

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISA DAYA DUKUNG FONDASI TIANG PANCANG**  
**KELOMPOK DENGAN MENGGUNAKAN METODE**  
**MAYERHOOF DAN MENGGUNAKAN APLIKASI ALLPILE**

Dosen Pembimbing :  
**Chandra Afriade Siregar, ST.,MT.**  
NIK : 432.200.167

Disusun Oleh :  
**Muhammad Irgi Nurohmat 2112191099**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP**  
**BANDUNG**  
**2023**

**LEMBAR PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**

**ANALISA DAYA DUKUNG FONDASI TIANG PANCANG  
KELOMPOK DENGAN MENGGUNAKAN METODE  
MAYERHOOF DAN MENGGUNAKAN APLIKASI ALLPILE**

Disusun Oleh :

**Muhammad Irgi Nurohmat 2112191099**

Disetujui dan Disahkan Oleh :

Dosen Pembimbing

**Chandra Afriade Siregar, ST., MT.**

NIK. 432.200.167

Mengetahui

Ketua Prodi Teknik Sipil

Universitas Sangga Buana YPKP

**Muhammad Syukri, ST., MT**

NIK. 432.200.200

## **SURAT PERNYATAAN KEABSAHAN**

Dengan ini penulis menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini yang berjudul **“ANALISA DAYA DUKUNG FONDASI TIANG PANCANG KELOMPOK DENGAN MENGGUNAKAN METODE MAYERHOOF DAN MENGGUNAKAN APLIKASI ALLPILE”** tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepanjang pengetahuan penulis juga tidak terdapat karya atau pendapat yang dituliskan atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam Tugas Akhir ini sebagaimana disebutkan dalam Daftar Pustaka. Selain itu penulis menyatakan pula, bahwa Tugas Akhir ini dibuat oleh penulis sendiri.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila di kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap kejujuran akademik atau etika keilmuan dalam karya ini, atau ditemukan bukti yang menunjukkan ketidak orisinalan karya ini.

Bandung, Januari 2023

Pembuat pernyataan

**Muhammad Irgi Nurohmat**

**2112191099**

Halaman Hak Cipta Mahasiswa S1

---

**ANALISA DAYA DUKUNG FONDASI TIANG PANCANG  
KELOMPOK DENGAN MENGGUNAKAN METODE  
MAYERHOOF DAN MENGGUNAKAN APLIKASI ALLPILE**

Oleh :

**Muhammad Irgi Nurohmat**

**2112191099**

Laporan Tugas Akhir yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik  
Universitas Sangga Buana - YPKP

© Muhammad Irgi Nurohmat  
Universitas Sangga Buana - YPKP  
2023

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
Tugas Akhir ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,

dengan dicetak ulang, difotokopi atau cara lainya tanpa ijin dari penulis.

## **RIWAYAT HIDUP**



Penulis dengan nama lengkap Muhammad Irgi Nurohmat yang saat ini berumur 22 tahun lahir di Kabupaten Cianjur pada tanggal 25 Oktober Tahun 2000, merupakan anak ke 1 (satu) dari 2 (dua) bersaudara, dari pasangan Bapak Ali Nurdin dan Ibu Dede Rohati. Penulis saat ini berstatus mahasiswa di Universitas YPKP Sangga Buana.

Penulis memulai Pendidikan formal di SD Negeri 3 Campaka lulus pada tahun 2012, SMP Negeri 1 Campaka lulus pada tahun 2015, SMK Negeri 1 Ciluku-Cianjur jurusan Teknik Gambar Bangunan lulus pada tahun 2018, dan melanjutkan ke jenjang pendidikan strata satu (S1) di Universitas Sangga Buana YPKP dengan jurusan Teknik Sipil.

Tahun 2019 penulis di terima sebagai mahasiswa di Universitas Sangga Buana YPKP pada prodi Teknik Sipil. Selama mengikuti perkuliahan penulis pernah mengikuti KP ( Kerja Lapangan ) di salah satu perusahaan swasta yang berlokasi di Bandung dengan nama proyek jaringan irigasi Lakbok Utara yang terletak di Kabupaten Ciamis dan Kota Banjar Provinsi Jawa Barat.

## **ABSTRAK**

### **ANALISA DAYA DUKUNG FONDASI TIANG PANCANG KELOMPOK DENGAN MENGGUNAKAN METODE MAYERHOOF DAN MENGGUNAKAN APLIKASI ALLPILE**

Fondasi adalah suatu bagian dari konstruksi bangunan yang bertugas meletakkan bangunan dan meneruskan beban bangunan atas ke dasar tanah yang cukup kuat mendukungnya. Pada penelitian ini jenis fondasi yang di gunakan adalah fondasi tiang yaitu tiang pancang.

Proses analisis menggunakan data sekunder berupa data standard penetration test (SPT). Perhitungan daya dukung fondasi kelompok menggunakan metode mayerhoof dan menggunakan aplikasi allpile dengan rencana tiang fondasi berdiameter 40 cm dan 60 cm.

Dengan perhitungan daya dukung fondasi kelompok diameter 40 cm menggunakan metode mayerhoof di dapat hasil 4365,11 kN dan aplikasi allpile 4545,94 kN dengan jumlah tiang 3 buah. Sedangkan untuk diameter 60 cm menggunakan metode mayerhoof di dapat hasil 3974,90 kN dan aplikasi allpile 4129,12 kN dengan jumlah tiang 2 buah. Sementara itu beban bangunan berada pada 3973,3 kN sehingga perhitungan yang di dapat kan melebihi batas aman untuk di gunakan.

Kata Kunci : fondasi, tiang pancang, daya dukung

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF THE BEARING CAPACITY OF GROUP PILE FOUNDATIONS USING THE MAYERHOOF METHOD AND USING THE ALLPILE APPLICATION**

The foundation is a part of the building construction whose job is to place the building and transmit the superstructure load to the ground which is strong enough to support it. In this study the type of foundation used is the pile foundation, namely the pile.

The analysis process uses secondary data in the form of standard penetration test (SPT) data. Calculation of the bearing capacity of the group foundation using the mayerhoof method and using the allpile application with the planned foundation piles with a diameter of 40 cm and 60 cm.

By calculating the bearing capacity of the foundation group with a diameter of 40 cm using the mayerhoof method, the result is 4365.11 kN and the allpile application is 4545.94 kN with 3 piles. As for the diameter of 60 cm using the mayerhoof method, the results were 3974.90 kN and the allpile application was 4129.12 kN with 2 poles. Meanwhile the building load is at 3973.3 kN so the calculations obtained exceed the safe limit for use.

Keywords: foundation, piles, bearing capacity

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penyusun sampaikan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat-Nya dan rahmat-Nya, sehingga Penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan judul **“Analisa Daya Dukung Fondasi Tiang Pancang Kelompok Dengan Menggunakan Metode Mayerhoof Dan Menggunakan Aplikasi Allpile”** , guna memenuhi syarat akademis dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana (Strata-1) Teknik Sipil – Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana (YPKP).

Akhirnya Penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu serta membimbing dalam pelaksanaan penyusunan Topik Khusus ini, khususnya kepada :

1. Kedua Orang tua yang selalu mendo'akan dan yang telah memberikan motivasi, bimbingan dan arahan serta dorongan baik moril, spiritual, maupun materil.
2. Dr. Didin Saepudin, SE.,M.Si selaku Rektor Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
3. Dr. Teguh Nurhadi Suharsono, ST., MT Selaku wakil Rektor I Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
4. Bambang Sutanto, SE., M.Si Selaku wakil Rektor II Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
5. Nurhaeni Sikki, S.A.P., M.A.P Selaku wakil Rektor III Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
6. Slamet Risnanto, ST., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik. Universitas Sangga Buana YPKP.
7. Muhammad Syukri, ST.,MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
8. Ir. Yanti Irawati, ST.,MT sebagai Dosen Wali Kelas D Angkatan 2019 Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
9. Chandra Afriade Siregar, ST., MT, sebagai Dosen Pembimbing yang telah memotivasi dan membimbing selama melakukan proses pengerjaan Laporan Tugas Akhir.



10. Seluruh Civitas Akademik Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
11. Seluruh rekan seangkatan yang selalu menyempatkan untuk membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
12. Orang tercinta yang selalu mendorong menyelesaikan tugas ini.

Saya menyadari sepenuhnya bahwa terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan laporan ini. Untuk itu saya harapkan kritik dan saran yang membangun dari rekan mahasiswa khususnya dan para pembaca pada umumnya, agar dalam penyusunan laporan selanjutnya akan menjadi lebih baik. Harapan saya, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Bandung, Januari 2023

**Muhammad Irgi Nurohmat**  
**2112191099**

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN.....</b>	<b>i</b>
<b>SURAT PERNYATAAN KEABSAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>Halaman Hak Cipta Mahasiswa S1.....</b>	<b>iii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	1
1.3 Manfaat dan Tujuan Penelitian .....	1
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Tanah.....	3
2.1.1 Klasifikasi tanah berdasarkan proses terbentuknya.....	4
2.1.2 Klasifikasi tanah berdasarkan asalnya.....	6
2.1.3 Klasifikasi tanah berdasarkan ukuran batuan penyusun.....	6
2.2 Pengertian Umum Fondasi .....	7
2.3 Fondasi Dangkal.....	7
2.3.1 Kelebihan Fondasi dangkal .....	9
2.3.2 Kekurangan Fondasi dangkal: .....	9
2.3.3 Jenis Fondasi Dangkal (Shallow Foundation).....	9
2.3.3.1 Strip Footing .....	10
2.3.3.2 Spread Footing .....	10
2.3.3.3 Combined Footing.....	10

2.3.3.4	Mat or raft Foundation .....	10
2.3.3.5	Grillage Footing .....	11
2.3.3.6	Eccentrically Loaded Footing .....	11
2.4	Fondasi Dalam.....	11
2.4.1	Fondasi Tiang Pancang Menurut Pemakaian Bahan.....	12
2.4.1.1	Tiang Pancang Kayu .....	12
2.4.1.2	Tiang Pancang Beton .....	14
2.4.1.3	Tiang Pancang Baja.....	17
2.4.1.4	Tiang Pancang Komposit .....	18
2.4.2	Cara Penyaluran Beban Yang Diterima Tiang Ke Dalam Tanah.....	23
2.4.2.1	Fondasi Tiang Dengan Tahanan Ujung ( Ending Bearing Pile )	23
2.4.2.2	Tiang Pancang Tahanan Gesekan ( Friction Pile ).....	23
2.4.2.3	Tiang Pancang Dengan Tahanan Lektan ( Adhesive Pile ).....	24
2.4.3	Peralatan Pemancangan ( Driving Equipment ) .....	24
2.4.3.1	Drop Hammer.....	24
2.4.3.2	Diesel Hammer.....	25
2.4.3.3	Hidraulix Hammer .....	25
2.4.3.4	Vibratory Pile Hammer .....	25
2.5	Tiang Pancang Kelompok .....	25
2.5.1	Jumlah Tiang (n) .....	26
2.5.2	Jarak Tiang (S) .....	26
2.5.3	Susunan Tiang .....	27
2.5.4	Efisiensi Kelompok Tiang.....	27
2.6	Software Allpile .....	28
2.6.1	Pile Type .....	28
2.6.2	Pile Profile.....	29
2.6.3	Pile Properties .....	30
2.6.4	Load and Group.....	31
2.6.5	Soil Properties .....	32
2.6.6	Advanced Page.....	33
2.6.7	Run Analysis .....	33

<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>34</b>
3.1 Diagram Alir .....	34
3.2 Tahap Perumusan Masalah.....	35
3.3 Tahap Studi Literatur .....	35
3.4 Tahap Pengumpulan Data .....	35
3.5 Menghitung Kapasitas Daya Dukung Fondasi Tiang Dari Hasil SPT menggunakan Metode MEYERHOF .....	35
3.5.1 Daya Dukung Ujung Pondasi Tiang Pancang (End Bearing), (Meyerhof, 1956) .....	35
3.5.2 Daya dukung selimut tiang pancang, (Meyerhof, 1956).....	36
3.6 Menghitung Kapasitas Daya Dukung Fondasi Tiang Dari Hasil SPT dengan menggunakan Program Komputer ALL-FILE .....	37
3.7 Tahap Pembahasan dan Kesimpulan.....	37
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
4.1 Pengambilan data .....	38
4.1.1 Data Borlog Tanah .....	39
4.2 Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok .....	42
4.2.1 Metode Mayerhoof (1956) .....	42
4.3 Software Allpile .....	48
4.4 Hasil perhitungan Fondasi tiang pancang kelompok .....	54
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>56</b>
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran.....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>57</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fondasi Dangkal.....	8
Gambar 2.2 Tiang Pancang Precast Reinforced Concrete Pile .....	15
Gambar 2.3 Tiang Pancang Precast Prestressed Concrete Pile.....	16
Gambar 2.4 Tiang Pancang Cast in Place Pile.....	17
Gambar 2.5 Tiang pancang baja .....	18
Gambar 2.6 Tiang Pancang Water Proofed steel pipe and wood pile.....	19
Gambar 2.7 Tiang Pancang Dropped in – shell and Wood Pile.....	20
Gambar 2.8 Tiang Pancang Composite unged – concrete and wood pile .....	21
Gambar 2.9 Tiang Pancang Composite Dropped – Shell and pipe pile.....	22
Gambar 2.10 Tiang Pancang Franki composite pile .....	23
Gambar 2.11 Fondasi tiang dengan tahanan ujung (Ending Bearing Pile).....	23
Gambar 2.12 Fondasi tiang dengan tahanan ujung (Ending Bearing Pile).....	24
Gambar 2.13 Tiang pancang dengan tahanan lekatan (Adhesive Pile).....	24
Gambar 2.14 Kelompok tiang .....	26
Gambar 2.15 Contoh susunan tiang .....	27
Gambar 2.16 Tipe Tiang Pada Software Allpile.....	29
Gambar 2.17 Ukuran Panjang Tiang Pada Software Allpile .....	29
Gambar 2.18 Pile Properties .....	30
Gambar 2.19 Pile Section Screen.....	30
Gambar 2.20 Pail Section Screen.....	31
Gambar 2.21 Mengisi Load and Group.....	31
Gambar 2.22 Mengisi Soil Properties .....	32
Gambar 2.23 Input Soil Parameter Screen.....	32
Gambar 2.24 Mengisi data Advanced Pages.....	33
Gambar 2.25 Vertical analysis Result.....	33
Gambar 3.1 Diagram Alir .....	34

Gambar 4. 1 Data Tanah .....	39
Gambar 4. 2 Denah Lantai 1 .....	40
Gambar 4. 3 Denah Lantai 2 .....	41
Gambar 4. 4 Denah Lantai 3 .....	41
Gambar 4. 5 Denah Titik Fondasi .....	41
Gambar 4. 6 Detail Fondasi Diameter 40.....	42
Gambar 4. 7 Potongan Fondasi Diameter 40 .....	42
Gambar 4. 8 Fondasi Menurut SPT Diameter 40.....	43
Gambar 4. 9 Detail Fondasi Diameter 60.....	45
Gambar 4. 10 Potongan Fondasi Diameter 60 .....	46
Gambar 4. 11 Fondasi Menurut SPT Diameter 60.....	46
Gambar 4. 12 Pile Type .....	48
Gambar 4. 13 Pile Profile.....	49
Gambar 4. 14 Pile Properties .....	49
Gambar 4. 15 Pile Section Screen.....	50
Gambar 4. 16 Load And Group .....	50
Gambar 4. 17 Soil And Group .....	51
Gambar 4. 18 Soil Parameter Screen .....	51
Gambar 4. 19 Advanced Page.....	52
Gambar 4. 20 Run Analysis .....	53
Gambar 4. 21 Grafik Perbandingan Fondasi Tiang Pancang Kelompok.....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Standard Penetration Test .....	39
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Fondasi Tiang Pancang .....	54

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Fondasi merupakan suatu elemen yang berhubungan langsung dengan tanah. Fungsi Fondasi secara umum adalah untuk menahan beban struktur atas dan mendistribusikan beban dari struktur atas ke lapisan tanah agar tanah tidak mengalami penurunan lebih dari batas yang di izinkan. Seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan kebutuhan akan lahan, maka kebutuhan infrastruktur pun semakin meningkat. Oleh karena itu, Fondasi dalam pun semakin sering dijumpai untuk mengkomodir infrastruktur yang semakin modern.

Fondasi dalam merupakan Fondasi yang di pasang pada kondisi dimana lapisan tanah keras secara relatif dalam dan tidak memungkinkan digunakan Fondasi dangkal. Selain itu, Fondasi dalam pun dapat mengkomodirkan beban aksial dan lateral yang relative cukup besar. Secara umum, Fondasi dalam dikategorikan 2 jenis berdasarkan metode instalasinya, yakni Fondasi tiang pancang dan Fondasi tiang bor. Pada studi ini, pembangunan Pesantren Semarang yang diambil sebagai acuan adalah Fondasi yang digunakan merupakan Fondasi tiang pancang kelompok.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan Masalah dari penelitian ini adalah:

1. Berapa daya dukung Fondasi tiang pancang kelompok dari hasil SPT (Standar Penetrasi Test) dengan menggunakan metode mayerhoff?
2. Berapa daya dukung Fondasi tiang pancang kelompok dengan menggunakan aplikasi allpile?

### **1.3 Manfaat dan Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian dengan judul ini adalah :

1. Mengetahui daya dukung Fondasi tiang pancang kelompok hasil SPT (Standar Penetrasi Test) dengan menggunakan metode mayerhoff
2. Mengetahui daya dukung Fondasi tiang pancang kelompok dengan menggunakan aplikasi allpile.



## **1.4 Batasan Masalah**

Penulisan membatasi permasalahan yang akan di bahas hanya di tinjau pada analisa kapasitas daya dukung Fondasi tiang pancang kelompok dengan menggunakan metode mayerhoff, dan menggunakan aplikasi allpile pada (pembangunan Pesantren Semarang Jalan.Sukun Raya).

