ANALISA PEMBEBANAN DAN DAYA DUKUNG TANAH DENGAN PONDASI TIANG PANCANG BERDASARKAN DATA N-SPT PADA PEMBANGUNAN GEDUNG IAIN PADANGSIDEMPUAN

Semangat Marudut Tua Debataraja[1], Abid Nandawijaya Zebua[2] , Joni Fitra[3]

Teknik Sipil Universitas Darma Agung[1,2]

semangattuadebataraja@gmail.com, abidnwzebua@gmail.com, jonifitra@umsu.ac.id

ABSTRAK

Pondasi adalah suatu jenis konstruksi yang menjadi dasar suatu bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah yang berfungsi sebagai penopang bangunan yang ada diatasnya, bertujuan untuk mentransfer beban secara vertikal dan horizontal yang bertahap dan merata ke lapisan tanah. Proyek Gedung IAIN Padangsidempuan Sumatera Utara mulai dibangun pada 06 januari 2022 sampai 30 Oktober 2022. Gedung ini diperuntukkan untuk ruang kuliah dengan kapasitas 5 lantai. Menggunakan pondasi tiang pancang dengan kedalaman 18 meter diameter 0.5 meter. Dari hasil perhitungan didapat daya dukung 1 tiang untuk PC4D50 = 154,92 Ton dan daya dukung pondasi dalam group adalah Qg PC4D50 = 406,509.Ton dan PC3D50 = 154,92 Ton dan dalam 1 group PC3D50 = 349,963 Ton berbeda dari perencanaan awal untuk 1 tiang untuk PC4D50 adalah = 157,84 Ton dan untuk 1 group = 414,17 Ton dan untuk PC3D50 untuk 1 tiang = 157,84 Ton dan untuk 1 group = 356,561 Ton. Untuk PC4D50 didapat sebagai berikut : Untuk Arah X didapat dari hasil perhitungan D19 – 150 ,untuk Arah Y didapat dari hasil perhitungan D19 – 150 sama dengan hasil perencanaan awal adalah sebagai berikut : Untuk Arah X perencanaan awal D19 – 150, untuk Arah Y perencanaan awal D19 – 150, untuk PC3D50 Didapat sebagai berikut : Untuk Arah X didapat dari hasil perhitungan D19 – 150, untuk Arah Y didapat dari hasil perhitungan D19 – 150 sama dengan hasil perencanaan awal adalah sebagai berikut : Untuk Arah X perencanaan awal D19 – 150, untuk Arah Y perencanaan awal D19 – 150.

Kata Kunci : Struktur, Analisis Struktur, Pondasi

ABSTRACT

Foundations are a type of construction that forms the basis of a building in direct contact with the ground and functions as a support for the building above it, aiming to transfer vertical and horizontal loads gradually and evenly to the soil layers. The IAIN Padangsidempuan North Sumatra Building project will begin construction from January 6 2022 to October 30, 2022. This building is intended for lecture halls with a capacity of 5 floors. Using a pile foundation with a depth of 18 meters with a diameter of 0.5 meters. From the calculation results, it is found that the carrying capacity of 1 pile for PC4D50 = 154.92 tons and the bearing capacity of the foundation in the group is Qg PC4D50 = 406,509 tons and PC3D50 = 154.92 tons, and in 1 group PC3D50 = 349,963 tons, which is different from the initial plan for 1 pole. for PC4D50 it is = 157.84 tons and for 1 group = 414.17 tons and for PC3D50 for 1 pole = 157.84 tons and

for 1 group = 356,561 tons. For PC4D50 the results are as follows: For Direction D19 – 150, for PC3D50 obtained as follows: For Direction Initial planning Y direction D19 – 150.

Keywords: *Structure, Structural Analysis, Foundation*

1. PENDAHULUAN

Bangunan merupakan suatu hal yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan. Bangunan adalah suatu struktur yang berfungsi untuk mewadahi aktifitas manusia dengan segala komponen yang dibutuhkan dalam aktifitasnya. Karena bangunan bangunan berfungsi untuk mewadahi kebutuhan manusia, maka harus memiliki keadaan yang dibutuhkan oleh manusia yaitu kenyamanan, keamanan, dan efisiensi serta kebutuhan-kebutuhan manusiayang lainnya.

Pondasi adalah suatu jenis konstruksi yang menjadi dasar suatu bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah yang berfungsi sebagai penopang bangunan yang ada diatasnya, bertujuan untuk mentransfer beban secara vertikal dan horizontal yang bertahap dan merata ke lapisan tanah.

Secara umum pondasi dapat dibagi dalam duan jenis, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pemilihan jenis pondasi ini dilihat dari beban yang akan dipikul yang berasal dari struktur atas, yaitu beban ringan atau beban berat dan jug dilihat dari jenis tanahnya. Pondasi dalam yang sering digunakan untuk suatu konstruksi adalah pondasi tiang pancang dan pondasi bore pile. Kedua pondasi ini memiliki keunggulanya masing-masing yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan didalam perencanaan dan pelaksanaan suatu konstruksi. Didalam penulisan ini yang akan dibahas adalah mengenai daya dukung pondasi dalam, yaitu pondasi tiang pancang pada proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Perpadu IAIN Sidimpuan. Tiang pancang adalah batang yang relatif panjang dan langsing yang digunakan untuk menyalurkan beban pondasi melewati lapisan tanah dengan daya dukung rendah kelapisan tanah keras yang mempunyai daya dukung tinggi yang relatif cukup dalam dibanding pondasi dangkal. Daya dukung tiang pancang diperoleh dari daya dukung ujung *(end bearing capacity)* yang diperoleh dari tekanan ujung tiang dan daya dukung geser atau selimut *(friction bearing capacity)* yang diperoleh dari daya dukung gesek atau gaya adhesi antara tiang pancang dan tanah disekelilingnya.

