

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

A. TINJAUAN PUSTAKA

1. Umum

Pondasi tiang atau pondasi dalam digunakan untuk konstruksi beton berat (*high rise building*). Sebelum melaksanakan suatu pembangunan konstruksi yang pertama dilaksanakan adalah pekerjaan pondasi (struktur bawah). Pondasi merupakan suatu pekerjaan yang sangat penting dalam suatu pembangunan, karena pondasilah yang memikul dan menahan suatu benda yang bekerja di atasnya yaitu beban konstruksi atas (Hardiyatmo, H.C. 2011:76). Tiang pancang merupakan salah satu jenis dari pondasi dalam.

Pondasi tiang juga digunakan untuk mendukung bangunan bila lapisan tanah kuat terletak sangat dalam. Pondasi jenis ini dapat juga mendukung bangunan yang menahan gaya angkat ke atas, terutama pada bangunan tingkat yang dipengaruhi oleh gaya penggulingan akibat beban angin. Tiang juga untuk mendukung bangunan dermaga, pada bangunan ini tiang dipengaruhi oleh gaya benturan kapal dan gelombang air. (Hardiyatmo, H.C. 2002. Dalam Girsang, P. 2009).

Pondasi tiang digunakan untuk beberapa maksud, antara lain:

- a. Untuk meneruskan beban bangunan yang terletak di atas air atau tanah lunak, ke tanah pendukung yang kuat,

- b. Untuk meneruskan beban ke tanah yang relatif lunak sampai kedalaman tertentu sehingga bangunan mampu memberikan dukungan yang untuk mendukung beban tersebut oleh gesekan dinding tiang dengan tanah sekitarnya,
- c. Untuk mengangker bangunan yang di pengaruhi oleh gaya angkat ke atas akibat tekanan hidrostatik atau momen penggulingan,
- d. Untuk menahan gaya *horizontal* dan gaya yang arahnya miring,
- e. Untuk memadatkan tanah pasir, sehingga kapasitas dukung tanah tersebut bertambah,
- f. Untuk mendukung pondasi bangunan yang permukaan tanahnya mudah air. (Hardiyatmo, H.C. 2002. Dalam Girsang. P. 2009).

2. Standart Penetration Test (SPT)

Standar penetration test atau lebih sering dikenal sebagai SPT merupakan suatu cara yang dilakukan dilapangan 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 35 mm sedalam 305 mm dengan menggunakan masa pendorong (palu) seberat 63,5 kg yang jatuh bebas dari ketinggian 760 mm. Banyaknya pukulan palu tersebut untuk memasukkan tabung sampel 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.

Adapun keuntungan dan kekurangan dari penggunaan test ini adalah menurut Hardiyatmo,H.C. 2002. Dalam Girsang. P, 2009:

Keuntungannya:

- a. Dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis tanah secara visual,
- b. Dapat digunakan untuk mendapatkan parameter secara kualitatif melalui korelasi empiris,
- c. Test ini dapat dilakukan dengan cepat dan operasinya sederhana,
- d. Biaya yang digunakan relatif murah,
- e. Prosedur pengujian sederhana dapat dilakukan secara manual,
- f. Dapat digunakan pada sembarang jenis tanah dan batuan lunak,
- g. Sampel tanah terganggu dapat diperoleh untuk identifikasi jenis tanah,
- h. Uji SPT pada pasir, hasilnya dapat langsung digunakan untuk memprediksi kerapatan relatif dan kapasitas daya dukung tanah.

Kekurangannya menurut Hardiyatmo,H.C. 2002. Dalam Girsang, P. 2009 :

- a. Profil kekuatan tanah tidak menerus,
- b. Perlu ketelitian dalam pelaksanaan test ini,
- c. Hasil yang didapat merupakan contoh tanah terganggu,
- d. Interpretasi hasil SPT bersifat empiris,
- e. Ketergantungan pada operator dalam menghitung,

- f. Nilai N yang di peroleh merupakan data sangat kasar bila digunakan tanah lempung.

Secara bertahap, percobaan SPT ini dilakukan dengan cara berikut:

1. Siapkan peralatan SPT yang dipergunakan seperti: mesin bor, batang bor, split spoon sampler, hammer, dan lain-lain.
2. Lakukan pengeboran sampai kedalaman testing, lubang dibersihkan dari kotoran hasil pengeboran dari tabung segera dipasangkan pada bagian dasar lubang bor.
3. Berikan tanda pada batang setiap 15cm dengan total 45 cm.
4. Dengan pertolongan mesin bor, tumbuklah batang bor ini dengan pukulan palu seberat 63,5 kg dan ketinggian jatuh 76 cm hingga kedalaman yang dihasilkan, dicatat jumlah pukulan untuk memasukkan penetrasi setiap 15 cm (N value).

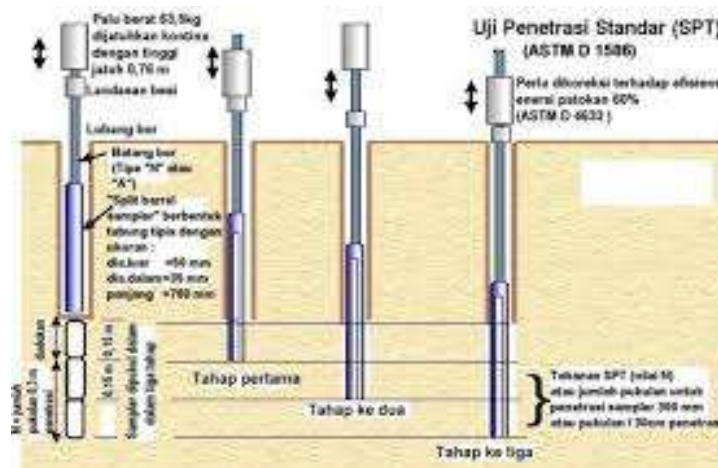
Maka total jumlah pukulan adalah N₂ dengan N₃ yaitu $6+7=13$ pukulan sama dengan nilai N. N₁ tidak diperhitungkan karena dianggap 15 cm pukulan pertama merupakan sisa kotoran pengeboran yang tertinggal pada dasar lubang bor, sehingga perlu dibersihkan untuk memperkecil efisiensi gangguan.

1. Hasil pengambilan contoh tanah dari tabung tersebut dibawa kepermukaan dan dibuka. Gambarkan contohjenis-jenis tanah yang meliputi komposisi, struktur, konsistensi, warna dan kemudian masukkan kedalam botol tanpa dipadatkan atau kedalam plastik, lalu kedalam core box.

2. Gambarkan grafik hasil percobban SPT.

Catatan: pengujian dihentikan bila nilai SPT > 50 untuk 4 kali interval pengambilan dimana interval pengambilan SPT 2m

Sementara secara skematis urutan uji SPT yaitu gambar 2.1



Gambar 2.1 skema Urutan Uji Penetrasi Standar (SPT)

Alat ini sudah populer penggunaannya 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:

- Dengan menggunakan hammer yang berbeda ternyata mentransfer energi yang berbeda juga,
- 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 berebda 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 cmtercapai, 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. Koreksi yang dianjurkan oleh Terzaghi dan peck (1948) adalah sebagai berikut:

$$N = 15 + \frac{1}{2} (N' - 15)$$

Dengan $N = N$ SPT hasil koreksi

$N' = n$ SPT lapangan; bila $N' < 15$ nilai N tidak diperlu dikoreksi

Menurut teori terzhaghi dan peck Hubungan nilai N dengan kerapatan relatif adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 hubungan nilai N dengan kerapatan relatif

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

Sumber : Teknik Fondasi-Harry CH

Menurut ASTM D-4333 setiap alat uji SPT yang digunakan harus dikalibrasi tingkat efisiensi tenaganya dengan menggunakan alat ukur *starain gauges* dan aselerometer, untuk memperoleh standar efisiensi tenaga yang lebih teliti. Di dalam praktek, efisiensi tenaga sistem balok derek dengan palu donat (donut hammer) dan palu pengaman (*safety hammer*) berkisar 35% sampai 85%, sementara efisiensi tenaga palu otomatis (*automatic hammer*) berkisar 80% sampai 100%. Jika efisiensi yang diukur (Ef) diperoleh dari kalibrasi alat, nilai N terukur harus dikoreksi terhadap efisiensi sebesar 60% dan dinyatakan dalam rumus.

$$N_{60} = \frac{E_f}{60} N_m \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan:

N₆₀ = efisiensi 60%

E_f = efisiensi yang terukur

N= nilai N terukur yang harus dikoreksi

Nilai N terukur harus dikoreksi pada N60 untuk semua jenis tanah. Besaran koreksi pengaruh efisiensi tenaga biasanya tergantung pada lining tabaung, panjang batang, dan diameter lubang bor (Skempton, 1986) dan (Kulhawy & Mayne 1990). Oleh karena itu, untuk mendapatkan koreksi yang lebih teliti dan memadai terhadap N60 harus dilakukan uji tenaga Ef. (<https://www.google.co.id>) pengujian N-SPT.

3. 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.

a) Kapasitas Daya Dukung Tiang Tunggal

- 1) Kapasitas dukung tiang berdasarkan hasil uji tanah
- 2) Kapasitas dukung tiang didasarkan rumus pancang (Dynamic Formula) / Rumus dinamis

3) Kapasitas dukung tiang didasarkan diagram penetrasi alat penetrometer.

a) Hasil Uji Kerucut Statis (Sondir) / Static Penetration Test

b) Hasil Uji penetrasi Standar / standard Penetration Test (SPT) nilai SPT dapat dikoreksikan menjadi, untuk digunakan sebagai kapasitas dukung tiang.

4) Kapasitas dukung tiang didasarkan hasil uji beban langsung kapasitas daya dukung tiang merupakan jumlah dari kapasitas titik akhir atau perlawanan ujung dengan perlawanan selimut tiang.

$$P_u = P_{pu} + P_{ps}$$

Dimana :

P_u = Kapasitas daya dukung tiang

P_{pu} = Kapasitas dukung pada ujung tiang

P_{ps} = kapasitas daya dukung karena tahanan kulit

Menurut Mayerhof (1956,1976) kapasitas titik akhir atau perlawanan ujung dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$P_{pu} = A_p (40 N) \frac{L_b}{B}$$

Dimana :

P_{pu} = Kapasitas daya dukung pada ujung tiang

A_p = Luas penampang tiang

N = Nilai SPT

B = Diameter tiang pancang

L_b = Daerah pengaruh, diambil sebesar 3B dibawah titik tiang.

Sedangkan untuk menghitung tahanan kulit, Joseph E. Bowles, menyatakan dalam bukunya bahwa tahanan selimut dapat diperoleh dari persamaan :

$$P_s = A_s \cdot f_s$$

Dimana

P_s = Kapasitas tahanan kulit

A_s = Luas Selimut tiang

Untuk nilai f_s , untuk data SPT, Mayerhof (1956,196) menyatakan dengan persamaan:

$$P_s = A_s \cdot f_s = (\pi \cdot D \cdot L) \cdot (X_m \cdot N)$$

Dimana

$f_s = X_m \cdot N$

$X_m = 2.0$ untuk tiang pancang volume besar.

b) Kapasitas Tiang Dari Hasil Uji Tanah

Kapasitas dukung ultimit neto tiang (Q_u), adalah jumlah dari tahanan ujung dibawah ultimit (Q_b), dan tahanan gesek ultimit (Q_s), anantara sisi tiang dan tanah disekitarnya dikurangi dengan berat sendiri tiang (W_p).

Bila dinyaakan dengan rumus maka.

$$Q_u = Q_b + Q_s - W_p \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

W_p = berat sendiri tiang (kN)

Q_u = kapasitas dukung ultimit neto (kN)

Q_b = tahanan ujung bawah ultimit(kN)

Q_s = tahanan gesek ultimit (kN)

Tahanan ujung ultimat

$$q_b = Q_b/A_b = c_b N_c + p_b N_q + 0,5 \gamma d N_\gamma$$

$$Q_b = A_b [c_b N_c + p_b N_q + 0,5 \gamma d N_\gamma]$$

Tahanan gesek dinding selimut

$$Q_s = \sum A_s [c_d + K_d \rho \tan \phi_d]$$

c) Kapasitas Dukung Tiang Dalam Tanah Granuler

Tahanan ujung ultimat

$$Q_b = A_b p_b' N_q$$

Menurut Vesic (1967) dan Terzaghi (1961), tahanan gesek dinding dan tahanan ujung tidak mesti bertambah bila kedalaman bertambah, hal ini disebabkan tekanan overburden konstan kira-kira pada kedalaman $z = 10d - 20d$.

Tahanan gesek dinding ultimit

$$Q_s = A_s K_d \rho \tan \delta$$

(<https://www.google.co.id/darmadi18.files.wordpress.com>)

4. 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:

$$Q_a = \frac{Q_u}{2,5} \dots\dots\dots(2.7)$$

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

$$Q_a = \frac{Q_b}{3} + \frac{Q_s}{1,5} \dots\dots\dots(2.8)$$

5. Kapasitas Dukung Tiang Dari Uji Penetrasai Standar (SPT)

Metode ini menggunakan jenis alat yang sederhana berupa tabung standar dengan diameter 5cm dan panjang 56cm. Pelaksanaan dilakukan di dasar lubang bor.