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika dalam penulisan dalam penelitian ini yaitu :

### **BAB 1 : PENDAHULUAN**

Bab ini membahas mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian.

### **BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisikan tentang teori-teori umum tentang definisi Fondasi, jenis Fondasi, definisi Fondasi tiang pancang, Fondasi tiang pancang menurut pemakaian bahan, cara penyaluran beban yang diterima tiang ke dalam tana, peralatan pemancangan (driving equipment), kapasitas daya dukung tiang pancang berdasarkan data lapangan, dan software allpile.

### **BAB 3 : METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam bab ini berisi diagram alir penelitian yang membahas tentang membahas metode untuk melakukan penelitian, pengumpulan data, dan menganalisis.

### **BAB 4 : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan tentang Hasil dan Pembahasan dari penelitian, Pengambilan Data, Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok, Tahapan Analisis dengan Software Allpile serta Hasil Perhitungan Fondasi Tiang Pancang Kelompok.

### **BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN**

Dalam bab ini berisi Kesimpulan dan Saran dari hasil penelitian .

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tanah**

Tanah dari pandangan ilmu Teknik Sipil merupakan himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relative lepas (loose) yang terletak di atas batu dasar (bedrock) (Hardiyatmo, 1992). Tanah didefinisikan secara umum adalah kumpulan dari bagian-bagian yang padat dan tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) rongga-rongga diantara material tersebut berisi udara dan air (Verhoef,1994). Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap-ngendap diantara partikel partikel. Ruang diantara partikel-partikel dapat berisi air, udara, ataupun yang lainnya (Hardiyatmo, 1992).

Proses penghancuran dalam pembentukan tanah dari batuan terjadi secara fisis atau kimiawi. Proses fisis antara lain berupa erosi akibat tiupan angin, pengikisan oleh air dan gletsyer, atau perpecahan akibat pembekuan dan pencairan es dalam batuan sedangkan proses kimiawi menghasilkan perubahan pada susunan mineral batuan asalnya. Salah satu penyebabnya adalah air yang mengandung asam alkali, oksigen dan karbondioksida (Wesley, 1977).

Sedangkan pengertian tanah menurut Bowles (1984), tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut:

1. Berangkal (boulders) adalah potongan batuan yang besar, biasanya lebih besar dari 250 sampai 300 mm dan untuk ukuran 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (cobbles/pebbles).
2. Kerikil (gravel) adalah partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
3. Pasir (sand) adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, yang berkisar dari kasar dengan ukuran 3 mm sampai 5 mm sampai bahan halus yang berukuran < 1 mm.
4. Lanau (silt) adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm sampai 0,0074 mm.

5. Lempung (clay) adalah partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm yang merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.
6. Koloid (colloids) adalah partikel mineral yang diam dan berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

Tanah juga didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1991).

Secara umum tanah dapat dibedakan menjadi dua yaitu tanah tak berkohesif dan tanah berkohesif. Tanah tak kohesif adalah tanah yang berada dalam keadaan basah akibat gaya tarik permukaan di dalam air, contohnya adalah tanah berpasir. Tanah berkohesif adalah tanah apabila karakteristik fisis yang selalu terdapat pembasahan dan pengeringan yang menyusun butiran tanah bersatu sesamanya sehingga sesuatu gaya akan diperlakukan untuk memisahkan dalam keadaan kering, contohnya pada tanah lempung (Bowles, 1991).

### **2.1.1 Klasifikasi tanah berdasarkan proses terbentuknya**

Menurut ( Soeprtohardjo,1976 ) Indonesia adalah negara kepulauan dengan daratan yang luas dengan jenis tanah yang berbeda-beda. Berikut ini adalah macam-macam / jenis-jenis tanah yang ada di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia:

1. Tanah Humus adalah tanah yang sangat subur terbentuk dari lapukan daun dan batang pohon di hutan hujan tropis yang lebat.
2. Tanah Pasir adalah tanah yang bersifat kurang baik bagi pertanian yang terbentuk dari batuan beku serta bantuan sedimen yang memiliki butir kasar dan berkerikil.
3. Tanah Aluvial / Endapan adalah tanah yang dibentuk dari lumpur sungai yang mengendap di dataran rendah yang memiliki sifat tanah yang subur dan cocok untuk lahan pertanian.

4. Tanah podzolit adalah tanah subur yang umumnya berada di pegunungan dengan curah hujan yang tinggi dan bersuhu rendah / dingin.
5. Tanah vulkanis adalah tanah yang terbentuk dari lapukan materi letusan gunung berapi yang subur mengandung zat hara yang tinggi. Jenis tanah vulkanik dapat dijumpai di sekitar lereng gunung berapi.
6. Tanah laterit adalah tanah tidak subur yang tadinya subur dan kaya akan unsur hara, namun unsur hara tersebut hilang karena larut dibawa oleh air hujan yang tinggi.
7. Tanah mediteran adalah tanah yang sifatnya tidak subur yang terbentuk dari pelapukan batuan kapur.
8. Tanah organosol adalah jenis tanah yang kurang subur untuk bercocok tanam yang merupakan hasil bentukan pelapukan tumbuhan rawa.

Proses penghancuran dalam pembentukan tanah dari batuan terjadi secara fisis atau kimiawi. Proses fisis antara lain berupa erosi akibat tiupan angin, pengikisan oleh air dan *gletsyer*, atau perpecahan akibat pembekuan dan pencairan es dalam batuan sedangkan proses kimiawi menghasilkan perubahan pada susunan mineral batuan asalnya. Salah satu penyebabnya adalah air yang mengandung asam alkali, oksigen dan karbondioksida. Pelapukan kimiawi menghasilkan pembentukan kelompok-kelompok partikel yang berukuran koloid (<0,002 mm) yang dikenal sebagai mineral lempung.

Semua macam tanah secara umum terdiri dari tiga bahan, yaitu butiran tanahnya sendiri, serta air dan udara yang terdapat dalam ruangan antara butir-butir tersebut. Ruangan ini disebut pori (*voids*). Apabila tanah sudah benar – benar kering maka tidak akan ada air sama sekali dalam porinya, keadaan semacam ini jarang ditemukan pada tanah yang masih dalam keadaan asli. Air hanya dapat dihilangkan sama sekali dari tanah apabila kita ambil tindakan khusus untuk maksud itu, misalnya dengan memanaskan di dalam oven (Wesley, L.D. 1977).

### 2.1.2 Klasifikasi tanah berdasarkan asalnya

Menurut ( *Dunn*, 1980 ) berdasarkan asalnya, tanah diklasifikasikan secara luas menjadi :

1. Tanah organik adalah campuran yang mengandung bagian-bagian yang cukup berarti berasal dari lapukan dan sisa tanaman dan kadang-kadang dari kumpulan kerangka dan kulit organisme.
2. Tanah anorganik adalah tanah yang berasal dari pelapukan batuan secara kimia ataupun fisis.

### 2.1.3 Klasifikasi tanah berdasarkan ukuran batuan penyusun

(*Bowles*,1986) dalam bukunya mengklasifikasikan tanah berdasarkan ukuran butiran penyusun atau jenis dari batuan tanah tertentu menjadi :

#### ➤ **Batuan Dasar (*bedrock*)**

Batuan pada tempat asalnya ,biasanya terbentang secara meluas dalam arah horizontal dan arah vertical. Bahan ini umumnya tertutup oleh tanah dengan berbagai kedalaman, jika terbuka mungkin bagian luar menjadi lapuk.

#### ➤ **Berangkal**

Potongan bahan lebih kecil yang telah terpisah dari batuan dasar dan berukuran 250 mm sampai 300 mm atau lebih.

#### ➤ **Kerikil (*gravel*)**

Istilah umum yang digunakan untuk potongan – potongan batuan yang berukuran maksimum 150 mm sampai kurang dari 5 mm. Bisa berupa batu pecah / *split* bila terbuat dari pabrik , berupa kerikil alamiah bila digali dari deposit yang terdapat secara alami , atau berupa kerikil ayakan jika kerikil tersebut telah disaring hingga ukuran 3 mm sampai 5 mm. Kerikil adalah bahan tak berkohesi, yaitu kerikil tidak mempunyai *adhesi* atau tarikan antar partikel.

#### ➤ **Pasir**

Partikel – partikel mineral yang lebih kecil dari kerikil tetapi lebih besar dari sekitar 0,05 sampai 0,075. Bisa berbentuk halus, sedang, atau kasar tergantung pada ukuran partikel terbanyak

➤ **Lanau**

Partikel – partikel mineral yang ukurannya berkisar antara maksimum 0,005 sampai 0,074 mm dan 0,002 sampai 0,006 mm.

➤ **Lempung**

Partikel–partikel mineral yang ukurannya lebih kecil dari ukuran lanau, sekitar ukuran 0,002 mm atau lebih kecil. Tanah lempung mempunyai sifat plastisitas yang tinggi dan kohesif. Sifat–sifat tanah lempung sangat dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung.

## **2.2 Pengertian Umum Fondasi**

Fondasi adalah struktur bagian paling bawah dari suatu konstruksi (gedung, jembatan, jalan raya, tanggul, menara, terowongan, dinding penahan tanah, dan lain-lain) yang berfungsi menyalurkan beban vertical di atasnya (kolom) maupun beban horizontal ke tanah (Pamungkas dan Harianti, 2013:1). Setiap bangunan sipil seperti bangunan gedung, jembatan, jalan raya, terowongan, menara, dam/tanggul dan sebagainya harus mempunyai Fondasi yang tepat mendukungnya. Istilah Fondasi digunakan dalam teknik sipil untuk mendefinisikan suatu konstruksi bangunan yang berfungsi sebagai penopang bangunan dan meneruskan beban bangunan di atasnya (upper structure) ke lapisan tanah yang cukup kuat daya dukungnya. Suatu perencanaan Fondasi dikatakan benar apabila beban yang diteruskan oleh Fondasi ke tanah tidak melampaui kekuatan tanah yang bersangkutan (Braja M.Das).

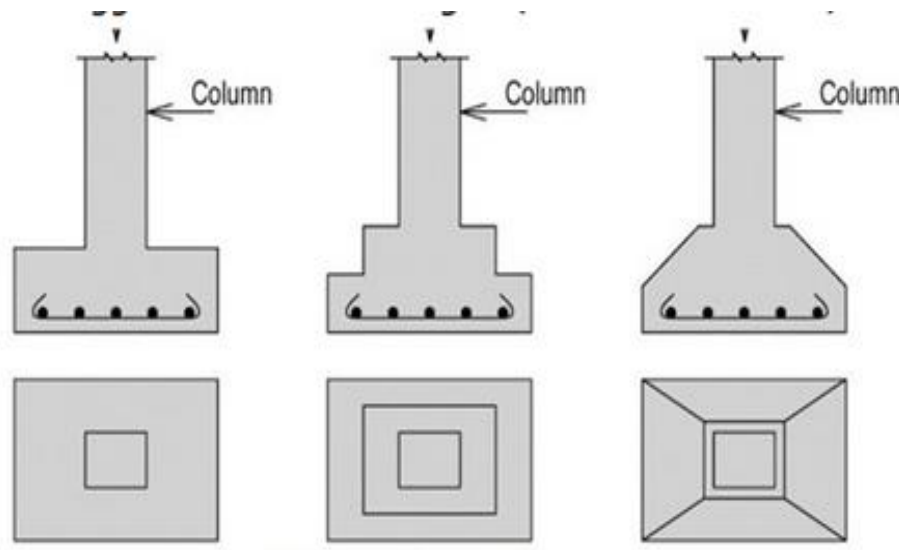
Fondasi adalah bagian paling bawah dari suatu bangunan yang meneruskan beban bangunan bagian atas ke lapisan tanah atau batuan yang berada di bawahnya. Klasifikasi Fondasi dibagi 2 (dua) yaitu:

## **2.3 Fondasi Dangkal**

Fondasi dangkal adalah Fondasi yang diletakkan di atas tanah yang keras di dekat lapisan tanah atas, dan di bawah bagian terendah superstruktur, Fondasi

dangkal umumnya memiliki kedalaman antara 1 m hingga 5-6 m. Ketika Fondasi ditempatkan tepat di bawah bagian terendah dari bagian super-struktur, itu disebut sebagai Fondasi dangkal. Fondasi dangkal juga merupakan Fondasi dengan kedalaman, dari permukaan tanah ke bagian bawah Fondasi kurang dari lima kali lebar Fondasi.

Fondasi dangkal adalah jenis Fondasi yang paling umum dan digunakan untuk semua bangunan kecil dan dapat diletakkan menggunakan penggalian manual, dengan memungkinkan lereng alami di semua sisi. Jenis Fondasi ini praktis untuk kedalaman hingga 5 meter dan biasanya masih berada di atas permukaan air.



**Gambar 2.1 Fondasi Dangkal**

Kita bisa menggunakan Fondasi dangkal untuk mendistribusikan beban struktural di area horizontal yang lebar pada kedalaman dangkal di bawah permukaan tanah. Fondasi dangkal menguntungkan untuk Fondasi yang memiliki kedalaman sama dengan lebar Fondasi atau jika kedalamannya kurang dari lebar Fondasi.

Fondasi dangkal biasanya digunakan pada kasus Fondasi menerus untuk menopang berat dinding non struktur pada bangunan. Dalam hal ini Fondasi dangkal tidak berfungsi sebagai struktur utama, namun untuk menjaga elemen dinding saja.

### **2.3.1 Kelebihan Fondasi dangkal**

1. Fondasi ini membutuhkan lebih sedikit penggalian sehingga mengurangi biaya tenaga kerja.
2. Konstruksi Fondasi dangkal sederhana karena kedalaman yang kurang.
3. Peralatan yang diperlukan untuk konstruksi Fondasi dangkal sederhana dan juga lebih murah.
4. Fondasi dangkal dapat dibangun dalam waktu singkat, yang juga membantu dalam mengurangi biaya mempekerjakan peralatan dan tenaga kerja.
5. Konstruksi Fondasi yang dangkal akan menyebabkan gangguan yang lebih kecil pada permukaan tanah dan karenanya baik untuk ekologi dan lingkungan.
6. Fondasi dangkal membantu mengurangi penurunan struktur, jika tanahnya padat.
7. Tidak diperlukan alat berat dan struktur besar seperti tiang pancang, sehingga mengurangi biaya.
8. Ada sedikit ketidakpastian dalam prediksi Fondasi dangkal dan tanah pendukung, sementara ketidakpastian pada Fondasi dalam akan lebih banyak.

### **2.3.2 Kekurangan Fondasi dangkal:**

1. Ada kemungkinan gerusan tanah jika strukturnya dekat sungai atau laut. Fondasi dangkal tidak dapat digunakan di tempat-tempat seperti itu.
2. Jika ketinggian air bawah tanah cukup tinggi dan tidak ekonomis untuk memompa air keluar dari lubang atau kanal maka Fondasi dangkal tidak dapat digunakan.
3. Fondasi ini tidak dapat digunakan jika daya dukung tanah permukaan atas kurang.
4. Fondasi ini tidak dapat digunakan ketika berat struktur tinggi dan beban struktur didistribusikan secara tidak merata.
5. Tidak cocok untuk struktur utama bangunan bertingkat.

### **2.3.3 Jenis Fondasi Dangkal (Shallow Foundation)**

Fondasi dangkal dibagi menjadi beberapa jenis sesuai dengan bentuk, ukuran dan konfigurasi umum sebagai berikut ini :



### **2.3.3.1 Strip Footing**

Pijakan strip disediakan untuk dinding yang menahan beban. Pijakan strip juga disediakan untuk barisan kolom yang jaraknya sangat dekat sehingga pijakan penyebarannya saling tumpang tindih atau hampir saling menyentuh. Dalam kasus seperti itu, jenis footing ini lebih ekonomis untuk menyediakan pijakan strip daripada menyediakan sejumlah pijakan yang menyebar dalam satu baris. Pijakan strip juga dikenal sebagai pijakan kontinu.

### **2.3.3.2 Spread Footing**

Seperti namanya, dalam hal spread footing atau pijakan yang tersebar, pangkalan beban disalurkan anggota struktur ke tanah dibuat lebih luas sehingga mendistribusikan beban ke area yang lebih luas. Berbagai jenis pijakan yang tersebar meliputi :

- Wall footings
- Reinforced concrete footings
- Inverted arch footings
- Column footings

### **2.3.3.3 Combined Footing**

Combined Footing atau Pijakan gabungan mendukung dua atau lebih dari dua kolom dalam satu baris. Pijakan gabungan dapat berbentuk persegi panjang jika kedua kolom memiliki beban yang sama, atau dapat berbentuk trapesium jika ada batasan ruang.

### **2.3.3.4 Mat or raft Foundation**

Jenis footing ini menutupi seluruh area yang dibangun di bawah struktur dan mendukung semua kolom. Ketika beban struktur berat atau tekanan tanah rendah, penggunaan pijakan yang tersebar akan mencakup lebih dari setengah luas bangunan, dan mungkin terbukti lebih ekonomis untuk menggunakan Fondasi rakit.

Fondasi rakit juga digunakan di mana massa tanah mengandung lensa yang dapat dikompresi sehingga penyelesaian diferensial akan sulit untuk dikendalikan. Biasanya ketika tanah keras dengan kapasitas yang baik tidak tersedia dalam kedalaman 1,5 hingga 2,5 m, Fondasi rakit ini akan digunakan.

### **2.3.3.5 Grillage Footing**

Grillage Footing digunakan untuk mengirimkan beban berat dari kolom baja ke tanah yang memiliki daya dukung rendah. Jenis footing ini menghindari penggalian yang dalam dan juga menyediakan area yang diperlukan di pangkalan untuk mengurangi intensitas tekanan dalam daya dukung tanah yang aman. Berdasarkan pada bahan yang digunakan dalam konstruksi Fondasi panggangan, dapat diklasifikasikan dalam dua kategori yaitu Grillage Baja dan kayu.

