

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah di lapangan dibutuhkan untuk data perancangan pondasi bangunan-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 uji (*test-pit*), pengeboran, dan uji secara langsung di lapangan (*in-situ test*). Dari data yang diperoleh, kita dapat mengetahui sifat-sifat teknis tanah dan kemampuan daya dukung tanah pada lokasi yang bersangkutan. Data-data teknis tanah ini selanjutnya digunakan untuk menghitung perencanaan kekuatan pondasi.

Untuk identifikasi serta penentuan sifat-sifat teknis tanah, dibutuhkan contoh tanah yang mewakili. Dari sini, kemudian ditentukan nilai-nilai kuat geser, batas-batas atterberg, berat volume, kandungan karbonat, dan kandungan material organik. Untuk itu contoh tanah yang dibutuhkan adalah contoh tanah yang tak terganggu (*undisturbed sample*).

Jenis-jenis tanah tertentu sangat mudah sekali terganggu oleh pengaruh pengambilan contohnya di dalam tanah. Untuk menanggulangi hal tersebut, sering dilakukan beberapa pengujian di lapangan secara langsung. Pengujian-pengujian tersebut antara lain:

1. Uji penetrasi standar atau uji SPT (*Standard Penetration Test*)

2. Uji penetrasi kerucut statis atau uji sondir (*Static cone penetration test*)
3. Uji beban pelat (*plate load test*)
4. Uji geser kipas atau geser baling-baling (*vane shear test*)
5. Uji pressuremeter dan lain-lain

Perlu diperhatikan bahwa hasil-hasil uji geser kipas dan uji penetrasi (sondir), hanya memberikan informasi kuat geser (kekuatan) atau kepadatan tanah saja. Oleh karena itu, pengujian-pengujian tersebut akan lebih baik jika dijadikan sebagai pelengkap data hasil penyelidikan.

Kedalaman muka air tanah juga harus diperiksa dengan teliti, terutama untuk galian pondasi yang luas dan dalam. Kesalahan data muka air tanah dapat mempersulit pelaksanaan pembangunan fondasi, dan dapat mengakibatkan kesalahan analisis stabilitasnya.

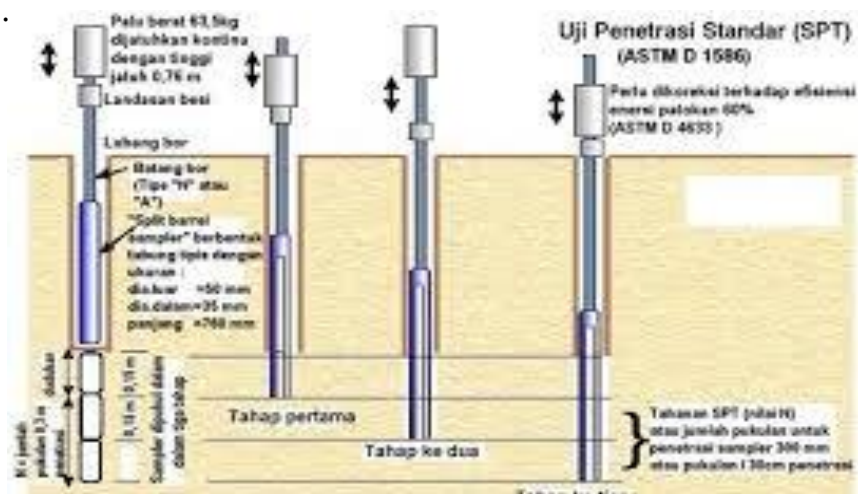
2. Standard Penetration Test (SPT)

Standar penetration test atau lebih sering dikenal sebagai SPT merupakan suatu cara yang dilakukan di lapangan atau lokasi pekerjaan yang bertujuan untuk mengetahui atau mendapatkan daya dukung tanah secara langsung di proyek.

Selain itu test ini juga bertujuan untuk mengetahui baik perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh tanah dengan teknik penumbukan. Uji SPT ini merupakan percobaan dinamis yang dilakukan dalam suatu lubang bor dengan memasukkan tabung sampel yang berdiameter dalam 35mm sedalam 305 mm dengan menggunakan masa pendorong (palu) seberat 63,5kg yang jatuh bebas dari ketinggian 760mm. Banyaknya pukulan palu tersebut untuk

memasukkan tabung smapel sedalam 305 dinyatakan sebagai nilai N. Pelaksanaan dilakukan dalam tiga tahap yang mana tahap pertama merupakan dudukan sementara Jumlah pukulan untuk memasukkan tahap kedua dan ketiga dijumlahkan untuk memperoleh nilai pukulan N atau perlawanan SPT dinyatakan dalam pukulan per 30 cm.

Uji Penetrasi Standar (SPT) adalah salah satu metode penyelidikan tanah yang merupakan suatu uji penetrasi dinamik, dipakai untuk menilai kerapatan relatif di lapangan pada suatu deposit pasir. Pelaksanaannya adalah dengan menggunakan suatu tabung pengambil contoh yang memiliki diameter luar sebesar 50 mm, diameter dalam 35 mm dan panjang 650 mm yang disambung pada ujung batang bor. Tabung tersebut dipancangkan ke dalam lapisan pasir pada dasar lubang bor yang telah diberi sekat penahan, dengan bantuan sebuah martil seberat 63,5 kg yang dijatuhkan dengan bebas dari ketinggian 750 mm ke arah puncak batang bor. dicatat jumlah pukulan untuk memasukkan penetrasi setiap 15 cm (Nvalue).



Gambar 2.1. Skema Uji Standart Penetration Test (SPT)

Alat ini sudah populer penggunaanya di dunia karena sederhana, praktis, cepat dan dapat mengetahui jenis tanah secara langsung. Alat ini perlu distandarisasi karena hasil yang didapat berupa nilai N (jumlah pukulan) sangat bergantung pada tipe alat yang digunakan.

Adapun faktor penyebab SPT perlu distandarisasi yakni:

- a. Dengan menggunakan hammer yang berbeda ternyata mentransfer energi yang berbeda juga,
- b. Dengan tipe panjang tabung (rod) yang berbeda akan menyebabkan pengaruh energi yang ditransfer juga berbeda,
- c. Dengan tinggi jatuh yang berbeda, akan mempengaruhi besarnya energi hammer yang berbeda yang ditransfer ke batang,
- d. Tali yang telah lapuk dapat mengurangi kelancaran terjadinya tinggi jatuh bebas,
- e. Penggunaan tali hammer yang berbeda dapat mempengaruhi perlawanan SPT.

Dalam kasus-kasus yang umum, uji SPT dilakukan setiap penetrasi bor 1,5 – 2m atau paling sedikit pada tiap – tiap pergantian jenis lapisan tanah di sepanjang kedalaman lubang bornya. Uji SPT dapat dihentikan jika jumlah pukulan melebihi 50kali sebelum penetrasi 30 cm tercapai, namun nilai penetrasinya tetap dicatat, jika uji SPT dilakukan dibawah muka air tanah, maka harus dilakukan dengan hati – hati, karena air tanah yang masuk kedalam tabung cenderung melonggarkan pasir akibat tekanan rembesan ke atas. Dalam kejadian ini, untuk menyamakan kedudukan muka air tanah yang sama antara didalam

dan diluar lubang bor (agar tekanan rembesan kecil), maka didalam lubang bisa dimasuki air.

Untuk tanah berbatu, tabung belah standar yang terbuka digunakan berbentuk tertutup dan meruncing 30° pada ujungnya. Telah dilaporkan bahwa pada umumnya nilai N yang diperoleh oleh kedua tipe alat ini mendekati sama, untuk jenis tanah dan perapatan relatif tanah yang sama.

Dalam prakteknya, terdapat 3 tipe pemukulan untuk uji SPT, yaitu :

1. Pemukulan Donat (*Donut Hammer*)
2. Pemukulan Aman (*Safety Hammer*)
3. Pemukulan Otomatis (*Automatic Hammer*)

Hasil uji SPT ini sangat bergantung pada alat yang digunakan dan operator pelaksana uji. Faktor yang terpenting adalah efisiensi tenaga dari sistem yang digunakan. Secara teoritis tenaga sistem jatuh bebas dengan massa dan tinggi jatuh tertentu adalah 48 kg/m, tetapi besar tenaga sebenarnya lebih kecil karena pengaruh gesekan dan eksetrisitas, yang nilainya tergantung pada tipe pemukulnya.

Pada tanah pasir halus dan pasir kelanauan pada saat penetrasi tabung belah SPT akan timbul tegangan air pori yang cukup besar. Hal ini dapat berakibat nilai N yang diperoleh lebih tinggi dari seharusnya.

Karena adanya peningkatan nilai N-SPT dengan meningkatnya tegangan overburden efektif, faktor koreksi tegangan overburden harus digunakan.

Faktor koreksi lainnya yang dibutuhkan untuk perhitungan $(N_1)_{60}$ adalah tabel koreksi nilai SPT yang dimodifikasi dari Skempton (1986) dan disempurnakan kembali oleh Robertson dan Wride (1988).

3. Cara Pelaporan Hasil Uji Sondir

Cara pelaporan hasil uji sondir biasanya dilakukan dengan menggambarkan variasi tahanan ujung (q_c) dengan gesekan selimut (f_s) terhadap kedalamannya. Bila hasil sondir diperlukan untuk mendapatkan daya dukung tiang, maka diperlukan harga komulatif gesekan (jumlah hambatan lekat), yaitu dengan menjumlahkan harga gesekan selimut terhadap kedalaman, sehingga pada kedalaman yang ditinjau dapat diperoleh gesekan total yang dapat digunakan untuk menghitung gesekan pada kulit tiang.

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

4. Pondasi Tiang Pancang

Pondasi tiang (pile foundation), digunakan bila tanah pondasi pada kedalaman yang normal tidak mampu mendukung beban struktur atas dan tanah kerasnya terletak pada kedalaman yang sangat dalam. Sehingga untuk mendistribusikan beban tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan gesekan antara tiang dan tanah (tiang pancang apung) maupun dengan tahanan ujung dari

tiang itu. sehingga distribusi beban pada tiang pancang merupakan kombinasi dari tahanan samping dan tahananujung.

Pada perencanaan pondasi, pemilihan jenis pondasi tiang pancang untuk berbagai jenis keadaan tergantung pada banyak variabel. Faktor - faktor yang perlu dipertimbangkan di dalam pemilihan tiang pancang antara lain tipe dari tanah dasar yang meliputi jenis tanah dasar dan ciri - ciri topografinya, alasan teknis pada waktu pelaksanaan pemancangan dan jenis bangunan yang akan dibangun. Pondasi tiang dapat digolongkan berdasarkan material yang digunakan dan berdasarkan cara penyaluran beban yang diterima tiang ke dalam tanah.

5. Tiang Pancang Kelompok (*Pile Group*)

Pada keadaan sebenarnya jarang sekali didapatkan tiang pancang yang berdiri sendiri (*Single Pile*), akan tetapi kita sering mendapatkan pondasi tiang pancang dalam bentuk kelompok (*Pile Group*) seperti dalam Gambar II.26.

Untuk mempersatukan tiang-tiang pancang tersebut dalam satu kelompok tiang biasanya di atas tiang tersebut diberi poer (*footing*). Dalam perhitungan poer dianggap/dibuat kaku sempurna, sehingga :

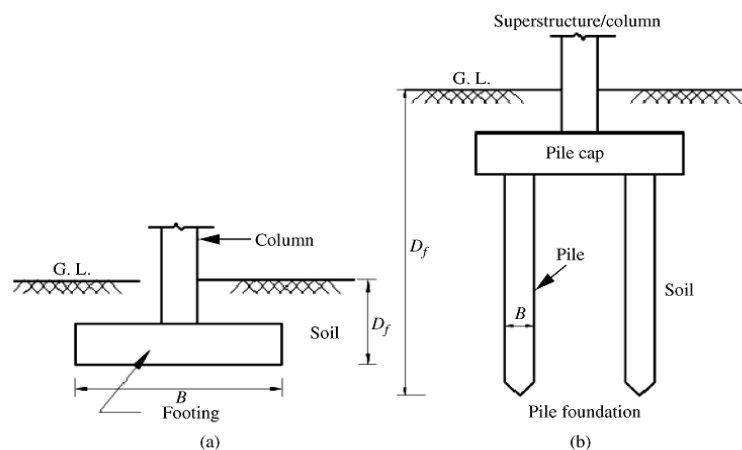
1. Bila beban-beban yang bekerja pada kelompok tiang tersebut menimbulkan penurunan, maka setelah penurunan bidang poer tetap merupakan bidang datar.
2. Gaya yang bekerja pada tiang berbanding lurus dengan penurunan tiang-tiang.



Gambar 2.2 Pola-pola pondasi kelompok tiang pancang

6. Macam-macam Pondasi

Pondasi bangunan biasanya dibedakan atas dua bagian yaitu pondasi dangkal (*shallow foundation*) dan pondasi dalam (*deep foundation*), tergantung dari letak tanah kerasnya dan perbandingan kedalaman dengan lebar pondasi. Pondasi dangkal kedalamannya kurang atau sama dengan lebar pondasi ($D \leq B$) dan dapat digunakan jika lapisan tanah kerasnya terletak dekat dengan permukaan tanah. Sedangkan pondasi dalam digunakan jika lapisan tanah keras berada jauh dari permukaan tanah.



Gambar 2.3. (a) Pondasi Dangkal (b) Pondasi Dalam

Pemilihan jenis pondasi yang tepat, perlu diperhatikan apakah pondasi tersebut sesuai dengan berbagai keadaan tanah :

Bila tanah pendukung pondasi terletak pada permukaan tanah atau 2-3 meter dibawah permukaan tanah, dalam kondisi ini menggunakan pondasi telapak.