Mayerhof menggunakan 2 macam rumus yaitu:

- a. Tiang bernampang bundar

$$p_u = 40 \cdot N \cdot A_p + 0,2 \cdot N \cdot A_s$$

- b. Tiang bernampang bundar

$$p_u = 40 \cdot N \cdot A_p + 0,2 \cdot N \cdot A_s$$

Sedangkan untuk koreksi nilai N untuk tanah pasir halus terendam air, yaitu :

$$N = 15 + \frac{1}{2}(N' - 15)$$

Keterangan:

P_u = Daya dukung maksimum (ton)

N = Nilai standar penetrasi pada ujung tiang

N = Nilai rata-rata standar penetrasi sepanjang tiang

A_p = luas penampang ujung tiang (m^2)

A_s = Luas selimut Tiang (m^2)

N' = N yang terukur di lapangan

B. LANDASAN TEORI

1. Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Berdasarkan 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>) dinyatakan dengan rumus:

$$P_n = 40 \times N_b \times A_b + \dot{N} \times A_s \dots\dots\dots(2.14)$$

$$\text{Dan harus nya } \leq P_n = 380 \times \dot{N} \times A_b \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana:

N_b = nilai SPT disekitar tiang,dihitung dari 8D diatas dasr tiang sampai dengan 4D dibawah dassar tiang

\dot{N} = nilai SPT rata-rata di sepanjang tiang

A_b = luas dasr tiang (m^2)

A_s = luas selimut tiang (m^2)

3. Teori Vesic (1997)

Vesic (1997) mengusulkan suatu metode untuk menghitung besar kapasitas daya dukung tiang pancang berdasarkan teori “expansion of cavities”. Menurut teori ini, berdasarkan parameter tegangan efektif maka daya dukung dapat dituliskan dalam persamaan sebagai berikut :

a. Daya dukung ujung tiang

Daya dukung ujung tiang (Q_p) menurut Vesic (1997) dinyatakan oleh persamaan:

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

(digilib.itb.ac.id/jbptitbpp-gdl-adipardomu-31453-3-2008ta-2.pdf).

4. 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 ditmpilkan dalam *software ALLPILE*

f) 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 mnyesuaikan sesuai kebutuhan.

Aapun tipe-tipe pondasi yang di tawarkan *ALLPILLE* 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

g) Pile profile

Menu ini yang harus kita isi degan informasi tentng pile yang digunakan, seperti panjang pile, jarak dar permukaan tanah , kemiringan pile (bila pondasi pada saat dipancang posisi miring), seta kemiringan permukaan tanah.

h) 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.

i) *Load and group*

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

j) *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*.

k) *Advanced page*

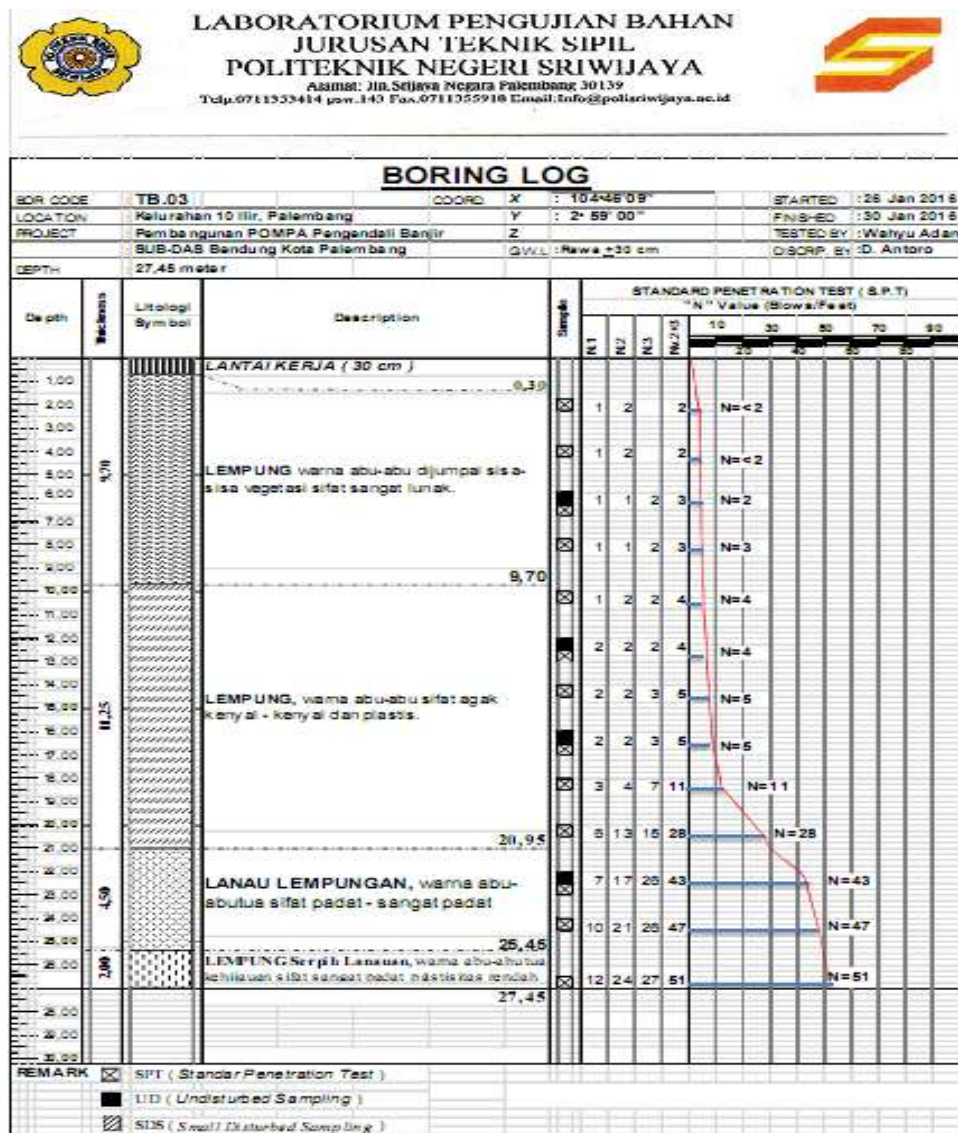
Bagian ini berisikan data *zero skin friction* pada kedalaman tertentu atau adjust besar besarnya *tip resistance* (tahanan ujung). Bagian ini juga ada pilihan untuk menentukan angka keamanan yang diinginkan.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Bahan

Untuk penelitian ini, kita memerlukan data sekunder yang berasal dari pihak kontraktor, data tersebut berupa data penyelidikan tanah dilapangan, yaitu data N-SPT.



Gambar 3.1 Contoh Grafik N-SPT

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 3.2 Laptop

2. Kalkulator

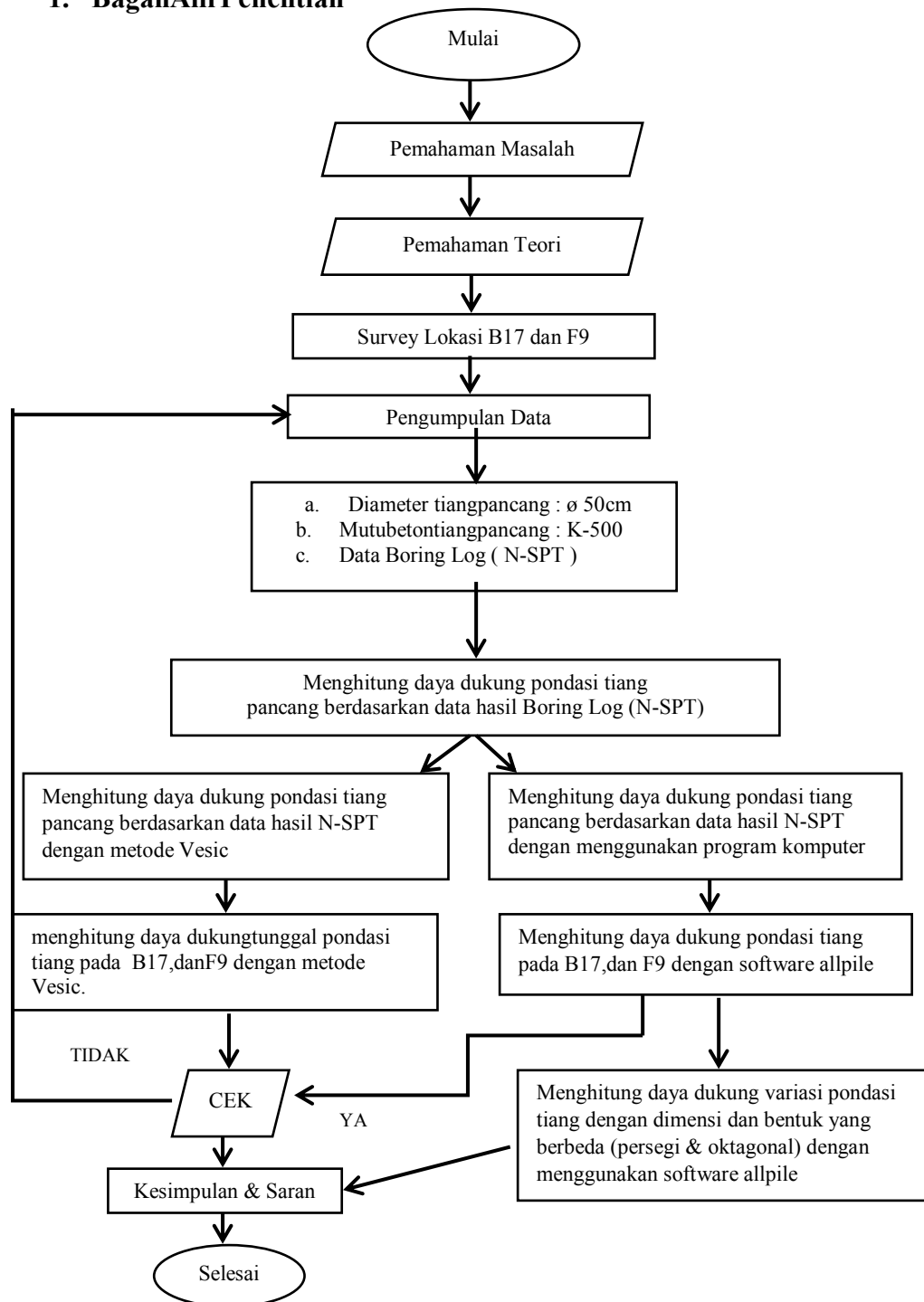
Alat ini juga tidak kalah pentingnya dengan komputer. Untuk menghitung dan mengecek ulang hitungan empiris dengan metode Vesic, kita dapat menggunakan kalkulator.



Gambar 3.3Kalkulator.