Ada dua metode yang biasa digunakan dalam penentuan kapasitas daya dukung tiang pancang, yaitu dengan menggunakan metode statis dn metode dinamis. Penyelidikan tanah dengan menggunakan metode statis adalah penyelidikan sondir dan *Standart Penetration Test* (SPT). Penyelidikan sondir bertujuan untuk mengetahui perlawanan penetrasi konus dan hambatan lekat tanah yang merupakan indikasi dari kekuatan daya dukung lapisan tanah. Penyelidikan *Standart Penetration Test* (SPT) bertujuan untuk mendapatkan gambaran lapisan tanah berdasarkan jenis dan warna tanah melalui pengmatan secara visual, sifat-sifat tanah, karakteristik tanah. Selain itu, data SPT dapat ddigunakan untuk menghitung daya dukung.

Proses pemancangan dilapangan tidak selalu sesuai dengan perancanaan karena beberapa faktor seperti perubahan mutu beton, keutuhan beton, keutuhan beton, dan kondisi tanah pada bagian dasar pemancangan yang tidak dapat diamati. Persoalan ini memgharuskan adanya tahapan evaluasi untuk menguji kelayakan pondasi tersebut. Evaluasi ini dapat dilakukan melalui pengujian *sheet jack-in pile*. Rangkaian kegiatan yang dilakukan dalam perencanaan pondasi tersebut dilkukan untuk menjamin hasil khir suatu konstruksi yang kuat, aman, dan ekonomis.

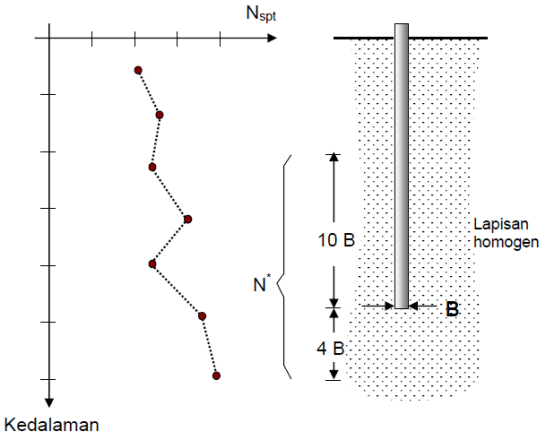
Pada perencanaan pondasi pada pembangunan *Gedung Pendidikan Terpadu IAIN Padangsidimpuan*, memiliki karaktristik tanah yang lunak dan berpasir.

pada perencanaan pondasi Gedung Pendidikan Tepadu IAIN Padangsidimpuan juga perlu pertimbangan-pertimbangan teknis pelaksanaan pekerjaan pondasi, agar di dapat hasil sesuai recana. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penyusun tertarik untuk

mengambil judul "***Evaluasi Struktur Bawah Pada Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu IAIN Padangsidimpuan.***"

2. TINJAUAN PUSTAKA

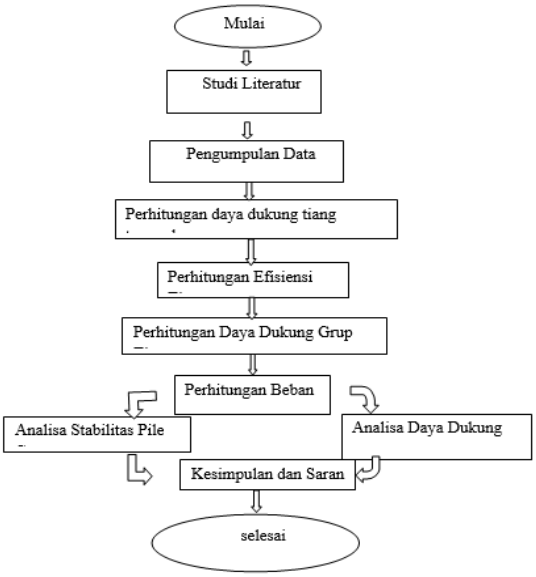
Dalam bidang arsitektur atau teknik sipil, sebuah konstruksi juga dikenal sebagai bangunan atau satuan infrastruktur pada sebuah area atau beberapa area. Misal kontruksi jalan raya, kontruksi jembatan, kontruksi kapal dan lain-lain. Kontruksi merupakan objek keseluruhan bangunan yang terdiri dari bagian-bagian struktur. Menurut silalahi (2009:1) "struktur merupakan suatu bangun tubuh yang dirancang untuk mampu menopang dan mendukung beban (muatan) yang bekerja tanpa disertai deformasi berlebihan berupa perpindahan relative suatu komponen terhadap komponen lainnya". Pendapat lain dikemukakan oleh schodek (2009:2) "struktur merupakan sarana untuk menyalukan beban yang diakibatkan penggunaan dan atau kehadiran bangunan diatas tanah.



Gambar 1. Tahanan Ujung Tiang Cara Meyerhoff

3. METODE PENELITIAN

Adapun alur pengerjaan penelitian ini dapt digambarkan seperti bagan alur di bawah ini.