- a. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 10 meter dibawah permukaan tanah, dalam kondisi ini menggunakan pondasi tiang apung.
- b. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman 20 meter dibawah permukaan tanah, maka pada kondisi ini apabila penurunannya diizinkan dapat menggunakan tiang geser dan apabila tidak boleh terjadi penurunannya biasanya menggunakan tiang pancang. Tetapi bila terdapat batu besar pada lapisan antara pemakaian kaison lebih menguntungkan.
- c. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 30 meter dibawah permukaan tanah dapat menggunakan kaison terbuka, tiang baja atau tiang yang dicor di tempat. Tetapi apabila tekanan atmosfer yang bekerja ternyata kurang dari 3 kg/cm^2 maka digunakan kaison tekanan.
- d. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 40 meter dibawah permukaan tanah, dalam kondisi ini maka menggunakan tiang baja dan tiang beton yang dicor ditempat.

1. Pondasi dangkal

Pondasi dangkal digunakan bila letak tanah kerasnya berada dekat dengan permukaan tanah, yang kedalaman pondasi kurang atau sama dengan lebar pondasi. Pondasi dangkal terdiri dari : Pondasi memanjang, pondasi telapak dan pondasi rakit.

a. Pondasi telapak

Pondasi yang berdiri sendiri dalam mendukung kolom atau pondasi yang mendukung bangunan secara langsung pada tanah bilamana terdapat lapisan tanah yang cukup tebal dengan kualitas baik yang mampu mendukung bangunan itu pada permukaan tanah atau sedikit dibawah permukaan tanah. Pondasi telapak memiliki beberapa jenis, diantaranya : pondasi telapak sebar, pondasi telapak bertingkat, pondasi telapak dengan kemiringan, pondasi telapak dengan dinding, dan pondasi telapak dengan kaki.

Pondasi telapak yang memikul beban sebuah kolom tunggal dinamakan pondasi telapak sebar, karena fungsinya adalah untuk menyebarkan beban kolom secara lateral kepada tanah, supaya intensitas tegangan diturunkan kesuatu nilai yang dapat dipikul oleh tanah dengan aman.

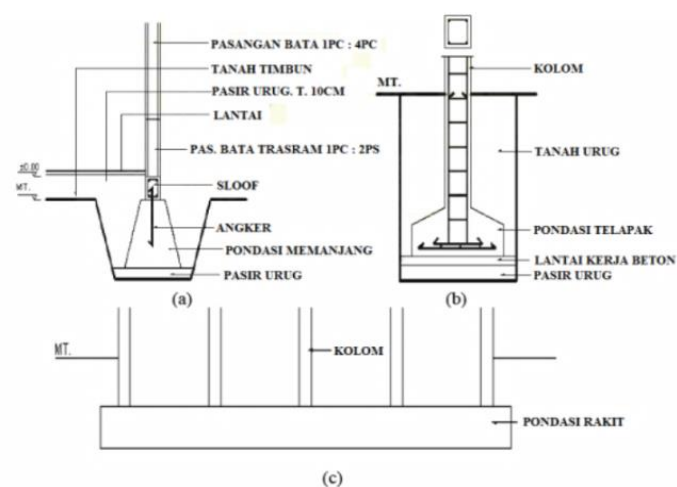
b. Pondasi memanjang

Pondasi memanjang adalah jenis pondasi yang digunakan untuk mendukung beban memanjang atau beban garis, baik untuk mendukung beban dinding atau beban kolom dimana penempatan kolom dalam jarak yang dekat dan fungsional kolom tidak terlalu mendukung beban berat sehingga pondasi tapak tidak terlalu dibutuhkan. Pondasi jalur/ pondasi memanjang biasanya dapat dibuat dalam bentuk memanjang dengan potongan persegi ataupun trapesium. Biasanya digunakan untuk pondasi dinding maupun kolom praktis.

Bahan untuk pondasi ini dapat menggunakan pasangan patu pecah, batu kali, cor beton tanpa tulangan dan dapat juga menggunakan pasangan batu bata dengan catatan tidak mendukung beban struktural (Bowles, 1988).

c. Pondasi rakit (*raft foundation*)

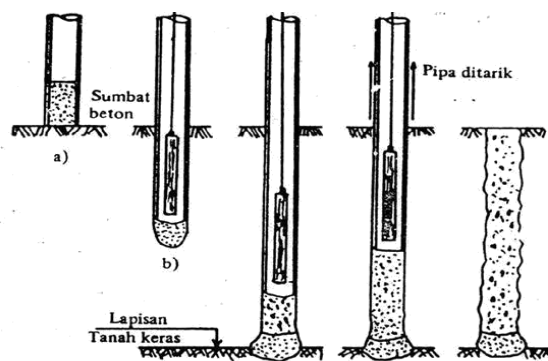
Pondasi rakit adalah pelat beton yang besar, yang digunakan untuk mengantarai permukaan (*interface*) dari satu atau lebih kolom didalam beberapa garis (lajur) dengan tanah dasar. Pondasi tersebut dapat meliputi seluruh atau hanya sebagian dari daerah pondasi. Pondasi rakit boleh digunakan dimana tanah dasar mempunyai daya dukung yang rendah dan atau beban kolom yang begitu besar, sehingga lebih dari 50 persen dari luas, ditutupi oleh pondasi telapak secara konvensional. Ada beberapa jenis pondasi rakit diantaranya : pondasi rakit pelat rata, pondasi rakit pelat yang ditebalkan dibawah kolom, pondasi rakit balok dan pelat, pondasi rakit pelat dengan kaki tiang, dan dinding ruangan bawah tanah sebagai bagian pondasi telapak.



Gambar 2.4. Pondasi Dangkal

2. Pondasi Dalam

Pondasi dalam adalah pondasi yang ditanam didalam tanah dengan kedalaman tertentu yang berfungsi meneruskan beban bangunan ke dasar tanah. Pondasi dalam biasanya dipasang pada kedalaman lebih dari 3 m di bawah elevasi permukaan tanah. Pondasi dalam dapat digunakan untuk mentransfer beban ke lapisan yang lebih dalam untuk mencapai kedalaman tertentu sampai didapat jenis tanah yang mendukung daya beban struktur bangunan sehingga jenis tanah yang tidak cocok di permukaan tidak mempengaruhi struktur bangunan.



Gambar 2.5. Pondasi dalam

Kegunaan dari pondasi tiang pancang ini meliputi beberapa hal, yaitu diantaranya adalah :

- Untuk membawa beban-beban konstruksi di atas permukaan tanah ke dalam tanah melalui lapisan tanah. Dalam hal ini, transfer gaya yang terjadi tidak hanya menyangkut beban gaya vertikal saja, namun juga meliputi gaya lateral.
- Untuk menahan gaya desakan ke atas yang sering kali menyebabkan terjadinya kegagalan guling, seperti untuk telapak ruangan bawah

tanah di bawah bidang batas air jenuh. Pondasi telapak dapat juga dipakai untuk menopang kaki-kaki menara terhadap kegagalan guling, dimana gaya momen yang dihasilkan dari beban horisontal (dalam hal ini beban angin) dapat ditahan oleh gaya friksi tanah terhadap permukaan pondasi tiang pancang.

- c. Dapat memampatkan endapan tak berkoheesi yang bebas lepas di dalam tanah dengan melalui kombinasi perpindahan isi tiang pancang dan getaran dorongan saat pemancangan. Dalam pelaksanaannya, pondasi tiang pancang tersebut dapat ditarik keluar kemudian.
- d. Mengontrol penurunan bila kaki-kaki yang tersebar atau telapak berada pada tanah tepi atau didasari oleh sebuah lapisan yang kemampatannya tinggi.
- e. Membuat tanah di bawah pondasi sebuah mesin menjadi kaku untuk mengontrol amplitudo getaran dan frekwensi alamiah dari sistem mesin tersebut bila dijalankan. Dalam hal ini, transfer beban dinamis akibat getaran (vibrasi) sebuah mesin dapat dilaksanakan dengan baik tanpa harus mengubah struktur tanah, dimana tanah menjadi kaku dan teredam dari vibrasi mesin.
- f. Sebagai faktor keamanan tambahan di bawah tumpuan jembatan dan tiang khususnya, jika erosi merupakan persoalan yang potensial. Dengan adanya pondasi tiang pancang, kegagalan gelincir yang dapat disebabkan oleh erosi dan beban horisontal akan dapat diatasi.

g. Dalam konstruksi yang didirikan pada lepas pantai, pondasi tiang pancang digunakan untuk meneruskan beban-beban yang terjadi di atas permukaan air pada struktur ke dalam air dan ke dalam dasar tanah yang mendasari air tersebut. Hal ini berlaku pada pondasi tiang pancang yang ditanamkan sebagian ke dalam tanah pada dasar air dan yang terpengaruh oleh beban vertikal dan tekuk serta beban lateral. Dengan demikian, dengan dipakainya pondasi tiang pancang pada suatu struktur pada lepas pantai, selain memanfaatkan daya dukung tanah seperti pondasi pada umumnya, juga memanfaatkan daya dukung air untuk menjaga kestabilan struktur. (Bowles, 1988).

7. Penggolongan Pondasi Tiang

Pondasi tiang dapat dibagi menjadi 3 kategori sebagai berikut:

1. Tiang Perpindahan Besar (*large displacement pile*).

Tiang perpindahan besar (*large displacement pile*), yaitu tiang pejal atau berlubang dengan ujung tertutup yang dipancang kedalam tanah sehingga terjadi perpindahan volume tanah yang relatif besar. Termasuk dalam tiang perpindahan besar adalah tiang kayu, tiang beton pejal, tiang beton prategang (pejal atau berlubang), tiang baja bulat (tertutup pada ujungnya).

2. Tiang Perpindahan Kecil (*small displacement pile*)

Tiang perpindahan kecil (*small displacement pile*), adalah sama seperti tiang kategori pertama hanya volume tanah yang dipindahkan saat pemancangan relatif kecil, contohnya: tiang beton berlubang dengan ujung

terbuka, tiang beton prategang dengan ujung terbuka, tiang baja H, tiang baja bulat ujung terbuka, tiang ulir.

3. Tiang Tanpa Perpindahan (*non displacement pile*)

Tiang tanpa perpindahan (*non displacement pile*), terdiri dari tiang yang dipasang di dalam tanah dengan cara mengali atau mengebor tanah. Termasuk dalam tiang tanpa perpindahan adalah *bore pile*, yaitu tiang beton yang pengecoran langsung di dalam lubang hasil pengeboran tanah (pipa baja diletakan di dalam lubang dan dicor beton) (H. C Hardiyatmo, 2002, dalam Priscilia, 2009)

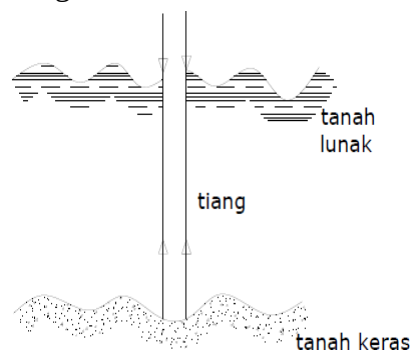
Pondasi dapat digolongkan berdasarkan kemungkinan besar beban yang harus dipikul oleh pondasi :

8. Berdasarkan cara penyaluran beban yang diterima tiang kedalam tanah

Berdasarkan cara penyaluran bebannya ke tanah, pondasi tiang dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu :

1. Pondasi tiang dengan tahanan ujung (*End BearingPile*)

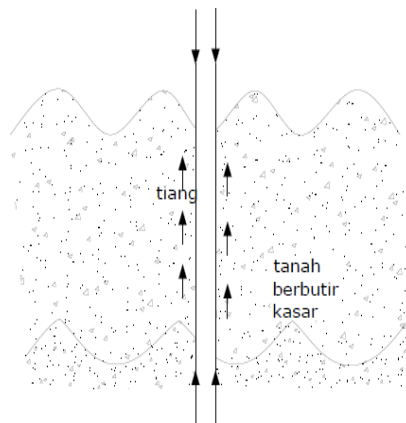
Tiang ini akan meneruskan beban melalui tahanan ujung tiang ke lapisan tanah pendukung.



Gambar 2.6. Pondasi tiang dengan tahanan ujung

2. Tiang pancang dengan tahanan gesekan (*FrictionPile*)

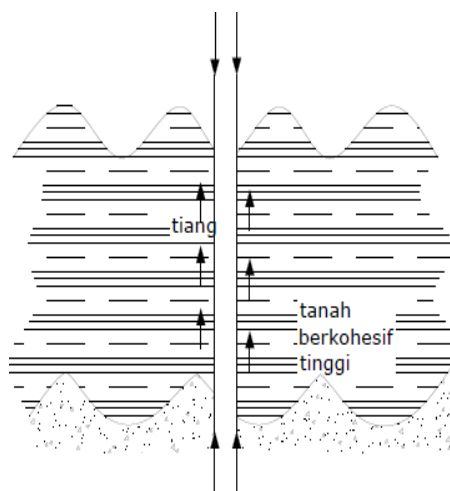
Jenis tiang pancang ini akan meneruskan beban ke tanah melalui gesekan antara tiang dengan tanah di sekelilingnya. Bila butiran tanah sangat halus tidak menyebabkan tanah di antara tiang - tiang menjadi padat, sedangkan bila butiran tanah kasar maka tanah di antara tiang akan semakin padat.