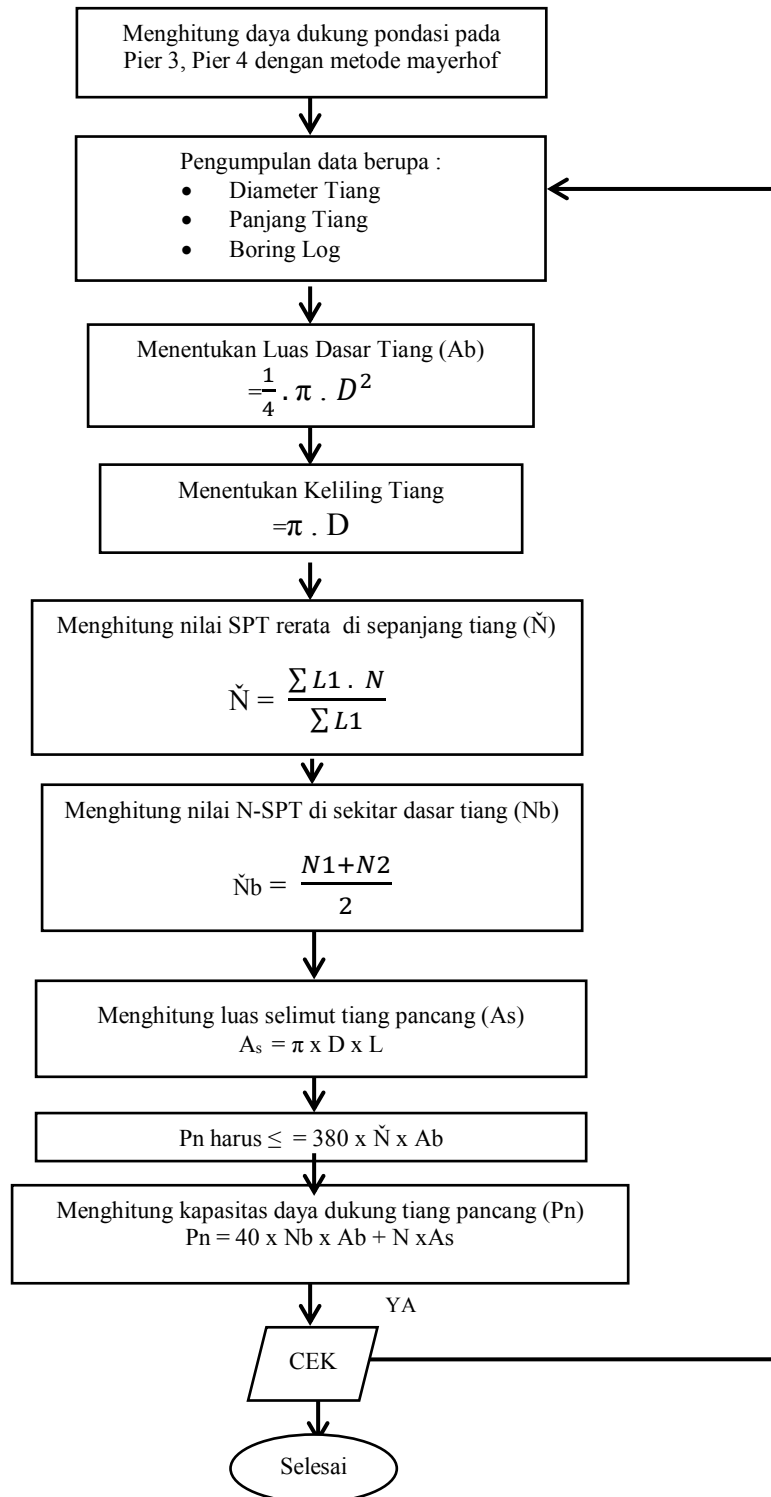
C. Cara Penelitian

1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.4 Bagan Alir Penelitian

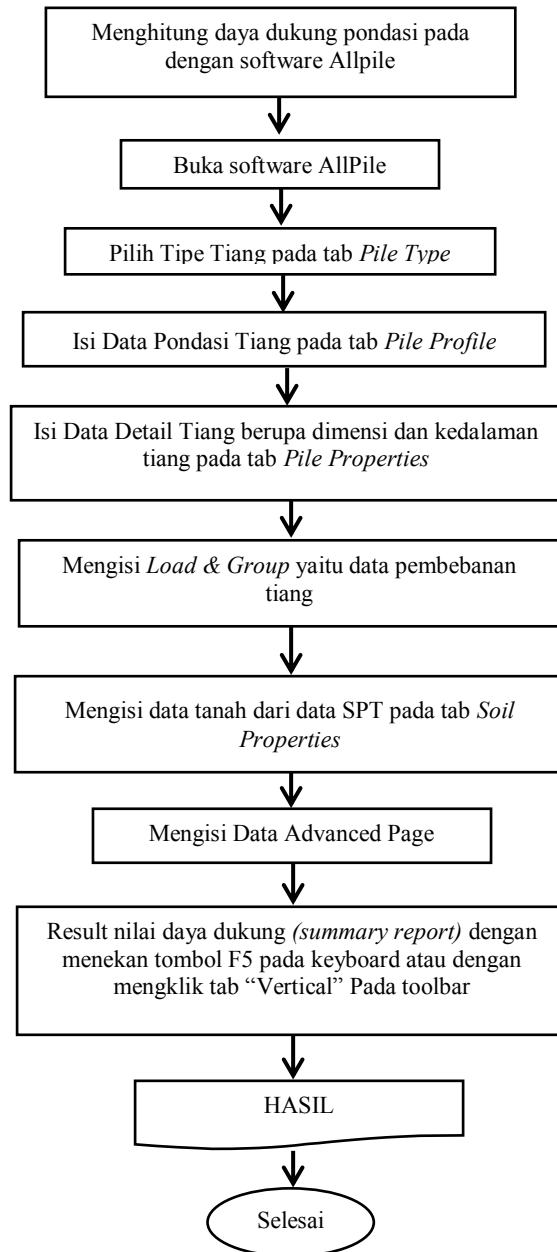
2. Bagan Alir Perhitungan Daya Dukung



Gambar 3.5 Bagan Alir Perhitungan Daya Dukung Menggunakan Metode Vesic

3. Bagan Alir Menghitung Daya Dukung Menggunakan Software

ALLPILE



Gambar 3.6 Bagan Alir Perhitungan Daya Dukung Menggunakan Software AllPile

4. Metode Penelitian

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 3.1

a) Lokasi penelitian

Lokasi penelitian ialah pada proyek pembangunan pompa pengendalian banjir sub DAS bendung kota khususnya rumah pompa.

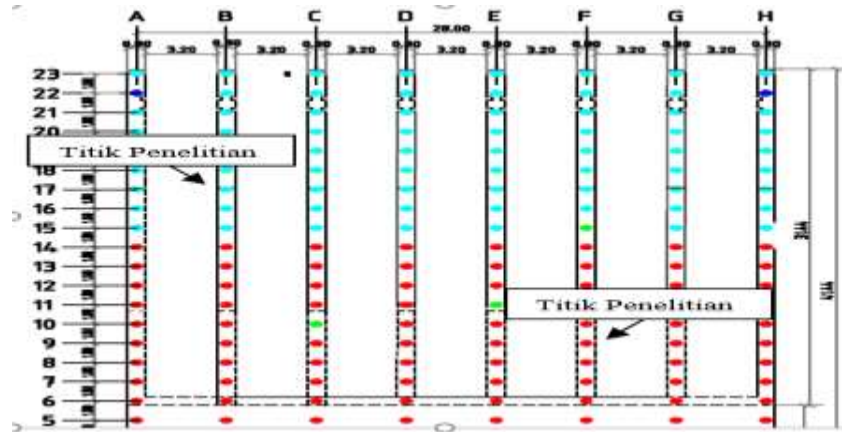
b) Lokasi proyek

Lokasi proyek berada di jalan Aliatmir 10 Ilir Kota Palembang.



Gambar 3.7Lokasi Penelitian

- c) Penelitian yang dilakukannya itu menganalisa daya dukung pondasi tiang pancang pada titik B17 dan F9

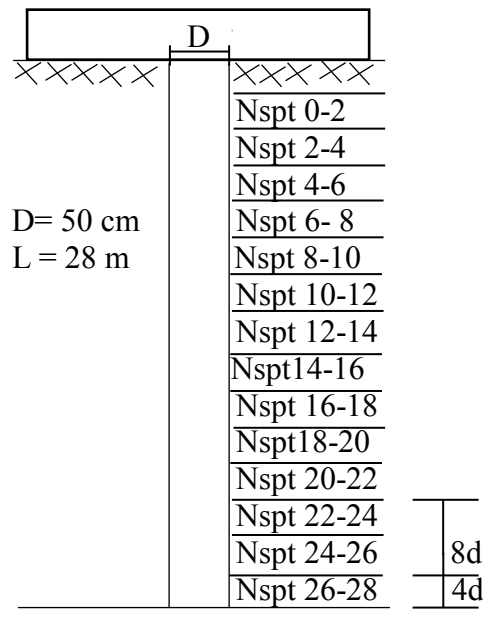


Gambar 3.8 Denah Posisi Tiang Pancang

- d) Proses pengambilan data
- e) Diperluksn waktu selama kurang lebih 1 (satu) minggu atau lebih 7hari dalam proses pengambilan data sekunder dan data primer. Data sekunder yaitu data yang dapatkan dari PT. Supraharmonia Consultindo yang bertempat dijalan ABR Motik Komplek Kelapa Indah Block C1 No.16.
- f) Data yang didapatyaitu
- Data N-SPT (lihat lampiran)
 - Gambar struktur perencanaan pondasi tiang pancang (lihat lampiran)
- g) Data lainnya sebagai berikut :
- Panjang tiang pancang pada rumah pompa, titik no B17= 28m, dan titik no F9= 32m.
 - Diameter pondasi tiang pancang : Ø50cm.

- c. Tiang Pancang berjenis Spun pile dengan ujung terbuka
- h) 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.
- i) Menghitung Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Tunggal Pada B17 dengan metode Vesic.

Gambar pondasi :



Gambar 3.9 Gambaran Pondasi

Diameter tiang (D) = 50 cm

Panjang Tiang = 28 m

1. Daya Dukung Ujung Tiang (Q_p)

- a. Menghitung luas dasar tiang (A_p)

$$A_p = \frac{1}{4}\pi D^2 = 0.196 \text{ m}^2$$

b. Menghitung nilai faktor daya dukung (N_c)

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

Untuk kondisi dimana tidak terjadi perubahan volume (misal pada pasir padat atau lempung jenuh), maka $\Delta = 0$, 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)

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

$$\begin{aligned}
 N_c^* &= 4/3 \ln (200 + 1) + \pi/2 + 1 \\
 &= 9,643
 \end{aligned}$$

c. Menghitung daya dukung ujung tiang (Q_p)

Untuk mencari nilai daya dukung ujung tiang (Q_p) menurut Vesic (1977) dinyatakan oleh persamaan (2.5)

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

Untuk nilai parameter kuat geser tanah (C_u), dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.2 Tabel Terzaghi dan Peck (1967)

Consistency	N	C_u (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
<i>Very Stiff</i>	15-30	100-200
<i>Hard</i>	>30	>200

$$\begin{aligned}
 Q_p &= A_p \times C_u \times N_c^* \\
 &= 0.196 \times 200 \times 9,643 \\
 &= 378,0056 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

2. Daya Dukung Gesek Tiang (Q_s)

Untuk mencari daya dukung gesek tiang (Q_s) dinyatakan oleh persamaan (2.6) dan (2.7)

$$\begin{aligned}
 A_s &= \pi \times D \times \Delta L \\
 &= 3.14 \times 0.5 \times 2 \\
 &= 3.14 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.3Data Perhitungan Q_s P5

Kedalaman		Nilai SPT N	As	Qs
z1	z2			
0	2	2	3.14	6.28
2	4	2	3.14	6.28
4	6	2	3.14	6.28
6	8	3	3.14	9.42
8	10	4	3.14	12.56
10	12	4	3.14	12.56
12	14	5	3.14	15.7
14	16	5	3.14	15.7
16	18	11	3.14	34.54
18	20	28	3.14	87.92
20	22	43	3.14	131.88
22	24	47	3.14	147.58
24	26	51	3.14	160.14
26	28	51	3.14	160.14
				806.98

$$\begin{aligned}
 Q_s &= N_{spt} \times A_s \\
 &= 806.98 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

3. Daya Dukung Ijin Tiang (Q_{all})

$$\begin{aligned}
 Q_{all} &= Q_p + Q_s \\
 &= 378,0056 \text{ kN} + 806.98 \text{ kN} \\
 &= 1184.9856 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$Q_{izin} = \frac{1184.9856}{1.5} = 790.103 \text{ kN}$$

4. Volume Tiang Pancang Tunggal

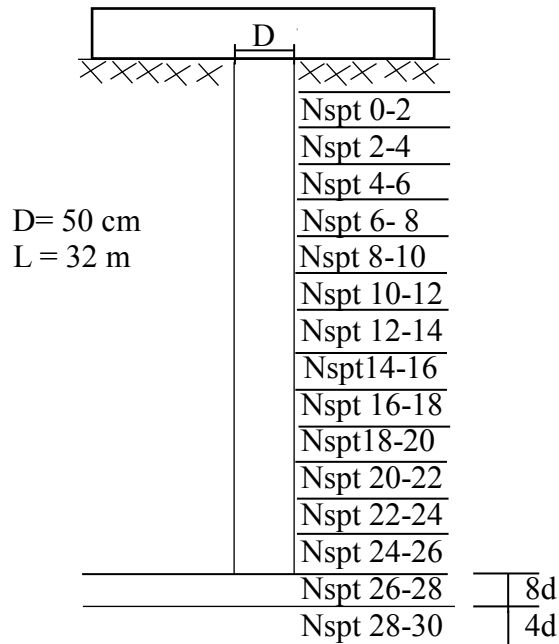
$$V = \left(\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \right) L$$

$$= \left(\frac{1}{4} \times 3.14 \times 0.5^2 \right) 28$$

$$= 5.495$$

j) Menghitung Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Tunggal Pada F9 metode Vesic.

Gambaran pondasi



Gambar 3.10 Gambaran Pondasi

Diameter tiang (D) = 50 cm

Panjang Tiang = 32 m

5. Daya Dukung Ujung Tiang (Q_p)

d. Menghitung luas dasar tiang (A_p)

$$A_p = \frac{1}{4} \pi D^2 = 0.196 \text{ m}^2$$

- e. Menghitung nilai faktor daya dukung (N_c)

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

Untuk kondisi dimana tidak terjadi perubahan volume (misal pada pasir padat atau lempung jenuh), maka $\Delta = 0$, 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 3.4 Rekomendasi nilai I_r (Vesic, 1977)

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

$$N_c^* = \frac{4}{3} \ln(200 + 1) + \pi/2 + 1$$

$$= 9,643$$

- f. Menghitung daya dukung ujung tiang (Q_p)

Untuk mencari nilai daya dukung ujung tiang (Q_p) menurut Vesic (1977) dinyatakan oleh persamaan (2.5)

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

Untuk nilai parameter kuat geser tanah (C_u), dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.5 Tabel Terzaghi dan Peck (1967)

Consistency	N	C_u (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
<i>Very Stiff</i>	15-30	100-200
<i>Hard</i>	>30	>200

$$\begin{aligned}
 Q_p &= A_p \times C_u \times N_c^* \\
 &= 0.196 \times 200 \times 9,643 \\
 &= 378,0056 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

6. Daya Dukung Gesek Tiang (Q_s)

Untuk mencari daya dukung gesek tiang (Q_s) dinyatakan oleh persamaan (2.6) dan (2.7)

$$\begin{aligned}
 A_s &= \pi \times D \times \Delta L \\
 &= 3.14 \times 0.5 \times 2 \\
 &= 3.14 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.6 Data Perhitungan Q_s P5

Kedalaman		Nilai SPT N	As	Qs
z1	z2			
0	2	5	3.14	15.7
2	4	4	3.14	12.56
4	6	4	3.14	12.56
6	8	4	3.14	12.56
8	10	11	3.14	34.54
10	12	13	3.14	40.82
12	14	18	3.14	56.52
14	16	22	3.14	69.02
16	18	35	3.14	109.9
18	20	39	3.14	122.46
20	22	42	3.14	131.88
22	24	49	3.14	153.86
24	26	51	3.14	160.14
26	28	58	3.14	182.12
28	30	63	3.14	197.82
				1312.46

$$Q_s = N_{spt} \times A_s$$

$$= 1312.46 \text{ kN}$$

7. Daya Dukung Ijin Tiang (Q_{all})

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

$$= 378,0056 \text{ kN} + 1312.46 \text{ kN}$$

$$= 1690.4656 \text{ kN}$$

$$Q_{izin} = \frac{1690.4656}{1.5} = 1126.977 \text{ kN}$$

8. Volume Tiang Pancang Tunggal

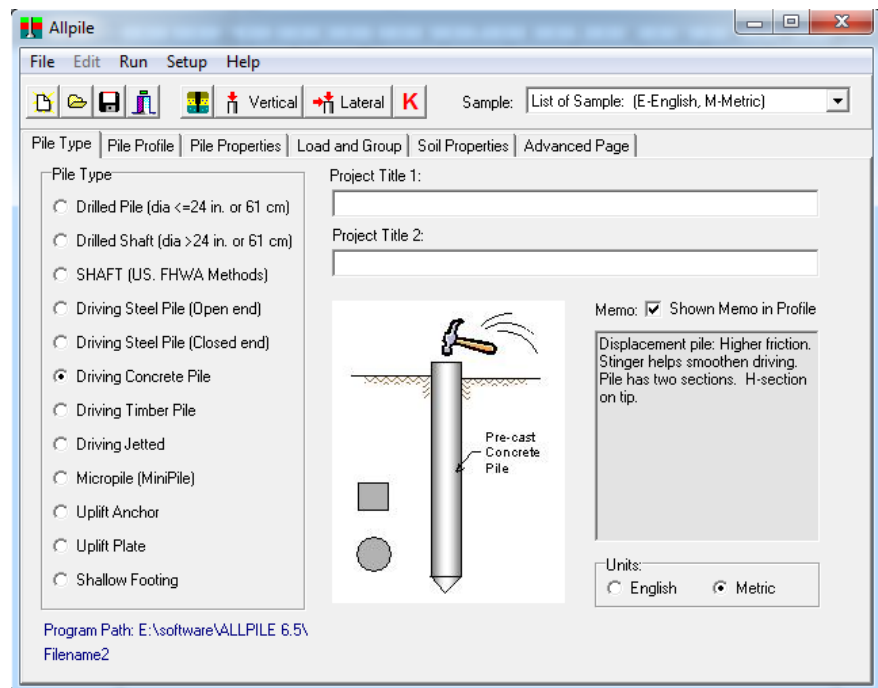
$$V = \left(\frac{1}{4} \times n \times D^2 \right) L$$

$$= \left(\frac{1}{4} \times 3.14 \times 0.5^2 \right) 30$$

$$= 5.887$$

k) Menghitung Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Dengan Software ALLPILE