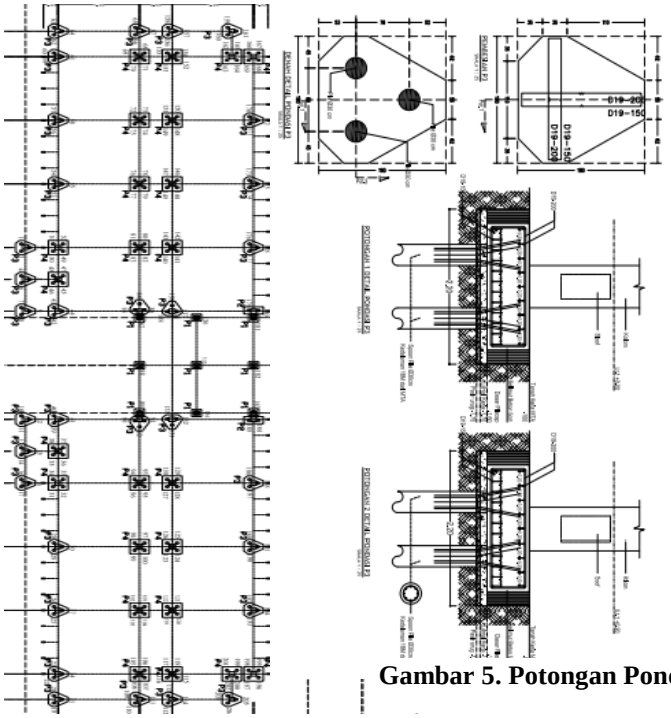
Gambar 2. Bagan Alur Penelitian

Nama Proyek = GEDUNG IAIN PADANGSIDEMPUAN
Lokasi = Padang Sidempuan
Owner = PPK IAIN PADANG SIDEMPUAN
Konsultan = PT. ARANGSIBU RAYA
Kontraktor = PT. BAROKAH UTAMA KARYA

Gambar 3. Peta Lokasi Penelitian

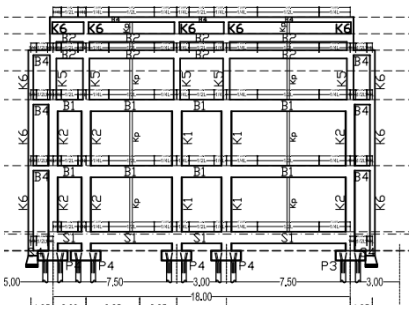
Adapun denah pondasi ini untuk menunjukkan susunan pondasi yang direncanakan pada proyek *IAIN*

Padangsidempuan seperti yang dibawah ini ;

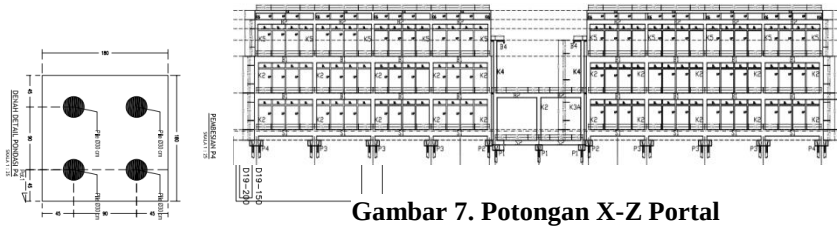


Gambar 4. Denah Pondasi

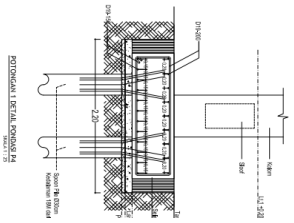
Gambar 5. Potongan Pondasi PC3-D50



Gambar 8. Potongan Y-Z Portal



Gambar 7. Potongan X-Z Portal



Gambar 6. Potongan Pondasi PC4-D50

Semangat Marudut Tua Debataraja, Abid Nandawijaya Zebua dan Joni Fitra

ANALISA PEMBEBANAN DAN DAYA DUKUNG TANAH DENGAN PONDASI TIANG PANCANG BERDASARKAN DATA N-SPT PADA PEMBANGUNAN GEDUNG IAIN PADANGSIDEMPUAN

Perhitungan daya dukung pondasi berdasarkan data SPT. Penyaluran beban dimana sebagian besar daya dukungya adalah akibat dari perlawanan tanah keras pada ujung tiang. Tiang yang dimasukkan sampai lapisan tanah keras, secara teoritis dianggap bahwa seluruh beban tiang disalurkan kelapisan keras melalui ujung tiang.

Dalam perhitungan ini daya dukung pondasi ini mengguanakan rumus *meyerhoff* sebagai acuan perhitungan seperti penjelasan rumus di bawah ini :

Daya dukung pondasi tiang pada tanah non kohesif

1. Kekuatan ujung tiang *(end bearing)*
   Qp = 40 . Nr . Ap
   ..... 3.1
2. Untuk tahanan geser selimut tiang adalah :
   Qs = 0,2 . Nk . P . Li
   ..... 3.2
3. Daya dukung ultimate (Qu)
   Qu = Qp + Qs
   ..... 3.3
4. Daya dukung ijin dinyatakan dalam persamaan berikut :
   $Q_{ijin} = \frac{Qp}{3} + \frac{Qs}{5}$
   ..... 3.4

Dimana :

Qp = Tahanan Ujung *(end bearing)*
Qs = Tahanan Selimut Tiang
Qu = Daya Dukung Ultimit
Q_{ijin} = Daya Dukung Ijin
Ap = Luas tiang Pancang (m^2)
Li = Panjang Lapisan Tanah (m)
P = Keliling Tiang (m)
Nr = Nilai Rata-Rata
Nk = Nilai Rata-Rata kedalaman Tiang yang tersentuh oleh tanah

Perhitungan efisiensi kelompok tiang menggunakan persamaan rumus *converse labarre formula* AASHTO sebagai berikut :

$Eg = 1\text{-}\theta \frac{(n'-1).m+(m-1).n'}{90.m.n'}$ 3.5

Dimana :

Eg = Efisiensi kelompok tiang
m = jumlah baris tiang
n’ = jumlah tiang dalam satu baris
θ = Arc tg d/s, dalam derajat
s = jarak tiang
d = diameter tiang

Beban maksimum daya dukung kelompok tiang dikalikan dengan efisiensi kelompok tiang dan jumlah tiang grup, seperti rumus di bawah ini :

Qg = Eg . n . Qu 3.6

Dimana :

Qg = beban maksimum kelompok tiang yang mengakibatkan keruntuhan
Eg = efisiensi kelompok tiang.
n = jumlah tiang dalam kelompok
Qu = beban maksimum tiang tunggal.