Gambar 2.7. Pondasi Tiang Dengan Tahanan Gesekan

3. Tiang pancang dengan tahanan lekatan (*AdhesivePile*)

Bila tiang dipancangkan pada dasar tanah pondasi yang memiliki nilai kohesi tinggi, maka beban yang diterima oleh tiang akan ditahan oleh lekatan antara tanah disekitar dan permukaan tiang



Gambar 2.8. Pondasi Tiang Dengan Tahanan Lekatan

9. Hitungan Kapasitas Dukung Tiang Pancang

Kapasitas Tiang adalah kapasitas dukung tiang dalam mendukung beban. Kapasitas tiang secara statis dengan menggunakan sifat-sifat teknis tanah dari teori mekanika tanah, dan kapasitas tiang secara dinamis dengan menganalisis kapasitas ultimit dari data pemancangan tiang. Hasil ini perlu di cek dengan pengujian tiang untuk menyakinkan hasilnya. Persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi adalah.

1. Faktor aman terhadap keruntuhan akibat terlampaunya kapasitas dukung harus dipenuhi.
2. Penurunan pondasi harus masih dalam batas-batas nilai yang ditoleransikan. Khusus untuk penurunan tak seragam harus tidak mengakibatkan kerusakan struktur.

10. Teori Vesic (1977)

Vesic (1977) mengusulkan suatu metoda untuk menghitung besar kapasitas daya dukung tiang berdasarkan teori “*expansion of cavities*”. Menurut teori ini, berdasarkan parameter tegangan efektif maka daya dukung dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut :

a. Menghitung nilai faktor daya dukung (N_c)

Besar harga N_c^* dapat ditentukan berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$N_c^* = \frac{4}{3} \ln (I_{rr} + 1) + \pi/2 + 1 \dots \dots \dots (2.1)$$

Untuk kondisi dimana tidak terjadi perubahan volume (misal pada pasir

padat atau lempung jenuh), maka $\Delta e = 0$, sehingga :

$$I_r = I_{rr}$$

Dengan :

I_{rr} = index pengurang kekakuan tanah

I_r = index kekakuan

Nilai I_r dapat dihitung berdasarkan pengujian konsolidasi dan triaxial di laboratorium. Sedangkan untuk penentuan awal dari nilai I_r dapat direkomendasikan penggunaan nilai seperti yang terlihat pada Tabel berikut ini :

Tabel 3.1 Rekomendasi nilai I_r (Vesic, 1977)

Soil tipe	I_r
Sand	70 – 150
<i>Silts and clays (drained condition)</i>	50 – 100
<i>Clays (undrained condition)</i>	100 – 200

b. Daya dukung ujung tiang

Daya dukung ujung tiang (Q_p) menurut Vesic (1977) dinyatakan oleh persamaan:

$$Q_p = A_p \times C_u \times Nc^* \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan :

A_p = Luas penampang ujung bawah tiang

C_u = Parameter kuat geser tanah

Nc^* = faktor daya dukung

c. Daya dukung gesek tiang

Daya dukung gesek tiang dinyatakan oleh persamaan :

$$Q_s = Nspt \times A_s \dots\dots\dots(2.3)$$

$$A_s = \pi \times D \times \Delta L$$

Dengan :

$$\begin{aligned} Q_s &= \text{Daya dukung gesek tiang (kN)} \\ \pi &= 3,14 \text{ (cm)} \\ D &= \text{Diameter pondasi } \textit{bored pile} \text{ (cm)} \\ \Delta L &= \text{Bentang kedalaman pondasi (m)} \end{aligned}$$

d. Daya dukung izin tiang

Kapasitas daya dukung izin tiang bor dinyatakan oleh persamaan :

$$Q_{all} = Q_p + Q_s \dots\dots\dots(2.4)$$

Dengan :

$$\begin{aligned} Q_{all} &= \text{Daya dukung izin (kN)} \\ Q_p &= \text{Daya dukung ujung tiang (kN)} \\ Q_s &= \text{Daya dukung gesek tiang (kN)} \end{aligned}$$

e. Kapasitas izin tiang pancang tunggal

$$Q_a = \frac{Q_{all}}{SF} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan :

$$\begin{aligned} Q_a &= \text{Kapasitas izin tiang pancang tunggal} \\ Q_{all} &= \text{Daya dukung izin (kN)} \\ SF &= \text{Safety faktor (2)} \end{aligned}$$

f. Kapasitas kelompok dan efisiensi tiang

Kapasitas ultimit kelompok tiang dengan memperlihatkan faktor efisiensi

tiang dinyatakan dengan rumus berikut :

$$Q_g = E_g \times n \times Q_a \dots\dots\dots(2.6)$$

Dengan :

$$\begin{aligned} Q_g &= \text{beban maksimum} \\ n &= \text{jumlah tiang dalam kelompok} \\ Q_a &= \text{beban maksimum tiang tunggal.} \end{aligned}$$

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n' - 1).m + (m - 1).n'}{90 . m . n'} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dengan :

Eg = Efisiensi kelompok tiang
 θ = arc tg d/s, dalam derajat
 m = Jumlah baris tiang
 n = Jumlah tiang dalam satu baris
 d = Diameter tiang
 s = Jarak pusat ke pusat tiang

g. Volume tiang pancang kelompok

$$V = \left(\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \right) \times L \times N \dots \dots \dots (2.8)$$

Dengan :

V = Volume tiang pancang
 Π = 3,14 (cm)
 D = Diameter tiang pancang
 L = Kedalaman tiang pancang
 N = Jumlah tiang pancang

11. Faktor Aman Tiang Pancang

Untuk memperoleh kapasitas ijin tiang pancang, maka kapasitas ultimit tiang dibagi dengan faktor aman tertentu. Fungsi faktor aman adalah:

- a. Untuk memberikan keamanan terhadap ketidak pastian dari nilai kuat geser dan kompresibilitas yang mewakili kondisi lapisan tanah
- b. Untuk menyakinkan bahwa penurunan tidak seragam diantara tiang-tiang masih dalam batas-batas toleransi
- c. Untuk meyakinkan bahwa bahan tiang cukup aman dalam mendukung beban yang bekerja
- d. Untuk meyakinkan bahwa penurunan total yang terjadi pada tiang tunggal atau kelompok tiang masih dalam batas-batas toleransi.

- e. Untuk mengantisipasi adanya ketidakpastian metode hitungan yang digunakan.

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

Variasi besarnya faktor aman yang telah banyak digunakan untuk perancangan tiang pancang:

Beberapa peneliti menyarankan faktor aman yang tidak sama untuk tahanan gesek dinding dan tahanan ujung. Kapasitas dinyatakan.

B. Landasan Teori

1. Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Berdasar Data Lapangan

Standar Penetrasi Test (SPT) adalah sejenis percobaan dinamis dengan memasukkan suatu alat yang dinamakan *split spoon* kedalam tanah.

Data tanah sangat diperlukan dalam merencanakan kapasitas daya dukung (*bearing capacity*) dari tiang sebelum pembangunan dimulai. Tahanan ujung ultimit tiang (Q_b). Sebagai berikut dalam buku analisa dan perancangan pondasi II (Hary Christady Hardiyatmo .2015)

2. Kapsitas Daya Dukung Tiang Dari Uji Penetrasi Standart (SPT)

Kapasitas nominal tiang pancang secara empiris dan bilai N hasil pengujian SPT menurut mayerhoff 1956.

(<https://www.scribd.com/doc/149655416/Pondasi-gunawan-xls>)

3. *Software ALLPILE*

Pondasi merupakan elemen penting dari sebuah bangunan. Untuk mempermudah proses perhitungan, maka dikembangkan berbagai macam software komputer. Yang perlu diingat adalah keberadaan semua software perancangan struktur hanyalah sebagai alat bantu seorang engineer dalam proses perhitungan. Hasil akhir dan eksekusinya mutlak diperlukan engineering judgement yang tepat dari engineer yang bersangkutan.

Salah satu *software* untuk merancang pondasi yaitu *ALLPILE*. Software ini dikembangkan oleh Civiltech Software Co.

Software ini relatif sederhana dan *user-friendly*. *Software* ini digunakan untuk desain pondasi , baik itu pancang maupun *bored-pile* walaupun tersedia juga untuk pondasi dangkal (*shallow Footing*). Software ini menggunakan metode penghitungan vesic.

(<https://www.4shared.com/web/q/#query=software+allpile>)

Adapun menu menu yang ditampilkan dalam *software ALLPILE*

a. *Pile Type*

Pada *pile type*, *software ALLPILE* menyediakan macam-macam tipe dari pondasi. Hal ini akan mempermudah kita dalam perhitungan karena bermacam-macam tinggal kita saja yang menyesuaikan sesuai kebutuhan.

Aapun tipe-tipe pondasi yang di tawarkan *ALLPILE* antara lain:

1. *Drilled pile* (dia $\leq$ 24in or 61 cm)

Pondasi ini jenis pondasi bor dengan diameter lebih kecil 61 cm.

2. *Drilled pile* (dia $\geq$ 24in or 61 cm)

Pondasi ini jenis pondasi bor dengan diameter lebih besar 61 cm.

3. *Driving steel pile* (open ended)

Pondasi ini jenis pondasi tiang pancang baja dengan ujung nya terbuka

4. *Driving steel pile* (open ended)

Pondasi ini jenis pondasi tiang pancang baja dengan ujung nya tertutup

5. *Driving concrete pile*

Pondasi ini jenis pondasi tiang pancang beton

b. *Pile profile*

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

c. *Pile properties*

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

d. *Load and group*

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

e. *Soil properties*

Berisikan data tanah tempat pondasi 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*.

f. Advanced page

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

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Pengumpulan Data

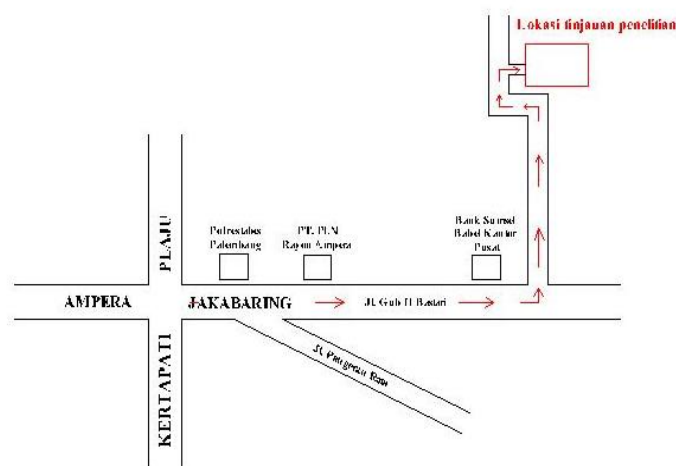
Sebelum ke tahap penelitian, penulis menulis bagan alir yang dimaksudkan sebagai langkah kerja secara sistematis guna mencapai tujuan penulis, selanjutnya di bagan alir dapat dilihat di gambar 3.4

1. Lokasi penelitian

Lokasi penelitian ialah pada proyek pembangunan Politeknik Parawisata Palembang.

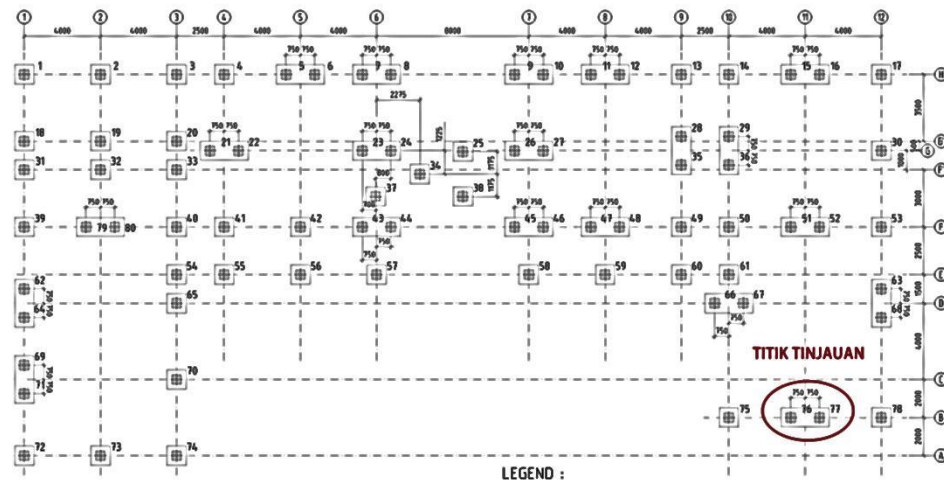
2. Lokasi proyek

Lokasi proyek berada di jalan Sapta Pesona No.10, Silaberanti, Seberang Ulu 1, Kota Palembang, Sumatera Selatan.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

3. Penelitian yang dilakukan yaitu menganalisa daya dukung pondasi tiang pancang tunggal pada titik **B11**



Gambar 3.2 Denah Titik Penelitian Pancang kelompok

4. Proses pengambilan data sekunder

Diperluksn waktu selama kurang lebih 1 (satu) minggu atau lebih 7hari dalam proses pengambilan data sekunder. Data sekunder yaitu data yang dapatkan dari PT. Nindya Karya (Persero).

5. Data yang didapatyaitu

- a. Data N-SPT (lihat lampiran)
- b. Gambarstrukturperencanaanpondasitiangpancang (lihat lampiran)

6. Data primer

Data primer adalah data yang diambil langsung dari objek penelitian, data ini dapat diperoleh dari media observasi dan didapat dalam tinjauan langsung ke lapangan

- a. Panjang tiang pancang pancang, titik no B12 :40m
- b. Diameter pondasi tiang pancang : Ø50cm.
- c. Mutu beton tiang pancang : K500
- d. Tiang Pancang berjenis : Spun pile dengan ujung terbuka.

7. Menganalisa data

- a. Menghitung daya dukung pondasi tiang pancang
- b. Menghitung dari hasil data yang ada, yaitu data N-SPT
- c. Mencoba menghitung variasi tiang pancang dengan dimensi, bentuk, serta kedalaman yang berbeda.

B. Alat

Pada penelitian ini, alat yang diperlukan untuk mempermudah penelitian kami hanya menggunakan :

1. Laptop / Komputer

Alat ini bersifat pokok, karena dengan alat ini lah kita dapat menjalankan aplikasi untuk menghitung daya dukung pondasi atau software *ALLPILE*.