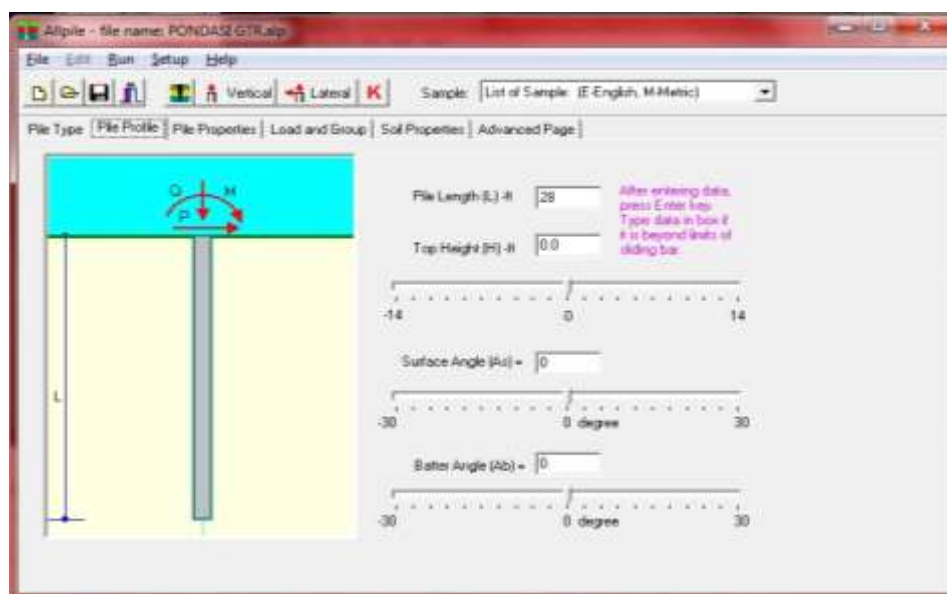
1) Pilih Tipe Tiang



Gambar 3.11 Tipe Tiang

Pertama, 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. Jangan lupa pilih juga satuan yang digunakan English atau metric.


1) Isi data tiang pancang



Gambar 3.12 Pile Profile

Berikutnya adalah bagian **Pile Profile**. Isikan Panjang *pile* pada *Pile length*, kedalaman pancang di *Top height*. kemiringan permukaan tanah di *surface Angle* untuk pancang miring maka masukkan parameter *Batter Angle* untuk mempermudah pengisian parameter. Karena panjang pondasi peneliti = 28 m dan kedalaman pancang nya 28 m maka disikan *Pile Length: 28, top height:*

2) Isi Pile Properties

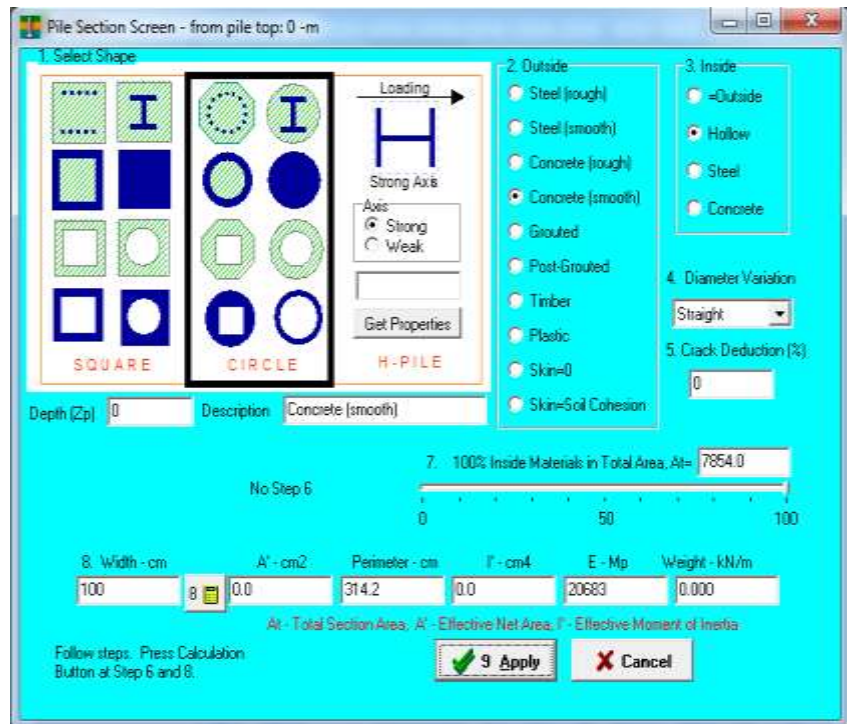


Depth	Pile Data Input	Width in	A' in ²	Per. in	First	E' in ⁴	W' lb/ft	A in ²
0	Concrete (smooth)	50	1963.5	157.1	306796.2	3000	2.045	1963.5
3	Concrete (smooth)	50	1963.5	157.1	306796.2	3000	2.045	1963.5
6	Concrete (smooth)	50	1963.5	157.1	306796.2	3000	2.045	1963.5
9	Concrete (smooth)	50	1963.5	157.1	306796.2	3000	2.045	1963.5
13	Concrete (smooth)	50	1963.5	157.1	306796.2	3000	2.045	1963.5
18	Concrete (smooth)	50	1963.5	157.1	306796.2	3000	2.045	1963.5
24	Concrete (smooth)	50	1963.5	157.1	306796.2	3000	2.045	1963.5
28	Steel (rough)	50	1963.5	157.1	306796.2	29000	6.640	1963.5
	Click to Open							
	Click to Open							

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 3.13 Pile Properties

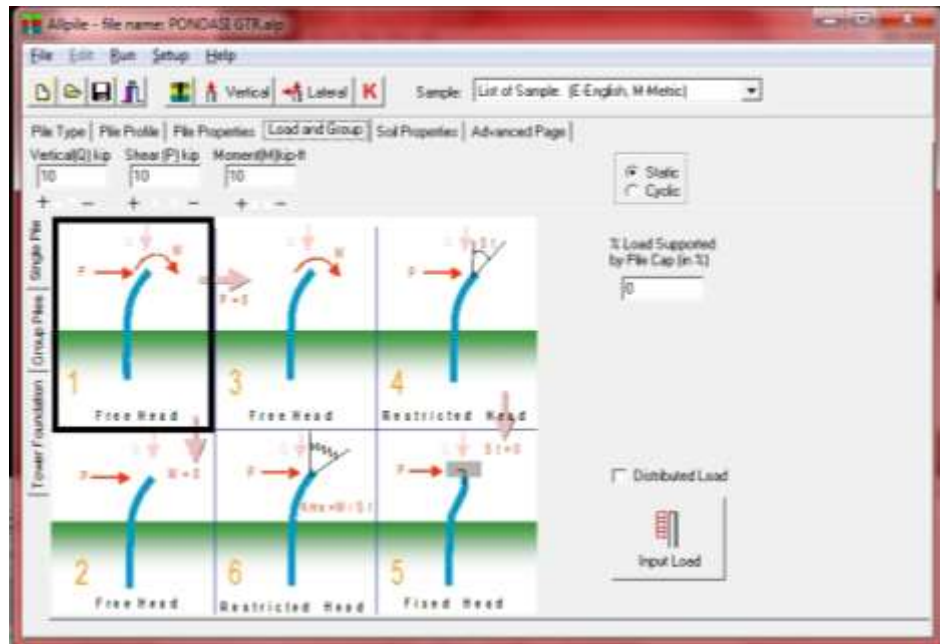
Berikutnya adalah **Pile Properties**. isikan *properties pile* yang digunakan. Apabila anda *klik* di bagian *Pile data Input*, maka jendela *Pile Section Screen* akan terbuka seperti gambar 3.25.



Gambar 3.14Pile Section Screen

Shape dipilih *circle*, *Outside*= *Concrete (smooth)*, *inside*= *hollow* (berongga), *width*(diameter tiang)= 50 cm, lalu klik tanda kalkulator maka perimeter dimensi lain otomatis terisi. *klik Apply*. lalu isi *Depth Z_p*-m = 0. Berikutnya *klik Add Tip Section* pada tab *Pile Properties* (lihat gambar 3.24) *untuk* parameter ujung pile secara otomatis akan langsung muncul dibawahnya.

3) Mengisi Load & Group



Gambar 3.15Load & 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 tunggal maka pilih *single pile*.

4) Mengisi Soil Properties

Depth (Zg)	Soil Data Input	G (lb/ft3)	Phi	C (lb/ft2)	k (lb/ft3)	e50 as Di	Nqpt	Type
0	Soft Clay (w)	42.8	0.0	0.25	27.7	2.32	2	1
8	Soft Clay (w)	48.4	0.0	0.30	41.5	1.81	3	1
12	Soft Clay (w)	53.0	0.0	0.50	55.3	1.52	4	1
16	Soft Clay (w)	56.9	0.0	0.63	95.5	1.33	5	1
18	Soft Clay (w)	67.7	0.0	1.30	258.6	0.82	11	1
21	Soft Clay (w)	72.5	0.0	3.50	1254.4	0.47	20	2
22	Soft Clay (w)	77.1	0.0	5.30	2092.6	0.36	43	2
26	Soft Clay (w)	77.3	0.0	6.30	2585.4	0.32	51	2

Gambar 3.16 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*, lihat gambar 3.28.

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

Under Water Table **Static Loading** Depth (Zg) 0 Description Soft Clay

2. Input N1*
 N1 (spt)=1
 CPT=13.3 kgf/cm2
 3. Adjust Values below:
 G=36.2 lb/ft3

Friction=0.0

C=0.13 kip/ft2

K=13.8 lb/in3

e50=3.53%

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

☒ Links
 5.7 kN/m3
 5.99 kN/m2
 3.8 MN/m3

☒ 4. Apply ☐ Cancel

Gambar 3.17 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 nya sesuai dengan data tersebut sesuai dengan kedalamannya dengan mengisi pada kolom *Depth (Zg)*, dan isi nilai N-SPT dengan cara arahkan sesuai angka N-SPT di *Input NI*. Lalu klik *Apply*. Lakukan tahap ini berulang, sesuai kedalaman dan dari data N-SPT yang telah didapatkan lapangan.

5) Mengisi Data Advanced Page

Analysis Parameters:

Parameters: Value [1]: Value [2]	Value [1]	Value [2]
FS for Downward: [1] FS_side; [2] FS_tip	1.5	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	2.540	2.540
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 3.18Advanced Page

Bagian terakhir adalah *Advanced Page*. anda dapat memasukkan kondisi *zeroskin friction* atau *zero tip resistance* tergantung kondisi *pile* yang di desain. Bagian ini juga berisi *Safety Factor* yang digunakan. Disini peneliti hanya melewati saja, tidak diisi data apapun.