Beban-beban yang bekerja pada gedung adalah :

a. Peraturan dan Standart Peraturan.
   1. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI-03-2847-1992)
   2. Tata Cara Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung (SNI-03-1727-1989)
   3. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI-03-1726-2002) dan (SNI-03-1726-2012)
   4. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung (SNI-03-1729-2002)
b. Jenis Beban
   1. Beban Mati
      Beban mati merupakan beban sendiri konstruksi (*specific gravity)* yang bekerja tetap pada posisinya secara terus menerus dengan arah ke bumi tempat struktur didirikan.

Tata Cara Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung (SNI-03-1727-1989) adalah sebagai berikut :

Tabel 1 Besar Beban Konstruksi Berdasarkan Material

Beban Mati	Besar Beban
Baja	7.850 kg/m^3
Beton bertulang	2.400 kg/m^3
Dinding pasangan $^1/_2$ bata	250 kg/m^3
Kaca setebal 12 mm	30 kg/m^3
Langit-langit +	18 kg/m^2

penggantung	
Lantai ubin semen portland	24 kg/m^2
Spesi per cm tebal	21 kg/m^2
Pertisi	130 kg/m^2
Genteng + reng + usuk	50 kg/m^2

Sumber : (BSN, SNI-03-1727-1989)

Untuk perenanaan bebab bangunan di luar negeri, harus diperhitungkan juga dengan banjir, beban suhu, beban salju, dan beban Es, semuanya ada di ASCE 7-10.

2. Beban Hidup
   Beban hidup adalah beban-beban yang bisa ada atau tidak ada pada struktur untuk suatu waktu yang diberikan. Tata cara perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung (SNI 03-1727-2013) adalah sebagai berikut.

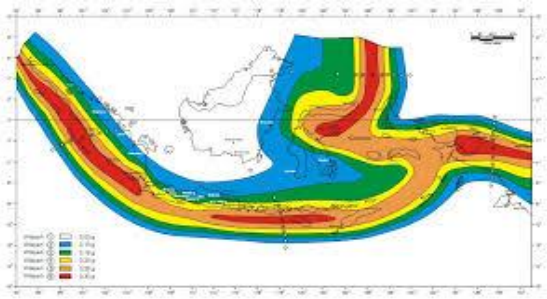
Tabel 2. Beban Hidup Pada Lantai Bangunan (BSN, SNI 03-1727-2013)

Beban Hidup Lantai Bangunan	Besar beban
Perkantoran, ruang kuliah, hotel, asrama, dll	250 kg/m2
Tangga dan Borders	300 kg/m2
Beban Pekerja	100kg/m2
Lantai Atap	100 kg/m2

Sumber : BSN, SNI 03-1727-2013

3. Beban Angin
   Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. Besarnya tekanan positif dan tekanan negatif ini dinyatakan dalam kg/cm^2, ditentukan dengan mengalikan tekanan tiup yang telah ditentukan dengan koefisien-koefisien angin yang telah ditentukan dalam peraturan ini. Tekanan tiup di ambil 25 kg/cm^2, sedangkan untuk koefisien angin diambil untuk koefisien angin untuk gedung tertutup dan sudut kemiringn atap (α) kurang dari 65^o. (SNI-1727-2013). Beban angin terdiri dari pertemuan beban angin, tekanan tiup, koefisien angin, dan pembebasan peninjauan angin. (SNI 1727-2013).

4. Beban Hujan.
   Beban terbagi rata per m^2 bidang datar berasal dari beban air hujan sebesar (40-0.8 a')kg/m^2 dimana a' sebagai sudut kemiringan atap delam derajat, dengan ketentuan bahwa beban tersebut tidak perlu diambil lebih besar dari 20kg/cm^2 dan tidak perlu ditinjau bila kemiringan atapnya adalah lebih bessar dari 500. (SNI-1727-1989 hal 8).
5. Beban Gempa (Earthquake)
   Wilayah indonesia terdiri dari 6 wilayah gempa, dimana wilayah gempa 1 adalah wilayah gempa paling tingi. Pembagian wilayah gempa ini, didasarkan pada percepatan puncak bantuan dasar akibat pengaruh gempa rencana dengan periode ulang 500 tahun dengan asumsi umur bangunan adalah 50 tahun. Berikut Pembagian Zona Gempa di Indonesia.



Gambar 9 Pembagian Zona Gempa Indonesia

1. Perhitungan kapasitas daya dukung tiang bor berdasarkan nilai efisiensi besar beban gempa ditentukan oleh percepatan rencana dan massa total struktur, massa total struktur terdiri dari berat sendiri struktur dan beban hidup yang dikalikan dengan faktor reduksi 0,3.
2. Percepatan gempa di ambil dari zona wilayah gempa indonesia menurut tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung (SNI 03-1726-2002) dengan memakai spectrum respons yang nilai ordinatnya dikaliakan dengan koreksi I/R.