Gambar 3.3 Laptop

2. Kalkulator

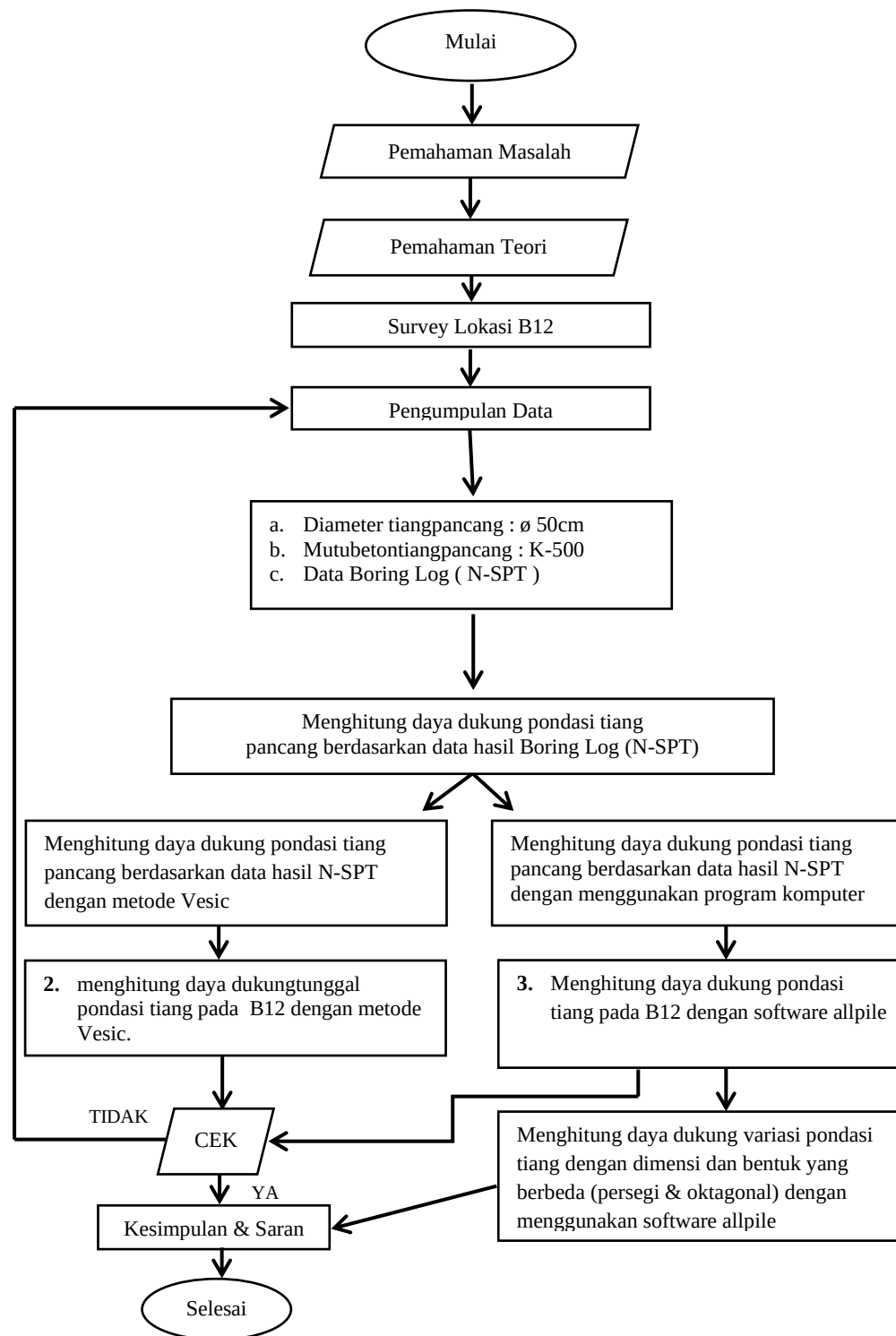
Alat ini juga tidak kalah pentingnya dengan komputer. Untuk menghitung dan mengecek ulang hitungan empiris dengan metode Vesic, kita dapat menggunakan kalkulator.



Gambar 3.3 Kalkulator

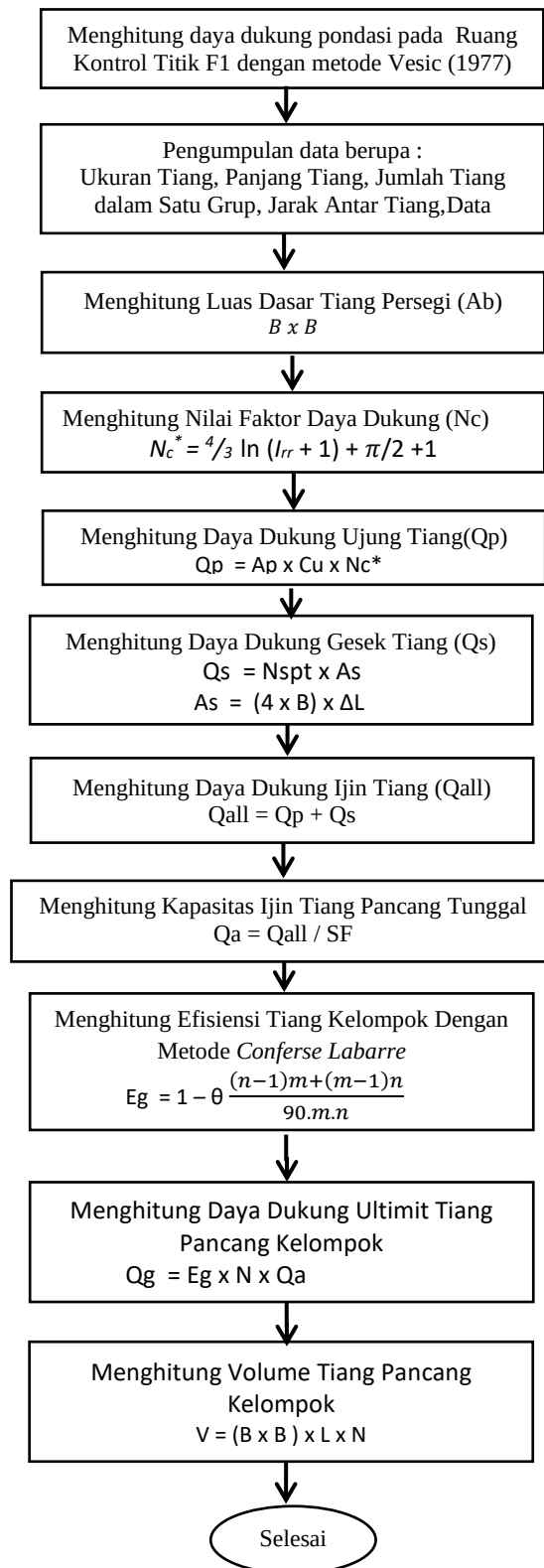
D. Cara Penelitian

1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.6 Bagan Alir Penelitian

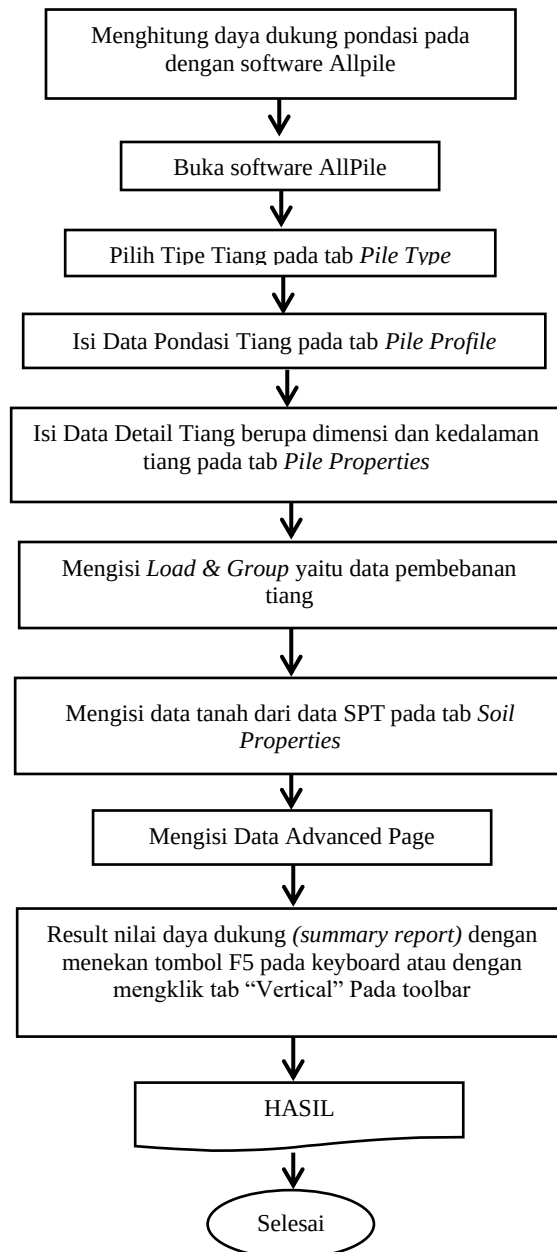
2. Bagan Alir Perhitungan DayaDukung Metode Vesic Empiris



Gambar 3.7 Bagan Alir Perhitungan Daya Dukung Menggunakan Metode Vesic

3. Bagan Alir Menghitung Daya Dukung Menggunakan Software

ALLPILE



Gambar 3.8 Bagan Alir Perhitungan Daya Dukung Menggunakan Software AllPile

E. Menghitung daya dukung pondasi tiang pancang pada B11, dengan metode vesic

$$\text{ukuran Tiang} = 0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$$

$$\text{Panjang tiang (p)} = 21 \text{ m}$$

$$\text{Luas (Ap)} = B \times B = 0,25 \text{ m}^2$$

1. Daya Dukung Ujung Tiang (Q_p)

a. Daya dukung ujung tiang (Q_p)

$$A_p = B \times B = 0,25 \text{ m}^2$$

2. Menghitung nilai faktor daya dukung (N_c)

Untuk mencari nilai daya dukung (N_c) menurut Vesic (1977)

Untuk tanah pasir lanauan $I_r = I_{rr} = 150$ diperoleh dari tabel.

Tabel 3.1 Rekomendasi nilai I_r (Vesic, 1977)

Soil tipe	I_r
Sand	70 – 150
Silts and clays (drained condition)	50 – 100
Clays (undrained condition)	100 – 200

$$\begin{aligned}
 N_c^* &= \frac{4}{3} \ln (I_{rr} + 1) + \pi/2 + 1 \\
 &= \frac{4}{3} \ln (150+1) + 3,14/2 + 1 \\
 &= 9
 \end{aligned}$$

3. Menghitung daya dukung ujung tiang (Q_p)

Untuk mencari nilai daya dukung ujung tiang (Q_p) menurut Vesic (1977)

Tabel 3.2 Terzaghi and Peck (1967)

Consistency	N	Cu (kN/m ²)
<i>Very Soft</i>	0-2	<12
<i>Soft</i>	2-4	12-25
<i>Medium</i>	4-8	25-50
<i>Stiff</i>	8-15	50-100
Very Stiff	15-30	100-200
<i>Hard</i>	>30	>200

Berdasarkan N-SPT ujung tiang antara 15-30 maka diambil nilai Cu yaitu 150

$$Q_p = A_p \times C_u \times N_c^*$$

$$= 0,25 \times 150 \times 9$$

$$= 337,5 \text{ KN/m}^2$$

5. Daya Dukung Gesek Tiang (Qs)

Untuk mencari daya dukung gesek tiang (Qs) menurut Meyerhof (1956)

$$A_s = (3,14 \times B) \times \Delta L$$

$$= 3,14 \times 0,5 \times 2$$

$$= 3,14\text{m}$$

Tabel 3.3 Data Perhitungan Qs

No	Kedalaman (m)		Nilai SPT (N)	As	Qs
	Z ₁ (m)	Z ₂ (m)			
1	0,0	1,5	0	3,14	0
2	1,5	3,5	1	3,14	3,14
3	3,5	5,5	2	3,14	6,28
4	5,5	7,5	3	3,14	9,42
5	7,5	9,5	5	3,14	15,7
6	9,5	11,5	10	3,14	31,4
7	11,5	13,5	14	3,14	43,96
8	13,5	15,5	20	3,14	62,8
9	15,5	17,5	24	3,14	75,36