### **2.3.3.6 Eccentrically Loaded Footing**

Terdiri dari dua pijakan terisolasi yang dihubungkan dengan tuas struktural atau strap. Strap menghubungkan pijakan sedemikian rupa sehingga mereka berperilaku sebagai satu unit. Strap hanya bertindak sebagai balok penghubung. Ketika tekanan tanah sebanding dan jarak antar kolom besar maka pijakan eksentrik lebih ekonomis daripada pijakan gabungan.

## **2.4 Fondasi Dalam**

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

- Fondasi sumuran (pier foundation) yaitu Fondasi yang merupakan peralihan antara Fondasi dangkal dan Fondasi tiang, di gunakan bila tanah dasar yang kuat terletak pada kedalaman yang relatif dalam, dimana Fondasi sumuran nilai kedalaman (DF) dibagi lebar nya (B) lebih besar 4 sedangkan Fondasi dangkal  $DF/B \leq 1$ .
- Fondasi tiang (pile foundation), digunakan bila tanah Fondasi pada kedalaman yang normal tidak mampu mendukung bebannya dan tanah kerasnya terletak pada kedalaman yang sangat dalam. Fondasi tiang umumnya bediameter lebih kecil dan lebih panjang dibanding dengan dengan pindasi sumuran (Bowles, 1991).

Tiang pancang adalah bagian dari suatu kontruksi yang terbuat dari kayu, beton dan baja yang berbentuk langsing yang di pancang hingga tertanam dalam tanah pada kedalaman tertentu berfungsi untuk menyalurkan beban dari struktur atas melewati tanah lunak ke lapisan tanah yang keras. Hal ini merupakan

distribusi vertical dari beban sepanjang poros tiang pancang atau pemakaian beban secara langsung terhadap lapisan yang lebih rendah melalui ujung tiang pancang. Distribusi muatan vertical dibuat dengan menggunakan gesekan, atau tiang pancang apung. Kebanyakan tiang pancang dipancang kedalaman tanah, akan tetapi ada beberapa tipe yang dicor setepmat dengan dibuatkan lubang terlebih dahulu dengan mengebor tanah.

Pada umumnya tiang pancang dipancang tegak lurus kedalam tanah, tetapi apabila diperlukan dapat menahan gaya horizontal maka tiang pancang akan dipancang miring. Sudut kemiringan yang dicapai oleh tiang pancang tergantung dari pada alat pancang yang digunakan serta disesuaikan dengan perencanaannya. Tiang pancang pada konstruksi Fondasi mempunyai beberapa jenis, baik dari segi jenis maupun dalam pelaksanaan ( pembuatan ) Fondasi tiang tersebut.

Pada perencanaan Fondasi tiang pancang, kekuatan Fondasi antara lain ditentukan oleh kapasitas daya dukung sebuah tiang, dan kapasitas daya dukung tiang pancang tersebut umumnya ditentukan oleh kekuatan reaksi tanah dalam mendukung tiang yang dibebani dan pada kekuatan tiang itu sendiri dalam menahan serta menyalurkan beban di atasnya.

#### **2.4.1 Fondasi Tiang Pancang Menurut Pemakaian Bahan**

Pembagian tiang pancang menurut pemakaian bahan terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

##### **2.4.1.1 Tiang Pancang Kayu**

Tiang pancang kayu dibuat dari batang pohon yang cabang-cabangnya telah dipotong dengan hati-hati, biasanya diberi bahan pengawet dan didorong dengan ujungnya yang kecil sebagai bagian yang runcing. Kadang-kadang ujungnya yang besar didorong untuk maksud- maksud khusus, seperti dalam tanah yang sangat lembek dimana tanah tersebut akan bergerak kembali melawan poros. Kadang kala ujungnya runcing dilengkapi dengan sebuah sepatu pemancangan yang terbuat dari logam bila tiang pancang harus menembus tanah keras atau tanah kerikil.

Pemakaian tiang pancang kayu ini adalah cara tertua dalam penggunaan tiang pancang sebagai Fondasi. Tiang kayu akan tahan lama dan tidak mudah busuk apabila tiang kayu tersebut dalam keadaan selalu terendam penuh di

bawah muka air tanah. Tiang pancang dari kayu akan lebih cepat rusak atau busuk apabila dalam keadaan kering dan basah yang selalu berganti-ganti. Sedangkan pengawetan serta pemakaian obat-obatan pengawet untuk kayu hanya akan menunda atau memperlambat kerusakan dari pada kayu, akan tetapi tetap tidak akan dapat melindungi untuk seterusnya. Pada pemakaian tiang pancang kayu biasanya tidak diijinkan untuk menahan muatan lebih besar dari 25 sampai 30 ton untuk setiap tiang.

Tiang pancang kayu ini sangat cocok untuk daerah rawa dan daerah-daerah dimana sangat banyak terdapat hutan kayu seperti daerah Kalimantan, sehingga mudah memperoleh balok/tiang kayu yang panjang dan lurus dengan diameter yang cukup besar untuk di gunakan sebagai tiang pancang.

➤ Keuntungan pemakaian tiang pancang kayu:

1. Tiang pancang kayu relative ringan sehingga mudah dalam pengangkutan.
2. Kekuatan tariknya besar sehingga pada waktu diangkat untuk pemancangan tidak menimbulkan kesulitan seperti pada tiang pancang beton precast.
3. Mudah untuk pemotongannya apabila kayu sudah tidak dapat masuk kedalam tanah.
4. Tiang pancang kayu lebih sesuai untuk friction pile dari pada end bearing pile karena tekanannya relative kecil.

➤ Kerugian pemakaian tiang pancang kayu:

1. Karena tiang pancang ini harus selalu terletak di bawah air tanah yang terendah agar dapat tahan lama, maka kaliu air tanah yang terendah itu letaknya sangat dalam, hal ini akan menambah biaya untuk penggalian.
2. Tiang pancang yang di buat dari kayu mempunyai umur yang relative kecil di dibandingkan dengan tuang pancang yang di buat dari baja atau beton, terutama pada daerah yang muka air tanahnya sering naik dan turun.
3. Pada waktu pemancangan pada tanah yang berbatu (grevel) ujung tiang pancang kayu dapat berbentuk berupa sapu atau dapat pula ujung tiang tersebut merenyuk. Apabila tiang kayu tersebut lurus, maka pada

waktu dipancang akan menyebabkan penyimpangan terhadap arah yang telah ditentukan.

4. Tiang pancang kayu tidak tahan terhadap benda – benda yang agresif dan jamur yang menyebabkan kebusukan.

#### **2.4.1.2 Tiang Pancang Beton**

##### **➤ Precast Reinforced Concrete Pile**

Precast Reinforced Concrete Pile adalah tiang pancang dari beton bertulang yang dicetak dan dicor dalam acuan beton (bekisting), kemudian setelah cukup kuat lalu diangkat dan di pancang. Karena tegangan Tarik beton adalah kecil dan praktis dianggap sama dengan nol, sedangkan berat sendiri dari pada beton adalah besar, maka tiang pancang beton ini haruslah diberi penulangan – penulangan yang cukup kuat untuk menahan momen lentur yang akan timbul pada waktu pengangkatan data pemancangan. Karena berat sendiri adalah besar, biasanya pancang beton ini diecetak dan dicor di tempat pekerjaan, jadi tidak membawa kesulitan untuk transport.

Tiang pancang ini dapat memikul beban yang besar ( >50 ton untuk setiap tiang ), hal ini tergantung dari dimensinya. Dalam perencanaan tiang pancang beton precast ini panjang dari pada tiang harus dihitung dengan teliti, sebab kalau ternyata panjang dari pada tiang ini kurang terpaksa harus di lakukan penyambungan, hal ini adalah sulit dan banyak memakan waktu.

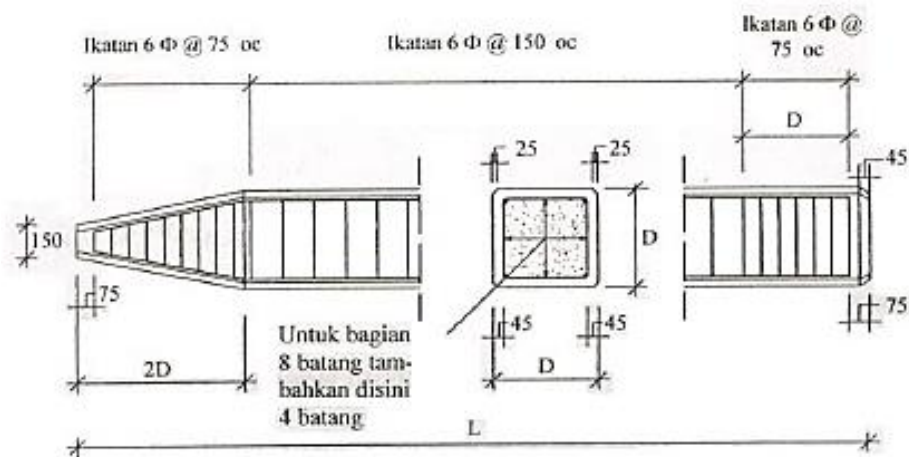
##### **a. Keuntungan pemakai Precast Reinforced Concrete Pile**

1. Keuntungan Precast Reinforced Concrete Pile ini mempunyai tegangan tekan yang besar, hal ini tergantung dari mutu beton yang digunakan.
2. Tiang pancang ini dapat dihitung baik sebagai and bearing pile maupun friction pile.
3. Karena tiang pancang beton ini tidak berpengaruh oleh tinggi muka air tanah seperti tiang pancang kayu, maka disini tidak memerlukan galian tanah yang banyak untuk poernya.

4. Tiang pancang beton dapat tahan lama sekali, serta tahan terhadap pengaruh air maupun bahan – bahan yang corrosive asal beton dekkingnya cukup tebal untuk melindungi tulangnya.

**b. Kerugian pemakain Precast Reinforced Concrete Pile.**

1. Karena berat sendirinya maka transportnya akan mahal, oleh karena itu Precast Reinforced Concrete Pile ini dibuat di lokasi pekerjaan.
2. Tiang pancang ini dipancangkan setelah cukup keras, hal ini berarti memerlukan waktu yang lama menunggu sampai tiang beton ini dapat dipergunakan.
3. Bila memerlukan pemotongan maka dalam pelaksanaannya akan lebih sulit dan memerlukan waktu yang lama,



**Gambar 2.2 Tiang Pancang Precast Reinforced Concrete Pile**

➤ **Precast Prestressed Concrete Pile**

Precast Prestressed Concrete Pile adalah tiang pancang dari beton prategang yang menggunakan baja penguat dan kabel kawat sebagai gaya prategangnya.

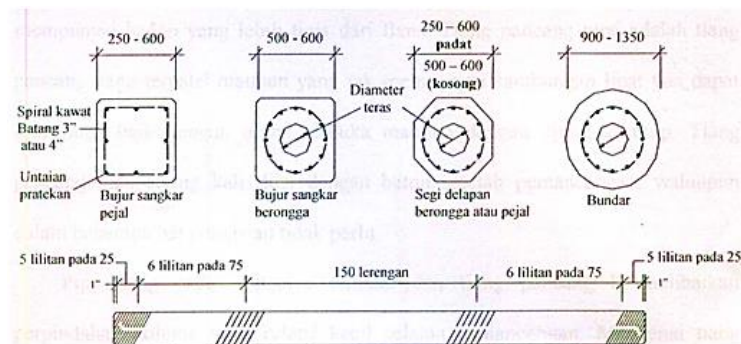
**a. Keuntungan pemakaian Precast Prestressed Concrete Pile**

1. Kapasitas beban Fondasi yang dipikulnya tinggi.

2. Tiang pancang tahan terhadap karat.
3. Kemungkinan terjadinya pemancangan keras dapat terjadi.

**b. kerugian pemakaian Precast Prestressed Concrete Pile**

1. Fondasi tiang pancang sukar untuk ditangani
2. Biaya permulaan dari pembuatannya tinggi.
3. Pergeseran cukup banyak sehingga prategang sukar untuk disambung.



**Gambar 2.3 Tiang Pancang Precast Prestressed Concrete Pile**

➤ **Tiang Pancang Cast in Place Pile**

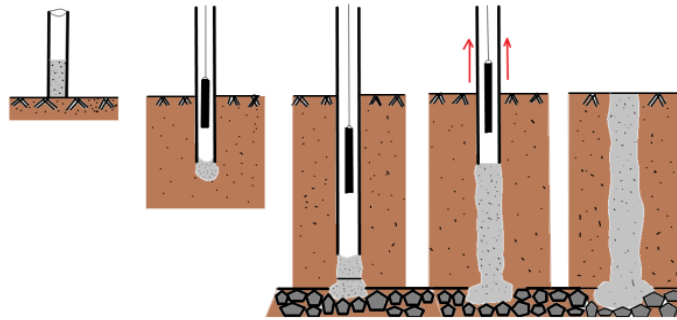
Fondasi tiang pancang tipe ini adalah Fondasi yang di cetak di tempat dengan jalan dibuatkan lubang terlebih dahulu dalam tanah dengan cara mengebor tanah seperti pada pengeboran tanah pada waktu penyelidikan tanah.

**a. Keuntungan pemakaian Cast in Place**

1. Pembuatan tiang tidak menghambat pekerjaan.
2. Tiang ini tidak perlu diangkat, jadi tidak ada resiko rusak dalam transport.
3. Panjang tiang dapat disesuaikan dengan keadaan dilapangan.

**b. Kerugian pemakaian Cast in Place**

1. Pada saat penggalian lubang, membuat keadaan sekelilingnya menjadi kotor akibat tanah yang diangkat dari hasil pengeboran tanah tersebut.
2. Pelaksanaannya memerlukan peralatan yang khusus.
3. Beton yang dikerjakan secara *Cast in Place* tidak dapat dikontrol.



**Franki Pile**

**Gambar 2.4 Tiang Pancang Cast in Place Pile**

### 2.4.1.3 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 transport dan pemancangan tidak menimbulkan bahaya patah seperti pada tiang pancang beton precast. 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.

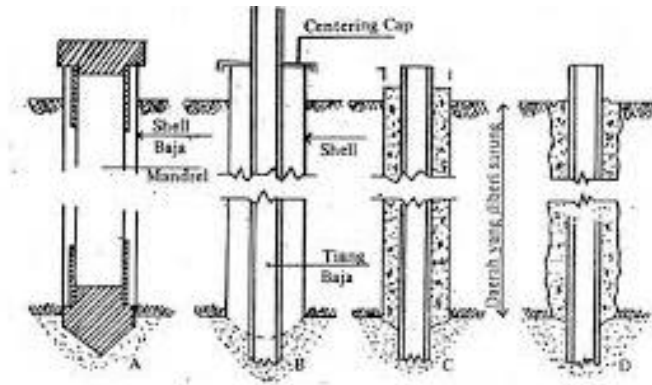
➤ **Keuntungan pemakaian tiang pancang baja :**

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 bahaya patah.

➤ **Kerugian pemakaian tiang pancang baja:**



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



**Gambar 2.5 Tiang pancang baja**

#### **2.4.1.4 Tiang Pancang Komposit**

Tiang pancang komposit adalah tiang pancang yang terdiri dari dua bahan yang berbeda yang bekerja bersama-sama sehingga merupakan satu tiang. Kadang-kadang Fondasi tiang dibentuk dengan menghubungkan bagian atas dan bagian bawah tiang dengan bahan yang berbeda, misalnya dengan bahan beton di atas muka air tanah dan bahan kayu tanpa perlakuan apapun disebelah bawahnya. Biaya dan kesulitan yang timbul dalam pembuatan sambungan menyebabkan cara ini diabaikan.

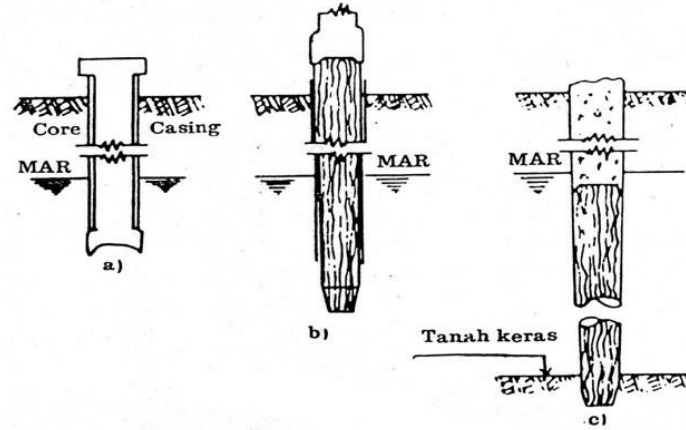
##### **➤ Water Proofed Steel and Wood Pile**

Tiang ini terdiri dari tiang pancang kayu untuk bagian yang di bawah permukaan air tanah sedangkan bagian atas adalah beton. Kita telah mengetahui bahwa kayu akan tahan lama/awet bila terendam air, karena itu bahan kayu disini diletakan di bagian bawah yang mana selalu terletak dibawah air tanah.

**Cara pelaksanaannya adalah sebagai berikut :**

1. Casing dan core dipancang 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 core di tarik ke atas dan tiang pancang kayu dimasukkan ke dalam casing dan terus dipancang hingga mencapai lapisan tanah keras;

- Setelah mencapai lapisan tanah keras, pemancangan dihentikan dan core ditarik keluar dari casing. Kemudian beton dicor ke dalam casing sampai penuh terus dipadatkan dengan menumbukkan core ke dalam casing.



**Gambar 2.6 Tiang Pancang Water Proofed steel pipe and wood pile**

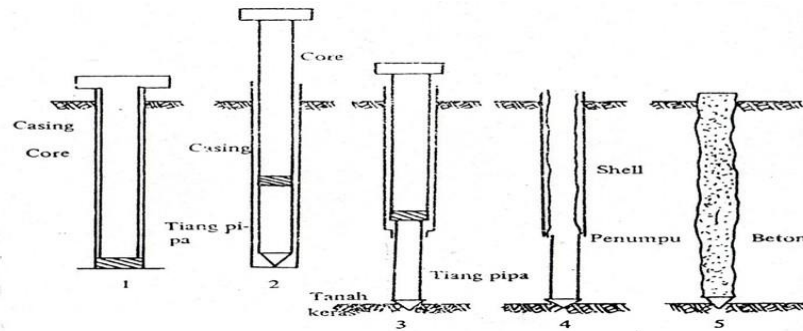
➤ **Composite Dropped in – shell and Wood Pile**

Tipe tiang ini hampir sama dengan tipe diatas hanya bedanya di sini memakai shell yang terbuat dari bahan logam tipis permukaannya di beri alur spiral.

