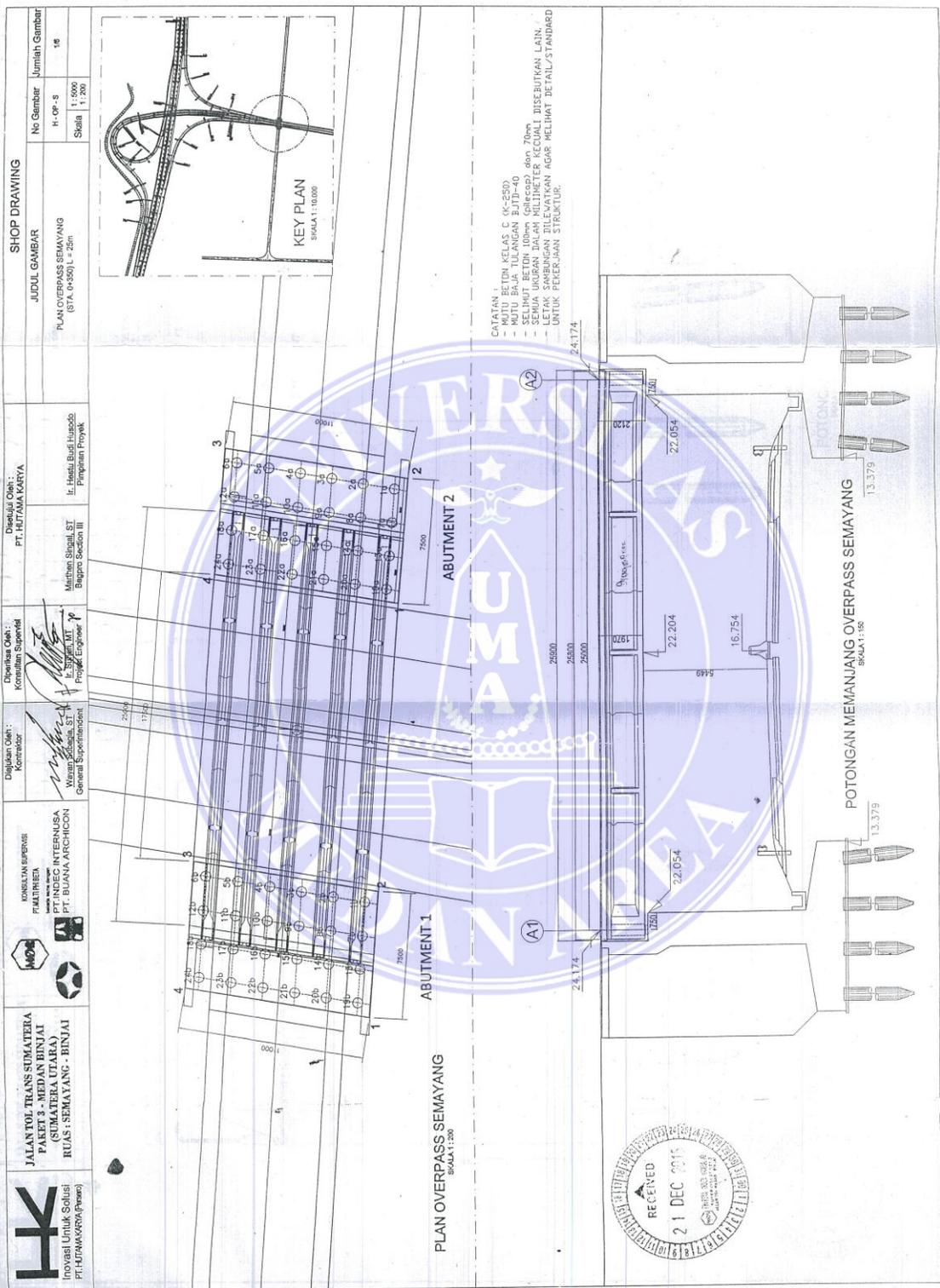


Gambar 3.3. Struktur organisasi PT. Hutama karya Infrastruktur

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E. 1986. *Analisa Dan Desain Pondasi Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Bowles, J.E. 1991. *Analisa Dan Desain Pondasi Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Frick, Heinz. 1980. *Ilmu Konstruksi Bangunan 1*. Yogyakarta: Kanisius.
- Hardiyatmo, H.C.1996. *Teknik Pondasi 1*. Jakarta: Gramedia Pustaka
Utama.
- Sunggono, V.Kh. 1995. *Teknik Sipil*. Bandung: Nova.
- Rahardjo, Paulus P. 2000. *Manual Pondasi Tiang*. Program Pasca Sarjana
Teknik Sipil, Universitas Khatolik Parahyangan.
- Supriyadi, Bambang. 2007. *Jembatan*. Yogyakarta: Beta Offset Kavling
Maduksimo 28.