10	17,5	19,5	22	3,14	69,08
11	19,5	21,0	22	3,14	69,08
12	21,0	21,5	22	3,14	69,08
13	21,5	23,5	22	3,14	69,08
14	23,5	25,5	28	3,14	87,92
15	25,5	27,5	29	3,14	91,06
16	27,5	29,5	33	3,14	103,62
17	29,5	31,5	31	3,14	97,34
18	31,5	33,5	32	3,14	100,48
19	33,5	35,5	30	3,14	94,2
20	35,5	37,5	31	3,14	97,34
21	37,5	39,5	33	3,14	103,62
22	39,5	41,5	36	3,14	113,04
23	41,5	43,5	35	3,14	109,9
24	43,5	45,5	35	3,14	109,9
25	45,0	47,5	37	3,14	116,18
26	47,5	50,0	40	3,14	125,6
27	50,0				
					1764

$$Q_s = N_{spt} \times A_s \dots \dots \dots (3.4)$$

$$= 1764 \text{ kN}$$

6. Daya Dukung Izin Tiang (Qall)

$$Q_{all} = Q_p + Q_s$$

$$= 337,5 \text{ kN} + 1764 \text{ kN}$$

$$= 2101,5$$

7. Kapasitas Izin Tiang Pancang Tunggal

$$Q_a = \frac{Q_{all}}{SF}$$

$$= \frac{2101,5}{2} = 1050,75 \text{ kN}$$

8. Efisiensi Tiang Kelompok

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

$$\theta = \arctan d/s$$

$$= \arctan 0,5/0,65$$

$$= 20,4^\circ$$

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

$$= 1 - 20,4 \frac{(2-1)1 + (1-1)2}{90.1.2}$$

$$= 0,89$$

9. Kapasitas Daya Dukung Ultimit Tiang Pancang

$$Q_g = E_g \times N \times Q_a$$

$$= 0,89 \times 2 \times 1050,75$$

$$= 2059,47 \text{ kN}$$

10. Volume Tiang Pancang Kelompok

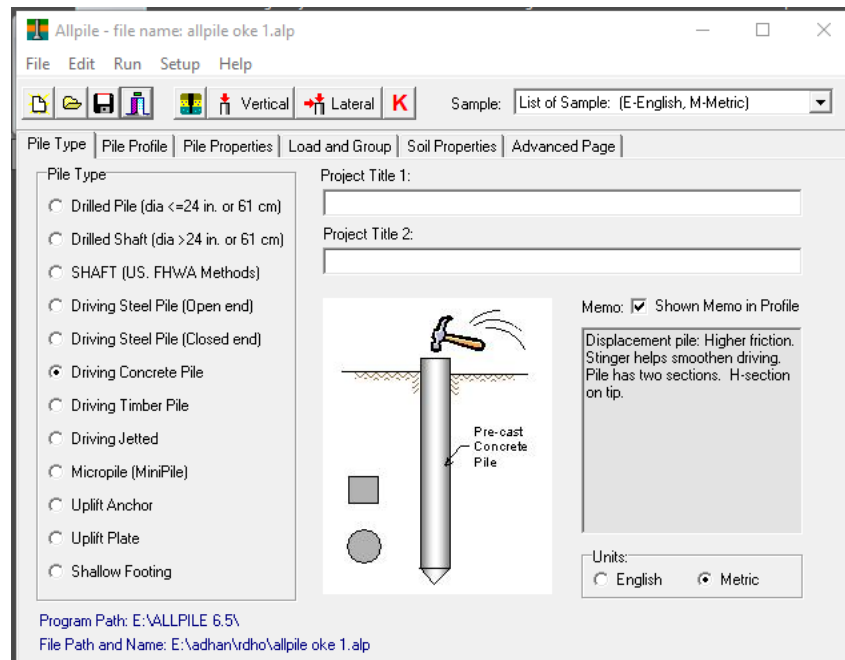
$$V = (\frac{1}{4} \pi \times D^2) L \times N$$

$$= (\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,5^2) 21 \times 2$$

$$= 8,2945 \text{ m}$$

F. Menghitung Daya Dukung Pondasi Dengan *Software ALLPILE*.

1. Pilih tipe tiang



Gambar 3.9 Tipe Tiang Pada *Software Allpile*

Pertama kali pilih **Pile type**. *Allpile* menyediakan lumayan banyak tipe *pile*, karena penelitian ini tiang pancang beton (Spun pile), maka digunakan *Driving Concrete Pile* atau tiang pancang beton. Pilih juga satuan yang digunakan *English* atau *metric*.

3.6.2 Isi Data Pondasi Tiang

Berikutnya adalah bagian **Pile Profile**, isikan panjang *pile* pada *Pile length*, kedalaman di *Top height*. Kemiringan permukaan tanah di *surface Angle*. Karena pondasi peneliti panjang tiangnya 6 m dan kedalamannya 21 m maka disikan *Pile Length: 6, top height: 0*

File Edit Run Setup Help

Sample: List of Sample: (E-English, M-Metric)

Pile Type Pile Profile Pile Properties Load and Group Soil Properties Advanced Page

Pile Length (L) - m 21

Top Height (H) - m 0.000

Surface Angle (As) = 0

Batter Angle (Ab) = 0

After entering data, press Enter key. Type data in box if it is beyond limits of sliding bar.

Gambar 3.10 Isi Data Pondasi Tiang

2. Isi pile properties

Pile Section Screen - from pile top: 0 -m

1. Select Shape

2. Outside

3. Inside

4. Diameter Variation

5. No Input

6. Pipe Wall Thickness-cm

7. 0% Inside Materials in Total Area, At=

8. Width - cm A' - cm² Perimeter - cm I' - cm⁴ E - Mp Weight - kN/m

At - Total Section Area, A' - Effective Net Area, I' - Effective Moment of Inertia

Follow steps. Press Calculation Button at Step 6 and 8.

9 Apply Cancel

Gambar 3.11 Pile Properties

Berikutnya adalah **Pile Properties**, isikan *properties pile* yang digunakan. Apabila anda klik di bagian *Pile data Input (Click to open)* maka jendela *Pile Section Screen* akan terbuka.

File Edit Run Setup Help

Sample: List of Sample: (E-English, M-Metric)

Pile Type | Pile Profile | Pile Properties | Load and Group | Soil Properties | Advanced Page

Pile Property Table (Zp - Depth from pile top to beginning of each section) Total Pile Length=21-m

Zp-m	Pile Data Input	Width-cm	A'-cm2	Per.-cm	I'-cm4	E-MP	W'-kN/m	A'-cm2
0	● Steel (rough)	50	1963.5	157.1	306796.2	199937	14.923	1963.5
21	● Steel (rough)	50	1963.5	157.1	306796.2	199937	14.923	1963.5
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							

⚡ Add Tip Section

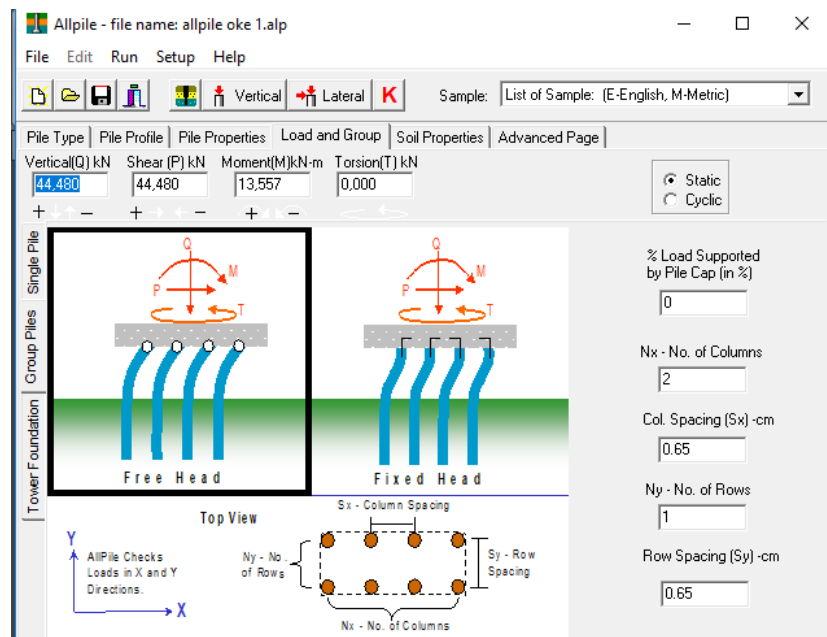
Only if bearing area is different from that of the last section, add a new section then modify the area equal to the bearing area.

Gambar 3.12 *Pile Section Screen*

Shape dipilih *square*, *Outside= concrete (smooth)*, *inside=concrete*, *width= 50 cm*, lalu klik tanda kalkulator maka *perimeter dimensi lain* otomatis terisi, klik *Apply*, lalu isi *Zp-m = 0*. Berikutnya klik *Add Tip Section* untuk parameter ujung pile.

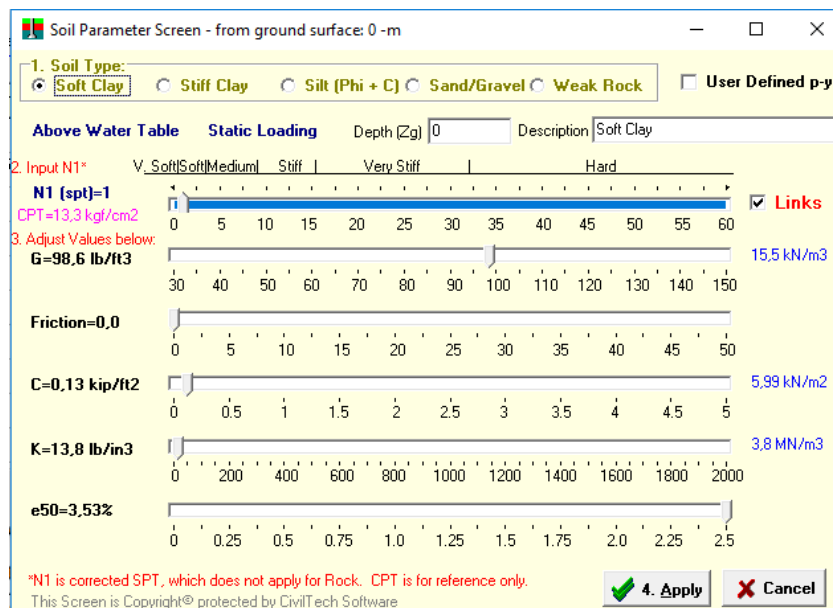
3. Mengisi *load & Group*

Berikutnya adalah **Load and Group** yang berisi pembebanan yang dipakai. Pembebanan dapat anda pilih untuk *single pile* atau *group pile*. jangan lupa *type pile head treatment* yang dipakai. Karena penelitian ini pondasi tiang pancang kelompok maka saya pilih *grup pile*.



Gambar 3.13 Mengisi load & Group

4. Mengisi soil properties



Gambar 3.14 Mengisi Soil Properties

Berikutnya adalah bagian yang paling penting yaitu **Soil Properties** isikan data tanah sesuai hasil penyelidikan tanah yang telah dilakukan, klik pada tab *Soil Data Input*, maka akan muncul tab *Soil Parameter Screen*..

Zg-m	Soil Data Input	G-kN/m3	Phi	C-kN/m2	k-MN/m3	e50 or Dr	Nspt	Type
0	Soft Clay	14.9	0.0	3.0	1.9	5.38	1	1
10	Soft Clay	20.2	0.0	57.5	80.0	0.89	10	1
20	Stiff Clay	20.9	0.0	129.3	244.3	0.55	22	2
30	Stiff Clay	21.4	0.0	182.5	378.7	0.44	31	2
40	Stiff Clay	21.7	0.0	212.5	455.4	0.40	36	2
50	Stiff Clay	21.8	0.0	236.4	516.0	0.38	40	2
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							
	Click to Open							

Gambar 3.15 *Soil Parameter Screen*

Setelah muncul tab *Soil Parameter Screen*, isi data *soil* nya dengan data-data yang ada. Karena data yang tersedia adalah data *N-SPT* maka isikan data tersebut sesuai kedalamannya dengan mengisi pada kolom *Depth (Zg)*, dan isi nilai *N-SPT* dengan cara arahkan sesuai angka *N-SPT* di *Input N1*. Lalu klik *Apply*. Lakukan tahap ini berulang, sesuai kedalaman dan dari data *N-SPT* yang telah didapatkan dilapangan.

5. Mengisi data *Advanced Page*

Bagian terakhir adalah **Advanced Page** anda dapat memasukkan kondisi *zero skin friction* atau *zero tip resistance* tergantung kondisi pile yang di desain. Pada bagian ini peneliti hanya melewati saja, tidak diisi data apapun.

Allpile - file name: allpile oke 1.alp

File Edit Run Setup Help

Sample: List of Sample: (E-English, M-Metric)

Pile Type | Pile Profile | Pile Properties | Load and Group | Soil Properties | **Advanced Page**

Zero Friction (Non-load zone) and Negative Friction (Downdrag force): Input Depth (Zg)

☐ Zero Friction from [] to [] ☐ Negative Friction from [] to [] Factor [1]

☐ Zero Friction from [] to [] ☐ Negative Friction from [] to [] Factor [1]

☐ Zero Tip Resistance ☒ Tip resistance based on stratum from pile tip extends to [10] times of pile diameter (10 recommended).

Analysis Parameters:

Parameters: Value [1]: Value [2]	Value [1]	Value [2]
FS for Downward: [1] FS_side; [2] FS_tip	2.0	2.0
FS for Uplift: [1] FS_side; [2] FS_weight	2.0	1.0
Load Factor: [1] Vertical,Q; [2] Lateral,P,M,T	1.0	1.0
(Critical Depth)/(Pile Diameter): [1] Side; [2] Tip	20.0	20.0
Resistance Limits: [1] Side; [2] Tip -kN/m2 (No Limit: 9999)	9999.0	9999.0
Allowable Deflection: [1] Vertical, x_allow [2] Lateral, y_allow -cm	2.0	2.0
Group Deduction Factor for Lateral Analysis: [1] Rfront [2] Rside	1.0	1.0

Settlement Calculation:
☒ Vesic Method ☐ Reese Method

Define p-y, t-z Output Points

Gambar 3.16 Mengisi Data *Advanced Page*

6. Run analysis

VERTICAL ANALYSIS RESULTS

Depth - s, f, Q Data

Load - Settlement Data

Capacity - Length Data

Length From [0.00] to [30.480]

☒ Ultimate ☐ Allowable

t - z Curve

q - w Curve

Submittal Report

Summary Report

Detailed Report

To MS-Excel

Figure No. [Figure 1]

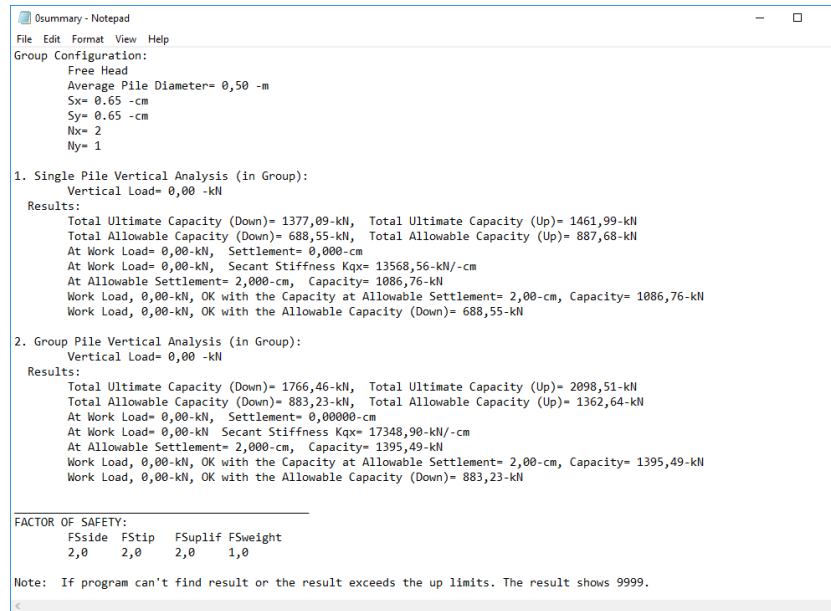
Close

Gambar 3.17 Run Analysis

Setelah input semua data sudah selesai langkah selanjutnya *runanalysis* karena peneliti tidak meneliti gaya horizontal, dan hanya meneliti gaya vertikal maka

dipilih lah *vertical analysis* dan pilih *detailed report* untuk hasil detailnya.

