

**ANALISIS DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN PONDASI TIANG BOR (*BORED PILE*) MENGGUNAKAN PROGRAM *ALLPILE 7.3B*
(Studi Kasus: Pada Jalan Bebas Hambatan Cisumdawu *Phase III Access I* pada P.10 dan P.13)**

Luthfi Fakhru¹⁾, Asep Kurnia Hidayat²⁾, Novia Komala Sari³⁾.

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Siliwangi Tasikmalaya

e-mail: lfakhru49@gmail.com

Abstrak

Pekerjaan Pondasi adalah pekerjaan pertama yang akan dilaksanakan dalam suatu pekerjaan konstruksi. Pondasi menjadi komponen yang sangat penting karena menopang semua beban yang terjadi pada sebuah bangunan. Data hasil penyelidikan tanah sangat penting dalam perencanaan pondasi. Pada proyek pembangunan jalan bebas hambatan ini digunakan pondasi tiang (*bored pile*). Analisis daya dukung dan penurunan pondasi *bored pile* ini dilakukan pada Proyek Jalan Bebas Hambatan Cisumdawu *Phase III Access I* pada titik P.10 dan P.13. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan manual (Terzaghi dan Mayerhof) dan menggunakan program *AllPile 7.3B*. Perhitungan daya dukung pondasi tiang tunggal P.10 metode Terzaghi dan Mayerhof pada P.10 didapat $Q_{all} = 275,67$ ton, pada P.13 didapat $Q_{all} = 190,54$ ton. Perhitungan pondasi kelompok tiang berdasarkan nilai efisiensi metode Converse-Labarre pada P.10 didapat $Q_{pg} = 1097,61$ ton, pada P.13 didapat $Q_{pg} = 758,65$ ton. Penurunan pondasi kelompok tiang pada P.10 $S_g = 4,20$ cm, pada P.13 $S_g = 4,29$ cm. Hasil perhitungan dari output *AllPile 7.3B* pada P.10 $Q_{all} = 745,36$ kN, $Q_{pg} = 14755,62$ kN, pada P.13 $Q_{all} = 3044,29$ kN, $Q_{pg} = 12177,17$ kN. Penurunan kelompok tiang P.10 = 0,157 cm dan P.13 = 0,105 cm.

Kata Kunci: Pondasi, *Bored Pile*, *AllPile*

Abstract

Foundation work is the first work to be carried out in a construction work. The foundation is a very important component because it supports all the loads that occur in a building. Soil investigation data is very important in foundation planning. In this highway construction project, bored pile foundation is used. The analysis of bearing capacity and settlement of the bored pile foundation was carried out at the Cisumdawu Highway Project Phase III Access I at points P.10 and P.13. Calculations were performed using the manual calculation method (Terzaghi and Mayerhof) and using the AllPile 7.3B program. Calculation of the bearing capacity of single pile foundation P.10 Terzaghi and Mayerhof method at P.10 obtained $Q_{all} = 275.67$ tons, at P.13 obtained $Q_{all} = 190.54$ tons. Calculation of the pile group foundation based on the efficiency value of the Converse-Labarre method at P.10 obtained $Q_{pg} = 1097.61$ tons, at P.13 obtained $Q_{pg} = 758.65$ tons. The settlement of pile group foundation at P.10 $S_g = 4.20$ cm, at P.13 $S_g = 4.29$ cm. The calculation results from the AllPile 7.3B output at P.10 $Q_{all} = 745.36$ kN, $Q_{pg} = 14755.62$ kN, at P.13 $Q_{all} = 3044.29$ kN, $Q_{pg} = 12177.17$ kN. The settlement of pile group is P.10 = 0.157 cm and P.13 = 0.105 cm.