**Secara singkat pelaksanaanya sebagai berikut:**

- asing dan core dipancang bersama-sama sampai mencapai kedalaman yang telah ditentukan di bawah muka air tanah.
- Setelah mencapai kedalaman yang dimaksud core ditarik keluar dari casing dan tiang pancang kayu dimasukkan dalam casing terus dipancang sampai mencapai lapisan tanah keras. Pada pemancangan tiang pancang kayu ini harus diperhatikan benar-benar agar kepala tiang tidak rusak atau pecah.
- Setelah mencapai lapisan tanah keras core ditarik keluar lagi dari casing.
- Kemudian shell berbentuk pipa yang diberi alur spiral dimasukkan dalam casing. Pada ujung bagian bawah shell dipasang tulangan berbentuk sangkar yang mana tulangan inidibentuk sedemikian rupa sehingga dapat masuk pada ujung atas tiang pancang kayu tersebut.
- Beton kemudian dicor kedalam shell. Setelah shell cukup penuh dan padat casing ditarik keluar sambil shell yang telah terisi beton tadi

ditahan terisi beton tadi ditahan dengan cara meletakkan core diujung atas shell.



**Gambar 2.7 Tiang Pancang Dropped in – shell and Wood Pile**

➤ **Composite ungedes – concrete and wood pile**

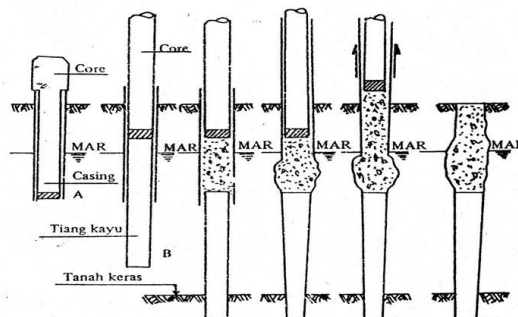
**Dasar pemilihan tiang ini adalah:**

1. Lapisan tanah keras dalam sekali letaknya sehingga tidak memungkinkan untuk menggunakan *cast in place concrete pile*. Sedangkan kalau menggunakan *precast concrete pile* akan terlalu panjang sehingga akan sulit dalam pengangkutan dan biayanya juga akan lebih besar;
2. Muka air tanah terendah sangat dalam sehingga apabila kita menggunakan tiang pancang kayu akan memerlukan galian yang sangat besar agar tiang pancang tersebut selalu di bawah muka air tanah terendah.

**Cara pelaksanaan tiang ini adalah sebagai berikut :**

1. Casing baja dan core dipancang ke dalam tanah hingga mencapai kedalaman yang telah ditentukan di bawah muka air tanah;
2. Kemudian core ditarik keluar dari casing dan tiang pancang kayu dimasukkan dalam casing terus dipancang sampai mencapai lapisan tanah keras;

3. Setelah sampai pada tanah keras core dikeluarkan lagi dari casing dan beton dicor sebagian ke dalam casing, kemudian core dimasukkan lagi ke dalam casing;
4. Beton ditumbuk dengan core sambil casing ditarik ke atas sampai jarak tertentu sehingga terjadi bentuk beton yang menggelembung seperti bola di atas tiang pancang kayu tersebut;
5. Core ditarik lagi keluar dari casing dan casing diisi dengan beton lagi sampai padat setinggi beberapa cm di atas permukaan tanah. Kemudian beton ditekan dengan core kembali sedangkan casing ditarik ke atas sampai keluar dari tanah.



**Gambar 2.8 Tiang Pancang Composite ungrased – concrete and wood pile**

➤ **Composite dropped – shell and pipe pile**

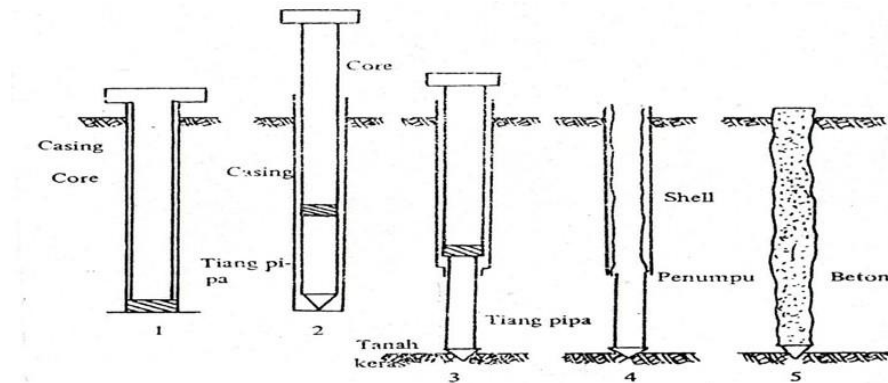
**Dasar pemilihan tiang ini adalah:**

1. Lapisan tanah keras terlalu dalam letaknya bila digunakan *cast in place concrete pile*;
2. Letak muka air tanah terendah sangat dalam apabila kita menggunakan tiang *composite* yang bawahnya dari tiang pancang kayu.

**Cara pelaksanaan tiang ini adalah sebagai berikut :**

1. Casing dan core dipancang bersamaan sehingga casing hampir seluruhnya masuk ke dalam tanah. Kemudian core ditarik keluar dari casing;
2. Tiang pipa baja dengan dilengkapi sepatu pada ujung bawah dimasukkan dalam casing terus dipancang dengan pertolongan core sampai ke tanah keras; Setelah sampai pada tanah keras kemudian core ditarik ke atas kembali;

3. Kemudian shell yang beralur pada dindingnya dimasukkan dalam casing hingga bertumpu pada penumpu yang terletak di ujung atas tiang pipa baja. Bila diperlukan pembesian maka besi tulangan dapat dimasukkan dalam shell dan kemudian beton dicor sampai padat;
4. Shell yang terisi dengan beton ditahan dengan core sedangkan casing ditarik keluar dari tanah.



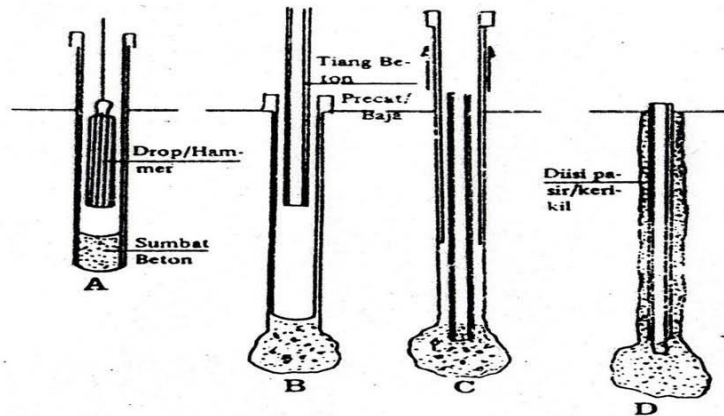
**Gambar 2.9 Tiang Pancang Composite Dropped – Shell and pipe pile**

#### ➤ Franki composite pile

Prinsip kerjanya hampir sama dengan tiang franki biasa, hanya saja pada franki composite pile ini pada bagian atasnya dipergunakan tuang beton precast 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 *drop hammer* sampai pada tanah keras;
2. Setelah pemancangan mencapai kedalaman yang telah direncanakan pipa diisi lagi dengan beton dan terus ditumbuk dengan *drop hammer* sambil pipa ditarik lagi ke atas sedikit sehingga terjadi bentuk beton seperti bola;
3. Setelah tiang beton *precast* atau tiang baja H masuk dalam pipa sampai bertumpu pada bola beton pipa ditarik keluar dari tanah;
4. Rongga di sekitar tiang beton *precast* atau tiang baja H diisi dengan kerikil.



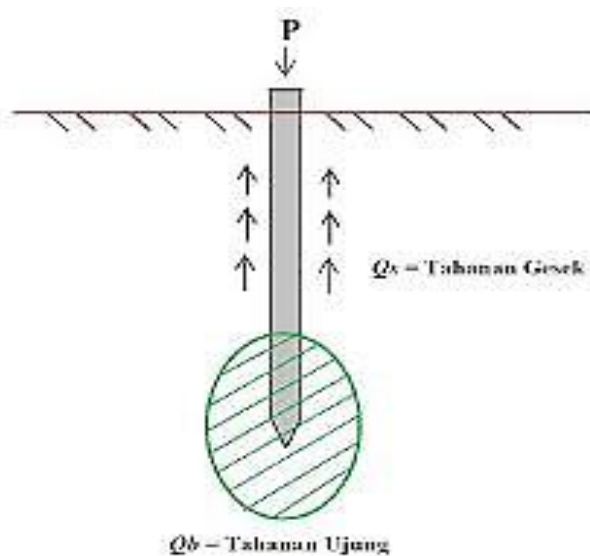
Gambar 2.10 Tiang Pancang Franki composite pile

#### 2.4.2 Cara Penyaluran Beban Yang Diterima Tiang Ke Dalam Tanah

Berdasarkan cara penyaluran bebannya ke tana, ponasi tiang dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

##### 2.4.2.1 Fondasi Tiang Dengan Tahanan Ujung ( Ending Bearing Pile )

Tiang ini akan meneruskan beban melalui tahanan ujung tiang ke lapisan tanah pendukung.

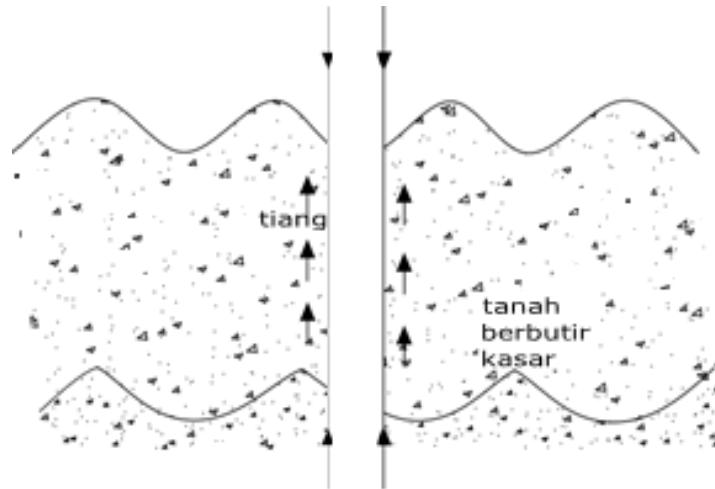


Gambar 2.11 Fondasi tiang dengan tahanan ujung (Ending Bearing Pile)

##### 2.4.2.2 Tiang Pancang Tahanan Gesekan ( Friction Pile )

Jenis tiang pancang ini akan meneruskan beban ke tanah melalui gesekan antara tiang dengan tanah disekelilingnya. Bila butiran tanah sangat halus tidak menyebabkan tanah di antara tiang – tiang menjadi padat,

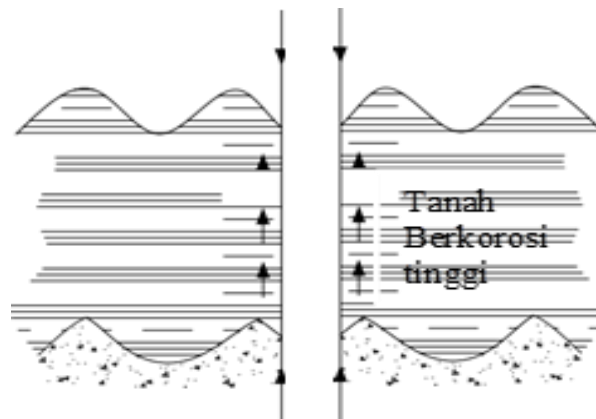
sedangkan bila butiran tanah kasar maka tanah di antara tiang akan semakin padat.



**Gambar 2.12 Fondasi tiang dengan tahanan ujung (Ending Bearing Pile)**

#### **2.4.2.3 Tiang Pancang Dengan Tahanan Lekatan ( Adhesive Pile )**

Bila tiang dipancangkan pada dasar tanah Fondasi yang memiliki nilai kohesi tinggi maka beban yang diterima oleh tiang akan ditahan oleh letakan antara tanah disekitar dan permukaan tiang.



**Gambar 2.13 Tiang pancang dengan tahanan lekatan (Adhesive Pile)**

#### **2.4.3 Peralatan Pemancangan ( Driving Equipment )**

Untuk memancarkan tiang pancang ke dalam tanah digunakan alat pancang. Pada dasarnya, alat pancang terdiri dari empat macam, yaitu:

##### **2.4.3.1 Drop Hammer**

Alat ini berfungsi sebagai palu yang memukul tiang pancang menancap sempurna pada tanah yang akan menjadi dasar dari bangunan yang dibangun. Bentuk alat ini meyerupai palu yang diletakan pada bagian tiang pancang.

#### **2.4.3.2 Diesel Hammer**

Alat ini merupakan alat dengan kinerja paling sederhana diantara alat – alat lain yang digunakan untuk memasang tiang pancang. bentuk nya berupa silinder dengan piston atau ram yang berfungsi untuk menekan tiang pancang.

#### **2.4.3.3 Hidraulix Hammer**

Alat ini menggunakan prinsip perbedaan tekanan pada cairan alat da di dalam alat. Dengan menggunakan perbedaan tekanan ini, maka alat ini dapat memberikan tekanan pada tiang pancang agar mampu terpasang dengan baik. Biasanya alat ini digunakan untuk memasang Fondasi tiang baja H dan Fondasi lempeng baja.

#### **2.4.3.4 Vibratory Pile Hammer**

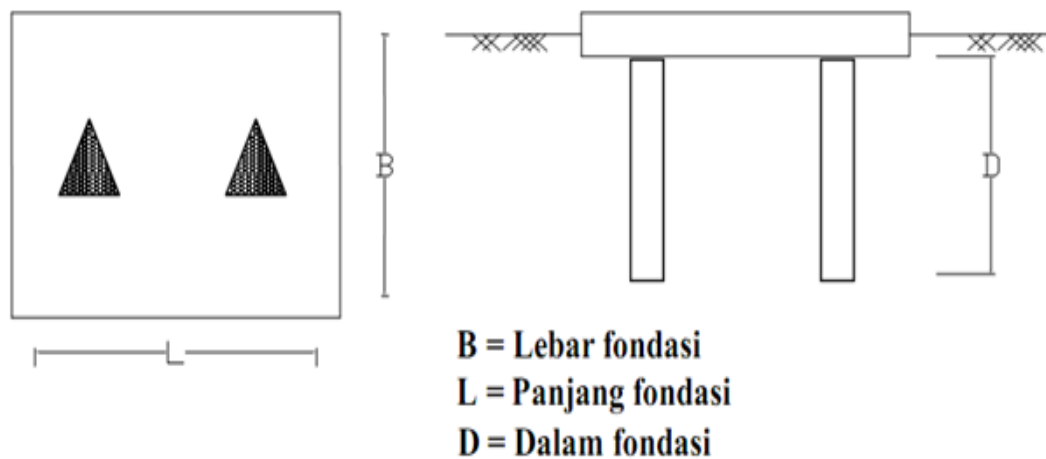
Alat ini menggunakan getaran uttuk memasang tiang pancang. Di dalam alat ini, terdapat beberapa batang yang berada pada posisi horizontal. Batang ini akan berputar dengan arah yang berlawanan. Hal ini akan menyebabkan beban eksentris pada alat ini menimbulkan getaran. Getaran inilah yang digunakan untuk menggetarkan material tiang pancang yg terpasang pada alat.

### **2.5 Tiang Pancang Kelompok**

Fondasi tiang pancang yang umumnya dipasang secara berkelompok. Yang dimaksud berkelompok adalah sekumpulan tiang yang dipasang secara relatif berdekatan dan biasanya diikat menjadi satu dibagian atasnya dengan menggunakan pile cap. Untuk menghitung nilai kapasitas dukung kelompok tiang, ada bebarapa hal yang harus diperhatikan terlebih dahulu, yaitu jumlah tiang dalam satu kelompok, jarak tiang, susunan tiang dan efisiensi kelompok tiang.

**Kelompok tiang dapat dilihat pada Gambar berikut ini.**





**Gambar 2.14 Kelompok tiang**

### 2.5.1 Jumlah Tiang (n)

Untuk menentukan jumlah tiang yang akan dipasang didasarkan beban yang bekerja pada Fondasi dan kapasitas dukung ijin tiang, maka rumus yang dipakai adalah sebagai berikut ini.

$$n = P/Q_a$$

Dengan :

P = Beban yang berkerja

Q<sub>a</sub> = Kapasitas dukung ijin tiang tunggal

### 2.5.2 Jarak Tiang (S)

Jarak antar tiang pancang didalam kelompok tiang sangat mempengaruhi perhitungan kapasitas dukung dari kelompok tiang tersebut. Untuk bekerja sebagai kelompok tiang, jarak antar tiang yang dipakai adalah menurut peraturan-peraturan bangunan pada daerah masing-masing. Menurut K. Basah Suryolelono (1994), pada prinsipnya jarak tiang (S) makin rapat, ukuran pile cap makin kecil dan secara tidak langsung biaya lebih murah. Tetapi bila Fondasi memikul beban momen maka jarak tiang perlu diperbesar yang berarti menambah atau memperbesar tahanan momen.