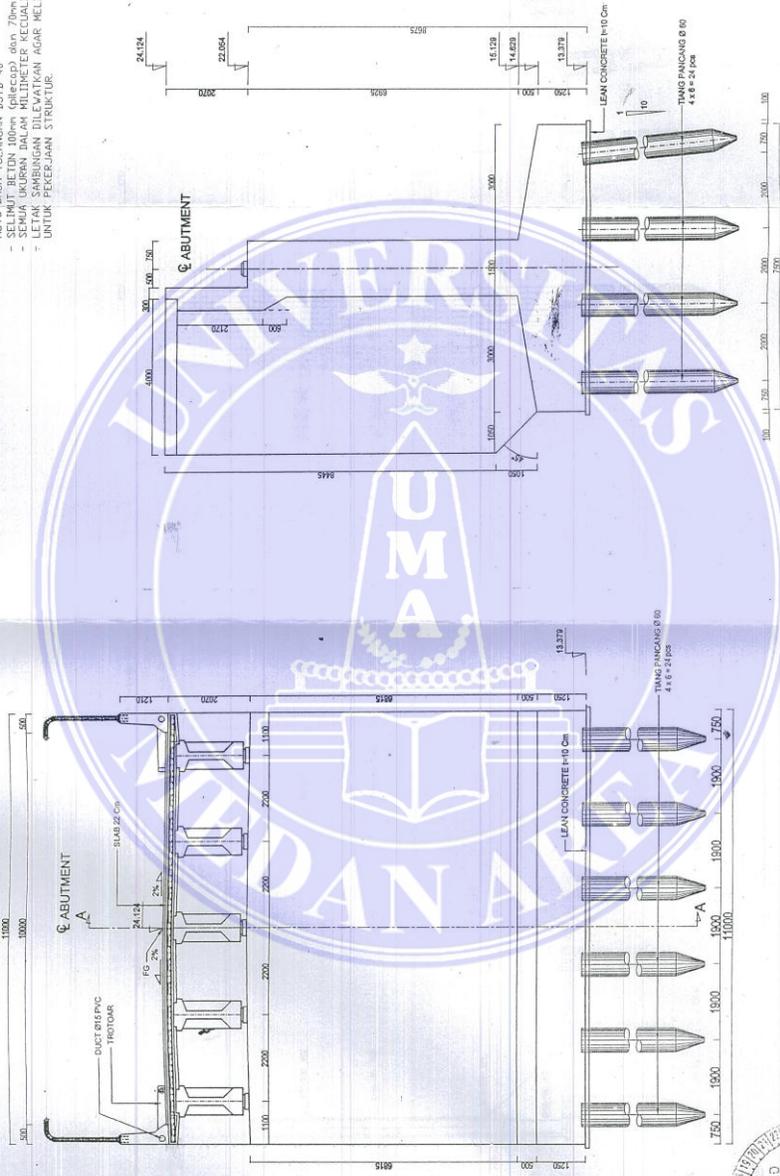
HY Inovasi Untuk Solusi PT. HITAMA KARYA (Pwars)	JALAN TOL TRANS SUMATERA PAKET 3 - MEDAN BINJAI (SUMATERA UTARA) RUAS: SEMAYANG - BINJAI	KONSULTAN SURVEY FIATRIENITA PT. INDECO INTERNUISA PT. BUANA ARCHICON	Ditinjau Oleh : Komisioner W. S. S. S. S. S. General Superintendent	Diperiksa Oleh : Konsultan Supervisi I. S. S. S. S. Project Engineer	Disetujui Oleh : PT. HITAMA KARYA Ir. Hesti Budi Harso Pimpinan Proyek	SHOP DRAWING JUJUL GAMBAR PLAN OVERPASS SEMAYANG (GTA. 0405) L. 201	No Gambar H-OP-8	Jumlah Gambar 18
	Skala 1:1000 1:200							



D:\Master\Propo\KOR\PT. HITAMA KARYA\OP SEMAYANG.dwg, 15/12/2015, 16:52:38

 PT. HUTAMA TORAYA	SHOP DRAWING	No Gambar	Jumlah Gambar
		H-OP-3	3/8
Disiapkan Oleh: PT. HUTAMA TORAYA	Judul Gambar	No Gambar	
Disiapkan Oleh: PT. HUTAMA TORAYA	Detail Dimensi Overpass Semayang (STA. 0+350) L = 25m	H-OP-3	
Disiapkan Oleh: PT. HUTAMA TORAYA	Mantho Sigel, ST Bagro Section III	Skala 1 : 100	

CATATAN:
 - BETON KLAS C (K-250)
 - MUI BAJA TULANGAN B.UID-40
 - SELIMUT BETON 100mm (Gleccp) dan 70mm
 - SEMUA UKURAN DALAM MILIMETER KEUALI DISEBUTKAN LAIN.
 - LETAK SAMBUNGAN DILEWATKAN AGAR KELIHAT BETAİL/STANDARD
 UNTUK PENERJARAN STRUKTUR.