Keywords: *Foundation, Bored Pile, AllPile*

I. PENDAHULUAN

Proyek Pembangunan Jalan Bebas Hambatan Cisumdawu merupakan salah satu proyek strategis nasional dengan panjang total sejauh 60 km. Kecepatan rencana untuk kendaraan yang berlalu lalang di atasnya 80 – 100 km/jam. Proyek ini terhitung sebagai proyek yang memiliki bentang tidak terlalu panjang namun memiliki waktu yang cukup lama dalam pengerjaannya. Hal ini disebabkan oleh adanya pekerjaan yang terbilang rumit. Seperti pekerjaan tunnel pada Seksi II di daerah Sumedang, dan interchange pada Seksi I di daerah Cileunyi.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2008 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional dan Peraturan Daerah Nomor 22 Tahun 2010 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Barat Tahun 2009-2029 dalam bagian pengembangan Jalan Bebas Hambatan, Cileunyi merupakan simpul pengembangan jalan bebas hambatan yang akan menghubungkan beberapa ruas sebagai berikut [1]:

- 1) Padalarang – Cileunyi (I/5)
- 2) Cileunyi – Sumedang – Dawuan (I/6)
- 3) Cileunyi – Nagrek (III/6)
- 4) Terusan Pasteur – Ujung Berung – Cileunyi (I/6)

Pekerjaan Pondasi adalah pekerjaan pertama yang akan dilaksanakan dalam suatu pekerjaan konstruksi. Pondasi menjadi komponen yang sangat penting karena menopang semua beban yang terjadi pada sebuah bangunan baik beban vertikal maupun horizontal kemudian menyalurkannya ke dalam lapisan tanah keras. Perencanaan pondasi pada suatu pekerjaan konstruksi sangat memerlukan data hasil penyelidikan tanah untuk memastikan kedalaman tanah keras pada suatu lokasi proyek.

Umumnya kedalaman lapisan tanah keras berada pada kedalaman lebih dari 20 m, sehingga pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang. Ada berbagai tipe pondasi tiang, salah satunya adalah pondasi bored pile. Pondasi bored pile adalah pondasi tiang dalam berbentuk tabung yang berfungsi meneruskan beban bangunan ke dalam permukaan tanah [2]. Fungsinya sama dengan pondasi dalam lainnya seperti pancang. Bedanya ada pada cara

pengerjaannya. Pengerjaan Pondasi bored pile dimulai dengan pelubangan tanah sampai kedalaman yang diinginkan, kemudian pemasangan tulangan besi yang dilanjutkan dengan pengecoran beton.

Untuk mengetahui apakah pondasi *bored pile* pada proyek ini memenuhi syarat keamanan pondasi atau tidak, perlu dilakukan analisis terhadap daya dukung dan penurunan pada pondasi tersebut.

II. BAHAN DAN METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini berlokasi pada Proyek Jalan Bebas Hambatan Cisumdawu *Phase III Access I*. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Sumber: China Road and Bridge Corporation, 2019.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dapat berupa studi pustaka yang mana data-data yang dibutuhkan didapat dari buku-buku arsip, ataupun dokumen yang mendukung penelitian ini. Data-data yang digunakan pada studi ini merupakan data sekunder. Data sekunder merupakan data yang dikumpulkan dari sumber yang telah ada dan hanya relevan dengan permasalahan yang ada. Data tersebut digunakan untuk menganalisis nilai daya dukung dan penurunan masing-masing pondasi dengan masing-masing metode yang digunakan. Data yang digunakan berasal dari tiga sumber data sekunder yaitu data sondir, data SPT dan data pembebanan.

Analisis Manual

Analisis manual menggunakan teori Terzaghi dan Mayerhof. Berikut langkah-

langkah analisis daya dukung dan penurunan pondasi tiang bor secara manual:

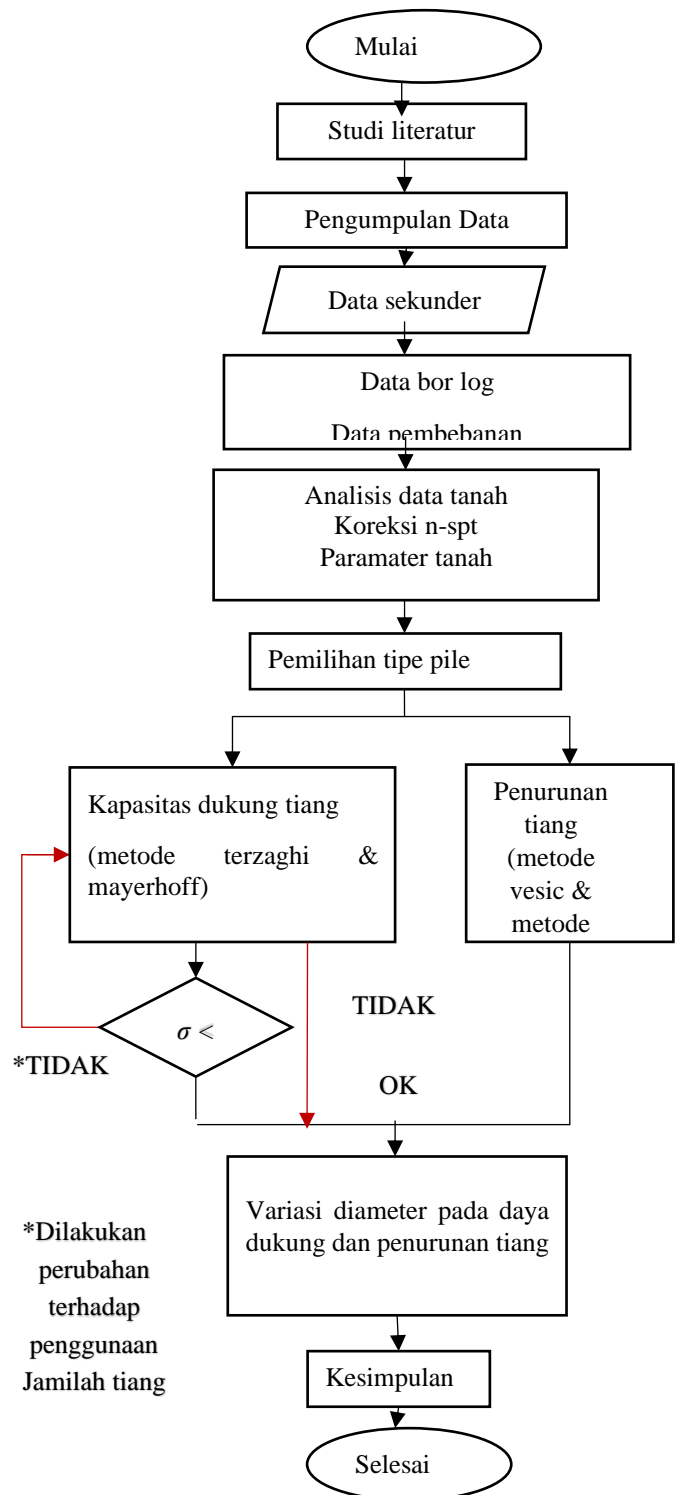
1. Melakukan koreksi terhadap nilai N-SPT yang didapat dari *bor-log*.
2. Menentukan parameter tanah untuk desain pile seperti nilai γ , γ_{sat} , c , μ , dan E_s .
3. Melakukan analisis kapasitas daya dukung dan penurunan terhadap pondasi tiang tunggal (1 tiang) dan pondasi tiang kelompok (2 dan 4 tiang).
4. Melakukan analisis kapasitas daya dukung dan penurunan pondasi tiang beberapa variasi pada diameter pondasi tiang bor (*bored pile*).