Pile cap merupakan salah satu kontruksi yang sangat berpengaruh dalam struktur bangunan yang fungsinya untuk mengikat pondasi tiang dan tempat tumpuan kolom yang

langsung membagi beban ke pondasi tiang.
Pada perhitungan perencanaan pile cap yang akan dibahas adalah :

a. Gaya-gaya yang dibutuhkan untuk konstruksi pile cap.
b. Mengenai perhitungan pembebanan pile cap.
c. Perencanaan *pile cap*
d. Penulangan *pile cap*

Hal-hal yang harus dihitung dalam perencanaan pile cap adalah :

a. Gaya aksial tekan.
b. Gaya aksial Tarik
c. Beban vertikal
d. Gaya horizontal
e. Dimensi pile cap
f. Kuat geser satu arah pile cap pada kolom.
g. Kuat geser dua arah pile cap pada kolom.
h. Lebar penampang kritis
i. Momen terfaktor pada penampang
j. Momen nominal penampang.
k. Berat pile cap pada penampang kritis.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa konstruksi gedung ini dilakukan dengan menggunakan permodelan struktur 3D dengan bantuan Program ETABS . Kolom-kolom dari struktur gedung dimodelkan sebagai elemen *frame* sedangkan pelat lantai dimodelkan seebagai elemen *shell.*

Dari hasil analisis struktur, akan diperoleh besarnya reaksi perletakan untuk proses perhitungan struktur bawah (*pile cap dan tiang pancang)*, selain itu dari hasil analisis struktur juga akan diperoleh besarnya tegangan yang ada pada kolom yang kemudian dikontrol melalui daya dukung tanah berdasarkan SPT dan tegangan tersebut dibuat dalam mengevaluasi *pile cap* apakah mampu menahan beban atau tidak.

Perhitungan kapasitas daya dukung tiang pancang per lapisan dari data SPT memakai metode Meyerhoff. Dalam perhitungan ini mengasumsikan jenis tanah berdasarkan hasil pengujian bore hole serta menjabarkan faktor keamanan pelaksanaan dengan faktor keamanan penulis.

Tabel 3 Hasil Bore Log (NSPT) Pada Bh 1

Kedalaman (m)	Jenis Tanah	diasumsikan	N-SPT
0,00 – 2,30	Lempung berpasir	Lempung	5
2,40 – 5,20	Lempung berlanau kepasiran	lempung	7
5,30 – 10,70	Pasir berlanau coklat keabuan	pasir	10
10,80 – 13	Pasir berlanau warna coklat	Pasir	38
13,10 – 16,80	Pasir berlanau warna abu – abu	Pasir	30
16,90 – 25	Pasir halus warna abu – abu cerah	Pasir	65

- Panjang tiang pancang : 18 m
- Dimensi tiang : 50 cm =0,5 m
- Luas tiang (Ap) $= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$
  $= \frac{1}{4} \times \pi \times 0{,}5^2$
  = 0,196 m
- Keliling Tiang (Kp) = $\pi \times d$
  = 3,14×0,5
  = 1,571 m

Untuk tanah non-kohesif :

Pada kedalaman 5,30 m – 10,70 m dan pada kedalaman 10,80 – 25 m :

Daya dukung ujung tiang :

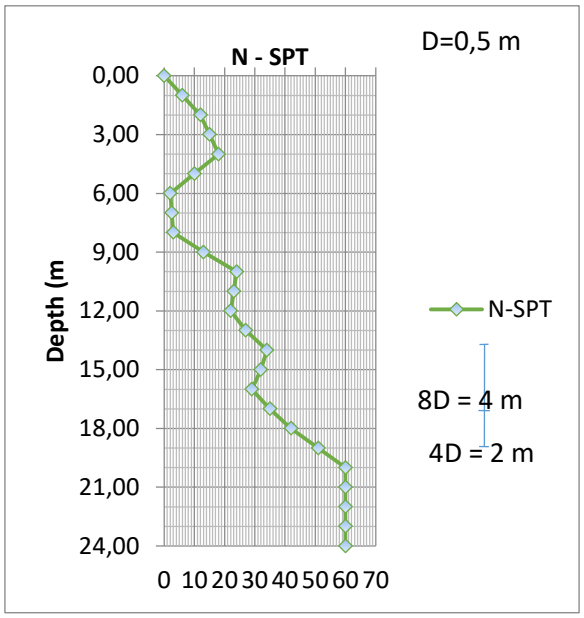
Qp = 40 × Nr × Ap

Dimana :

Qp = tahanan ujung ultimate (Ton)
Ap = luas penampang tiang pancang (m)
Nr = data nilai SPT 8D ke atas dan 4D kebawah

$$Nr = \frac{N1+N2}{2}$$

N1 = harga rata-rata dari dasar ke 8D ke atas
N2 = harga rata-rata dari dasar ke 4D ke bawah



Gambar 10. Pendekatan Data N-SPT

Sesuai dengan N rata-rata pada kedalaman 18 meter tiang pancang

N1 $= \frac{37+45+41+43+36}{5}$

$= 40,4$

N2 $= \frac{37+42}{2}$

$= 39,5$

Nr $= \frac{40,4+39,5}{2}$

$= 39,95$

Daya dukung ujung tiang pada kedalaman 18 m :

Qp = 40 . Nr . Ap

= 40 × 39,95 × 0,196

= 313,208 ton.

Untuk tahanan geser selimut tiang pada kedalaman 18 meter :

Qs = 0,2×Nk×Ak×Li

Nk $= \frac{87+91+89+89+52+25+22+32+34+22+28+22+43+48+33+46+23+18}{18}$

= 44,67

Panjang lapisan tanah terhadap tiang pancang

Li = 18 m

Qs = 0,2×44,67×1,571×18

= 252,636 Ton

Daya dukung ultimate

Qu = Qp + Qs

= 313,208 ton + 252,636 Ton

= 565,844 Ton

Daya dukung ijin tiang

$Q_{ijin} = \frac{Qp}{3} + \frac{Qs}{5}$

$= \frac{313,208}{3} + \frac{252,636}{5}$

= 154,93 ton

Daya dukung ujung tiang untuk tanah kohesif :

Pada kedalaman 0.00 m – 5.20 m. (Tanah Lempung)

Daya Dukung Ujung Tiang :

- Pada kedalaman 5,00 m

Qp = 9 . Cu . Ap ⟹ Cu = N-SPT . 2/3 . 10 = 9 . 26,633 . 0,196 = 39,95 . 2/3 . 10

= 46,981 ton = 266,333 kN = 26,633 Ton

Efisiensi Kelompok tiang dihitung dengan menggunakan rumus Converse Labrare

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

Dimana :

m = Jumlah baris tiang

n = jumlah tiang dalam

θ = arc tan (d/s)