**Jarak tiang biasanya dipakai bila:**

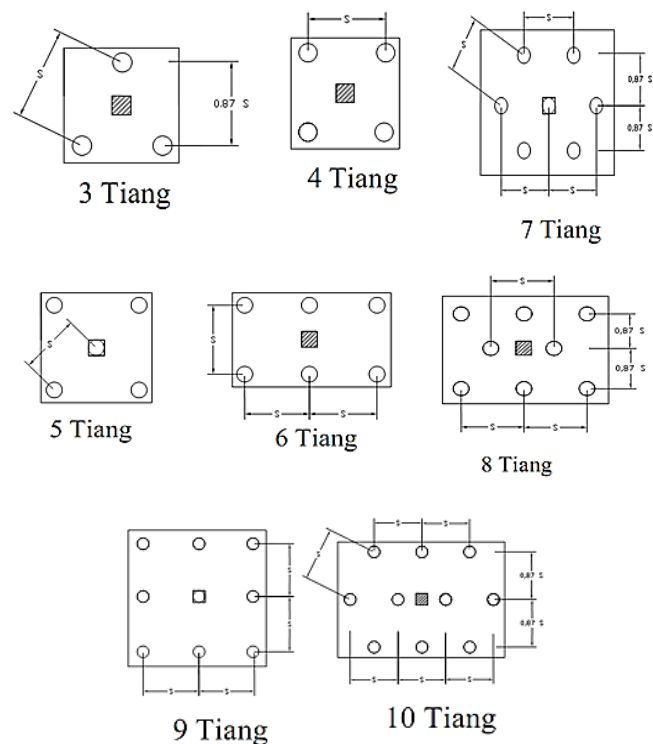
1. Ujung tiang tidak mencapai tanah keras maka jarak tiang minimum  $\geq 2$  kali diameter tiang atau 2 kali diagonal tampang tiang.

- Ujung tiang mencapai tanah keras, maka jarak tiang minimum  $\geq$  diameter tiang ditambah 30 cm atau panjang diagonal tiang ditambah 30 cm.

### 2.5.3 Susunan Tiang

Susunan tiang sangat berpengaruh terhadap luas denah pile cap, yang secara tidak langsung tergantung dari jarak tiang. Bila jarak tiang kurang teratur atau terlalu lebar, maka luas denah pile cap akan bertambah besar dan berakibat volume beton menjadi bertambah besar sehingga biaya konstruksi membengkak (K. Basah Suryolelono, 1994).

Gambar dibawah ini adalah contoh susunan tiang (Hary Christady Harditatmo, 2003)



**Gambar 2.15 Contoh susunan tiang**

### 2.5.4 Efisiensi Kelompok Tiang

Menurut Coduto (1983), efisiensi tiang bergantung pada beberapa faktor, yaitu:

- Jumlah, panjang, diameter, susunan dan jarak tiang.
- Model transfer beban (tahanan gesek terhadap tahanan dukung ujung).
- Prosedur pelaksanaan pemasangan tiang.
- Urutan pemasangan tiang

5. Macam tanah.
6. Waktu setelah pemasangan.
7. Interaksi antara pelat penutup tiang (pile cap) dengan tanah.
8. Arah dari beban yang bekerja.

## **2.6 Software Allpile**

Salah satu software untuk merancang Fondasi yaitu ALLPILE. Software ini digunakan untuk desain Fondasi, baik itu pancang maupun bored pile, tersedia juga untuk Fondasi dangkal (shallow footing). Software ini relatif sederhana dan user-friendly. Adapun menu-menu yang ditampilkan dalam software ALLPILE.

### **2.6.1 Pile Type**

Pada *pile type*, *software* ALLPILE menyediakan macam-macam tipe dari Fondasi. Hal ini akan mempermudah kita dalam perhitungan karena bermacam-macam, dan kita bisa menyesuaikan sesuai kebutuhan.

Adapun tipe-tipe Fondasi yang ditawarkan ALLPILE antara lain :

#### **1. *Drilled Pile (dia ≤ 24 in or 61 cm)***

Fondasi ini jenis Fondasi bor dengan diameter lebih kecil 61 cm.

#### **2. *Drilled Pile (dia ≥ 24 in or 61 cm)***

Fondasi ini jenis Fondasi bor dengan diameter lebih besar 61 cm.

#### **3. *Driving Steel Pile (open ended)***

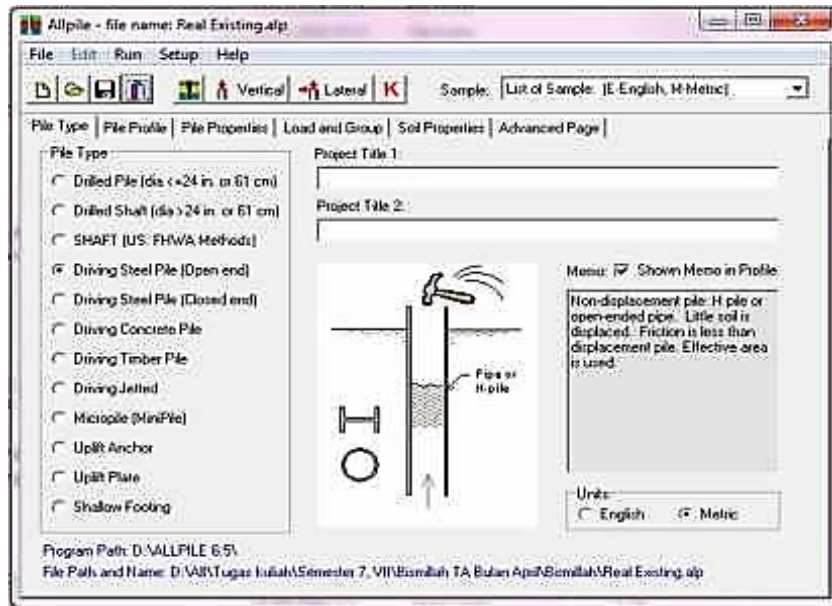
Fondasi ini jenis Fondasi tiang pancang baja dengan ujungnya terbuka.

#### **4. *Driving Steel Pile (close ended)***

Fondasi ini jenis Fondasi tiang pancang baja dengan ujungnya tertutup.

#### **5. *Driving Concrete Pile***

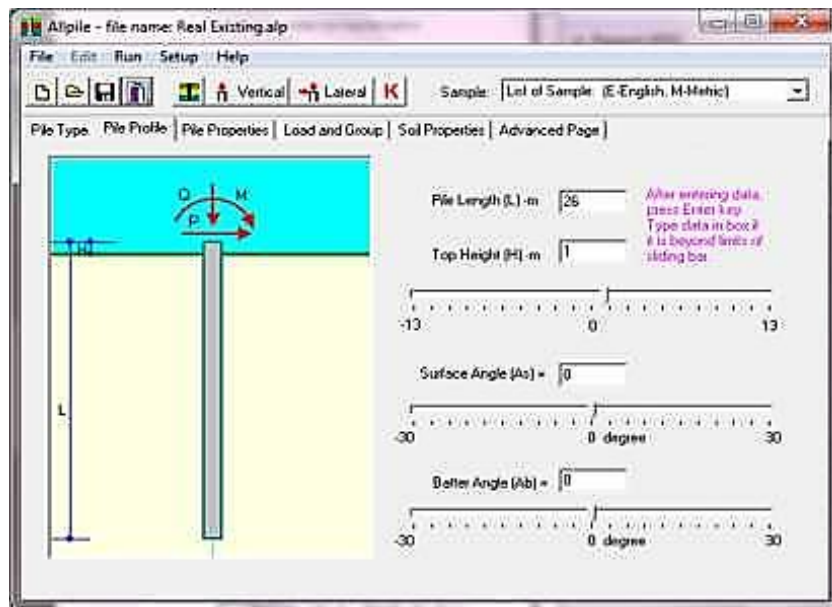
Fondasi ini jenis Fondasi tiang pancang beton.



Gambar 2.16 Tipe Tiang Pada Software Allpile

## 2.6.2 Pile Profile

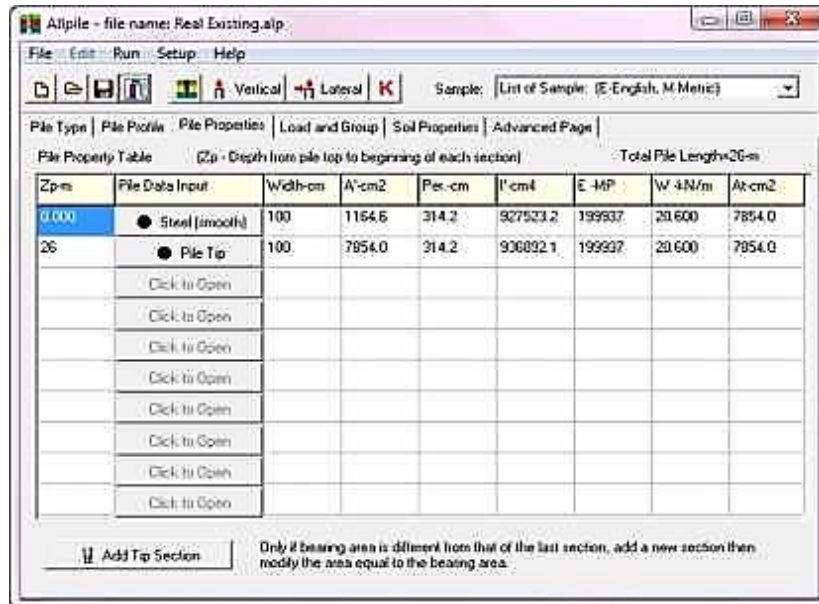
Menu ini yang harus kita isi dengan informasi tentang pile yang digunakan, seperti panjang pile, jarak dari permukaan tanah, kemiringan pile (bila Fondasi pada saat dipancang posisi miring), serta kemiringan permukaan tanah.



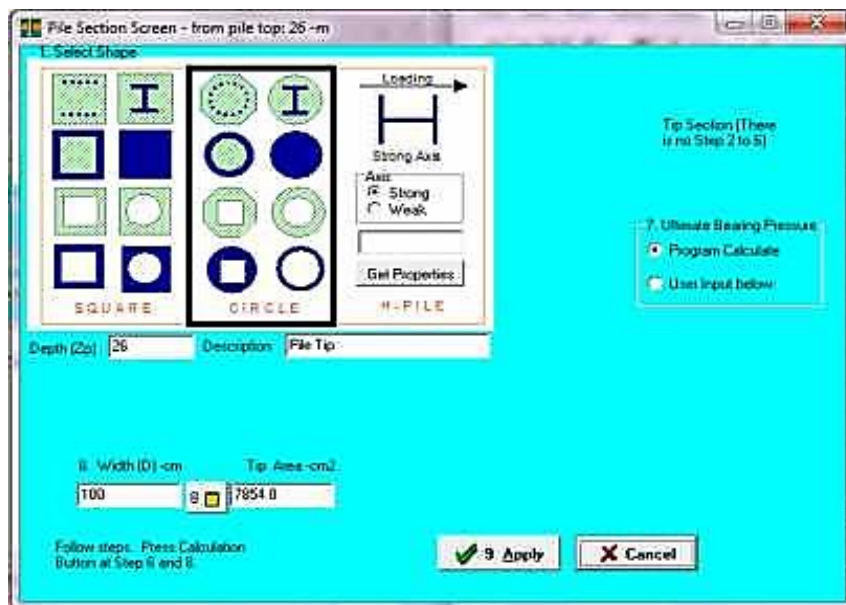
Gambar 2.17 Ukuran Panjang Tiang Pada Software Allpile

### 2.6.3 Pile Properties

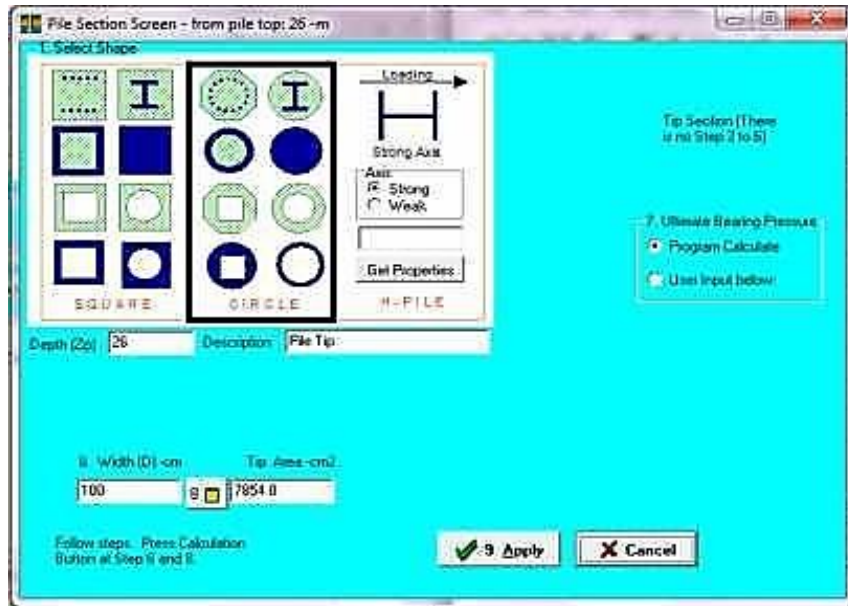
Bagian ini berisi data-data properties dari Fondasi yang digunakan meliputi lebar Fondasi, kedalaman Fondasi, material, jenis bahan yang digunakan dan lain-lain.



Gambar 2.18 Pile Properties



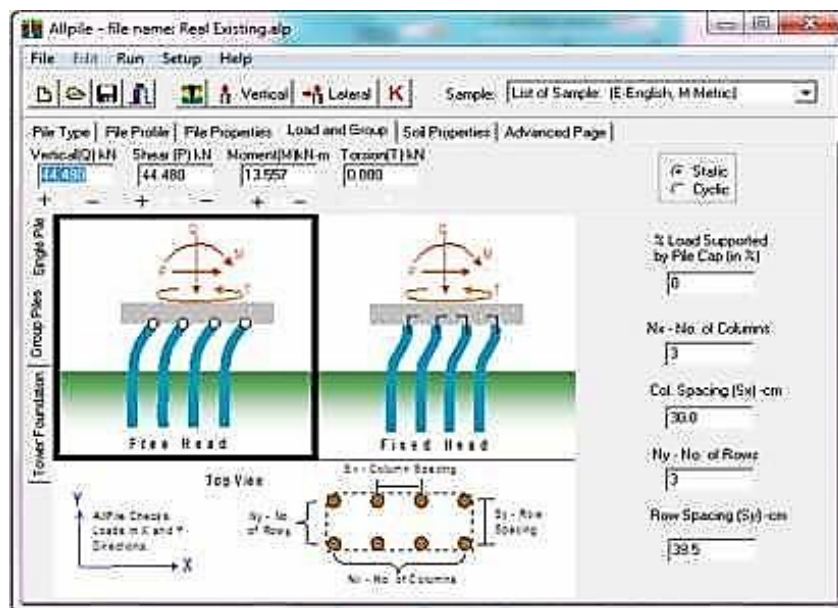
Gambar 2.19 Pile Section Screen



Gambar 2.20 Pail Section Screen

## 2.6.4 Load and Group

Bagian ini menyediakan beberapa perhitungan baik itu *single pile*, *group pile* dan *tower foundation* yang sederhana.



Gambar 2.21 Mengisi Load and Group



## 2.6.5 Soil Properties

Berisikan data tanah tempat Fondasi yang akan ditanam. Data- data tanah yang bisa digunakan hanya N-SPT dan CPT. Isikan sesuai data tanah yang ada dan jangan lupa masukkan juga kedalaman muka air tanah di isian water table.

Zg,m	Soil Data Input	G-kN/m <sup>3</sup>	Phi	C-kN/m <sup>2</sup>	k-MN/m <sup>3</sup>	e50 or Di	Nsp	Type
0.00	Soft Clay [W]	6.0	0.0	7.8	4.9	3.01	1	1
10	Soft Clay [W]	11.3	0.0	160.4	322.2	0.48	27	2
14	Soft Clay [W]	12.1	0.0	244.8	537.0	0.37	41	2
20	Soft Clay [W]	12.2	0.0	266.7	639.0	0.34	49	2
22	Soft Clay [W]	12.2	0.0	359.1	788.8	0.29	60	2
24	Soft Clay [W]	12.2	0.0	359.1	788.8	0.29	60	2
26	Soft Clay [W]	12.2	0.0	359.1	788.8	0.29	60	2

Gambar 2.22 Mengisi Soil Properties

Soil Parameter Screen - from ground surface: 10 -m

1. Soil Type:  Soft Clay  Stiff Clay  Silt (Phi + C)  Sand/Gravel  Weak Rock  User Defined p-y

Under Water Table:  Static Loading  Dynamic Loading Depth (Zg) 10 Description Soft Clay

2. Input N1\* V\_SoftStiffMediumStiff Very Stiff Hard  Links

N1 (tpf)=27 CPT=164.2 kgf/cm<sup>2</sup>

3. Adjust Values below

G=72.1 lb/ft<sup>3</sup> 11.3 kN/m<sup>3</sup>

Fricion=0.0

C=3.38 kip/ft<sup>2</sup> 161.60 MN/m<sup>2</sup>

K=1198.3 lb/in<sup>3</sup> 325.3 MN/m<sup>3</sup>

e50=0.48%

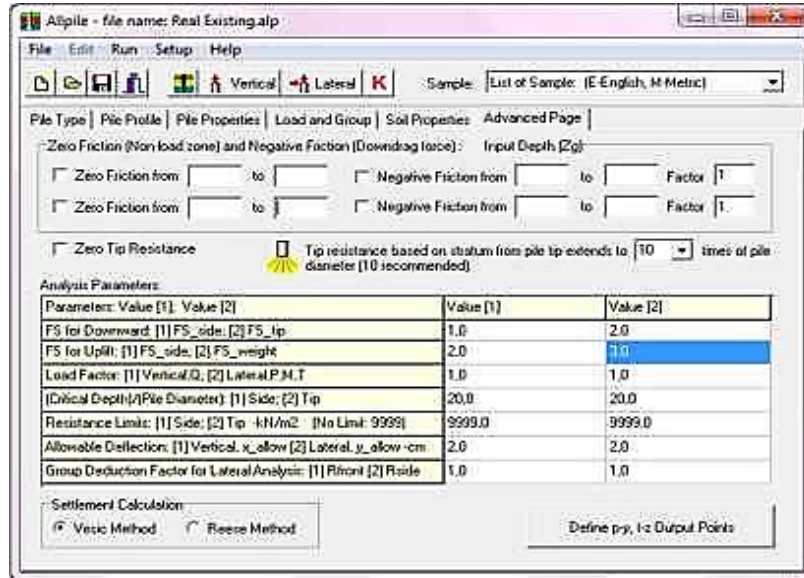
T1 is corrected SPT, which does not apply for Rock. CPT is for reference only.  
This Screen is Copyright© protected by CivlTech Software

4. Apply  Cancel

Gambar 2.23 Input Soil Parameter Screen

### 2.6.6 Advanced Page

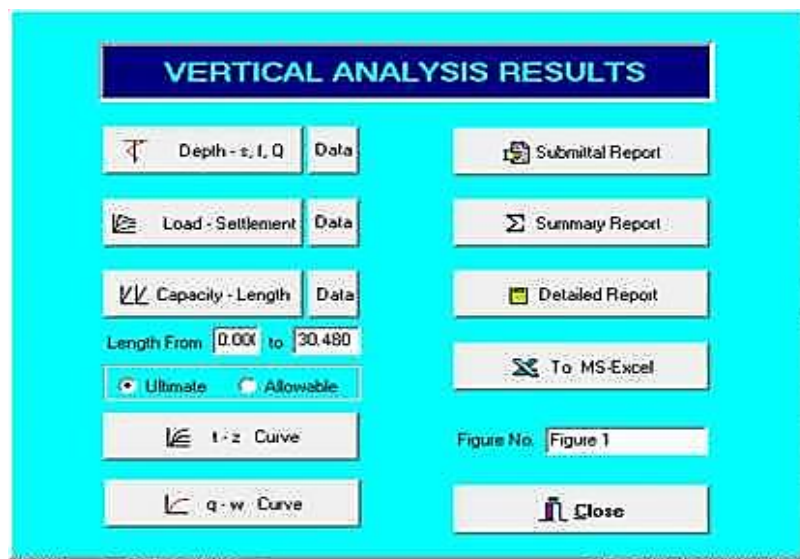
Bagian ini berisikan data *zero skin friction* pada kedalaman tertentu atau *adjust* besarnya *tip resistance* (tahanan ujung). Bagian ini juga ada pada pilihan untu menentukan angka keamanan yang diinginkan.