6) Run Analysis

VERTICAL ANALYSIS RESULTS

Depth - s, f, Q Data

Load - Settlement Data

Capacity - Length Data

Length From 0.000 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 3.19Run Analisis

Setelah input semua data sudah selesai langkah selanjutnya adalah *runanalysis*, karena peneliti tidak meneliti gaya horizontal, dan hanya meneliti gaya vertical maka dipilihlah *vertical analysis* atau bisa juga dengan menekan tombol F5, maka akan muncul tab seperti diatas, danpilih *detailed report* untuk hasil detailnya. Setelah itu akan muncul hasil perhitungan kita Hasilnya adalah sebagai berikut :


```

hasil pon1 - Notepad
File Edit Format View Help
*****
ALL PILE 6
VERTICAL ANALYSIS SUMMARY OUTPUT
Copyright by CivilTech Software 2005
www.civiltech.com
(425) 453-6488 Fax (425) 453-5848
*****
Licensed to
Date: 09/02/2019 File:
Title 1:
Title 2:
TOTAL LOADS:
Vertical Load, Q: 10.0 -kp
Load Factor for vertical Loads: 1.0
Loads Supported by Pile cap: 0 %
PILE PROFILE:
Pile Length, L= 28.0 -ft
Top Height, H= 0 -ft
Slope Angle, As= 0
Batter Angle, Ab= 0.00 Batter Factor, Kbat= 1.00
SINGLE PILE:
Deduction factor due to Group Effect, R= 1.00
Vertical Load= 10.00 -kp
Single pile vertical analysis:
Results:
Total ultimate capacity (Down)= 1708.33-kp, Total ultimate capacity (up)= 790.103-kp
Total Allowable capacity (Down)= 1209.90-kp, Total Allowable capacity (up)= 1080.18-kp
At work Load= 10.00-kp, Settlement= 0.00094-in
At work Load= 10.00-kp, Secant Stiffness Ksx= 10615.21-kp/-in
At Allowable Settlement= 1.000-in, Capacity= 1693.18-kp
work Load, 10.00-kp, OK with the Capacity at Allowable Settlement= 1.00-in, Capacity= 1693.18-kp
work Load, 10.00-kp, OK with the Allowable capacity (Down)= 1209.90-kp
FACTOR OF SAFETY:
Fsside Fstip Fsuplif Fweight
1.0 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 3.20Hasil detail report Pondasi B17