- Untuk group tiang dengan 4 pancang

$Eg = 1 - \theta \text{ x } \frac{(n-1)m+(m-1)n}{90\,.\,m\,.\,n}$

m = 2 ; n = 2

d = 50 cm S = 90 cm

θ = arc tan (d/s)

= arc tan (30/90) = arc tan (0.6)

$= 30,964^0$

$Eg = 1 - 30,964^0 \text{ x } \frac{(2-1)2+(2-1)2}{90\,.\,2\,.\,2}$

= 0,656

Untuk tahanan geserselimut tiang pada tanah kohesif :

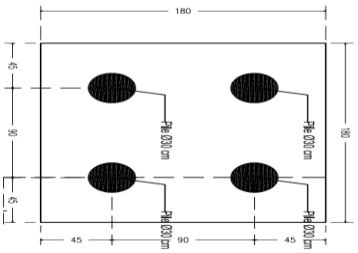
Qs = α.Cu . Kp . Li

= 0,656. 26,633 . 1,571 . 5

= 137,237 Ton

1. Metode Converse-labarre :

a. Tipe Pondasi P3-D50



Gambar 11 Lay Out 4 Pile

Efisiensi kelompok tiang di hitung dengan menggunakan rumus converse labarre :

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

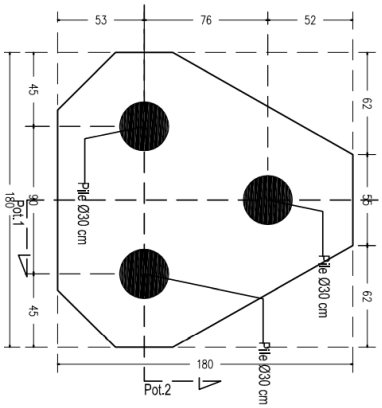
Dimana :

Eg = Efisiensi kelompok tiang
m = jumlah baris tiang
n = jumlah tiang dalam satu baris
θ = Arc tg d/s, dalam derajat
s = jarak tiang
d = diameter tiang

Untuk Grup tiang dengan 4 pancang :

Eg $= 1-\theta \frac{(n-1).m+(m-1).n}{90.m.n}$
n = 2 ; m = 2
θ = arc tan (d/s)
= arc tan (50/90)
$=30{,}964^0$
Eg $= 1-\theta \frac{(n-1).m+(m-1).n}{90.m.n}$
$=1-30{,}964^0 \frac{(2-1).2+(2-1).2}{90.2.2}$
Eg = 0,656

b. Tipe pondasi P3-D50



Gambar 12 Lay Out 3 pile

Efisiensi kelompok tiang di hitung dengan menggunakan rumus converse labarre :

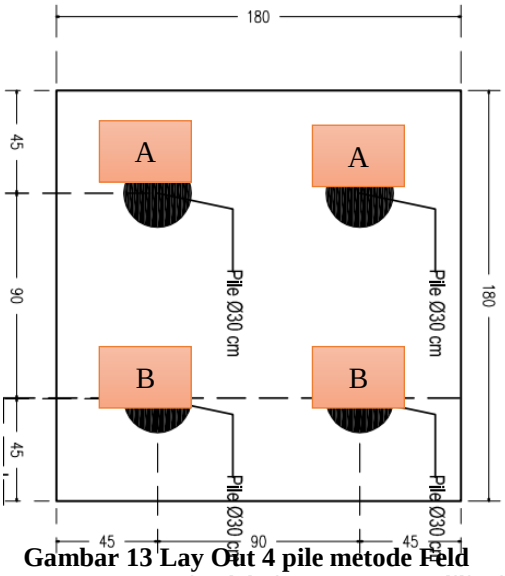
$Eg = 1-\theta \frac{(n-1).m+(m-1).n}{90.m.n}$

Untuk Grup tiang dengan 3 pancang :

Eg $= 1-\theta \frac{(n-1).m+(m-1).n}{90.m.n}$
n = 1 ; m = 3
θ = arc tan (d/s)
= arc tan (50/76)
$=33{,}35^0$
Eg $= 1-\theta \frac{(n-1).m+(m-1).n}{90.m.n}$
$=1-33{,}35^0 \frac{(1-1).3+(3-1).1}{90.3.1}$
Eg = 0,753

2. Metode Feld

Tipe Pondasi P4-D50



Gambar 13 Lay Out 4 pile metode Feld

$E_{ff.\ tiang}$ A $= 1-\left(\frac{\text{jumlah tiang yang mengelilingi}}{\text{jumlah tiang}}\right)$
$= 1-\left(\frac{2}{4}\right)$
= 0,5

$E_{ff.\ tiang}$ B $= 1-\left(\frac{\text{jumlah tiang yang mengelilingi}}{\text{jumlah tiang}}\right)$
$= 1-\left(\frac{2}{4}\right)$
= 0,5

Efisiensi dari kelompok tiang (pile group) :

Eg = jumlah tiang yang ditinjau × $E_{ff.\ tiang}$
EgA = 2 buah tiang A
= 2 × 0,5
= 1
EgB = 2 buah tiang B
= 2 × 0,5
= 1
Total Efisiensi = EgA +EgB

= 1 + 1
= 2

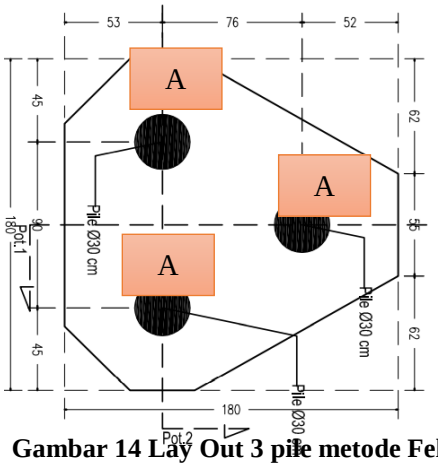
Efisiensi satu tiang :