Gambar 2.24 Mengisi data Advanced Pages

### 2.6.7 Run Analysis

Setelah *input* semua data sudah selesai langkah selanjutnya *run analysis*, karena peneliti tidak meneliti gaya *horizontal* dan hanya meneliti gaya *vertikal* maka dipilihlah *vertical analysis* dan pilih *detailed report* untuk hasil detailnya.



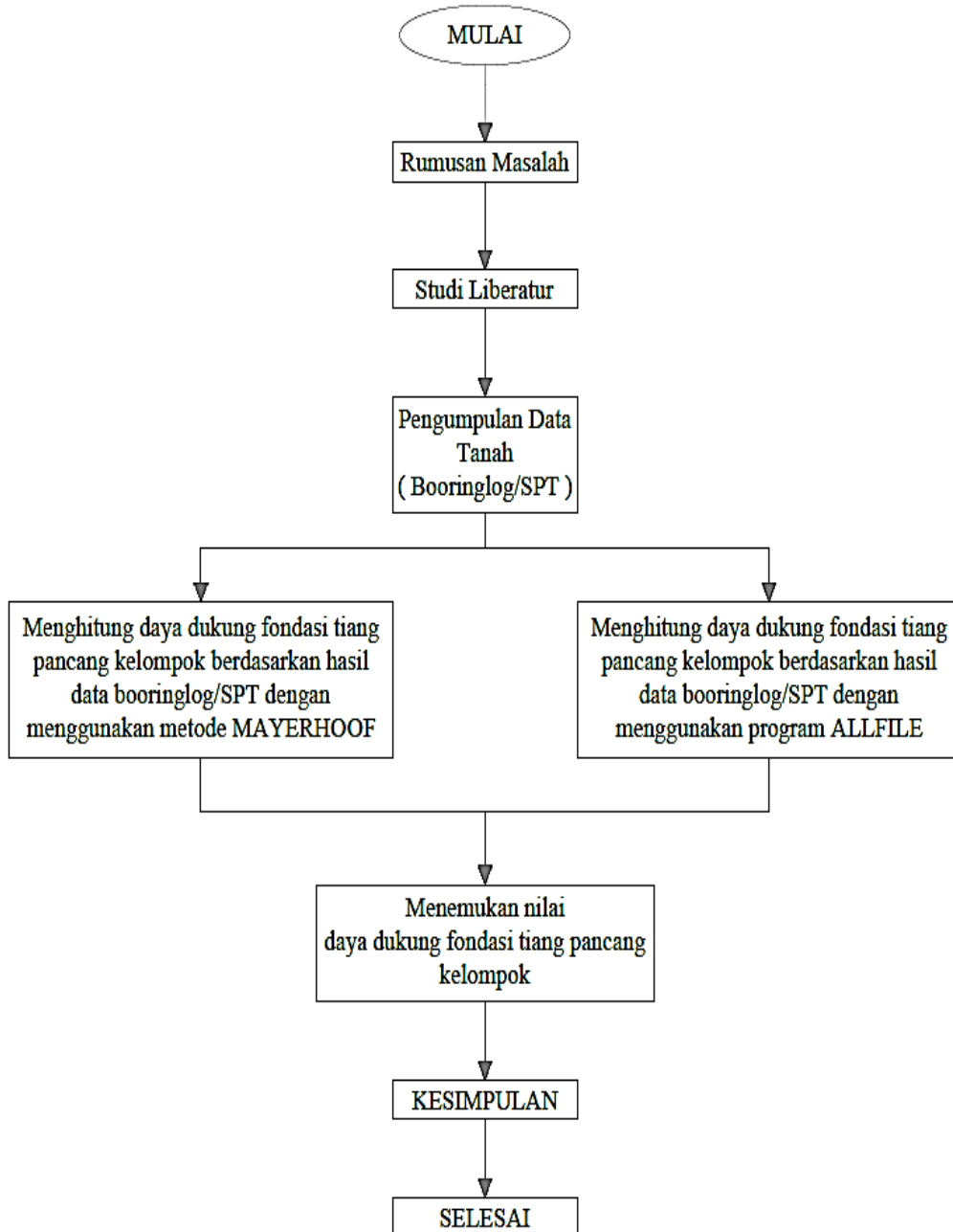
Gambar 2.25 Vertical analysis Result



# BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir

### **3.2 Tahap Perumusan Masalah**

Rumusan masalah meliputi pertanyaan singkat, padat dan jelas serta mengarah pada cara berpikir tentang subjek yang sedang ditangani. Rumusan masalah mengandung nilai penelitian dan rumusan masalah ditetapkan sesuai dengan kemampuan peneliti, kegiatan ini dilakukan dalam penelitian agar masalah yang akan dibahas dalam penelitian menjadi jelas serta tujuan dan manfaat dilakukannya penelitian dapat diketahui oleh pembaca.

### **3.3 Tahap Studi Literatur**

Studi Literatur yaitu tahapan pengumpulan bahan-bahan literatur sebagai referensi persiapan dalam langkah selanjutnya untuk mempermudah penelitian yang akan dilakukan oleh penulis. Referensi yang digunakan oleh penulisan Tugas akhir ini yaitu berupa buku-buku, jurnal-jurnal, dan artikel-artikel yang berhubungan dengan topik yang diambil dalam Tugas akhir ini. Studi pustaka dapat dilihat pada bab sebelumnya

### **3.4 Tahap Pengumpulan Data**

Standard Penetration Test (SPT) adalah sejenis percobaan dinamis dengan memasukkan suatu alat yang dinamakan split spoon kedalam tanah. Dengan percobaan ini akan diperoleh kepadatan relatif (relative density), sudut geser tanah ( $\Phi$ ) berdasarkan nilai jumlah pukulan (N). Perkiraan kapasitas daya dukung pondasi bore pile pada tanah pasir dan silt didasarkan pada data uji lapangan SPT.

### **3.5 Menghitung Kapasitas Daya Dukung Fondasi Tiang Dari Hasil SPT menggunakan Metode MEYERHOF**

#### **3.5.1 Daya Dukung Ujung Pondasi Tiang Pancang (End Bearing), (Meyerhof, 1956)**

**Untuk tanah non kohesif :**

$$Q_p = 40 \cdot N_{spt} \cdot A_p$$

dimana :

$A_p$  = Luas penampang tiang pancang , m<sup>2</sup> .

$N_{spt}$  = Nilai  $N_{spt}$  pada elevasi dasar tiang, kN/m<sup>2</sup> .

$Q_p$  = Daya dukung ujung tiang, ton.

Koefisien perlawanan ujung tiang yang dianjurkan Meyerhof ialah 40.

**Untuk tanah kohesif :**

$$Q_p = 9 \times C_u \times A_p$$

$$C_u = N_{spt} \times \frac{2}{3} \times 10$$

dimana :

- $N_{spt}$  = Rata-rata  $N_{spt}$  dari 10D sampai 4D  
 $C_u$  = Undrained shear strength  
 $Q_p$  = Daya dukung ujung tiang (T).  
 $A_p$  = Luas penampang ( $m^2$ )

### **3.5.2 Daya dukung selimut tiang pancang (skin friction), (Meyerhof, 1956).**

**Pada tanah non kohesif:**

$$Q_s = 0.2 \times N_{spt} \times \text{Parimeter} \times L_i$$

dimana:

- $L_i$  = Panjang lapisan tanah, m.  
 $p$  = Keliling tiang, m.  
 $Q_s$  = Daya dukung selimut tiang, ton.  
 $N_{spt}$  = Nilai  $N_{spt}$  pada elevasi dasar tiang,  $kN/m^2$  .

**Pada tanah kohesif:**

$$Q_s = \alpha \times C_u \times \text{Parimeter} \times L_i$$

dimana:

- $L_i$  = Panjang lapisan tanah, m.  
 $p$  = Keliling tiang, m.  
 $Q_s$  = Daya dukung selimut tiang, ton.  
 $\alpha$  = Faktor adhesi.  
 $C_u$  = Kohesi tanah,  $ton/m^2$
- Berdasarkan penelitian Reese & Wright (1977)  $\alpha = 0,55$ .
  - Metode Kulhaway (1984), berdasarkan Grafik Undrained Shearing Resistance vs. Adhesion Factor.

### **3.6 Menghitung Kapasitas Daya Dukung Fondasi Tiang Dari Hasil SPT dengan menggunakan Program Komputer ALL-FILE**

Ada beberapa tahapan yang dilalui dalam menghitung kapasitas daya dukung fondasi dengan menggunakan program computer ALL-FILE diantaranya :

- 1. Pile Profile** yaitu informasi tentang pile yang digunakan, seperti panjang pile, jarak dari permukaan tanah, kemiringan pile (bila Fondasi pada saat dipancang posisi miring), serta kemiringan permukaan tanah.
- 2. Pile Properties** yaitu Bagian ini berisi data-data properties dari Fondasi yang digunakan meliputi lebar Fondasi, kedalaman Fondasi, material, jenis bahan yang digunakan dan lain-lain.
- 3. Load and Group**, Bagian ini menyediakan beberapa perhitungan baik itu *single pile*, *group pile* dan *tower foundation* yang sederhana.
- 4. Soil Properties**, Berisikan data tanah tempat Fondasi yang akan ditanam. Data- data tanah yang bisa digunakan hanya N-SPT dan CPT. Isikan sesuai data tanah yang ada dan jangan lupa masukkan juga kedalaman muka air tanah di isian water table.
- 5. Advanced Page**, Bagian ini berisikan data zero skin friction pada kedalaman tertentu atau adjust besarnya tip resistance (tahanan ujung). Bagian ini juga ada pada pilihan untu menentukan angka keamanan yang diinginkan.
- 6. Run Analysis**, Setelah *input* semua data sudah selesai langkah selanjutnya *run analysis*, karena peneliti tidak meneliti gaya *horizontal* dan hanya meneliti gaya *vertikal* maka dipilihlah *vertical analysis* dan pilih *detailed report* untuk hasil detailnya.

### **3.7 Tahap Pembahasan dan Kesimpulan**

Pembahasan meliputi menganalisis mengenai daya dukung tiang pancang kelompok. Untuk perhitungan daya dukung tiang pancang kelompok dengan menggunakan data booringlog dengan metode mayerhoof. Sedangkan untuk perhitungan daya dukung tiang pancang kelompok dengan menggunakan aplikasi ALLPILE.dari hasil perhitungan metode mayerhoof dan aplikasi allpile dapat di simpulkan untuk mengenai daya dukung Fondasi yg akan di gunakan.

## **BAB IV**

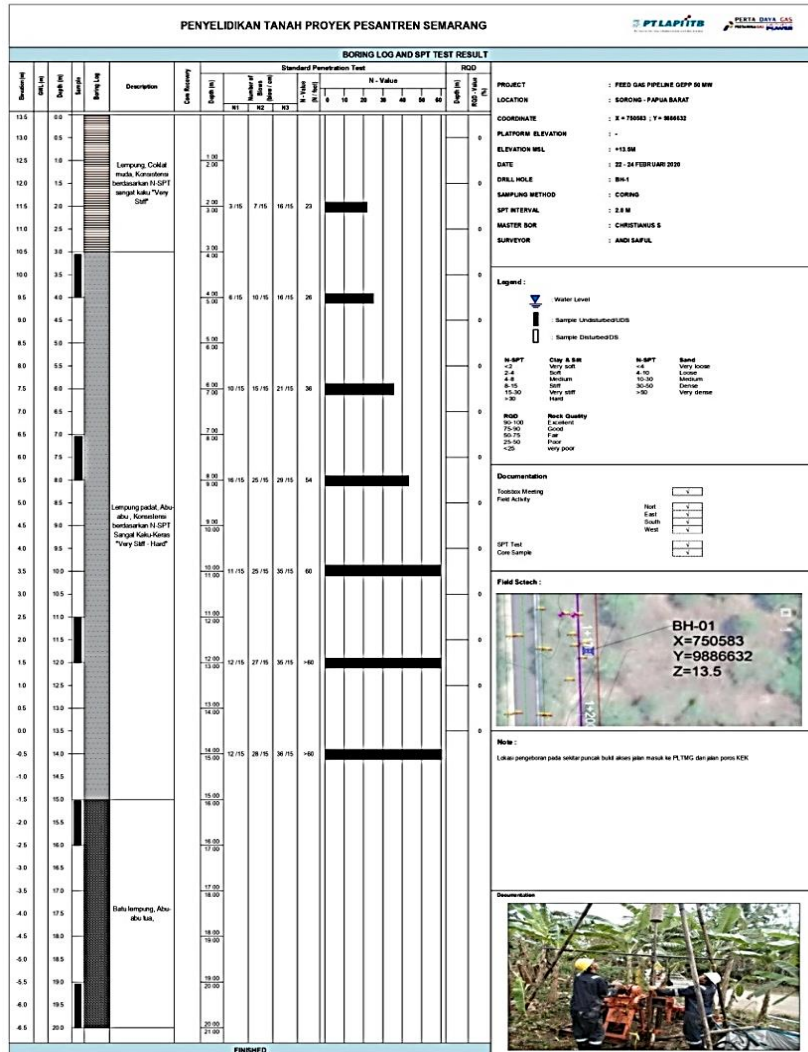
### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Pengambilan data**

Pada bab ini, penulis akan mengaplikasikan metode perhitungan daya dukung Fondasi tiang pancang kelompok dari data yang sudah di kumpulkan. daya dukung tiang pancang kelompok akan di hitung dengan menggunakan data *Standard Penetration Test (SPT)*.

# 4.1.1 Data Borlog Tanah

LAPORAN SURVEY GEOTEKNIK

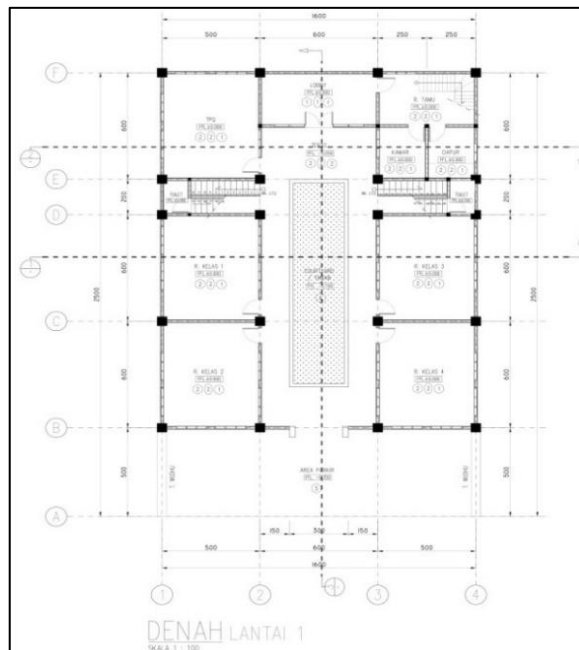


Gambar 4. 1 Data Tanah

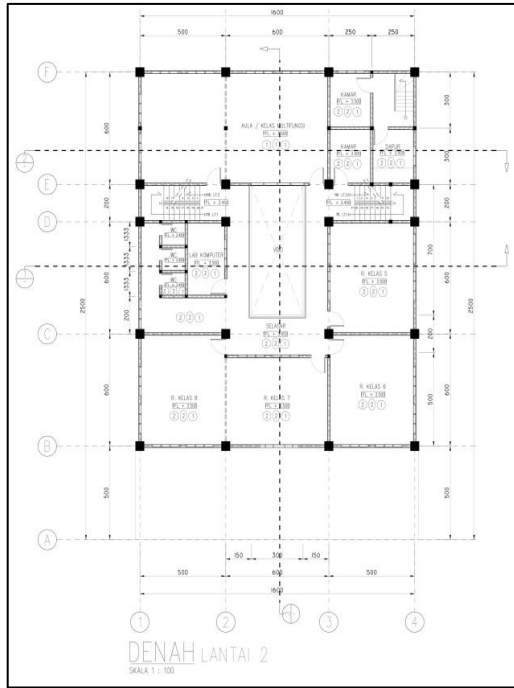
Tabel 4.1 Standard Penetration Test

Kedalaman	Standard Penetration Test				
	Depth (m)	N1	N2	N3	N-Value (N/Foot)
1					
2	3/15	7/15	16/15	23	
3					
4	6/15	10/15	16/15	26	
5					
6	10/15	15/15	21/15	36	
7					
8	16/15	25/15	29/15	54	
9					
10	11/15	25/15	35/15	60	
11					
12	12/15	27/15	35/15	>60	
13					
14	12/15	28/15	36/15	>60	

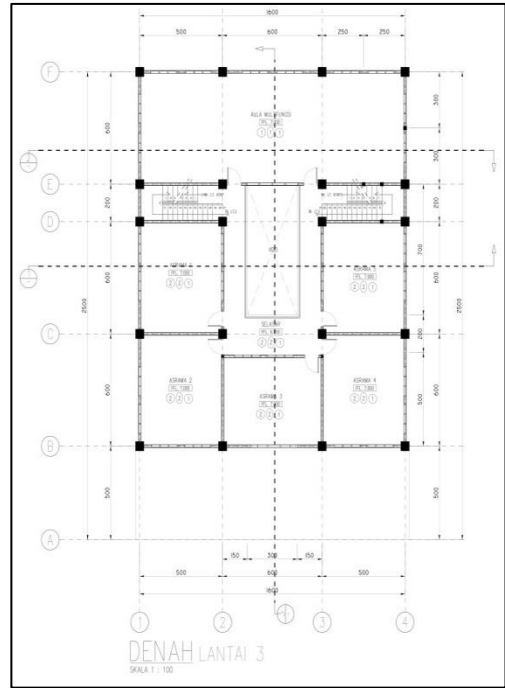
Setelah pengumpulan data selesai yaitu langkah selanjutnya menghitung daya dukung tiang pancang kelompok menggunakan metode *Mayerhoff*, dibandingkan dengan perhitungan aplikasi ALLPILE.