```

hasil pon2 new - Notepad
File Edit Format View Help
*****
ALL PILE 6
VERTICAL ANALYSIS SUMMARY OUTPUT
Copyright by CivilTech Software 2005
www.civiltech.com
(425) 453-6488 Fax (425) 453-5848
*****
Licensed to
Date: 18/01/2019 File: D:\SKRIPSI SAVA\data TA\pondasi 2.alp
Title 1:
Title 2:
TOTAL LOADS:
Vertical Load, Q: 10.0 -kp
Load Factor for vertical Loads: 1.0
Loads Supported by Pile cap: 0 %
PILE PROFILE:
Pile Length, L= 32.0 -ft
Top Height, H= 0 -ft
Slope Angle, As= 0
Batter Angle, Ab= 0.00 Batter Factor, Kbat= 1.00
SINGLE PILE:
Deduction factor due to Group Effect, R= 1.00
Vertical Load= 10.00 -kp
Single pile vertical analysis:
Results:
Total ultimate capacity (Down)= 2791.58-kp, Total ultimate capacity (up)= 1126.502-kp
Total Allowable capacity (Down)= 1861.05-kp, Total Allowable capacity (up)= 858.52-kp
At work Load= 10.00-kp, Settlement= 0.00064-in
At work Load= 10.00-kp, Secant Stiffness Ksx= 15693.79-kp/-in
At Allowable Settlement= 1.000-in, Capacity= 2781.14-kp
work Load, 10.00-kp, OK with the Capacity at Allowable Settlement= 1.00-in, capacity= 2781.14-kp
work Load, 10.00-kp, OK with the Allowable capacity (Down)= 1861.05-kp
FACTOR OF SAFETY:
Fsside Fstip Fsuplif Fweight
1.5 1.5 2.0 1.0
Note: If program can't find result or the result exceeds the up limits. The result shows 9999.

```

Gambar 3.21Hasil detail report Pondasi F9

BAB IV

HASIL & PEMBAHASAN

A. Data Lapangan

1. Data teknis tiang pancang

- a. Bahan tiang = beton
- b. Bentuk tiang = lingkaran
- c. Diameter tiang = 50 cm
- d. Luas penampang = 0.196 cm
- e. Mutu Beton = K-500

2. Data *boring log* tanah

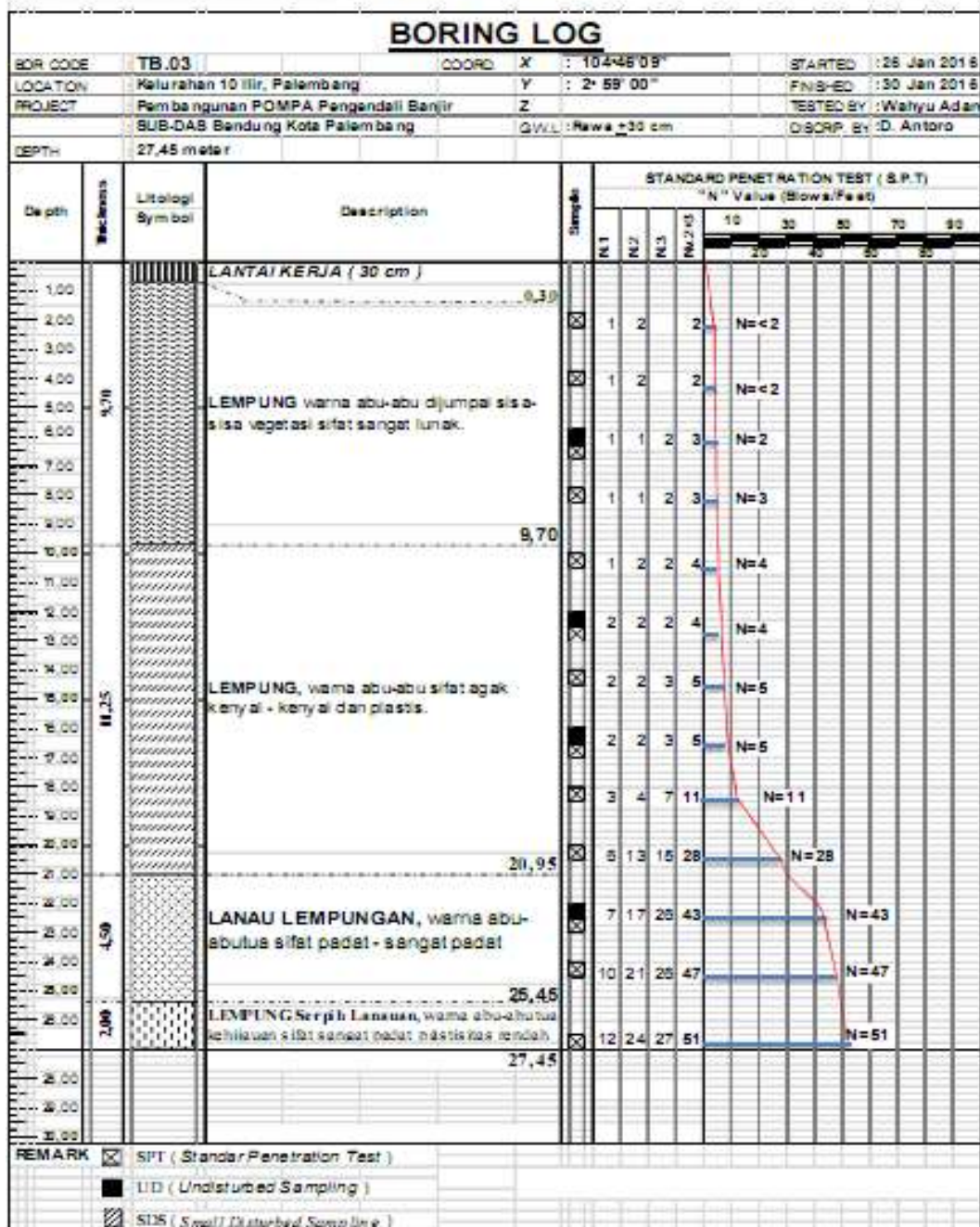
Data tanah hasil *Bor log* mempunyai hasil yang berbeda-beda (bervariasi) pada setiap lapisannya, karena setiap tanah akan berbeda juga kepadatannya, dari hasil *bor log* tanah dilapangan di dapat nilai *N-SPT*.

Nilai *N-SPT* inilah yang akan digunakan untuk menghitung daya dukung pondasi tiang pancang tunggal pada pembangunan Rumah Pompa SUB Das khususnya pada titik B17 dan F9 . Berikut adalah hasil data nilai *N-SPT* yang kami peroleh dari PT. Suprahamonia Consultan selaku kontraktor pada pembangunan Rumah Pompa Pengendalian Banjir sub DAS Bendung Kota Palembang.



LABORATORIUM PENGUJIAN BAHAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Alamat: Jln. Seliswa Negara Palembang 30139
Telp. 0711553414 psw. 143 Fax. 0711559118 Email: info@polisriwijaya.ac.id



Gambar 4.1 Grafik N-SPT padatiang B17 dan F9 diameter 50cm.

Jika dibuat table dari grafik N-SPT diatas, maka bias dibuat seperti table dibawah ini, yang mana table tersebut berisikan nilai N-SPT dari grafik diatas dan langsung kepada nilai N-SPT saja.

Tabel 4.1 Data Boring Log B17 diameter 50 cm, L = 28 meter

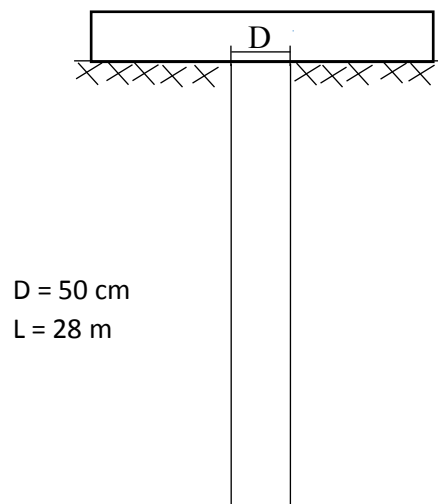
Kedalaman		Nilai SPT (N)
Z ₁ (m)	Z ₂ (m)	
0	2	2
2	4	2
4	6	2
6	8	3
8	10	4
10	12	4
12	14	5
14	16	5
16	18	11
18	20	28
20	22	43
22	24	47
24	26	51
26	28	51

Tabel 4.2 Data Boring Log F9 diameter 50 cm, L = 30 meter

Kedalaman		Nilai SPT (N)
Z ₁ (m)	Z ₂ (m)	
0	2	5
2	4	4
4	6	4
6	8	4

8	10	11
10	12	13
12	14	18
14	16	22
16	18	35
18	20	39
20	22	42
22	24	49
24	26	51
26	28	58
28	30	63

3. Gambaran Pondasi



Gambar 4.2 Gambaran Pondasi B17 (detail lihat lampiran 1)

B. Hasil dan Pembahasan

1. Nilai Daya Dukung Existing

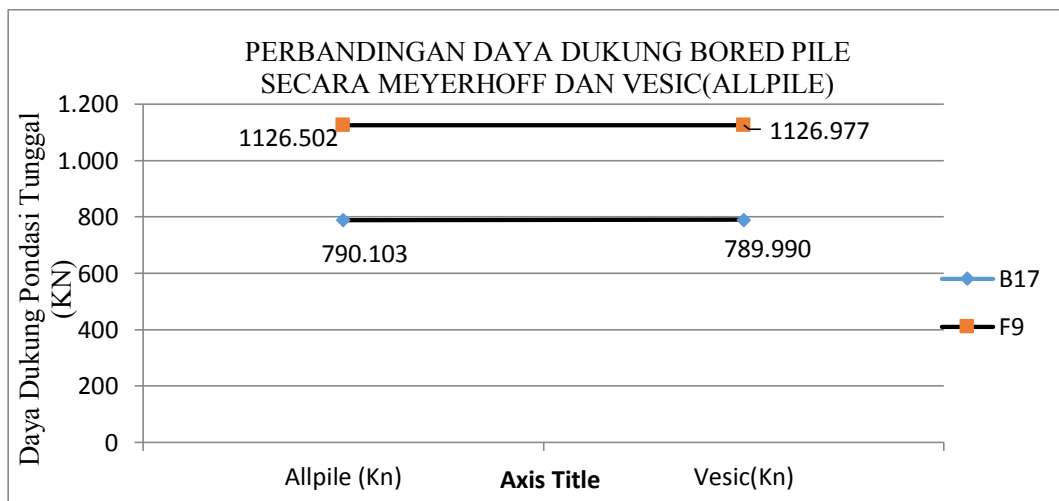
Setelah menganalisa daya dukung pondasi tiang pancang tunggal pada *Pembangunan Pompa Pengendalian Banjir sub DAS Bendung* dengan cara empiris yang menggunakan metode Vesic dan dengan software *ALLPILE* khususnya B17 dan F9 dengan menggunakan data *N-SPT* maka didapatkan hasil perhitungan daya dukungnya sebagai berikut :

A. Hasil Perhitungan Daya Dukung Pondasi *Bored Pile* Tunggal

1. Daya dukung *existing*

Tabel 4.3 Daya Dukung Pondasi *Bored Pile* Tunggal B17 *Existing* Menggunakan Data *N-SPT*

No	No Pondasi	Vesic	Allpile
1	B17	789.990	790.103
2	F9	1126.977	1126.502



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Daya Dukung *Bored Pile Existing* Dengan Metode Vesic dan Program Allpile.

2. Pembahasan

Gambar 4.3 Dari nilai daya dukung existing tiang pancang titik B17 hasil perhitungan dengan metode *Allpile* lebih besar dari pada yang menggunakan Vesic. Itu disebabkan karena pada metode *Allpile* memiliki nilai factor aman (*Safety Factor*) yang lebih besar dari pada metode vesic.

Jadi dengan hasil tersebut, untuk menentukan variasi atau memilih variasi mana yang aman dan kita gunakan nanti, kita gunakan nilai daya dukung existing menggunakan metode *Allpile* yang akan dijadikan pembatas. Jika nilai daya dukung suatu variasi tiang pancang melebihi dari nilai pembatas, maka itu lebih baik dan aman, dan jika tidak melebihi atau kurang dari nilai daya dukung pembatas, maka itu tidak aman untuk daya dukungnya.

B. Variasi pondasi *bored pile* tunggal

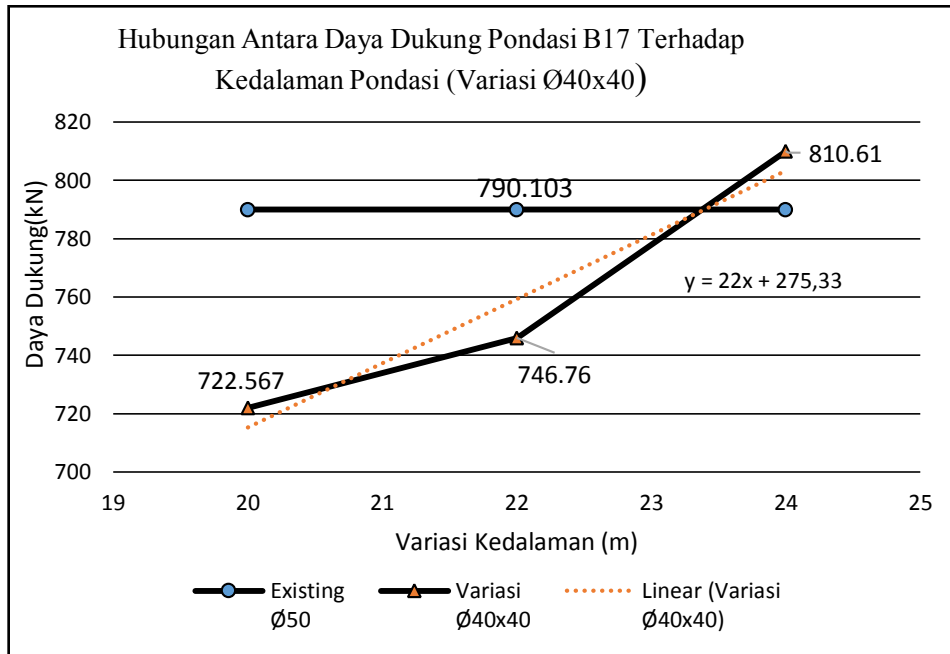
1. Pondasi titik B17

Untuk pondasi di titik B17, variasi yang dilakukan adalah pada dimensi diameter dan kedalaman. Setelah dilakukan perhitungan (lihat lampiran), maka berikut tabel dan grafik hasil perhitungan variasi daya dukung pondasi *bored pile* tunggal berdasarkan data *N-SPT* menggunakan metode Vesic (dalam *software allpile*).

Tabel 4.4 Daya Dukung Pondasi *Bored Pile* Tunggal B17 Variasi Ø40x40 (Persegi) Menggunakan Metode *Software Allpile*

Diameter	Kedalaman (m)	$Q_{allExisting}(kN)$	Daya Dukung Variasi (kN)
----------	---------------	-----------------------	--------------------------

Ø40x40	20 m	790.103	722.567
	22 m		746.76
	24 m		810.61



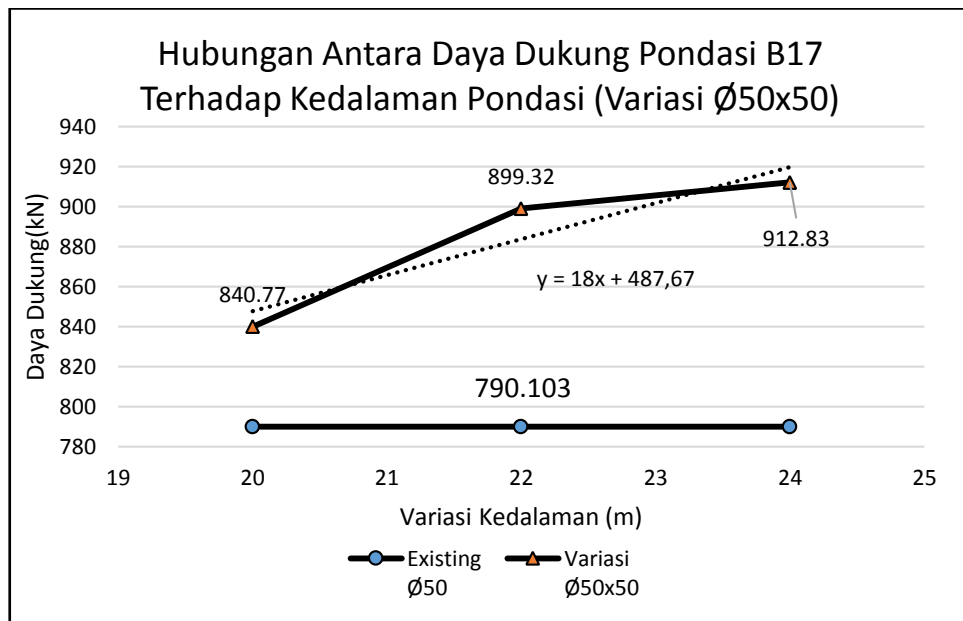
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Daya Dukung Pondasi B17 Terhadap Kedalaman Pondasi (Untuk Variasi Ø40x40)

Berdasarkan **Gambar 4.4** dapat dilihat bahwa pada perhitungan variasi *pile* Ø40x40, terdapat 1 (satu) variasi yang memenuhi syarat aman dengan memiliki nilai daya dukung lebih besar daripada daya dukung *existing*, yaitu pada kedalaman 24 m dengan daya dukung sebesar 810.61 kN. Namun setelah dicari menggunakan persamaan $y = ax + b$ yaitu $y = 22x + 275.33$ untuk daya dukung sebesar daya dukung *existing* terdapat pada variasi *pile* Ø40x40 dengan kedalaman 23.5 m (lampiran 2.74).

Sebagai Pembuktian, kedalaman yang sudah didapat sebesar 23.5 m kemudian dihitung kembali dengan menggunakan *software Allpile* dan didapat nilai daya dukung yaitu 793.489 kN, lebih besar dari daya dukung existing dan dinyatakan memenuhi syarat.

Tabel 4.5 DayaDukungPondasiBored Pile Tunggal B17 Variasi Ø50x50 (Persegi)MenggunakanMetode Software Allpile

Diameter	Kedalaman (m)	Q _{all} Existing(kN)	Daya Dukung Variasi (kN)
Ø50x50	33 m	790.103	840.77
	34 m		899.32
	35 m		912.83



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Antara Daya Dukung Pondasi B17 Terhadap Kedalaman Pondasi (Untuk Variasi Ø50x50)

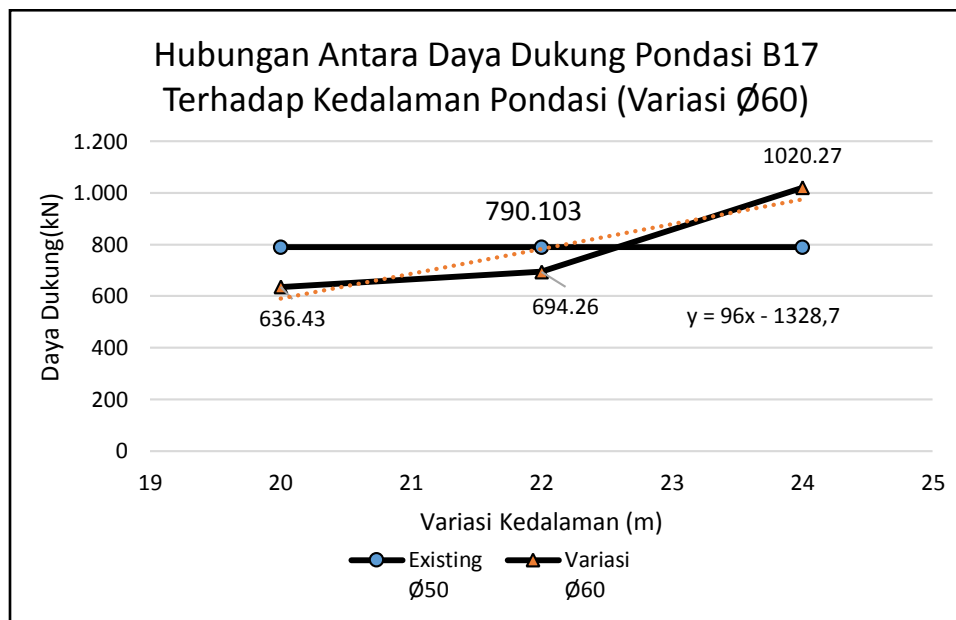
Berdasarkan **Gambar 4.5**, dapat dilihat bahwa pada perhitungan variasi *pile* Ø50x50, semua variasi memenuhi syarat aman dengan memiliki nilai daya dukung lebih besar daripada daya dukung *existing*,