POTONGAN A-A
SKALA 1 : 100

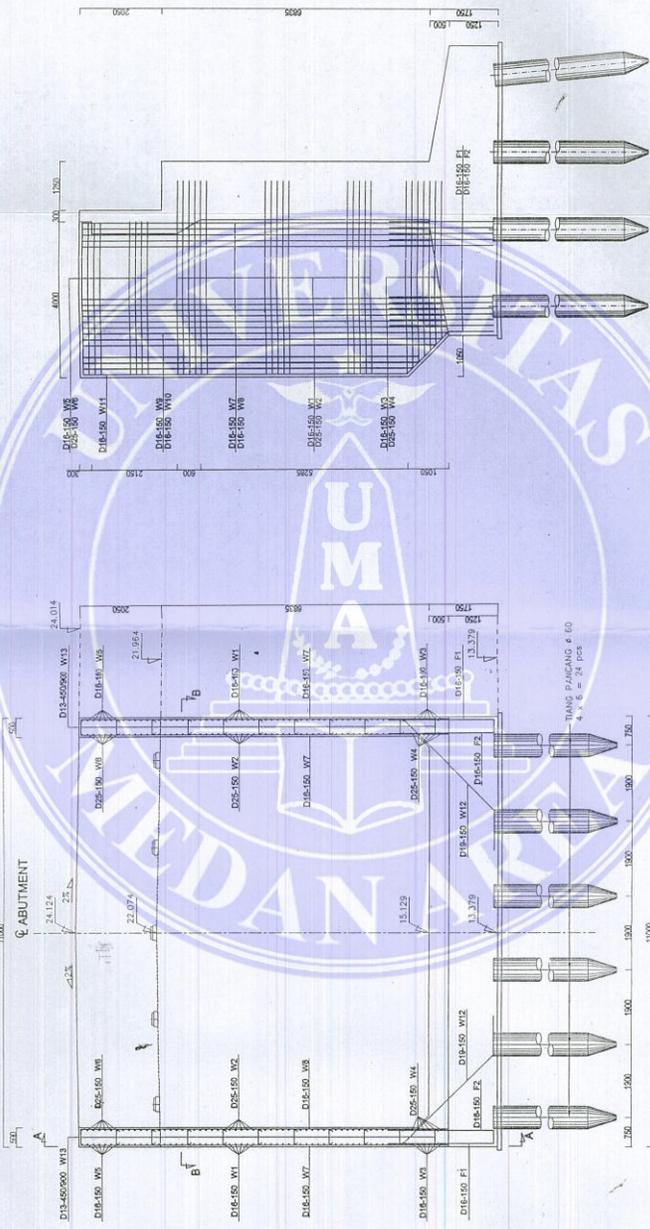
DETAIL DIMENSI OVERPASS SEMAYANG
SKALA 1 : 100



Di Veneri Polytechnic Puteh/Petropus Semayang/Plang Of Semarang/Des. 15/12/2015 12:56:27