Setelah itu akan muncul hasil perhitungan kita sebagai berikut:.



```
Summary - Notepad
File Edit Format View Help
Group Configuration:
Free Head
Average Pile Diameter= 0,50 -m
Sx= 0.65 -cm
Sy= 0.65 -cm
Nx= 2
Ny= 1

1. Single Pile Vertical Analysis (in Group):
Vertical Load= 0,00 -kN
Results:
Total Ultimate Capacity (Down)= 1377,09-kN, Total Ultimate Capacity (Up)= 1461,99-kN
Total Allowable Capacity (Down)= 688,55-kN, Total Allowable Capacity (Up)= 887,68-kN
At Work Load= 0,00-kN, Settlement= 0,000-cm
At Work Load= 0,00-kN, Secant Stiffness Kqx= 13568,56-kN/-cm
At Allowable Settlement= 2,000-cm, Capacity= 1086,76-kN
Work Load, 0,00-kN, OK with the Capacity at Allowable Settlement= 2,00-cm, Capacity= 1086,76-kN
Work Load, 0,00-kN, OK with the Allowable Capacity (Down)= 688,55-kN

2. Group Pile Vertical Analysis (in Group):
Vertical Load= 0,00 -kN
Results:
Total Ultimate Capacity (Down)= 1766,46-kN, Total Ultimate Capacity (Up)= 2098,51-kN
Total Allowable Capacity (Down)= 883,23-kN, Total Allowable Capacity (Up)= 1362,64-kN
At Work Load= 0,00-kN, Settlement= 0,00000-cm
At Work Load= 0,00-kN Secant Stiffness Kqx= 17348,90-kN/-cm
At Allowable Settlement= 2,000-cm, Capacity= 1395,49-kN
Work Load, 0,00-kN, OK with the Capacity at Allowable Settlement= 2,00-cm, Capacity= 1395,49-kN
Work Load, 0,00-kN, OK with the Allowable Capacity (Down)= 883,23-kN

FACTOR OF SAFETY:
FSSide FStip FSuplif FSweight
2,0 2,0 2,0 1,0

Note: If program can't find result or the result exceeds the up limits. The result shows 9999.
```

Gambar 3.18 Hasil Detail Report

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengambilan Data

1. Data teknis tiang pancang

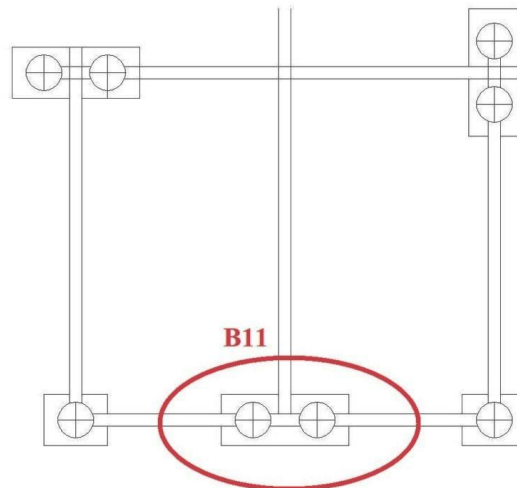
- | | |
|--|-------------------|
| a. Jenis tiang | = Beton Bertulang |
| b. Bentuk tiang | = lingkaran |
| c. Ukuran tiang | = 50cm |
| d. Jumlah tiang pancang dalamsatu grup | = 2 buah |
| e. Jarak antar tiang | = 65cm |
| f. Panjang tiang | = 21 m |
| g. Mutu beton | = K-500 |

B. Data *Boring Log* tanah

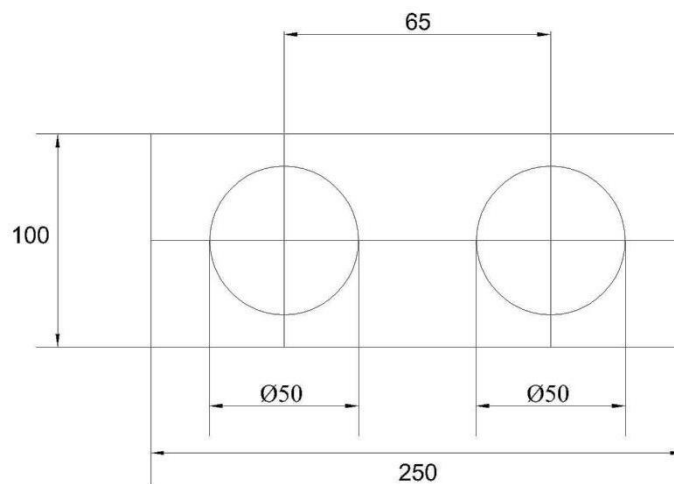
Data tanah hasil *boring log* mempunyai hasil yang bervariasi untuk menganalisa daya dukung pondasi tiang pancang, dari hasil *boring log* dilapangan di dapat nilai *N-SPT*.

Selain itu test ini juga bertujuan untuk mengetahui baik perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh tanah dengan teknik penumbukan. Uji SPT ini merupakan percobaan dinamis yang dilakukan dalam suatu lubang bor dengan memasukkan tabung sampel yang berdiameter dalam 35mm sedalam 305 mm dengan menggunakan masa pendorong (palu) seberat 63,5kg yang jatuh bebas dari ketinggian 760mm.

Nilai N-SPT inilah yang akan digunakan untuk menghitung daya dukung pondasi tiang pancang kelompok di ruang control titik B11 pada proyek pembangunan Universitas Poltek Pariwisata Jakabaring Palembang.



Gambar 4.1 Layout Pondasi Ruang Kontrol



Gambar 4.2 Detail Pondasi Tiang Pancang Kelompok Titik B11

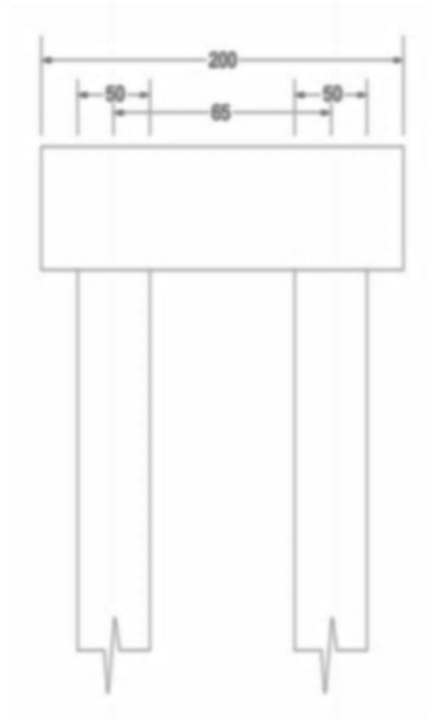
Gambaran pondasi tiang pancang kelompok pada pembangunan Universitas Poltek Pariwisata Jakabaring Palembang

B = 50cm

L = 21 m

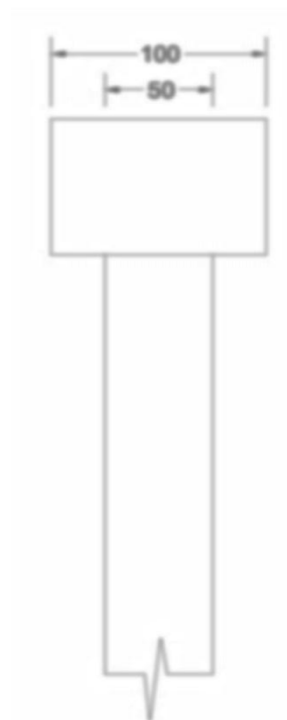
S = 0,65 m

a) Potongan 1-1

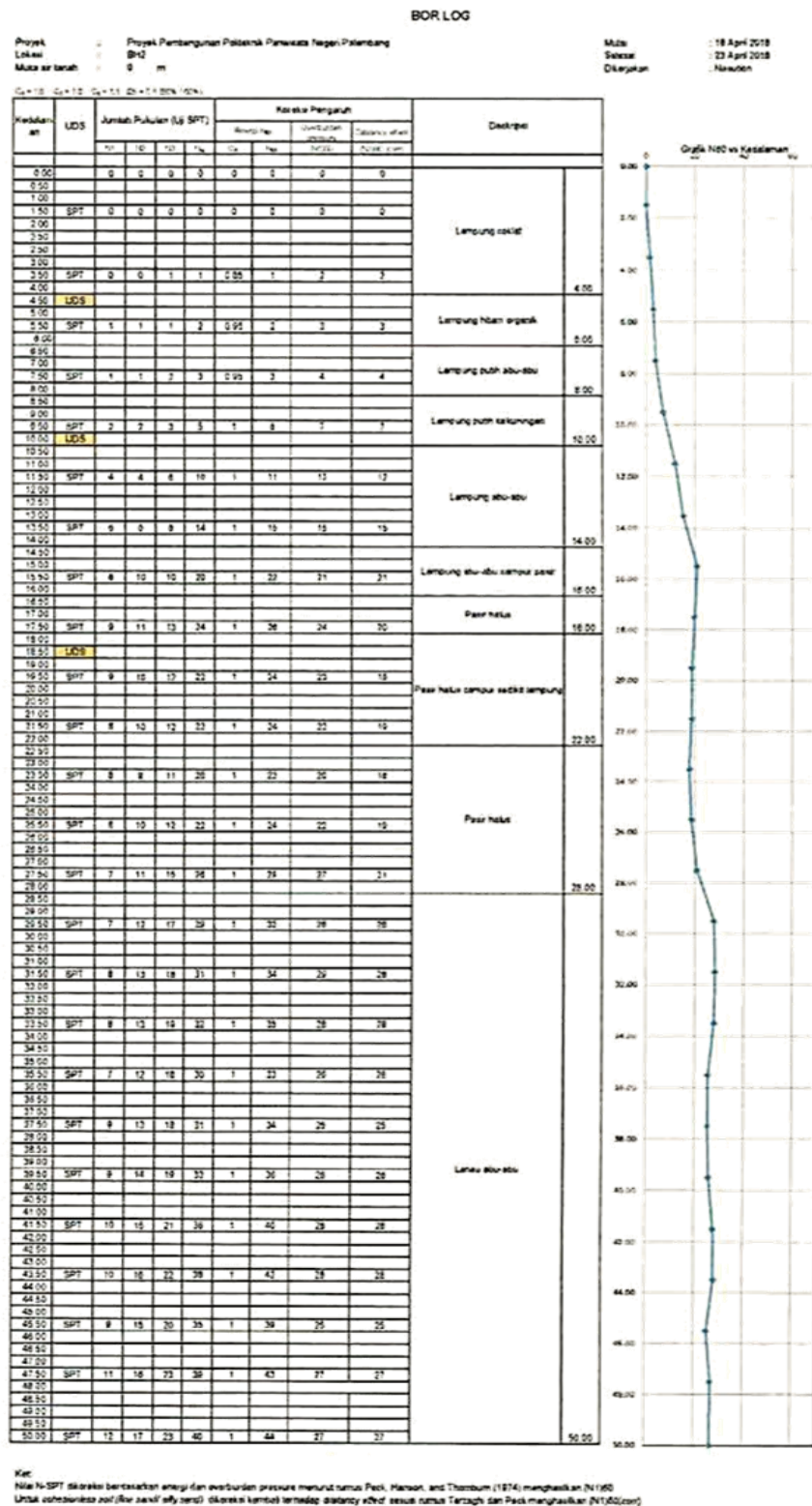


Gambar 4.3 PondasiTiang Pancang Kelompok.

b) Potongan 2-2



Gambar 4.3 PondasiTiang Pancang Kelompok



Gambar 4.4 Data N-SPT Pembangunan Universitas Polet Pariwisata Jakabaring
Palembang

Tabel 4.1 Data N-SPT Pada Proyek Pembangunan Universitas Poltek Pariwisata
Jakabaring Palembang

No	Kedalaman (m)		Nilai SPT (N)	As	Qs
	Z ₁ (m)	Z ₂ (m)			
1	0,0	1,5	0	3,14	0
2	1,5	3,5	1	3,14	3,14
3	3,5	5,5	2	3,14	6,28
4	5,5	7,5	3	3,14	9,42
5	7,5	9,5	5	3,14	15,7
6	9,5	11,5	10	3,14	31,4
7	11,5	13,5	14	3,14	43,96
8	13,5	15,5	20	3,14	62,8
9	15,5	17,5	24	3,14	75,36
10	17,5	19,5	22	3,14	69,08
11	19,5	21,0	22	3,14	69,08
12	21,0	21,5	22	3,14	69,08
13	21,5	23,5	22	3,14	69,08
14	23,5	25,5	28	3,14	87,92
15	25,5	27,5	29	3,14	91,06
16	27,5	29,5	33	3,14	103,62
17	29,5	31,5	31	3,14	97,34
18	31,5	33,5	32	3,14	100,48
19	33,5	35,5	30	3,14	94,2
20	35,5	37,5	31	3,14	97,34
21	37,5	39,5	33	3,14	103,62
22	39,5	41,5	36	3,14	113,04
23	41,5	43,5	35	3,14	109,9
24	43,5	45,5	35	3,14	109,9
25	45,0	47,5	37	3,14	116,18
26	47,5	50,0	40	3,14	125,6
27	50,0				
					1764

Setelah pengumpulan data yaitu langkah selanjutnya menghitung daya dukung tiang pancang tunggal dengan menggunakan metode *Vesic* (1977) dan efisiensi tiang pancang kelompok dengan metode *Converse-Labarre* dan dibandingkan dengan menggunakan *software allpile*.