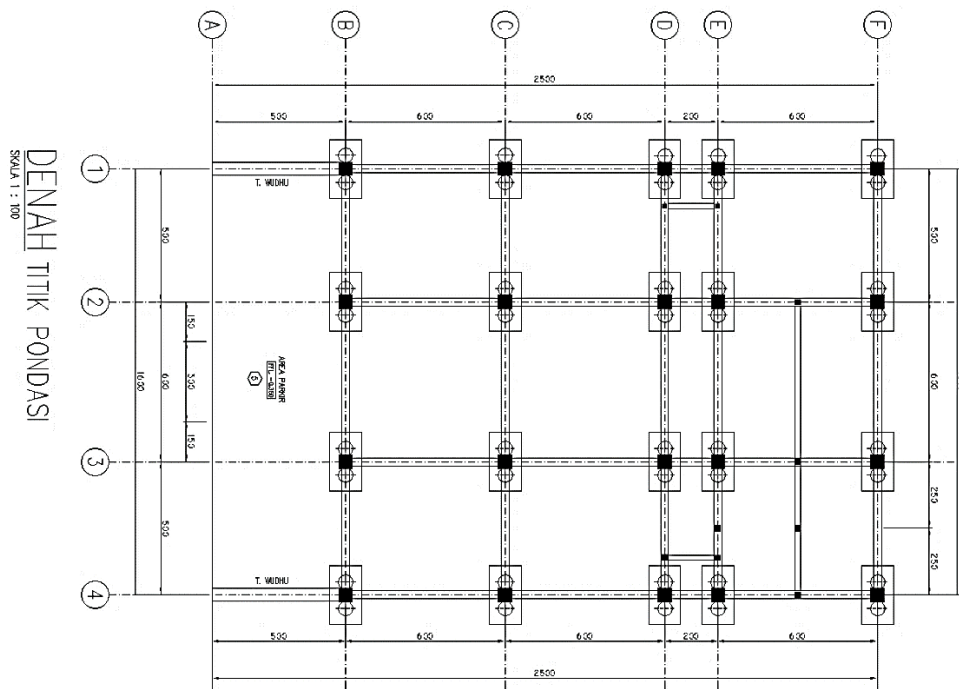
**Gambar 4. 2 Denah Lantai 1**



Gambar 4. 3 Denah Lantai 2



Gambar 4. 4 Denah Lantai 3



Gambar 4. 5 Denah Titik Fondasi



## 4.2 Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok

### 4.2.1 Metode Mayerhoof (1956)

a) Ukuran rencana Fondasi tiang pancang kelompok

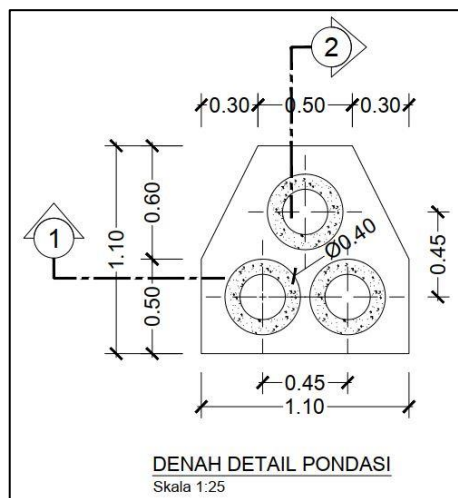
Jenis tiang pancang : Beton

Bentuk tiang pancang : Lingkaran

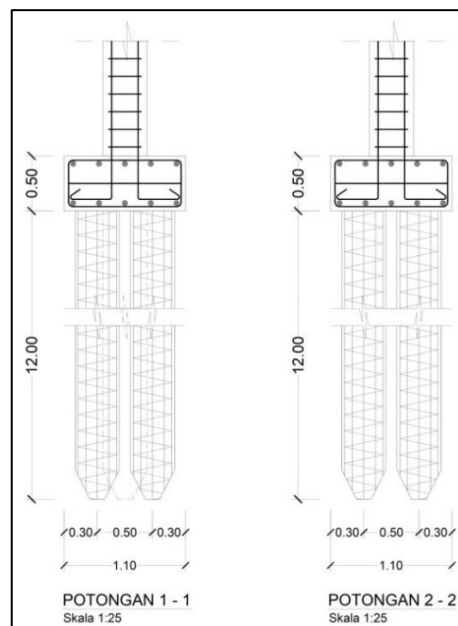
Diameter tiang pancang : 40 cm

Panjang tiang pancang : 12 m

Beban Bangunan : 405,164 ton = 3973,3 kN



Gambar 4. 6 Detail Fondasi Diameter 40



Gambar 4. 7 Potongan Fondasi Diameter 40



### 1. Daya dukung ijin tiang ( $Q_p$ )

$$\text{Luas } A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,4^2 = 0,126 \text{ m}^2$$

### 2. Menghitung N-SPT disekitar dasar tiang

$$N_1 (8D) = 3,2 \text{ m}$$

$$N_2 (4D) = 1,6 \text{ m}$$

$$N_b = \left( \frac{(0,2 \times 60) + (3 \times 60) + (1,6 \times 60)}{4,8} \right) = 59,33$$

$$\begin{aligned} Q_p &= 40 \times N_b \times A_p \\ &= 301,44 \text{ ton} \end{aligned}$$

### 3. Kapasitas daya dukung selimut tiang

$$\begin{aligned} Q_s &= 0,2 \cdot N\text{-SPT} \cdot A_s \\ &= 0,2 \times 54,57 (\pi \cdot D \cdot L) \times \\ &= 0,2 \times 54,57 \times (3,14 \times 0,4 \times 12) \\ &= 164,496 \text{ ton} \end{aligned}$$

### 4. Kapasitas dukung ultimit tiang

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_p + Q_s \\ &= 465,936 \text{ ton} \end{aligned}$$

### 5. Kapasitas dukung ijin tiang

$$\begin{aligned} Q_{ijin} &= \left( \frac{Q_u}{S_f} \right) - W_p \\ &= \left( \frac{465,936}{3} \right) - 1/4 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot 8D \cdot L \\ &= \left( \frac{465,936}{3} \right) - 1/4 \cdot 3,14 \cdot 0,4^2 \cdot 3,2 \cdot 12 \\ &= 150,489 \text{ ton} \end{aligned}$$

### 6. Jumlah tiang

$$\begin{aligned} n &= \left( \frac{p}{Q_{ijin}} \right) \\ &= \left( \frac{405,164}{150,489} \right) \\ &= 2,692 \\ &= 3 \text{ buah} \end{aligned}$$

### 7. Efisiensi kelompok tiang

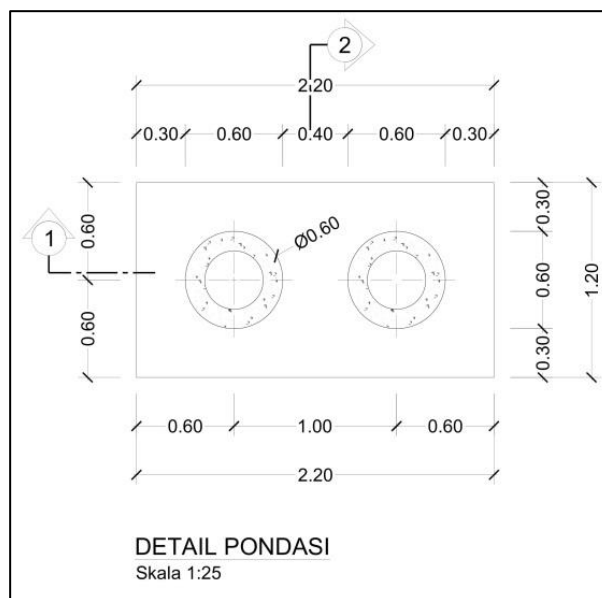
$$\begin{aligned} E_g &= 1 - \Theta \frac{(n'-1) \cdot m + (m-1) \cdot n'}{90 mn'} \\ &= 1 - \text{arc tg} \frac{(2-1) \cdot 3 + (2-1) \cdot 2}{90 \cdot 2 \cdot 2} \\ &= 0,986 \end{aligned}$$

### 8. Kapasitas dukung kelompok tiang

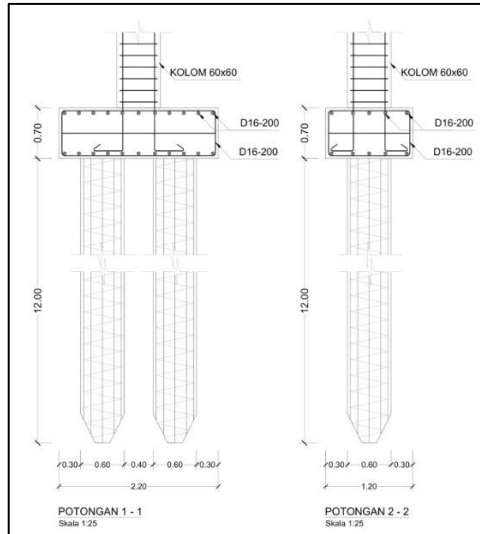
$$\begin{aligned} Q_g &= n \times Q_{ijin} \times E_g \\ &= 445,146 \text{ ton} = 4365,11 \text{ KN} \end{aligned}$$

### b) Ukuran rencana Fondasi tiang pancang kelompok

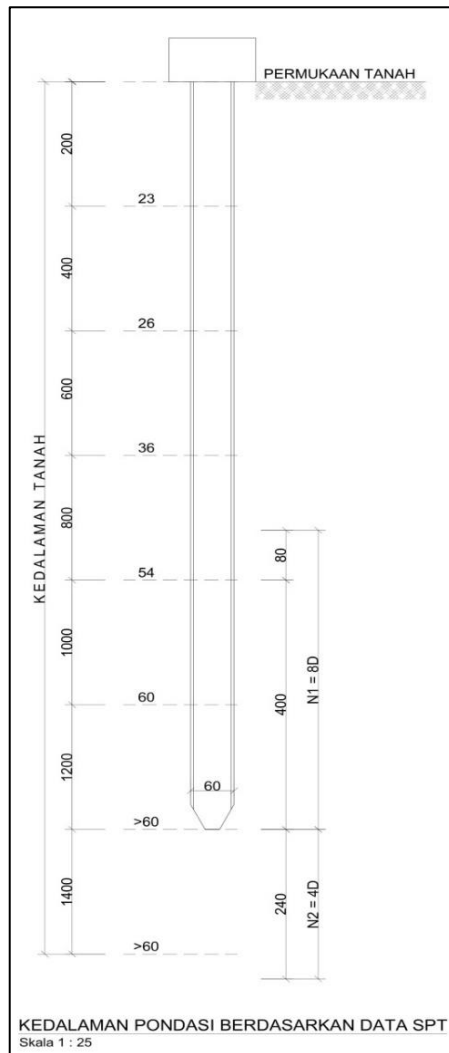
- Jenis tiang pancang : Beton  
Bentuk tiang pancang : Lingkaran  
Diameter tiang pancang : 60 cm  
Panjang tiang pancang : 12 m  
Beban Bangunan : 405,164 ton = 3973,3 KN



Gambar 4. 9 Detail Fondasi Diameter 60



**Gambar 4. 10 Potongan Fondasi Diameter 60**



**Gambar 4. 11 Fondasi Menurut SPT Diameter 60**

### 1. Daya dukung ijin tiang ( $Q_p$ )

$$\text{Luas } A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2 = 0,283 \text{ m}^2$$

### 2. Menghitung N-SPT disekitar dasar tiang

$$N_1 (8D) = 4,8\text{m}$$

$$N_2 (4D) = 2,4\text{m}$$

$$N_b = \left( \frac{(0,8 \times 54) + (4 \times 60) + (2,4 \times 60)}{7,2} \right) = 59,33$$

$$Q_p = 40 \times N_b \times A_p = 670,70 \text{ ton}$$

### 3. Kapasitas dukung selimut tiang

$$\begin{aligned} Q_s &= 0,2 \cdot N\text{-SPT} \cdot A_s \\ &= 0,2 \times 54,57 \times (\pi \cdot D \cdot L) \\ &= 0,2 \times 54,57 \times (3,14 \times 0,6 \times 12) \\ &= 246,744 \text{ ton} \end{aligned}$$

### 4. Kapasitas dukung ultimit tiang

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_p + Q_s \\ &= 917,448 \text{ ton} \end{aligned}$$

### 5. Kapasitas dukung ijin tiang

$$\begin{aligned} Q_{ijin} &= \left( \frac{Q_u}{S_f} \right) - W_p \\ &= \left( \frac{917,448}{3} \right) - 1/4 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot 8D \cdot L \\ &= \left( \frac{917,448}{3} \right) - 1/4 \cdot 3,14 \cdot 0,6^2 \cdot 4,8 \cdot 12 \\ &= 289,538 \text{ ton} \end{aligned}$$

### 6. Jumlah tiang

$$\begin{aligned} n &= \left( \frac{p}{Q_{ijin}} \right) \\ &= \left( \frac{405,164}{289,538} \right) \\ &= 1,399 \\ &= 2 \text{ buah} \end{aligned}$$

### 7. Efisiensi kelompok tiang

$$E_g = 1 - \Theta \frac{(n'-1) \cdot m + (m-1) \cdot n'}{90 mn'}$$
$$= 1 - \text{arc tg} \frac{(2-1) \cdot 1 + (1-1) \cdot 2}{90 \cdot 1 \cdot 2}$$
$$= 0,7$$

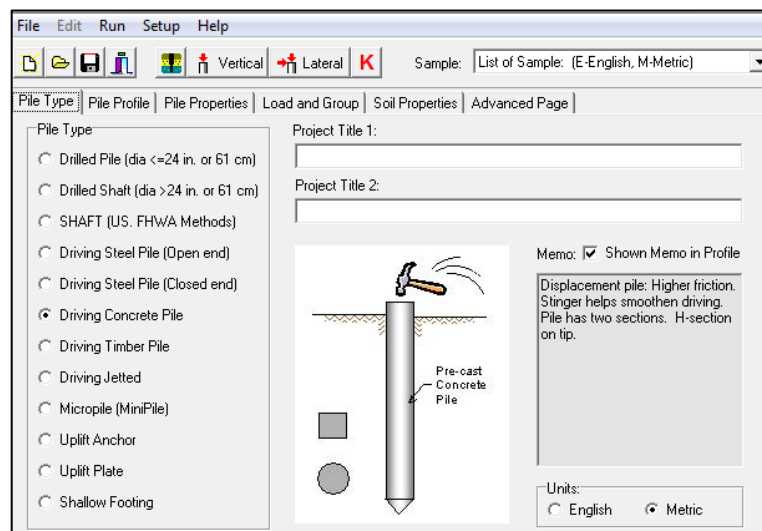
### 8. Kapasitas dukung kelompok tiang

$$Q_g = n \times Q_{ijin} \times E_g$$
$$= 405,354 \text{ ton} = 3974,90 \text{ kN}$$

## 4.3 Software Allpile

### a. Pilih tipe tiang

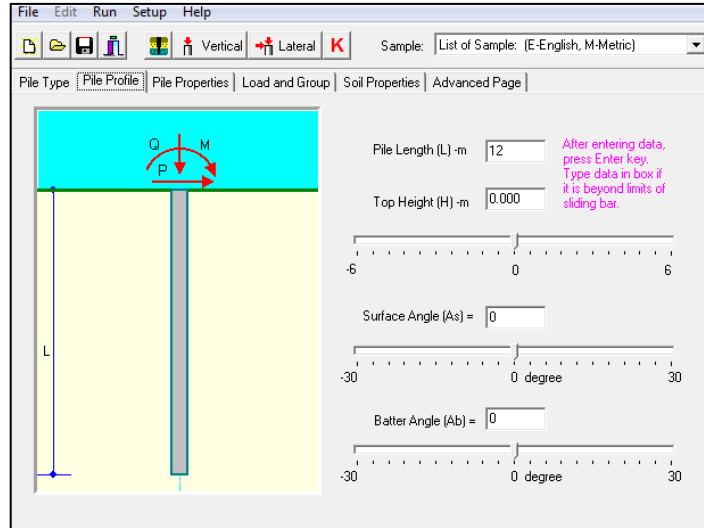
Langkah pertama adalah memilih Pile Type. Pile yang di pilih oleh penulis adalah Driving Concrete Pile dan satuanya menggunakan Metric.