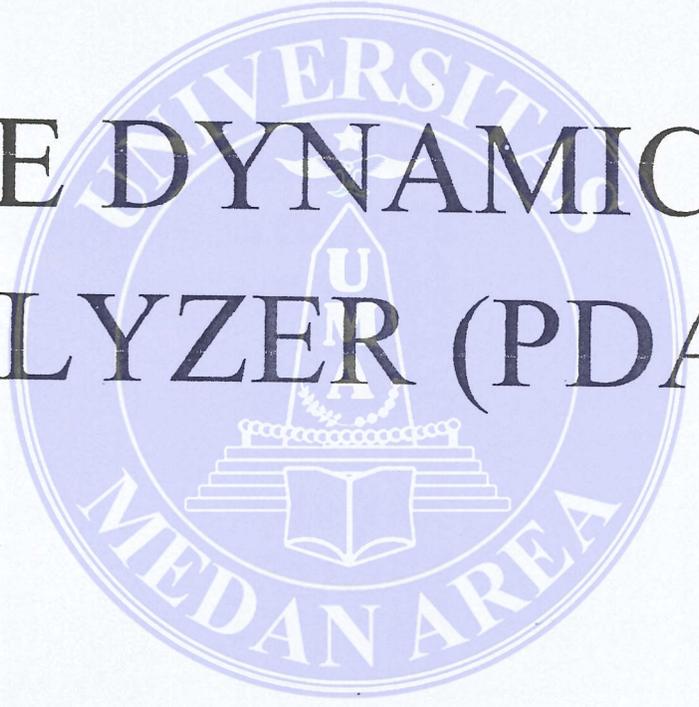
 PT. HUTAMA KARYA Inovasi Untuk Solusi PT. HUTAMA KARYA (Pers)	JALAN TOL TRANS SUMATERA (SUMATERA UTARA) RUMAH SEMPANG - BINJAI	 PT. BUANA ARCHICON KONSULTAN SUPERVISI FASILITAS	Diawasi Oleh : Konsultan Supervisi	Disetujui Oleh : PT. HUTAMA KARYA	SHOP DRAWING	
					No Gambar H-09-9	Jumlah Gambar 12
Detail Penulangan Wingwall (STA. 0+350) L = 25m				Skala 1:100		

CATATAN :
 - MUTU BETON KELAS C (K-250)
 - MUTU BAJA TULANGAN BJTD-40
 - SEMUA UKURAN DALAM MILLIMETER
 - LETAK SANGBINGAN DILEWATKAN AGAR MELIHAT DETAIL/STANDARD
 - UNTUK PEKERJAAN STRUKTUR.



DETAIL PENULANGAN WINGWALL
 SKALA:1:100

POTONGAN A-A
 SKALA:1:50



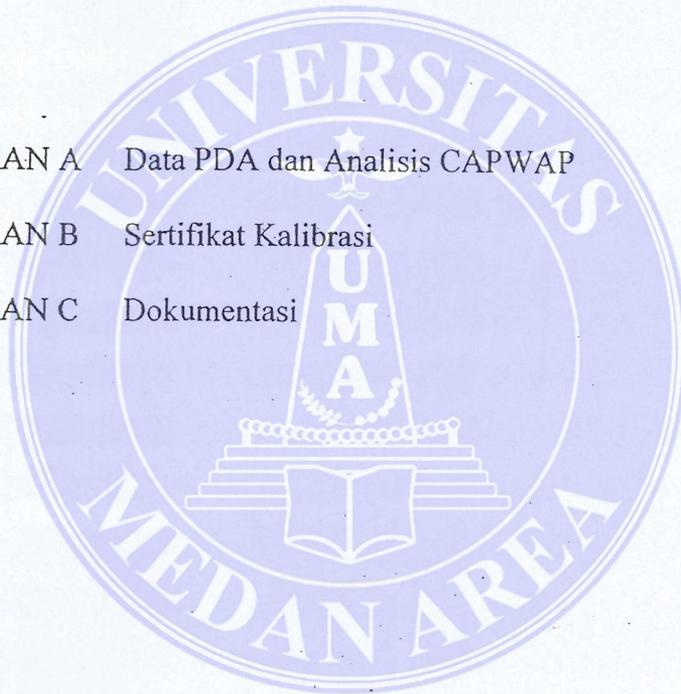
PILE DYNAMIC ANALYZER (PDA)

DAFTAR ISI

	Halaman
I. PENDAHULUAN.....	2
II. PILE DYNAMIC ANALYZER	2
II.1 DATA TIANG UJI	2
II.2. ALAT UJI PDA	3
II.3. METODE PELAKSANAAN	3
III. HASIL PENGUJIAN	4

LAMPIRAN

- LAMPIRAN A Data PDA dan Analisis CAPWAP
- LAMPIRAN B Sertifikat Kalibrasi
- LAMPIRAN C Dokumentasi



I. PENDAHULUAN

Berdasarkan permintaan yang diberikan, telah dilakukan 2 (dua) pengujian Pile Driving Analyzer (PDA) pada tanggal 05 Oktober 2015 di pekerjaan Proyek Pembangunan Jalan Toll Medan – Binjai (Over Pass Sei Semayang).

Pengujian PDA ini dilakukan untuk mengkonfirmasi kapasitas daya dukung ultimate tiang pancang.

II. PILE DRIVING ANALYZER (PDA)

Pile Driving Analyzer (PDA) adalah sebuah sistem komputerisasi yang dilengkapi dengan *strain transducer* dan *accelerator* khusus untuk menentukan gaya dan kecepatan, dalam bentuk grafik, pada saat pondasi tiang yang diuji dipukul dengan *hammer*. PDA dapat menghasilkan kapasitas tiang, energi *hammer*, perpindahan, dan lain-lain.