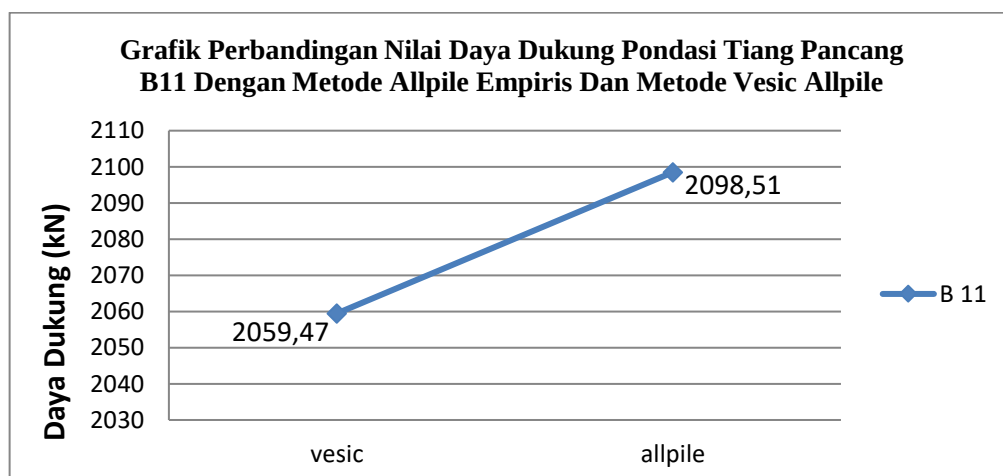
C. Hasil Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Kelompok

Setelah menganalisa daya dukung pondasi tiang pancang kelompok pada ruang control dari hasil data N-SPT dengan menggunakan metode *Vesic* Empiris dan dengan menggunakan *software Allpile*, maka di dapat hasil perhitungan daya dukungnya. Dapat dilihat pada tabel 4.2 dan gambar 4.1.

1. Hasil Perhitungan

Tabel 4.2 Hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang kelompok dengan metode *Vesic* empiris dan *Vesic (Allpile)*

No	Titik	<i>Vesic Manual</i> (kN)	<i>Vesic Allpile</i> (kN)	Selisih (%)
1	B11	2059,47	2098,51	4%



Gambar 4.1 Grafik hubungan nilai daya dukung pondasi tiang pancang kelompok dengan metode *Vesic* empiris dan *Vesic software Allpile*

2. Pembahasan

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa daya dukung pondasi kelompok tiang pancang pada Universitas Poltek Pariwisata dengan metode vesic secara empiris sebesar 2059,47 kN dan secara *Vesic Software Allpile* sebesar 2098,51 kN. Dari hasil perhitungan nilai daya dukung dengan metode *Vesic Empiris* dan *Vesic (Software Allpile)* memiliki hasil perbedaan yang mendekati, sehingga untuk perhitungan variasi selanjutnya menggunakan metode *Vesic (Software Allpile)* dikarenakan lebih efektif.

D. Variasi pondasi tiang pancang kelompok (*Group*)

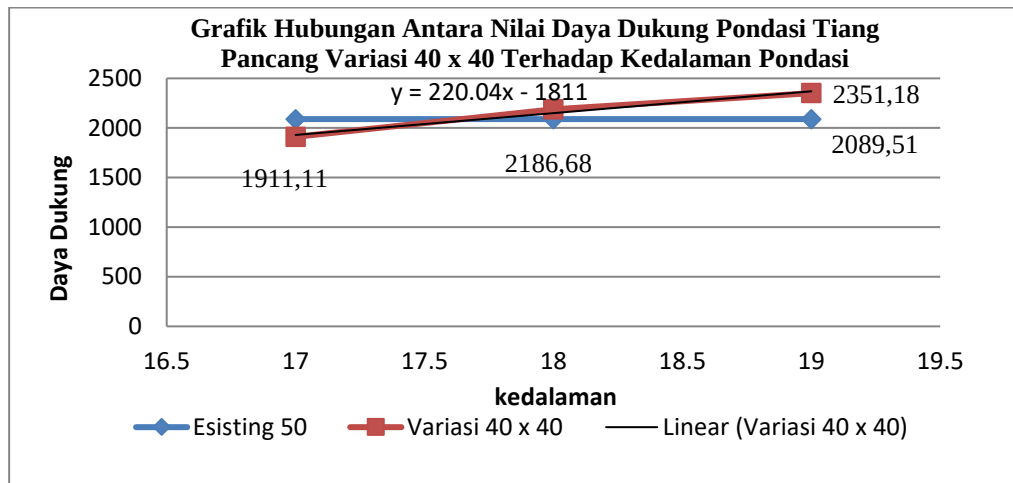
1. Variasi pondasi pada titik B11 terhadap ukuran pondasi yang direncanakan

a. Hasil Penelitian

Tabel 4.3 Hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang kelompok variasi dengan ukuran 40 x 40 cm menggunakan data *N-SPT*.

Ukuran Pondasi (cm)	Kedalaman (m)	Existing (kN)	Allpile (kN)	Keterangan
40 x 40	17	2089,51	1911,11	No
	18		2186,68	Ok
	19		2351,18	Ok

b. Pembahasan



Gambar 4.2 Grafik nilai daya dukung variasi dimensi 40 x 40cm terhadap existing

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa pondasi tiang pancang kelompok dengan variasi ukuran 40 x 40 cm titik B11 jarak antar tiang 0,65 m dan jumlah tiang pancang sebanyak 2 tiang yang efisien daya dukungnya secara perhitungan metode vesic pada kedalaman 18 meter dengan daya dukung 2186,68kN, sedangkan untuk kedalaman 19 meter memenuhi syarat aman tetapi tidak efisien dikarenakan nilai daya dukung pondasinya diatas nilai existing, dan untuk kedalaman 17 meter tidak memenuhi syarat aman dikarenakan nilai daya dukung pondasinya dibawah nilai existing sebesar 1911,11kN. Setelah dicari dengan menggunakan persamaan $y = 220,04x - 1811$ untuk daya dukung sebesar daya dukung existing pada variasi 40 x 40 cm, dengan $y = 1911,11 \text{ kN}$, maka didapat pada kedalaman (x) 17,5 meter.

Sebagai pembuktian, kedalaman yang sudah didapat kemudian kembali dihitung dengan *software allpile* maka didapat nilai daya dukung yaitu 2099,02kN artinya lebih besar dari daya dukung existing dan dinyatakan memenuhi syarat aman.

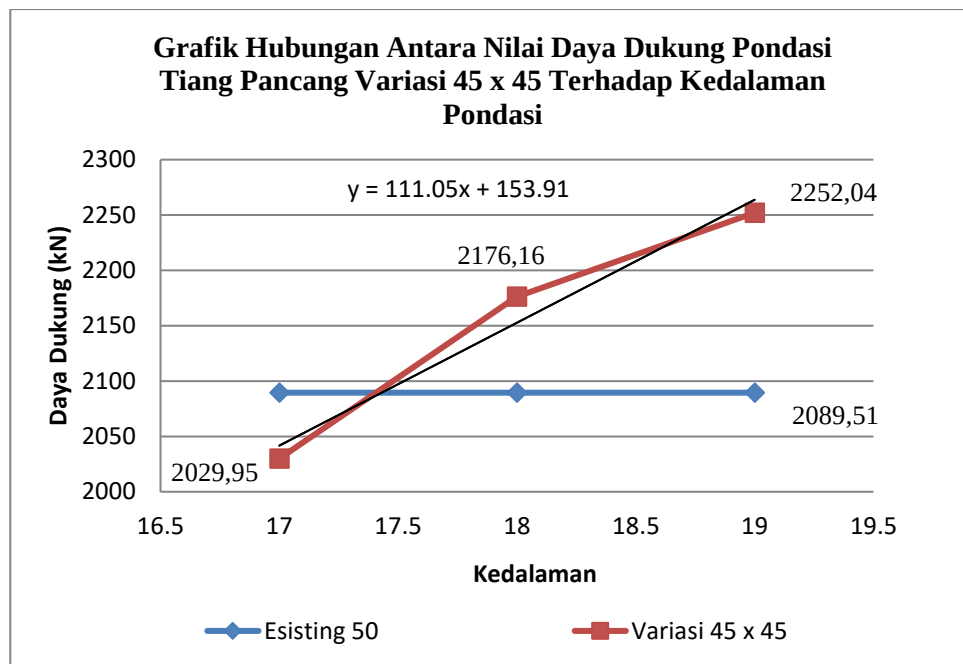
2. Variasi pada titik B11 terhadap ukuran pondasi yang direncanakan

a. Hasil Penelitian

Tabel 4.4 Hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang kelompok variasi pancang persegi 45 x 45cm menggunakan data *N-SPT*.

Ukuran Tiang Pancang	Kedalaman (m)	Existing (kN)	Allpile (kN)	Keterangan
45 x 45	17	2089,51	2029,95	No
	18		2176,16	Ok
	19		2252,47	Ok

b. Pembahasan



Gambar 4.3 Grafik nilai daya dukung variasi 45 x 45cm terhadap existing

Dalam grafik 4.3 menunjukkan bahwa pondasi tiang pancang kelompok dengan variasi ukuran 45 x 45cm titik B11 jarak antar tiang sebesar 0,65 m dan jumlah tiang pancang sebanyak 2 tiang yang efisien daya dukungnya secara perhitungan metode vesicall pile pada kedalaman 18 meter dengan daya dukung sebesar 2176,16 kN, sedangkan untuk kedalaman 19 meter memenuhi syarat aman tetapi tidak efisien dikarenakan nilai daya dukung pondasinya diatas nilai existing, dan untuk kedalaman 17meter tidak memenuhi syarat aman dikarenakan nilai daya dukung pondasinya dibawah nilai existing sebesar 2029,95 kN. Setelah dicari dengan menggunakan persamaany = $111,05x + 153,91$ untuk daya dukung sebesar daya dukung existing pada variasi 45 x 45 cm, dengan $y = 2029,95$ kN, maka didapat pada kedalaman (x) 17,5meter.

Sebagai pembuktian, kedalaman yang sudah didapat, kemudian kembali dihitung dengan *software allpile* maka didapat nilai daya dukung yaitu 2101,28kN artinya lebih besar dari daya dukung existing dan dinyatakan memenuhi syarat aman.

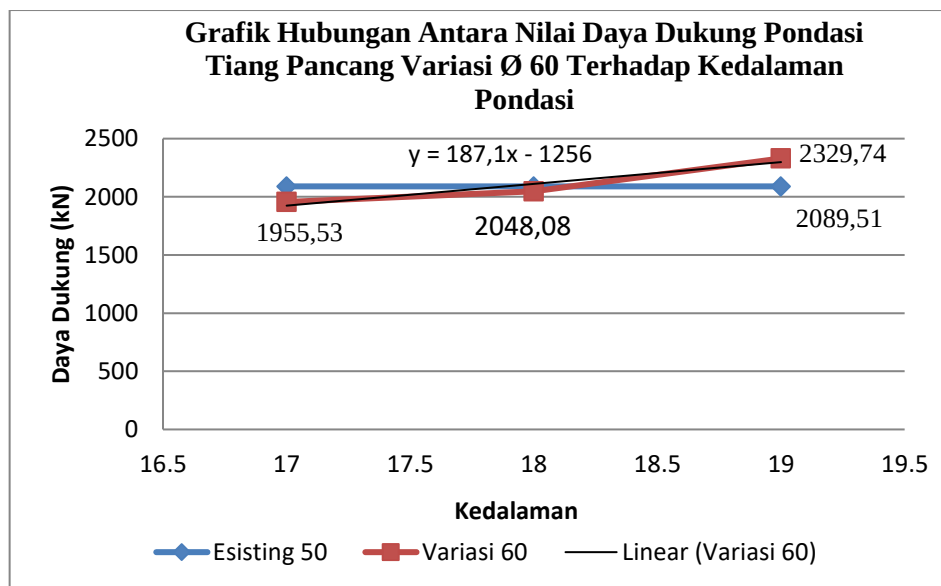
3. Variasi padatitik B11 terhadap ukuran pondasi yang direncanakan

a. Hasil Penelitian

Tabel 4.5 Hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang kelompok variasi dengan ukuran pancang persegi Ø60cm menggunakan data *N-SPT*.