Namun setelah dicari menggunakan persamaan $y=ax+b$ yaitu $y= 18x + 487.67$ untuk daya dukung sebesar daya dukung *existing* terdapat pada variasi *pile* Ø40x40 dengan kedalaman 18.5m (lampiran 2.89).

Sebagai Pembuktian, kedalaman yang sudah didapat sebesar 18.5 m kemudian dihitung kembali dengan menggunakan *software Allpile* dan didapat nilai daya dukung yaitu 791.233 kN, lebih kecil dari daya dukung *existing* dan dinyatakan memenuhi syarat.

Tabel 4.6 DayaDukungPondasiBored Pile Tunggal B17 Variasi Ø60 (Lingkaran)MenggunakanMetode Software Allpile

Diameter	Kedalaman (m)	$Q_{all}Existing(kN)$	Daya Dukung Variasi (kN)
Ø60	20 m	790.103	636.43
	22 m		694.26
	24 m		1020.27



Gambar 4.6 Grafik Hubungan Antara Daya Dukung Pondasi B17

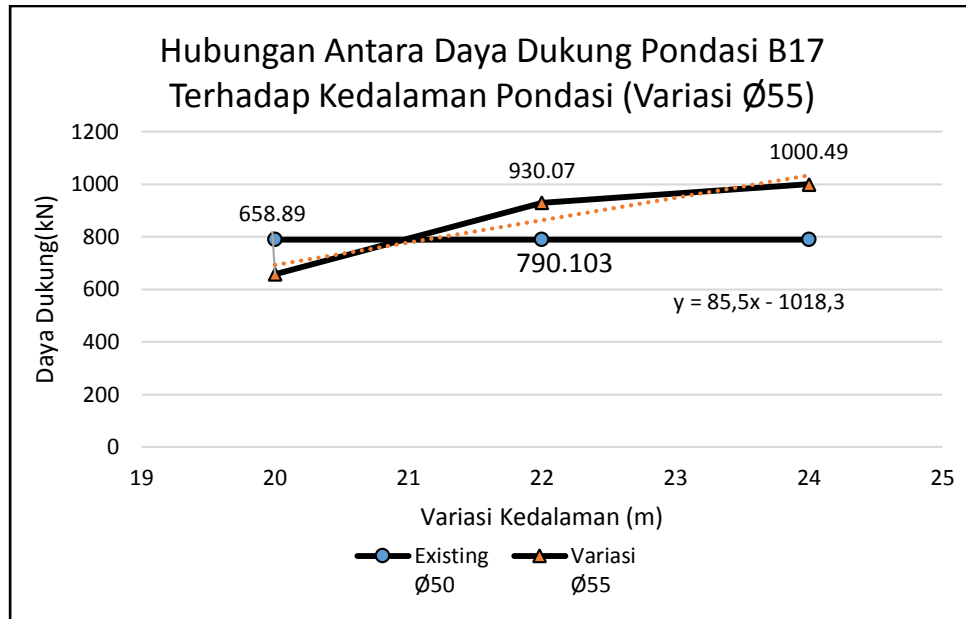
Terhadap Kedalaman Pondasi (Untuk Variasi Ø60)

Berdasarkan **Gambar 4.6**, dapat dilihat bahwa pada perhitungan variasi *pile* Ø60, terdapat 2 (dua) variasi yang tidak memenuhi syarat aman dengan memiliki nilai daya dukung lebih kecil daripada daya dukung *existing*, yaitu pada kedalaman 20 m dan 22 m dengan daya dukung sebesar 636.43 kN dan 694.26 kN. Namun setelah dicari menggunakan persamaan $y=ax+b$ yaitu $y= 96x + 1328.7$ untuk daya dukung sebesar daya dukung *existing* terdapat pada variasi *pile* Ø60 dengan kedalaman 23 m (lampiran 2.104).

Sebagai Pembuktian, kedalaman yang sudah didapat sebesar 23 m kemudian dihitung kembali dengan menggunakan *software Allpile* dan didapat nilai daya dukung yaitu 793.119 kN, lebih besar dari daya dukung *existing* dan dinyatakan memenuhi syarat.

Tabel 4.7 DayaDukungPondasiBored Pile Tunggal B17 Variasi Ø55 (Lingkaran)MenggunakanMetode Software Allpile

Diameter	Kedalaman (m)	$Q_{all}Existing(kN)$	Daya Dukung Variasi (kN)
Ø55	20 m	790.103	658.89
	22 m		930.07
	24 m		1000.49



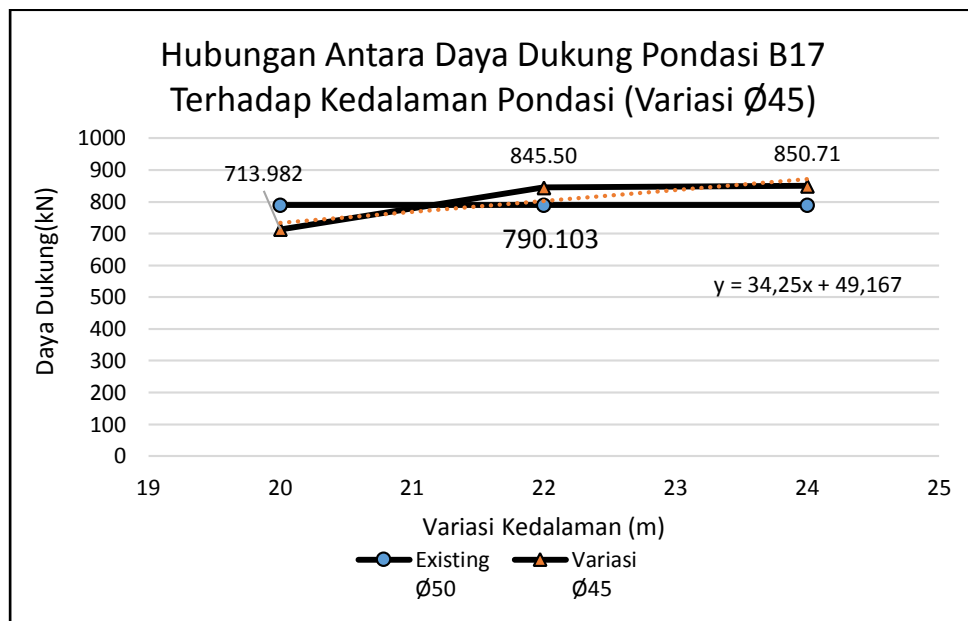
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Antara Daya Dukung Pondasi B17 Terhadap Kedalaman Pondasi (Untuk Variasi Ø55)

Berdasarkan **Gambar 4.7**, dapat dilihat bahwa pada perhitungan varisai *pile* Ø55, terdapat 2 (dua) variasi yang memenuhi syarat aman dengan memiliki nilai daya dukung lebih besar daripada daya dukung *existing*, yaitu pada kedalaman 22 m dengan daya dukung sebesar 930.07 kN, dan pada kedalaman 24m dengan daya dukung sebesar 1000.49 kN. Namun setelah dicari menggunakan persamaan $y=ax+b$ yaitu $y=85.5x - 1018.3$ untuk daya dukung sebesar daya dukung *existing* terdapat pada variasi *pile* Ø55 dengan kedalaman 21.5 m(lampiran 2.119).

Sebagai Pembuktian, kedalaman yang sudah didapat sebesar 21.5 m kemudian dihitung kembali dengan menggunakan *software Allpiledan* didapat nilai daya dukung yaitu 792.259 kN, lebih besar dari daya dukung *existing* dan dinyatakan memenuhi syarat.

Tabel 4.8 DayaDukungPondasiBored Pile Tunggal B17 Variasi Ø45 (Lingkaran)MenggunakanMetode *Software Allpile*

Diameter	Kedalaman (m)	Q _{all} Existing(kN)	Daya Dukung Variasi (kN)
Ø45	20 m	790.103	713.982
	22 m		845.50
	24 m		850.71



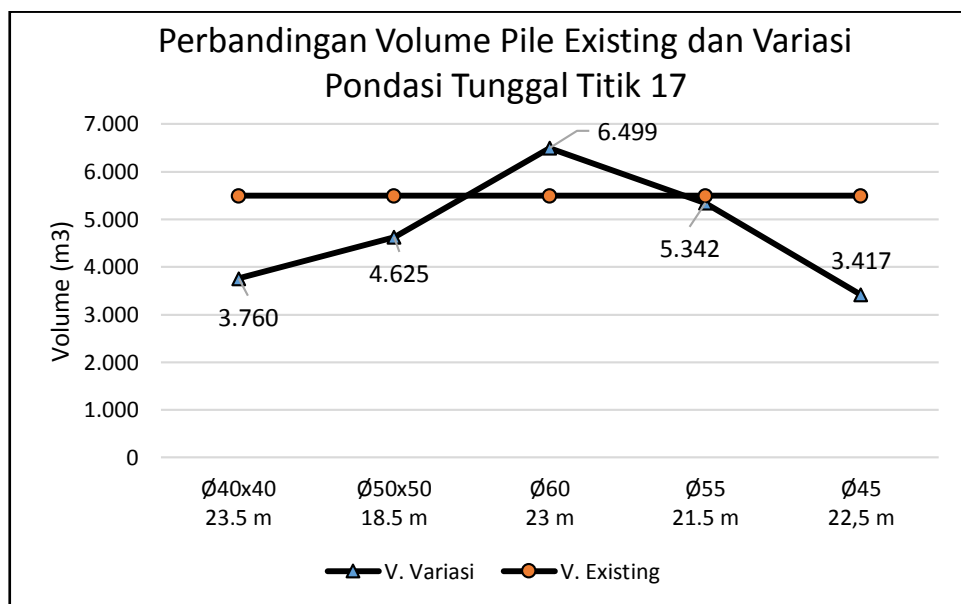
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Antara Daya Dukung Pondasi B17 Terhadap Kedalaman Pondasi (Untuk Variasi Ø45)

Berdasarkan **Gambar 4.8**, dapat dilihat bahwa pada perhitungan varisai *pile* Ø45, terdapat 2 (dua) variasi yang memenuhi syarat aman dengan memiliki nilai daya dukung lebih besar daripada daya dukung *existing*, yaitu pada kedalaman 22 m dengan daya dukung sebesar 845.50 kN, dan pada kedalaman 24 m dengan daya dukung sebesar 850.71 kN. Namun setelah dicari menggunakan persamaan $y=ax+b$ yaitu $y= 34.25x + 49.167$ untuk daya dukung sebesar daya dukung *existing* terdapat pada variasi *pile* Ø55 dengan kedalaman 21.5 m(lampiran 2.134).

Sebagai Pembuktian, kedalaman yang sudah didapat sebesar 21.5 m kemudian dihitung kembali dengan menggunakan *software Allpile* dan didapat nilai daya dukung yaitu 792.289 kN, lebih besar dari daya dukung existing dan dinyatakan memenuhi syarat.

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Volume Variasi Pondasi Bored Pile Tunggal B17

Diameter	Kedalaman (m)	Volume Existing (m ³)	Volume (m ³)	Keterangan
Ø40 x 40	23.5 m	5.495	3.760	Ok
Ø50 x 50	18.5 m		4.625	Ok
Ø60	23 m		6.499	No
Ø55	22.5 m		5.342	OK
Ø45	21.5 m		3.417	OK



Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Antara Volume Pile Existing Terhadap Volume Pile Variasi Pondasi Tunggal B17

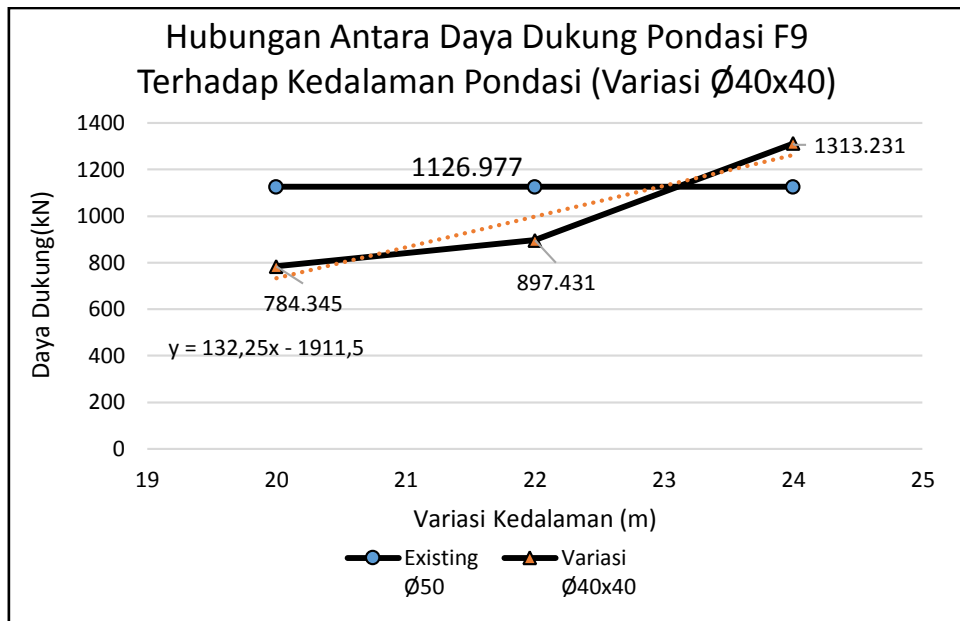
Setelah dilakukan perhitungan pada kedalaman dari variasi dengan volume efisien sebelumnya, dihitung kembali volumenya untuk menentukan apakah volume variasi tetap efisien setelah dibulatkan, dari hasil perhitungan dalam **Gambar 4.9**, didapat bahwa variasi yang paling efisien untuk pondasi Tiang Pancang B17 terdapat pada variasi *pile Ø45* semua memenuhi syarat aman existing dengan daya dukung sebesar daya dukung *existing* senilai 792.289 kN dan dengan volume sebesar 3.417 m³ yang mana lebih kecil dari volume *existing*.

2. Pondasi titik F9

Untuk pondasi di titik F9, variasi yang dilakukan juga adalah pada dimensi diameter dan kedalaman. Setelah dilakukan perhitungan (lihat lampiran), maka berikut tabel dan grafik hasil perhitungan variasi daya dukung pondasi *bored pile* tunggal berdasarkan data *N-SPT* menggunakan metode Vesic (dalam *software allpile*).

Tabel 4.10 Daya Dukung Pondasi Bored Pile Tunggal F9 Variasi Ø40x40 (Persegi) Menggunakan Metode Software Allpile

Diameter	Kedalaman (m)	Q _{all} Existing (kN)	Daya Dukung Variasi (kN)
Ø40x40	20 m	1126.977	784.345
	22 m		897.431
	24 m		1313.231



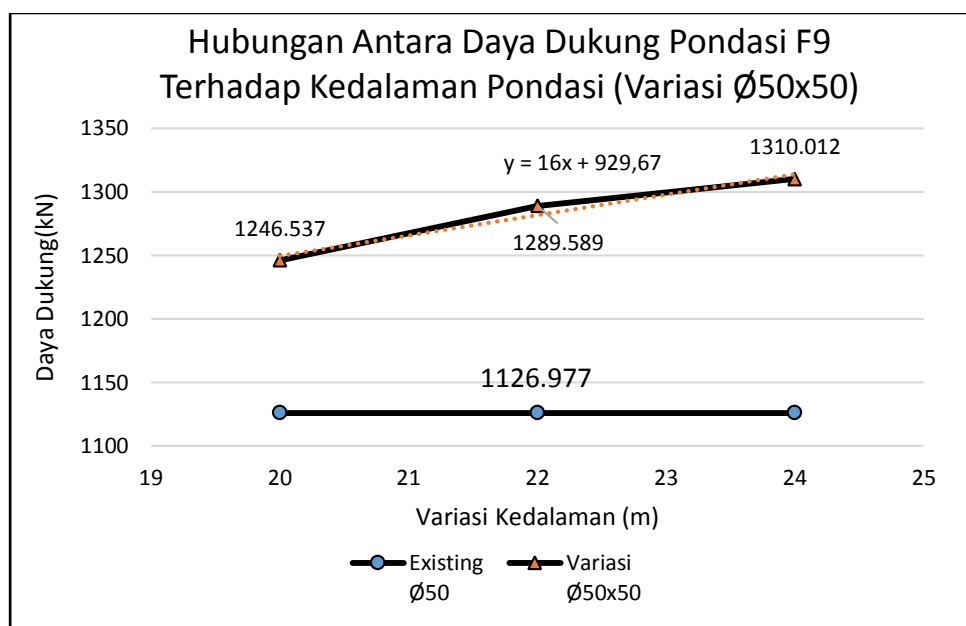
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Antara Daya Dukung Pondasi F9 Terhadap Kedalaman Pondasi (Untuk Variasi Ø40x40)

Berdasarkan **Gambar 4.10**, dapat dilihat bahwa pada perhitungan variasi *pile* Ø40x40, terdapat 1 (satu) variasi yang memenuhi syarat aman dengan memiliki nilai daya dukung lebih besar daripada daya dukung *existing*, yaitu pada kedalaman 24 m dengan daya dukung sebesar 1113.231 kN. Namun setelah dicari menggunakan persamaan $y = ax + b$ yaitu $y = 132.25x - 1911.5$ untuk daya dukung sebesar daya dukung *existing* terdapat pada variasi *pile* Ø40x40 dengan kedalaman 24 m (lampiran 2.150).

Sebagai Pembuktian, kedalaman yang sudah didapat sebesar 24 m kemudian dihitung kembali dengan menggunakan *software Allpiled* dan didapat nilai daya dukung yaitu 1276.289 kN, lebih besar dari daya dukung *existing* dan dinyatakan memenuhi syarat.

Tabel 4.11 Daya Dukung Pondasi *Bored Pile* Tunggal F9 Variasi Ø50x50 (Persegi) Menggunakan Metode *Software Allpile*

Diameter	Kedalaman (m)	$Q_{all} Existing (kN)$	Daya Dukung Variasi (kN)
Ø50x50	20 m	1126.977	1246.357
	22 m		1289.589
	24 m		1310.012



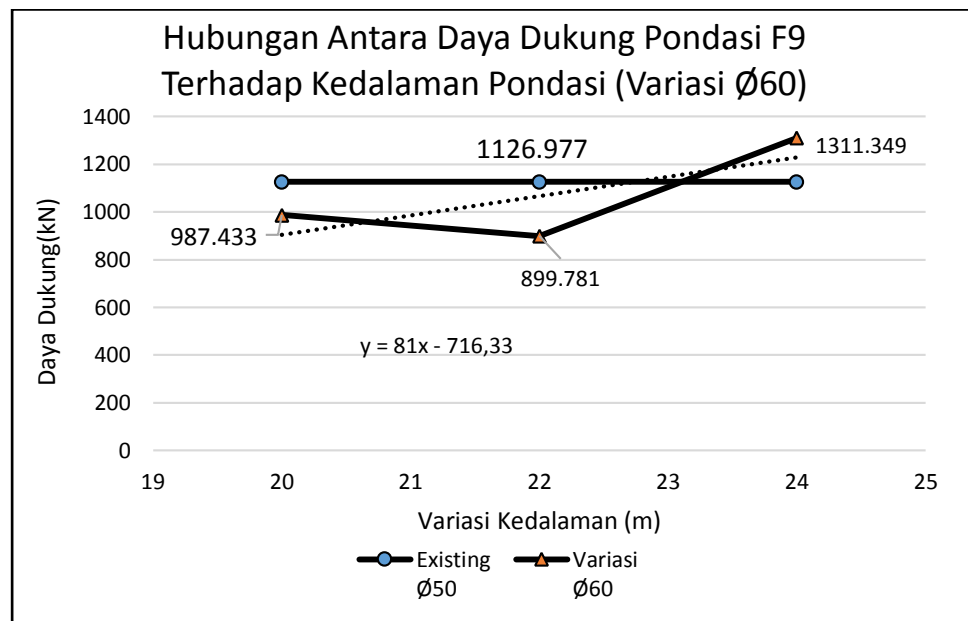
Gambar 4.11 Grafik Hubungan Antara Daya Dukung Pondasi F9 Terhadap Kedalaman Pondasi (Untuk Variasi Ø50x50)