Analisis menggunakan program AllPile 7.3B

Melakukan pemodelan menggunakan Program ALLPILE untuk mendapatkan angka daya dukung dan penurunan pondasi tiang (*bored pile*), adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

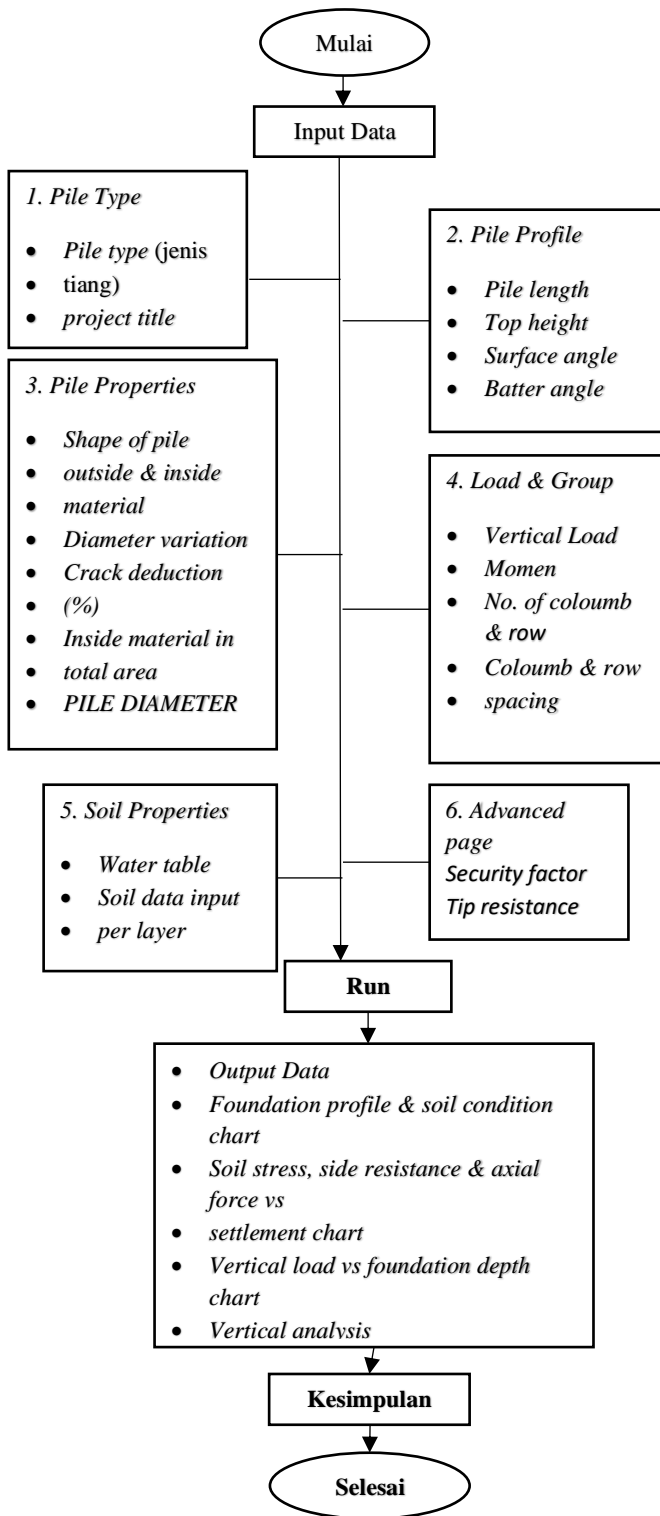
1. Setelah membuka Program ALLPILE, masukkan jenis tiang yang akan dipakai.
2. Kemudian masukkan profil tiang yang diperlukan seperti kedalaman tiang yang tertanam, kemiringan tiang dan posisi lapisan atas tiang dari permukaan tanah.
3. Masukkan data parameter tiang seperti bentuk tiang, kedalaman tiang, ukuran tiang serta material tiang.
4. Pilih jenis tiang yang akan digunakan (*Grup Piles* atau *Single Pile*). Masukkan gaya-gaya yang bekerja pada tiang, beban-beban yang bekerja.
5. Masukkan data parameter tanah berdasarkan data *boring profile* dan data kohesi hasil korelasi.
6. Masukkan faktor keamanan yang akan digunakan.
7. Terakhir dapat dilihat hasil analisis vertikal dari pondasi yang direncanakan.