Secara umum, pengujian PDA dilakukan setelah tiang memiliki kekuatan (kapasitas daya dukung) yang cukup untuk menahan pukulan *hammer*. Cara yang lain dapat dilakukan dengan menggunakan bantalan (*cushion*) atau merendahkan tinggi jatuh *hammer* dan menggunakan *hammer* yang lebih berat.

II.1. Data Tiang Uji

Data tiang pancang beton yang diuji adalah seperti tabel di bawah ini:

No. Tiang	Diameter Tiang	Pile Embedment (m)	Pile Penetration (m)	Tanggal Pengujian
OP 2 1E	60 cm	22.7	23	5/10/2015
OP 1 3A	60 cm	22.6	23	5/10/2015

Untuk pemberian beban pada pengujian PDA ini, digunakan *diesel hammer* yang sama dengan yang digunakan pada pemancangan pondasi tiang pancang.

II.2. Alat Uji PDA

Pada pengujian ini peralatan yang digunakan adalah:

- a. PDA-Model PAX
- b. 2 strain transducer dengan kabel
- c. 2 accelerometer dengan kabel
- d. Alat bantu, seperti bor beton, baut fischer, kabel gulung dan peralatan keamanan.

III. METODE PELAKSANAAN

Persiapan pengujian yang dilakukan sebelum pelaksanaan pengujian adalah sebagai berikut:

- a. Kepala tiang harus tegak, lurus dengan permukaan yang rata.
- b. Siapkan *hammer* dan *cushion* tiang pada kepala tiang.
- c. *Strain transducer* dan *accelerometer* dipasang pada 2 sisi tiang yang saling berseberangan dengan jarak minimal 50 cm dari ujung kepala tiang. Keempat sensor tersebut dipasang vertikal atau sejajar as tiang.
- d. Periksa hubungan antara seluruh instrumen dengan PDA
- e. Lakukan kalibrasi *strain transducer* dan *accelerometer*.
- f. Masukkan seluruh data tiang, *hammer* dan instrumen lain sebagai data masukan (*input*) PDA Model PAX.
- g. Lakukan pemeriksaan kembali terhadap data masukan yang diperoleh sehingga pengujian dapat terlaksana dengan baik.

Setelah tahap persiapan selesai dilakukan, pengujian dilakukan dengan pemukulan *hammer* untuk mendapatkan energi yang cukup dan tegangan yang terjadi pada kepala tiang tidak menyebabkan kerusakan tiang. Selama pemukulan *hammer*, variabel-variabel yang diperoleh dari pengujian dimonitor dan dievaluasi.

Data-data diambil untuk beberapa pukulan yang memberikan konsistensi respons yang baik

Setelah diperoleh data pengujian PDA, analisis lebih lanjut dilakukan dengan Program CAPWAP untuk mensimulasikan transfer beban pada tiang dan tanah, kapasitas daya dukung, friksi selimut tiang, dan penurunan tiang.

IV. HASIL PENGUJIAN

Hasil analisis Program CAPWAP ditampilkan pada tabel di bawah ini dengan hasil analisis lengkap terlampir pada Lampiran A.

No. Tiang	Hasil Analisis CAPWAP			
	Kapasitas Daya Dukung Ru, (ton)	Kapasitas Friksi Rs, (ton)	Kapasitas Ujung Rb, (ton)	Penurunan Dy, (mm)
OP 2 1E	325.9	174.5	151.4	16.3
OP 3 1A	394.9	273.2	121.7	16.0

Data-data hasil analisis CAPWAP di atas adalah data-data pada saat pengujian dilakukan. Kapasitas daya dukung yang diperoleh adalah kapasitas daya dukung *ultimate* yang terjadi untuk penurunan tersebut. Kapasitas daya dukung izin diperoleh dengan membagi kapasitas daya dukung *ultimate* tersebut dengan faktor keamanan yang ditentukan.

BORING LOG

Proyek Jalan Tol Medan-Binjai Seksi 3
Lokasi Jembatan Sei Semayang ABT- 1
Tanggal 24 Juni 2015

KEDALAMAN (m)	STANDARD PENETRATION TEST				SPT Diagram
	N1	N2	N3	N-Value	
0					
3	5	6	8	14	
6	3	4	6	10	
9	10	11	13	24	
12	2	3	5	8	
15	11	14	21	35	
18	17	21	24	45	
21	19	23	25	48	
24	21	25	25	50	
27	23	25	27	52	
30	23	27	28	55	