Berdasarkan **Gambar 4.11**, dapat dilihat bahwa pada perhitungan variasi *pile* Ø50x50, semua variasi memenuhi syarat aman dengan memiliki nilai daya dukung lebih besar daripada daya dukung *existing*, Namun setelah dicari menggunakan persamaan $y=ax+b$ yaitu $y= 16x + 929.67$ untuk daya dukung sebesar daya dukung *existing* terdapat pada variasi *pile* Ø50x50 dengan kedalaman 18 m (lampiran 2.165).

Sebagai Pembuktian, kedalaman yang sudah didapat sebesar 18 m kemudian dihitung kembali dengan menggunakan *software Allpile* dan didapat nilai daya dukung yaitu 1136.289 kN, lebih besar dari daya dukung existing dan dinyatakan memenuhi syarat.

Tabel 4.12 DayaDukungPondasiBored Pile Tunggal F9 Variasi Ø60 (Lingkaran)MenggunakanMetode Software Allpile

Diameter	Kedalaman (m)	Q _{all} Existing(kN)	Daya Dukung Variasi (kN)
Ø60	20 m	1126.977	987.433
	22 m		899.781
	24 m		1311.344



Gambar 4.12 Grafik Hubungan Antara Daya Dukung Pondasi F9 Terhadap Kedalaman Pondasi (Untuk Variasi Ø60)

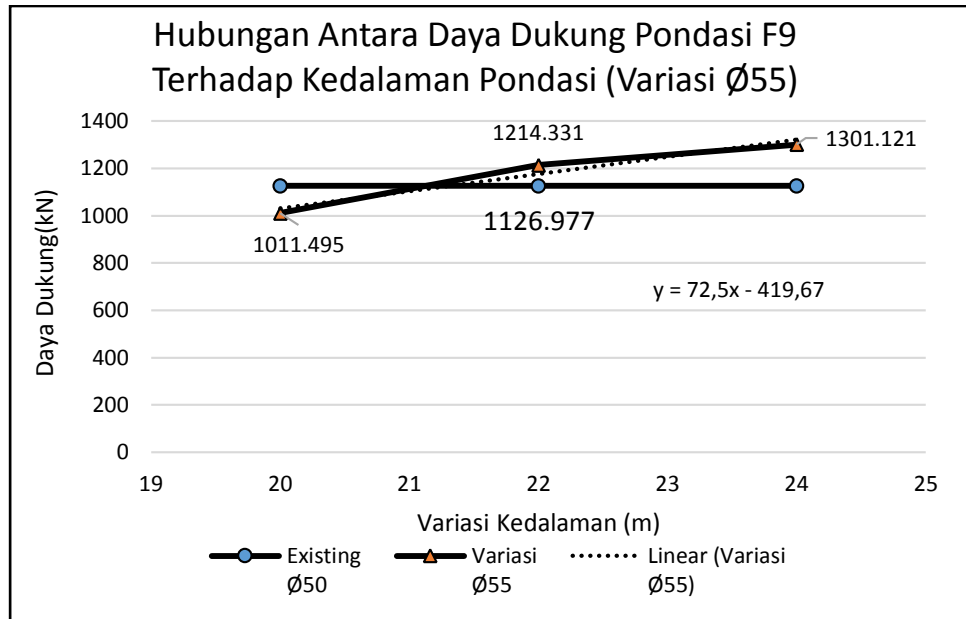
Berdasarkan **Gambar 4.12**, dapat dilihat bahwa pada perhitungan variasi *pile* Ø60, terdapat 1 (satu) variasi yang memenuhi syarat aman

dengan memiliki nilai daya dukung lebih besar daripada daya dukung *existing*, yaitu pada kedalaman 24 m dengan daya dukung sebesar 1311.349 kN. Namun setelah dicari menggunakan persamaan $y=ax+b$, yaitu $y= 81x - 716.33$ untuk daya dukung sebesar daya dukung *existing* terdapat pada variasi *pile* Ø60 dengan kedalaman 23.5m (lampiran 2.185).

Sebagai Pembuktian, kedalaman yang sudah didapat sebesar 23.5 m kemudian dihitung kembali dengan menggunakan *software Allpile* dan didapat nilai daya dukung yaitu 1202.141 kN, lebih besar dari daya dukung *existing* dan dinyatakan memenuhi syarat.

Tabel 4.13 DayaDukungPondasiBored Pile Tunggal F9 Variasi Ø55 (Lingkaran)MenggunakanMetode Software Allpile

Diameter	Kedalaman (m)	Q_{all} (kN)	Daya Dukung Allpile (kN)
Ø55	20 m	1126.977	1011.495
	22 m		1214.331
	24 m		1301.121



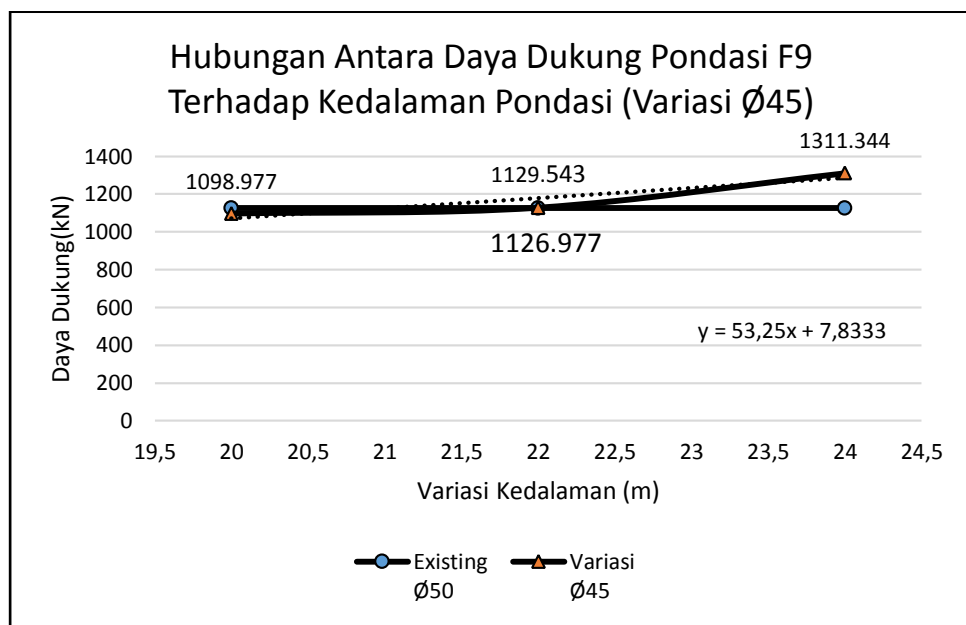
Gambar 4.13 Grafik Hubungan Antara Daya Dukung Pondasi F9 Terhadap Kedalaman Pondasi (Untuk Variasi Ø55)

Berdasarkan **Gambar 4.13**, dapat dilihat bahwa pada perhitungan varisai *pile* Ø55, terdapat 2 (dua) variasi yang memenuhi syarat aman dengan memiliki nilai daya dukung lebih besar daripada daya dukung *existing*, yaitu pada kedalaman 22 m dengan daya dukung sebesar 1214.331 kN, dan pada kedalaman 24 m dengan daya dukung sebesar 1301.121 kN. Namun setelah dicari menggunakan persamaan $y=ax+b$, yaitu $y= 72.5x - 419.67$ untuk daya dukung sebesar daya dukung *existing* terdapat pada variasi *pile* Ø55 dengan kedalaman 21.5 m(lampiran 2.195).

Sebagai Pembuktian, kedalaman yang sudah didapat sebesar 21.5 m kemudian dihitung kembali dengan menggunakan *software Allpiled* dan didapat nilai daya dukung yaitu 1126.877 kN, mendekati nilai dari daya dukung *existing* dan dinyatakan memenuhi syarat.

Tabel 4.14 DayaDukungPondasiBored Pile Tunggal F9 Variasi Ø45 (Lingkaran)MenggunakanMetode Software Allpile

Diameter	Kedalaman (m)	Q _{all} Existing(kN)	Daya Dukung Variasi (kN)
Ø45	20 m	1126.977	1098.977
	22 m		1129.543
	24 m		1311.344



Gambar 4.14 Grafik Hubungan Antara Daya Dukung Pondasi F9 Terhadap Kedalaman Pondasi (Untuk Variasi Ø45)

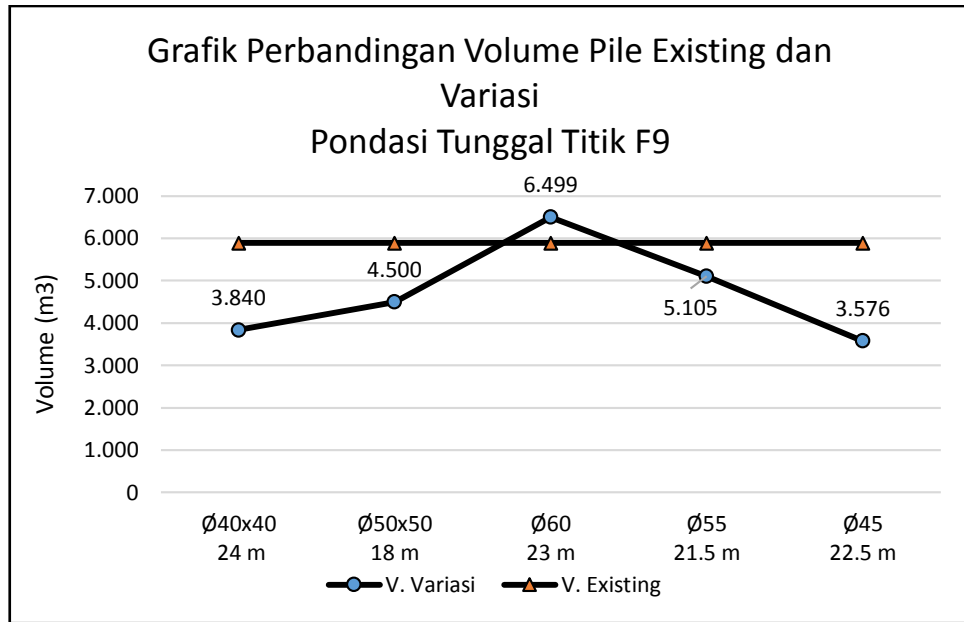
Berdasarkan **Gambar 4.13**, dapat dilihat bahwa pada perhitungan varisai *pile* Ø45, terdapat 2 (dua) variasi yang memenuhi syarat aman dengan memiliki nilai daya dukung lebih besar daripada daya dukung *existing*, yaitu pada kedalaman 22 m dengan daya dukung sebesar 1129.543 kN, dan pada kedalaman 24 m dengan daya dukung sebesar 1311.344 kN. Namun setelah dicari menggunakan persamaan $y=ax+b$,

yaitu $y = 53.25x + 7.8333$ untuk daya dukung sebesar daya dukung *existing* terdapat pada variasi *pile* Ø45 dengan kedalaman 22.5 m (lampiran 2.210).

Sebagai Pembuktian, kedalaman yang sudah didapat sebesar 22.5 m kemudian dihitung kembali dengan menggunakan *software Allpile* dan didapat nilai daya dukung yaitu 1126.977 kN, sama persis dengan nilai dari daya dukung *existing* dan dinyatakan memenuhi syarat.

Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Volume Variasi Pondasi *Bored Pile* Tunggal F9

Diameter	Kedalaman (m)	Volume Existing (m ³)	Volume (m ³)	Keterangan
Ø40x40	24 m	5.887	3.840	Ok
Ø50x50	18 m		4.500	Ok
Ø60	23 m		6.499	No
Ø55	21.5 m		5.105	OK
Ø45	22.5 m		3.576	OK



Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Antara Volume Pile Existing Terhadap Volume Pile Variasi Pondasi Tunggal F9

Setelah melihat hasil perhitungan, didapat hasil perhitungan yang cukup efektif daya dukungnya namun belum diketahui keefektifan volumenya dengan kedalaman yang berbeda-beda. Dapat dilihat dalam **Gambar 4.14** didapat bahwa variasi yang paling efisien untuk pondasi Tiang Pancang F9 terdapat pada variasi *pile* Ø45 semua memenuhi syarat aman existing dengan daya dukung sebesar daya dukung *existing* senilai 1126.977 kN dan dengan volume sebesar 3.576 m³ yang mana lebih kecil dari volume *existing*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

C. Kesimpulan

1. Penggunaan *software allpile* yang menggunakan metode Vesic lebih efisien dibandingkan menghitung manual menggunakan metode vesic dari segi waktu pelaksanaan perhitungan, yaitu untuk manual sekitar setengah hari dan untuk aplikasi sekitar 3jam saja.
2. Hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang Tunggal pada Rumah Pompa di titik B17 secara manual dengan metode *vesic* sebesar 789.990 kN dan menggunakan *software allpile* sebesar 790.103 kN dengan perbedaan sebesar 1% dan Pada F9 secara Vesic sebesar 1126.977 kN dan menggunakan Vesic 1126.502 kN dengan perbedaan sebesar 1%.
3. Daya dukung pondasi terbesar terletak pada F9 dengan daya dukung Ø40x40 sebesar 1313.231 kN, sedangkan daya dukung pondasi terkecil terletak pada B17 dengan daya dukung Ø60 sebesar 636.43kN.
4. Hasil perhitungan variasi pada B17 yang paling efisien adalah dengan Ø45 kedalaman 21.5 m dengan daya dukung sebesar 792.289 kN bervolume 3.417m³.

5. Hasil perhitungan variasi pada F9 yang paling efisien adalah dengan Ø45 kedalaman 22.5 m dengan daya dukung sebesar 1126.977 kN dan bervolume 3.576 m³.

A. Saran

Dalam penelitian tugas akhir ini, penulis sadar banyak kekurangan dan dan kekhilafan, maka untuk itu penulis menyarankan beberapa hal yang dapat dikembangkan dan perbaikan studi selanjutnya:

1. Penelitian ini hanya menghitung dua titik saja, untuk penelitian selanjutnya alangkah baiknya dihitung semua titik.
2. Penelitian ini menghitung daya dukung tanpa beban, sebaiknya dihitung ditambah dengan beban yang akan diterima pondasi.
3. Penelitian ini tidak menghitung daya dukung pondasi dengan beban gempa dan beban horizontal lainnya, untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dihitung juga daya dukung pondasi dengan beban gempa.
4. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan untuk bisa memvariasikan lagi seluruh titik pondasi sehingga ditemukan variasi yang efisien yang dapat digunakan sebagai pengganti existing.