Bagan Alur Studi Analisis Manual



Gambar 2. Bagan Alur Analisis Manual

Bagan Alur Studi Analisis dengan Program AllPile 7.3B



Gambar 3. Bagan Alur Analisis AllPile

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis Manual

Daya Dukung Ultimit P10

a. Daya Dukung Ujung Tiang
Digunakan metode Terzaghi & Mayerhof [3]:

$$N_1 = 42,92$$

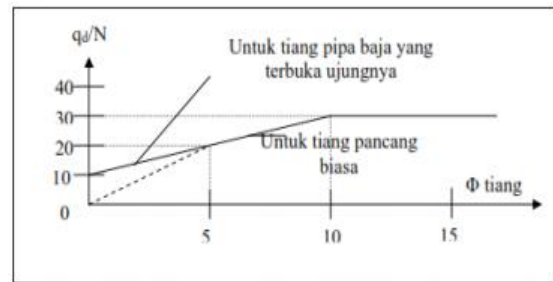
$$N_2 = \frac{42,92 + 35,83 + 22,92 + 10}{4}$$

$$N_2 = 27,92$$

$$N = \frac{N_1 + N_2}{2}$$

$$N = 35,42$$

Karena nilai N kurang dari 40, maka nilai N yang digunakan dalam perencanaan adalah 35,42



Gambar 4. Intensitas Daya Dukung pada Ujung Tiang (Kazuto Nakazawa, 2000).

$$\frac{q_d}{N} = 1,4 [3]$$

$$q_d = 14xN$$

$$q_d = 14x35,42 = 495,83 \text{ ton/m}^2$$

Maka hasil daya dukung pada ujung tiang adalah [4],

$$Q_b = q_d x A$$

$$Q_b = 495,83 \cdot 0,5024 = 249,12 \text{ ton/m}^2$$

b. Tahanan Gesek Pada Ujung Tiang

Tabel 1. Hasil Perhitungan Gaya Gesek pada Keliling Permukaan Tiang

Kedalaman (m)	N'6	li	fi	li.fi	Σli.fi
0,0 – 1,0	0	1	0	0	0
1,0 – 4,0	7,19	4	3,5	14,37	14,375
4,0 – 10,0	15,5	10	7,7	77,68	95,053
10,0 – 11,5	39,3	11,	12	138	230,053
11,5 – 15,0	7	5			
15,0 – 18,0	48,5	15	12	180	410,053
18,0 – 20,0	3				
15,0 – 18,0	50	18	12	216	626,053
18,0 – 20,0	50	20	12	216	866,053

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021.

$$Q_s = U \sum_{i=1}^n f_i \quad [4]$$

$U =$ Keliling Tiang

$$Q_s = 3.14 \times 0,8 \times 230,053 = 577,89 \text{ ton}$$

Lalu daya dukung ultimitnya adalah [4],

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

$$Q_u = 249,11 + 577,89 = 827,001 \text{ ton}$$

Daya dukung yang diizinkan adalah [4]:

$$Q_a = \frac{Q_u}{FK}$$

$$Q_a = \frac{827,001}{3} = 275,667 \text{ ton}$$

Tabel 2. Beban Struktur yang Bekerja

P (kN)	Vx (kN)	Vy (kNm')	Mx (kNm')	My (kNm')
3621,91	136,18	50,75	14,57	208,2

Sumber: Tim Review Design Yodya Karya, 2020.

Setelah didapat Q_{all} , bandingkan dengan rumus tegangan ijin [5]:

$$\sigma_i = \frac{V}{N} \pm \frac{M_y \cdot x_i}{\sum x^2} \pm \frac{M_x \cdot y_i}{\sum y^2}$$

$$\sigma = \frac{3621,91}{1} \pm \frac{208,2 \cdot 0,4}{0,4^2 + 0,4^2} \pm \frac{14,57 \cdot 0,4}{0,4^2 + 0,4^2}$$

$$\sigma_{max} = 4529,9225 \text{ kN} = 452,99225 \text{ ton}$$

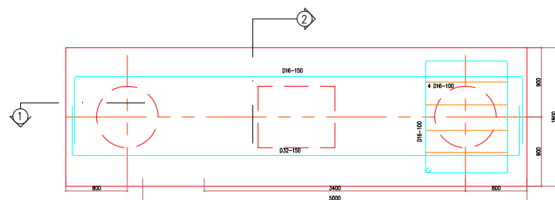
$$\sigma_{min} = 271,38975 \text{ ton}$$