Diameter Tiang Pancang	Kedalaman (m)	Existing (kN)	Allpile (kN)	Keterangan
Ø60	17	2089,51	1955,53	No
	18		2048,08	No
	19		2329,74	Ok

b. Pembahasan



Gambar 4.4 Grafik nilai daya dukung variasi diameter Ø60cm terhadap existing

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa pondasi tiang pancang kelompok dengan variasi ukuran ($\varnothing$)60cm titik B11, jarak antar tiang 0,65 m dan jumlah tiang pancang sebanyak 2 tiang untuk kedalaman 17 meter tidak memenuhi syarat aman dikarenakan nilai daya dukung pondasinya dibawah nilai existing sebesar 1955,53 kN. Setelah dicari dengan menggunakan persamaany = $187,1x - 1256$ untuk daya dukung sebesar daya dukung existing terdapat pada variasi ($\varnothing$)60cm dengan kedalaman 17,5 meter.

Sebagai pembuktian, kedalaman yang sudah didapat, kemudian kembali dihitung dengan *software allpile* maka didapat nilai daya dukung yaitu 2112,04kN artinya lebih besar dari daya dukung existing dan dinyatakan memenuhi syarat aman.

4. Variasi terhadap ukuran pondasi yang direncanakan

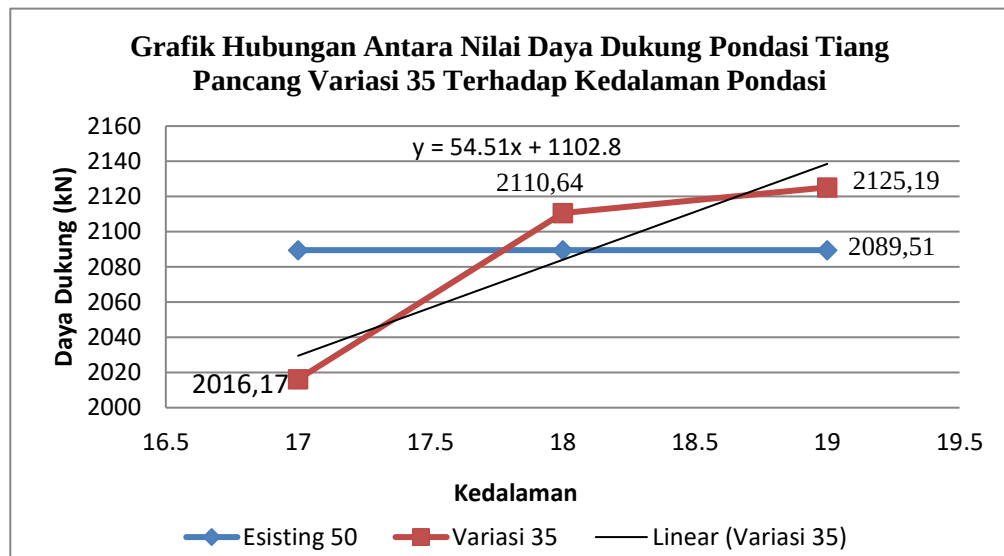
a. Hasil Penelitian

Tabel 4.6 hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang kelompok

Variasi dengan diameter $\varnothing$ 35 meter menggunakan data *N-SPT*.

Diameter Tiang Pancang	Kedalaman (m)	Exsiting (kN)	Allpile (kN)	Keterangan
$\varnothing$ 35	17	2089,51	2016,17	No
	18		2110,64	Ok
	19		2125,19	Ok

b. Pembahasan



Gambar 4.5 Grafik nilai daya dukung variasi Ø35 terhadap existing.

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa pondasi tiang pancang kelompok dengan variasi diameter Ø35 jarak antar tiang sebesar 0,65 m dan jumlah tiang pancang sebanyak 2 tiang yang efisien daya dukungnya secara perhitungan metode vesic pada kedalaman 17 meter dengan daya dukung 2016,17 kN. Setelah dicari dengan menggunakan persamaanya $y = 54,51x + 1102$ untuk daya dukung sebesar daya dukung existing terdapat pada variasi diameter Ø35 dengan $y = 2016,17$ maka didapat pada kedalaman 17,5 meter.

Sebagai pembuktian, kedalaman yang sudah didapat, kemudian kembali dihitung dengan *software allpile* maka didapat nilai daya dukung yaitu 2100,78 kN artinya lebih besar dari daya dukung existing dan dinyatakan memenuhi syarat aman.

5. Volume variasi titik B11 terhadap jenis pondasi yang direncanakan

Dari hasil nilai daya dukung pondasi tiang pancang kelompok pada titik B11, langkah selanjutnya adalah menghitung volume tiang pancang

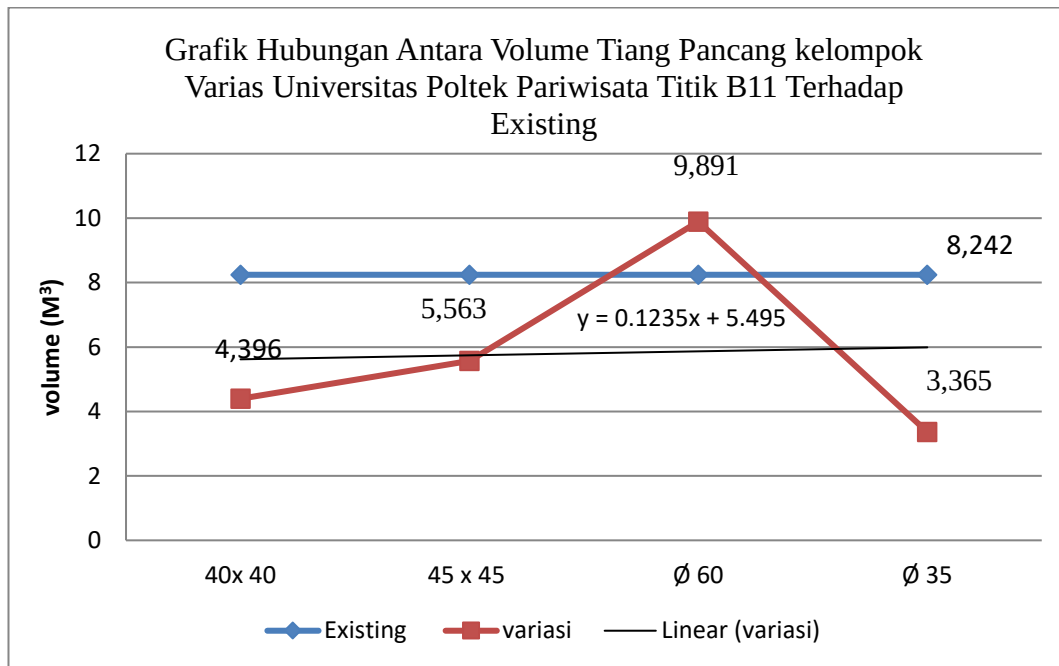
dengan variasi yang direncanakan. Diambil variasi pondasi tiang pancang dengan nilai daya dukung yang lebih besar dari existing dan menghitung volume dari hasil persamaan $y=ax+b$.

Tabel 4.7 Variasi daya dukung pondasi tiang pancang kelompok pada pembangunan Universitas Poltek Pariwisata Jakabaring Palembang.

Ukuran Tiang Pancang	Kedalaman (m)	Jumlah tiang kelompok	Daya Dukung Existing (kN)	Nilai Daya Dukung (kN)
40 x 40	18 m	m: 1 n: 2 = 2	2089,51	2186,68
	19 m	m: 1 n: 2 = 2		2351,18
45 x 45	18 m	m: 1 n: 2 = 2		2176,16
	19 m	m: 1 n: 2 = 2		2252,04
Ø60	19 m	m: 1 n: 2 = 2		2329,74
Ø35	18 m	m: 1 n: 2 = 2		2110,64
	19 m	m: 1 n: 2 = 2		2125,19

Tabel 4.8 Hasil volume efesisiensi dengan menggunakan persamaan $y=ax+b$

Ukuran Tiang pancang	Kedalaman (m)	Jumlah tiang kelompok	Volume Existing (m ³)	Volume (m ³)	Keterangan
40 x 40	17.5	m: 1 n: 2 = 2	8,242 m ³	4,396	Ok
45 x 45	17.5	m: 1 n: 2 = 2		5,563	Ok
Ø60	17.5	m: 1 n: 2 = 2		9,891	No
Ø35	17.5	m: 1 n: 2 = 2		3,365	Ok

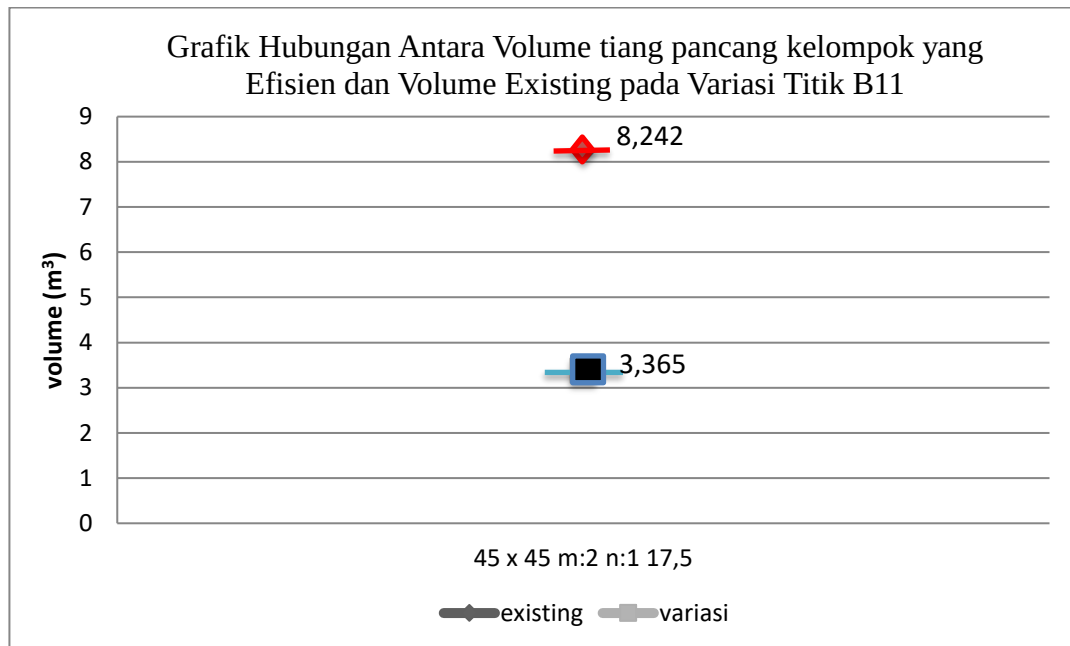


Gambar 4.6 Grafik hubungan antara volume tiang pancang kelompok terhadap existing

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa volume pondasi tiang pancang kelompok yang dapat diambil untuk efisiensi yaitu nilai volume dibawah nilai existing sebesar 35 m³ dan untuk volume diatas nilai existing tidak diambil lagi untuk perhitungan efisiensi

Tabel 4.9 Rekapitulasi volume pondasi tiang pancang kelompok yang efisien setelah dilakukan pendekatan terhadap kedalaman hasil persamaan $y=ax+b$.

Ukura n Tiang pancan g	Kedalaman (m)	Jumlah tiang kelompok	Volume Existing (m ³)	Volume (m ³)	Keterangan	Selisih
Ø35	17,5	m: 1 n: 2 = 2	8,242 m ³	3,365m ³	Ok	30%



Gambar 4.7 Grafik volume pondasi tiang pancang kelompok yang efisien pada variasi

Gambar 4.7 menunjukan bahwa volume variasi pondasi tiang pancang kelompok titik B11 proyek pembangunan Universitas Poltek Pariwisata Jakabaring Palembang jarak antar tiang sebesar 0,65 meter dan jumlah tiang pancang $m=1$ $n=2$ sebanyak 2 tiang yang paling efisien dengan volume di bawah existing $8,2425\text{m}^3$ dan nilai daya dukung sebesar existing $2100,78\text{ kN}$ adalah variasi $\varnothing 35$ dengan kedalaman 17,5 meter , sebanyak 2 tiang jarak antar tiang 65 cm dan bervolume $3,365\text{ m}^3$ dengan selisih 30 % dengan volume tiang pancang existing.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan dari analisa perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang menggunakan data yang ada, yaitu data N-SPT dapat di ambil dari kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin besar nilai N-SPT dilapangan maka semakin besar daya dukung suatu pondasi.
2. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa nilai daya dukung pada tiang pancang kelompok B11, serta menentukan variasi tiang pancang yang efisien.
3. Nilai daya dukung tiang pancang variasi yang lebih besar dari pada nilai daya dukung tiang pancang existing titik B11 akan menentukan efisiensi Variasi tiang pancang.
4. Nilai daya dukung tiang pancang kelompok pada titik B11 empiris di dapat 2059,47 kN dan secara Allpile/Vesic 2089,51 kN
5. Untuk menentukan variasi kita harus memilih selisi terkecil dari data existing yang di gunakan, dan didapat nilai daya dukung pondasi tiang pancang kelompok pada variasi diameter Ø35 dan kedalam 17,5 yaitu 2110,64 kN, sedangkan nilai daya dukung pondasi tiang pancang kelompok existing yaitu 2059,47 dengan selisih 30% dengan daya dukung tiang pancang kelompok pada existing.

B. Saran

Dalam penelitian tugas akhir ini, peneliti hanya menghitung daya dukung pondasi tiang pancang pada titik B11 dapat di kembangkan dan perbaikan studi selanjutnya :

1. Penelitian ini hanya menghitung daya dukung pondasi tiang pancang kelompok sebaiknya di pebanyak variasi perhitungan agar mendapat hasil yang efektif.
2. Penelitian ini hanya menghitung satu titik saja, untuk penelitian selanjutnya alangkah baiknya dihitung semua titik.
3. Sebaiknya dapat memperoleh data daya dukung dari pihak terkait, sehingga tidak perlu menghitung daya dukung melainkan hanya menghitung volume pondasi efisiensi saja.