E_{ff} $= \frac{Eg}{\text{jumlah tiang}}$
$= \frac{2}{4}$
= 0,5

Daya dukung tiap tiang dalam kelompok tiang (single pile) adalah :

Daya dukung = $E_{ff} \times Q_i$
= Eg . Qi
= 0,5 . 154,93
= 77,465 ton

b. Tipe Pondasi P3-d50



Gambar 14 Lay Out 3 pile metode Feld

$E_{ff.\ tiang}$ A =1-($\frac{\text{jumlah tiang yang mengelilingi}}{\text{jumlah tiang}}$)
= 1-($\frac{2}{3}$)
= 0,33

Efisiensi dari kelompok tiang (pile group) :

Eg = jumlah tiang yang ditinjau × $E_{ff.\ tiang}$

EgA = 2 buah tiang A
= 3 × 0,33
= 0,99

Efisiensi satu tiang :

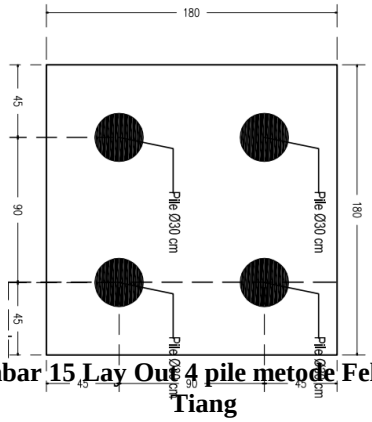
E_{ff} $= \frac{Eg}{\text{jumlah tiang}}$
$= \frac{0,99}{3}$
= 0,33

Daya dukung tiap tiang dalam kelompok tiang (single pile) adalah :

Daya dukung = $E_{ff} \times Q_i$
= Eg . Qi
= 0,33 . 154,93
= 51,127 ton

Perhitungan tiang pancang pada kedalaman 22 m dengan efisiensi kelompok tiang (Qg) dari data SPT :

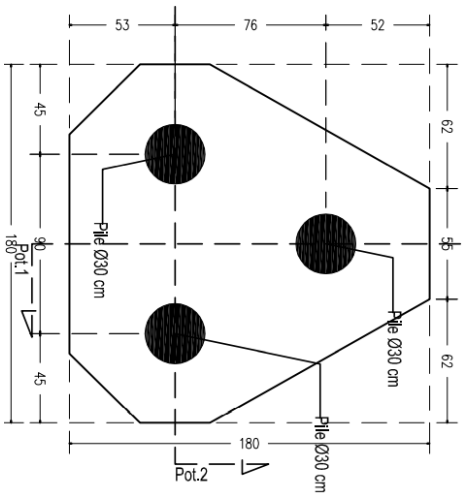
1. Converse-Labarre
   a. Tipe Pondasi P4-D50 :
      Qg = Eg . n . Qi
      = 0,656 . 4 . 154,93
      = 406,536 ton.
   b. Tipe Pondasi P3-D50
      Qg = Eg . n . Qi
      = 0,753 . 3 . 154,93
      = 349,987 ton.
2. Metode Feld
   a). Tipe Pondasi P6-D50 :



Gambar 15 Lay Out 4 pile metode Feld Grup Tiang

Daya dukung grup tiang
Qg = Eg . n . Qi
= 0,5 . 4 . 154,93
= 309,86 ton

b). Tipe Pondasi P3-D50

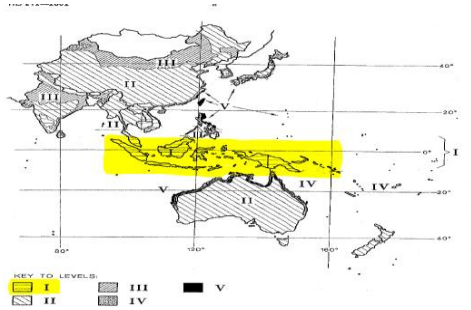


Gambar 16 Lay Out 3 pile metode Feld Grup Tiang

Daya dukung grup tiang :

Qg = Eg . n . Qi
= 0,33 . 3 . 154,93
= 153,381 ton

Perhitungan gaya lateral pada struktur akibat gaya angin yang dipikul oleh struktur akan dihitung berdasarkan rumus dan ketentuan yang berlaku.



Gambar 17. Peta Pembagian Zona Beban Angin

Tabel 4 Beban Angin

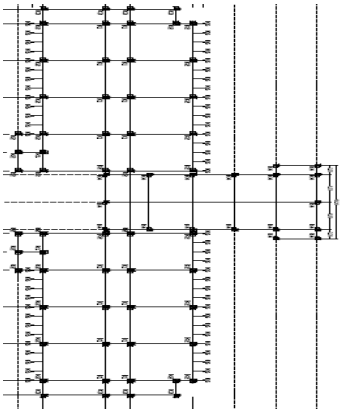
Handbook Level	Description	Equation for V_R	V_{50}	V_{600}
I	Strong thunderstorms and monsoon winds	$70 - 56R^{-0.1}$	32	40
II	Moderately severe thunderstorms and extra-tropical gales	$67 - 41R^{-0.1}$	39	45
III	Severe thunderstorms and moderate or weakening typhoons/tropical cyclones	$106 - 92R^{-0.1}$	44	57
IV	Strong typhoons/tropical cyclones	$122 - 104R^{-0.1}$	52	66
V	Very strong typhoons/tropical cyclones	$156 - 142R^{-0.1}$	60	80

Ada pun rumus perhitungan beban angin tekan dan angin hisap seperti dibawah ini:

- Beban Angin Tekan
  W1 = 0,9 . w . L . H
- Beban Angin Hisap
  W2 = -0,4 . W . L . H

Dimana :

W = Tekanan Angin
L = Lebar antar kolom
H = Tinggi Gedung
W1 , W2 = Beban Angin Tekan dan Hisap



Gambar 18 Gambar Luasan Angin Yang Bekerja Arah X dan Y

Beban Angin Arah X :

- Beban Angin Tekan
- W1 = 0,9 . W . L . H
  = 0,9 . 40 . 3,2 . 4
  = 460,8 Kg
  = 4,608 KN

- Beban Angin Hisap
- W2 = -0,4 . W . L . H
  = -0,4 . 40 . 3,2 . 4
  = -204,8 Kg
  = -2,048 KN

Beban Angin Arah Y :

- Beban Angin Tekan
- W1 = 0,9 . W . L . H
  = 0,9 . 40 . 7,5 . 4
  = 1080 Kg
  = 10,80 KN
- Beban Angin Hisap
- W2 = -0,4 . W . L . H
  = -0,4 . 40 . 7,5 . 4
  = -480 Kg
  = -4,80 KN

Semangat Marudut Tua Debataraja, Abid Nandawijaya Zebua dan Joni Fitra

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari perhitungan yang dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari evaluasi perencanaan daya dukung pondasi yang diperoleh :
   - Qi PC4D50 = 154,92 Ton
   - Qg PC4D50 = 406,509 Ton
   - Qi PC3D50 = 154,92 Ton
   - Qg PC3D50 = 349,963 Ton

   berbeda dari perencanaan awal untuk 1 tiang untuk
   - Qi PC4D50 = 157,84 Ton
   - Qg PC3D50 = 356,561 Ton
   - Untuk Arah Y perencanaan awal D19 – 150
   - Qg PC4D50 = 414,17 Ton
   - Qi PC3D50 = 157,84 Ton
   - Efisiensi P4-D50 = 0,656
   - Efisiensi P3-D50 = 0,753
2. Dari hasil evaluasi terhadap perencanaan pile cap, maka dari tinjauan di dapat hasil sebagai berikut :

   Untuk PC4D50 didapat sebagai berikut :
   - Untuk Arah X didapat dari hasil perhitungan D19 – 150
   - Untuk Arah Y didapat dari hasil perhitungan D19 – 150

     Sama dengan hasil perencanaan awal adalah sebagai berikut :
   - Untuk Arah X perencanaan awal D19 – 150
   - Untuk Arah Y perencanaan awal D19 – 150

     Untuk PC3D50 Didapat sebagai berikut :
   - Untuk Arah X didapat dari hasil perhitungan D19 – 150
   - Untuk Arah Y didapat dari hasil perhitungan D19 – 150

     Sama dengan hasil perencanaan awal adalah sebagai berikut :
   - - Untuk Arah X perencanaan awal D19 – 150
3. Dari hasil evaluasi perencanaan Sloof didapat sebagai berikut :
   - Tulangan tumpuan atas = 6D22
   - Tulangan tumpuan bawah = 4D22
   - Tulangan lapangan atas = 4D22
   - Tulangan lapangan bawah = 6D22
   - Tulangan geser tumpuan = D10 – 100
   - Tulangan geser lapangan = D10 – 150

   Terdapat perbedaan dari hasil evaluasi dan perencanaan awal
   - Tulangan tumpuan atas = 5D22
   - Tulangan tumpuan bawah = 5D22
   - Tulangan lapangan atas = 5D22
   - Tulangan lapangan bawah = 5D22
   - Tulangan geser tumpuan = D10 – 100
   - Tulangan geser lapangan = D10 – 150

Saran

Dari hasil perhitungan yang dilakukan ada beberapa saran sebagai berikut :

Pembebanan yang digunakan dalam perhitungan ini terbatas dalam pendekatan menggunakan standart yang ada, untuk itu perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan menggunakan pembebanan yang dihitung secara manual sesuai dengan keadaan eksisting dan perlu mempelajari lebih lanjut mengenai penerapan metode-metode perkuatan struktur yang telah ada

DAFTAR PUSTAKA

Buku :

Badan Standarisasi Nasional, (2013) . *Tata cara perencanaan Struktur Beton Bertulang untuk bangunan Gedung SNI 2847 :2013, Jakarta : Standar Nasional Indonesia.*

Badan Standarisasi Nasional, (2013). *Beban Minimum Untuk Percancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain, SNI 1727 : 2013,* Jakarta : Standar Nasional Indonesia.

Harry Christady Hardiyatmo. *Analisis dan Perancangan Pondasi I dan II*

Ibrahim, H. B. (1994). *Rencana Dan Estimate Real Of Cost. ISBN* 979.525-208-4. *Jakarta : Bumi Aksara*

Ir. Asiyanto, M. I. (2008). Metode Konstruksi Gedung Bertingkat. Jakarta: Ui Press.

Jakarta: Bumi Aksara. Indonesia, Y. D. (1971). *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971.* Bandung: Direktorat Penyelidikan Masalah

Bangunan.
Mukomoko, I. J. (1982). *Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan.* Jakarta: Kurnia Esa.
PT Pembangunan Perumahan, T. (2003). *Buku Referensi Untuk Kontraktor Bangunan Gedung Dan Sipil.* Jakarta: Pt Gramedia Pustaka Utama.
Soedradjat, I. A. (1984). *Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan.* Bandung: Nova.
Soeharto, I. (2001). *Manajemen Proyek Jilid 2.* Jakarta: Pt Gelora Aksara Pratama.
Suryadharma, H., & Wigroho, H. Y. (1998). *Alat-Alat Berat* Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Djoko Wilopo Andi Yogyakarta & Petra Surabaya, Surabaya, 1999, Konstruksi Baja