Dari rumus diatas didapatkan σ_i maksimum sebesar 452,99225 ton. Syarat pondasi tersebut Ok adalah jika $\sigma_{max} \leq Q_{all}$

Dari persamaan diatas, diambil kesimpulan bahwa:

452,99225 ton > 275,667 ton (Tidak Ok)

Dari hasil diatas, maka dicoba menggunakan kelompok tiang.



Gambar 5. Design Pile Cap untuk 2 Tiang
(Sumber: Tim Review Design Yodya Karya, 2020)

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

$$E_g = 1 - \frac{\arctan(\frac{0,8}{4,51})}{90} \times \frac{(1-1)2 \times (2-1)2}{2.1}$$

$$E_g = 0,998$$

Lalu dilakukan perhitungan kapasitas dukung kelompok tiang dengan menggunakan rumus sebagai berikut [4]:

$$Q_{pg} = E_g \cdot Q_a \cdot n$$

$$Q_{pg} = 0,998 \times 275,667 \times 2 = 550,259 \text{ ton}$$

Syarat keamanan pondasi adalah apabila [5]

$$\sigma_{max} \leq Q_{pg}$$

$$\sigma_i = \frac{V}{n} \pm \frac{M_y \cdot x_i}{\sum x^2}$$

$$\sigma_1 = \frac{3621,91}{2} \pm \frac{518,21 \cdot 2,25}{2,25^2 + 2,25^2}$$

$$\sigma_{1max} = 1926,113 \text{ kN} = 192,6113 \text{ ton}$$

(Untuk 1 Pile)

$$\sigma_{1max} = \sigma_{2max}$$

$$\sigma_{max} = 192,6113 \times 2 = 385,2226 \text{ ton}$$

$$\sigma_{1min} = 169,5797 \text{ ton}$$

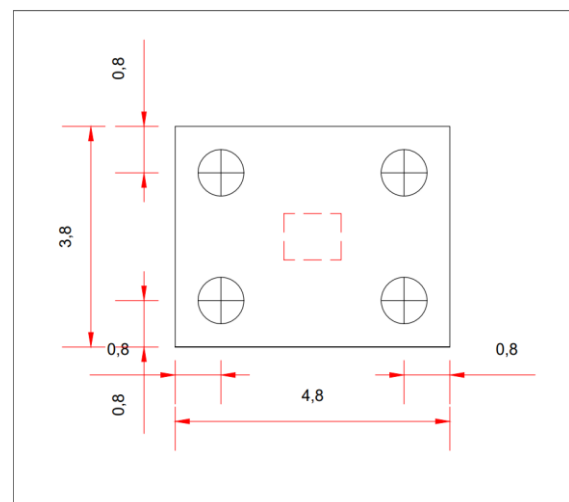
$$\sigma_{1min} = \sigma_{2min}$$

$$\sigma_{min} = 169,5797 \times 2 = 339,1594 \text{ ton}$$

Cek keamanan pondasi:

$$\sigma_{max} \leq Q_{pg}$$

$$385,2226 \text{ ton} < 550,259 \text{ ton (OK)}$$



Gambar 6. Design Pile Cap untuk 4 Tiang
(Sumber: Tim Review Design Yodya Karya, 2020)

Rumus Converse – Labarre [6]