Gambar 4. 12 Pile Type

## b. Pile Profile

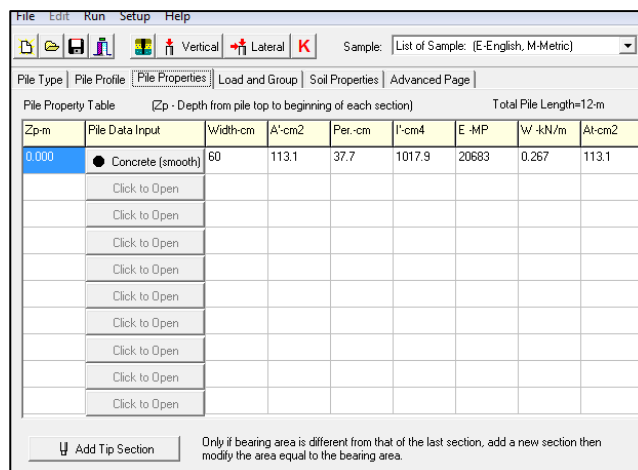
Adalah untuk mengisi data Fondasi Tiang. Isikan ukuran panjang Pile pada Pile Length 12m.



**Gambar 4. 13 Pile Profile**

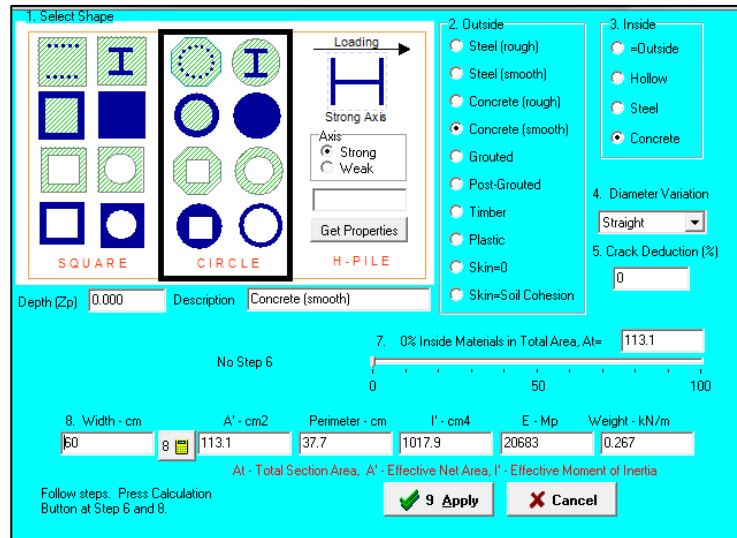
## c. Pile Properties

Adalah untuk mengisi ukuran Fondasi tiang, di sini penulis mengisi pile yg di gunakan, apabila klik bagian pile data input maka jendela pile section akan terbuka.



**Gambar 4. 14 Pile Properties**



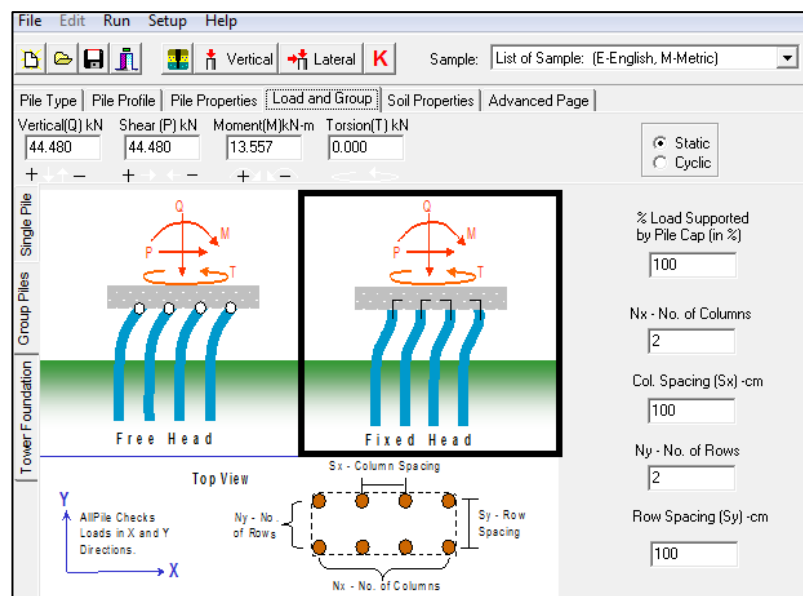


**Gambar 4. 15 Pile Section Screen**

Di jendela pile section, pilih shape circle, disini penulis merencanakan menggunakan concrete dan pilih outside = concrete, inside = concrete dan width = 60 cm.

#### **d. Load And Group**

Adalah untuk mengisi pembebanan yang di pakai . pembebanan dapat dipilih untuk single pile atau group pile. Karena penelitian ini menggunakan group pile maka pilih group pile.



**Gambar 4. 16 Load And Group**

### e. Soil Properties

Adalah bagian yang penting untuk mengisi data tanah sesuai hasil penyelidikan tanah yang telah dilakukan, termasuk muka air tanah.

Zg-m	Soil Data Input	G-kN/m3	Phi	C-kN/m2	k-MN/m3	e50 or Dr	Nspt	Type
0	Stiff Clay	20.9	0.0	135.9	260.6	0.53	23	2
4	Stiff Clay [w]	21.1	0.0	155.6	310.1	0.49	26	2
6	Stiff Clay [w]	21.7	0.0	213.7	458.4	0.40	36	2
8	Stiff Clay [w]	22.0	0.0	321.4	714.9	0.31	54	2
10	Stiff Clay [w]	22.0	0.0	359.1	788.8	0.29	60	2
12	Stiff Clay [w]	22.0	0.0	359.1	788.8	0.29	60	2
14	Stiff Clay [w]	22.0	0.0	359.1	788.8	0.29	60	2
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							

Gambar 4. 17 Soil And Group

Di jendela soil data input untuk mengisi data SPT atau CPT, disini isi sesuai data tanah SPT yang digunakan.

1. Soil Type:  Soft Clay  Stiff Clay  Silt (Phi + C)  Sand/Gravel  Weak Rock  User Defined p-y

Above Water Table Static Loading Depth [Zg] 0 Description Soft Clay

2. Input N1\* V. Soft | Soft | Medium | Stiff | Very Stiff | Hard  
 N1 (spt)=23  
 CPT=133.5 kg/cm2  
 G=133.3 lb/ft3

3. Adjust Values below:  
 Friction=0.0  
 C=2.88 kip/ft2  
 K=976.5 lb/in3  
 e50=0.53%

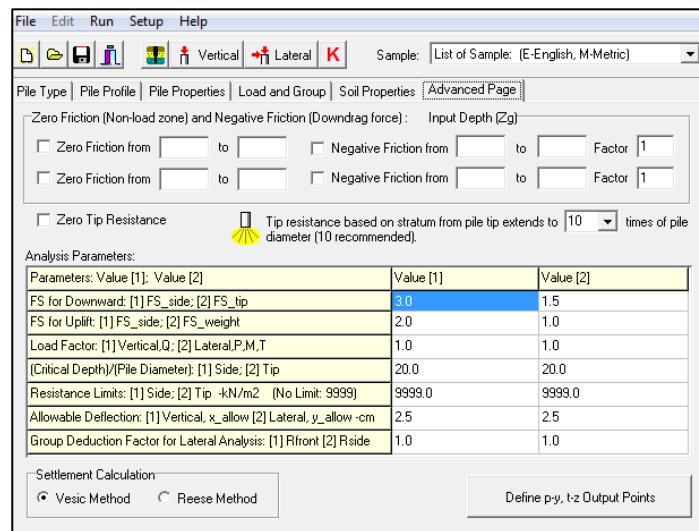
\*N1 is corrected SPT, which does not apply for Rock. CPT is for reference only.  
 This Screen is Copyright© protected by CivilTech Software

4. Apply Cancel

Gambar 4. 18 Soil Parameter Screen

### f. Advanced Page

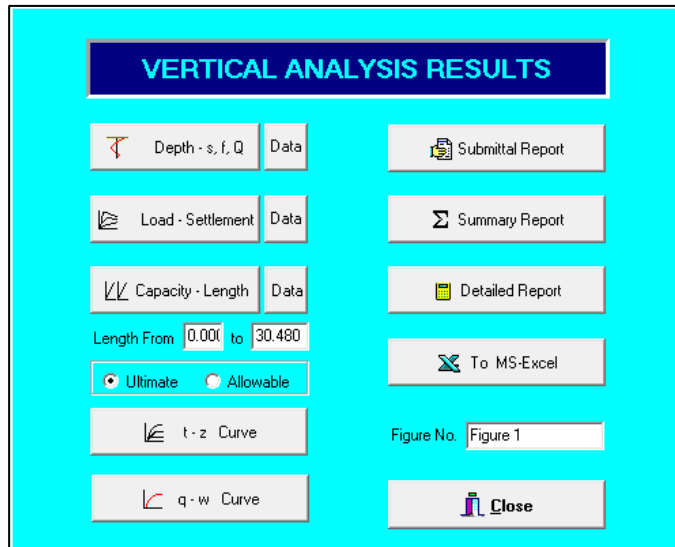
Adalah untuk dapat memasukan kondisi zero skin friction atau zero tip resistance tergantung kondisi pile yang di desain. Bagian ini juga berisikan Safety Factor yang digunakan.



Gambar 4. 19 Advanced Page

### g. Run Analysis

Setelah semua di input maka langkah selanjutnya run analysis, karena penelitian ini hanya meneliti gaya vertical maka pilih vertical analysis dan pilih detailed report untuk hasil lebih detailnya.



**Gambar 4. 20 Run Analysis**

1. Klik Detailed report akan muncul hasil perhitungan :

PILE PROFILL : LINGKARAN

Pile length : 12 m  
 Top height : 0  
 Slope angle : 0  
 Batter angle : 0

GROUP PILE : 3 BUAH

Group configuration

Average pile diameter: 40 cm  
 Sx : 45 cm  
 Sy : 45 cm  
 Nx : 2  
 Ny : 2

RESULTS :

Total ultimate capacity (down) = 4545,94 KN  
 Total ultimate capacity (Up) = 4586,75 KN  
 Total allowable capacity (down) = 11302,77 KN  
 Total allowable capacity (up) = 9070,62 KN  
 OK!  $Q_{allow} > Q$

2. Klik Detailed report akan muncul hasil perhitungan :

PILE PROFILL : LINGKARAN

Pile length : 12 m

Top height : 0  
 Slope angle : 0  
 Batter angle : 0  
 GROUP PILE : 2 BUAH  
 Group configuration  
 Average pile diameter: 60 cm  
 Sx : 100 cm  
 Sy : 100 cm  
 Nx : 2  
 Ny : 2

**RESULTS :**

Total ultimate capacity (down) = 4129,12 KN  
 Total ultimate capacity (Up) = 3992,16 KN  
 Total allowable capacity (down) = 1828,68 KN  
 Total allowable capacity (up) = 2000,72 KN  
 OK!  $Q_{allow} > Q$

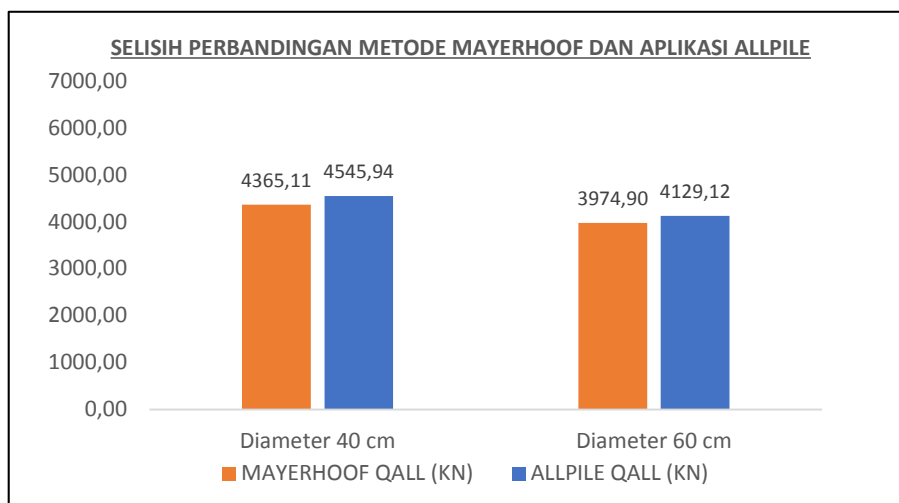
**4.4 Hasil perhitungan Fondasi tiang pancang kelompok**

**Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Fondasi Tiang Pancang**

NO	BENTUK TIANG	DIAMETER TIANG	JUMLAH TIANG	MAYERHOOF QALL (kN)	ALLPILE QALL (kN)
1	Lingkaran/Circle	40 cm	3 Buah	4365,11	4545,94
2	Lingkaran/Circle	60 cm	2 Buah	3974,90	4129,12

Tabel diatas menunjukkan perhitungan yang telah dianalisis menggunakan perhitungan mayerhoff dan menggunakan Allpile . Sesuai hasil diatas menggunakan Metode Mayerhoff Tiang pancang dengan Ø40 didapatkan  $Q_u = 4365.11\text{kN}$ , Ø60 didapatkan  $Q_u = 3974.90\text{ kN}$ .

Hasil dari perhitungan dengan metode mayerhoff dan aplikasi allpile yang telah di jelaskan pada table di atas selanjutnya akan di jelaskan dalam bentuk grafik perbandingan daya dukung tiang pancang.



**Gambar 4. 21 Grafik Perbandingan Fondasi Tiang Pancang Kelompok**

Gambar diatas menunjukkan perhitungan yang telah dianalisis menggunakan perhitungan mayerhoff dan menggunakan Allpile . Sesuai hasil diatas menggunakan Metode Mayerhoff Tiang pancang dengan Ø40 didapatkan  $Q_u = 4365,11$  kN, dan dengan analisis menggunakan aplikasi Allpile didapatkan  $Q_u = 4545,94$  kN. Sehingga didapatkan selisih dari kedua metode tersebut didapatkan sebesar 4%

Gambar diatas menunjukkan perhitungan yang telah dianalisis menggunakan perhitungan mayerhoff dan menggunakan Allpile . Sesuai hasil diatas menggunakan Metode Mayerhoff Tiang pancang dengan Ø60 didapatkan  $Q_u = 3974,90$  kN, dan dengan analisis menggunakan aplikasi Allpile didapatkan  $Q_u = 4129,12$  kN. Sehingga didapatkan selisih dari kedua metode tersebut didapatkan sebesar 3,7%

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Hasil analisis fondasi untuk struktur bangunan gedung pesantren yang berlokasi di Semarang dengan gaya vertikal sebesar 3973,3 kN di dapat perencanaan fondasi sebagai berikut :

- a. Jika menggunakan fondasi tiang pancang kelompok dengan Ø40 tiang yang digunakan sebanyak 3 buah dengan kapasitas daya dukung sebesar 4365,11 kN berdasarkan metode Meyerhoof dan 4545,94 kN berdasarkan analisis aplikasi Allpile.
- b. Jika menggunakan fondasi tiang pancang kelompok dengan Ø60 tiang yang di gunakan sebanyak 2 buah dengan dengan kapasitas daya dukung sebesar 3974,90 kN berdasarkan metode Mayerhoof dan 4129,12 kN berdasarkan analisis aplikasi Allpile.
- c. Hasil kapasitas daya dukung Fondasi tiang pancang kelompok Ø40 dengan metode Mayerhoff dan Aplikasi Allpile mempunyai perbedaan sebesar 4%.
- d. Hasil kapasitas daya dukung Fondasi tiang pancang kelompok Ø60 dengan metode Mayerhoff dan Aplikasi Allpile mempunyai perbedaan sebesar 3,7%.

#### **5.2 Saran**

Saran yang dapat penulis berikan agar memperoleh hasil yang lebih baik dalam merencanakan Fondasi tiang pancang kelompok sebagai berikut

- a. Peneliti hanya menghitung Fondasi daya dukung tanpa beban gempa, sebaiknya semua beban dihitung
- b. Peneliti hanya menggunakan 2 metode yaitu metode Mayerhoff dan untuk perbandingan hasil hitung menggunakan Aplikasi Allpile.
- c. Membandingkan hasil analisis Fondasi tiang pancang kelompok berdasarkan data sondir dan lab.

## DAFTAR PUSTAKA

[http://repository.ump.ac.id/2163/3/BAB%20II\\_VICKY%20ARDIANTO\\_TS%2717.pdf](http://repository.ump.ac.id/2163/3/BAB%20II_VICKY%20ARDIANTO_TS%2717.pdf)

- Bowles, J. E., 1997, *Foundation Analysis and Design*, Fifth Edition, Washinton D.C:
- Hardiyatmo, H.C., 1992. *Mekanika Tanah 1*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 1994. *Mekanika Tanah 2*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2010, *Mekanika Tanah 1*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2010, *Mekanika Tanah 2*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Paulus, P.R, 2016, *Manual Fondasi Tiang*, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.
- Sardjono, H. S., 1988, *Fondasi Tiang Pancang, Jilid 1*, Surabaya: Sinar Jaya Wijaya
- Siregar, Chandra Afriade. (2017). *Mekanika Tanah I*. Bandung: Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana – YPKP.
- Siregar, Chandra Afriade. (2017). *Mekanika Tanah II*. Bandung: Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana – YPKP.
- Siregar, Chandra Afriade. (2017). *Rekayasa Fondasi I*. Bandung: Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana – YPKP.
- Siregar, Chandra Afriade. (2017). *Rekayasa Fondasi II*. Bandung: Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana – YPKP.