Maka didapat [5],

$$\sigma_i = \frac{V}{n} \pm \frac{M_y \cdot x_i}{\sum x^2}$$

$$\sigma_{1 \max} = \frac{3621,91}{4} + \frac{208,2 \cdot 1,1}{1,1^2 + 1,1^2} = 1162,054 \text{ kN} = 116,2054 \text{ ton}$$

$$\sigma_{1 \min} = \frac{3621,91}{4} - \frac{108,2 \cdot 1,1}{1,1^2 + 1,1^2} = 648,9005 \text{ kN} = 64,89005 \text{ ton}$$

$$\sigma_{2 \max}, \sigma_{3 \max}, \sigma_{4 \max} = \sigma_{1 \max}$$

$$\sigma_{2 \min}, \sigma_{3 \min}, \sigma_{4 \min} = \sigma_{1 \min}$$

$$\sigma_{\max} = \sigma_{1 \max} + \sigma_{2 \max} + \sigma_{3 \max} + \sigma_{4 \max}$$

$$\sigma_{\max} = 464,8218 \text{ ton}$$

$$\sigma_{\min} = \sigma_{1 \min} + \sigma_{2 \min} + \sigma_{3 \min} + \sigma_{4 \min}$$

$$\sigma_{\min} = 259,5602 \text{ ton}$$

$$\sigma_{\max} \leq Q_a$$

$$464,8218 \text{ ton} < 1097,61 \text{ ton (OK)}$$

Penurunan P10

a. Penurunan Tiang Tunggal

$$S = S_1 + S_2 + S_3 \text{ [7]}$$

$$S_1 = \frac{(Q_b + \alpha \cdot Q_s) \cdot L}{A_b \cdot E_p} \text{ [7]}$$

$$E_p = 4700 \sqrt{f_c'}$$

$$E_p = 4700 \sqrt{30}$$

$$E_p = 25742,96 \text{ MPa} \sim 2574960 \text{ kN/m}^2$$

$$S_1 = \frac{(Q_b \text{ ijin} + \alpha \cdot Q_s \text{ ijin}) \cdot L}{A_b \cdot E_p} \text{ [7]}$$

$$S_1 = \frac{(249,12 + 0,5 \cdot 249,12) \cdot 20}{0,8 \cdot 25742960}$$

$$S_1 = 0,000277 \text{ m}$$

$$S_1 = 0,0277 \text{ cm}$$

$$S_2 = \frac{c_p \cdot Q_b}{d \cdot q_d} \text{ [7]}$$

Tabel 3. Koefisirn c_p

Jenis Tanah	Tiang Pancang	Tiang Bor
Pasir	0,02 – 0,04	0,09 – 0,18
Lempung	0,02 – 0,03	0,03 – 0,06
Lanau	0,03 – 0,05	0,09 – 0,12

Sumber: Sholeh, 2008.

$$q_d = 4958,333 \text{ kN/m}^2$$

$$S_2 = \frac{0,9 \times 249,12}{0,8 \times 4958,333}$$

$$S_2 = 0,01884 \text{ m} \sim 1,884 \text{ cm}$$

$$S_3 = \left(\frac{Q_b \text{ ijin}}{P \times L} \right) \times \frac{D}{E_s} \times (1 + \mu_s^2) \times I_{ws} \text{ [7]}$$

$$I_{ws} = 2 + 0,35 \sqrt{\frac{L}{D}} \text{ [7]}$$

$$I_{ws} = 2 + 0,35 \sqrt{\frac{20}{0,8}}$$

$$I_{ws} = 3,75$$

$$S_3 = \left(\frac{249,12}{3,14 \times 0,8 \times 20} \right) \times \frac{0,8}{30000} \times (1 + 0,2^2) \times 3,75$$

$$S_3 = 0,000172 \text{ m} \sim 0,0172 \text{ cm}$$

$$S = S_1 + S_2 + S_3$$

$$S = 1,929 \text{ cm}$$

b. Penurunan Kelompok Tiang P10

Metode Vesic

Dirumuskan dengan [7]

$$S_g = S \sqrt{\frac{Bg}{D}}$$

$$S_g = 3,81 \sqrt{\frac{380}{80}}$$

$$S_g = 4,204 \text{ cm}$$

Daya Dukung Ultimit P13

Daya dukung dan penurunan tiang tunggal pengerjaannya sama dengan P10. Perbedaan dengan P10 adalah pada penurunan P13 ada penurunan konsolidasi. Yang kedua dengan cara penurunan konsolidasi, cara pengerjaannya sebagai berikut [7]:

Tabel 4. Parameter Tanah untuk Penurunan Tiang P13 (Metode Konsolidasi)

Kedalaman (m)	γ	h	σ_{v0}	σ_{v0} Kumulatif	$\delta \cdot \sigma_v$
0,0 – 4,0	16	4	64	64	0,509
4,0 – 7,0	20	7	140	204	
7,0 – 12,5	22	12,5	275	479	
12,5 – 30,0	22	30	660	1139	

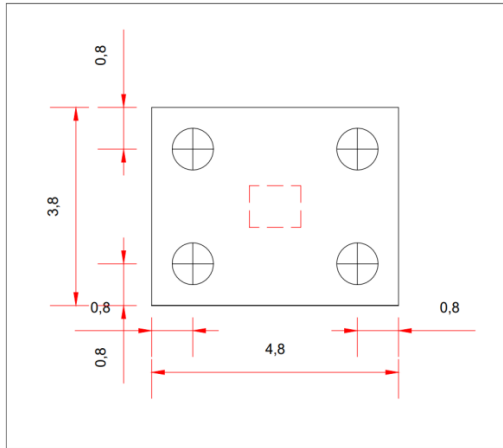
Sumber: Hasil Perhitungan, 2021.

$$\sigma_{v0} = \gamma \times h$$

$$\sigma_{v0} = 16 \times 4 = 64 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{v0} = 20 \times 7 = 140 \text{ kN/m}^2$$

Untuk memperoleh nilai $\delta \cdot \sigma_v$, pertama harus mencari Iz, Iz didapat dari [7]



Gambar 7. Design Pile Cap untuk 4 Tiang
(Sumber: Tim Review Design Yodya Karya, 2020)

$$B_1 = \frac{3,8}{2} = 1,9 \text{ m}$$

$$L_1 = \frac{4,8}{2} = 2,4 \text{ m}$$

$$m_1 = \frac{B_1}{Z} = \frac{1,9}{30} = 0,06 \sim 0,1$$

$$n_1 = \frac{L_1}{Z} = \frac{2,4}{30} = 0,08 \sim 0,1$$

Dengan memplot nilai m dan n maka didapat $I_z = 0,0047$

$$\delta \cdot \sigma_v = I_z \cdot P = 0,0047 \times 3621,91 = 11,015 \text{ kN}$$

Data -data lain:

$$C_c = 0,04$$

$$c_r = 0,015$$

$$\sigma'_c = 375 \text{ kN/m}^2$$

$$e_0 = \omega x G_s$$

$$e_0 = 0,3683 \times 2,67 = 0,98$$

$$H = 2 \text{ m (dari kedalaman 30 – 32 m)}$$

Digunakan rumus kedua

$$S_c = 0,015 \cdot \frac{2}{1+0,98} \cdot \log \cdot \frac{375}{637,5} + 0,04 \cdot \frac{2}{1+0,98} \cdot \log \cdot \frac{637,5+11,015}{375}$$

$$S_c = 0,057 \text{ cm}$$

Sehingga total penurunan kelompok tiang P13 adalah [7]

$$S_g + S_c = 4,29 + 0,057 = 4,45 \text{ cm (Untuk 4 Tiang)}$$

$$S_g + S_c = 4,84 + 0,057 = 4,90 \text{ cm (Untuk 2 Tiang)}$$

Summary Perhitungan Daya Dukung dan Penurunan

Dengan menggunakan variasi diameter didapat hasil perhitungan sebagai berikut:
Daya Dukung P10

Tabel 5. Hasil Perhitungan Variasi Diameter

Summary Q_{All} & Q_{Pg}					
Diameter (m)	Q_{All} (ton)	Eg 4 Tiang g	Q_{Pg} 4 Tiang (ton)	Eg 2 Tiang	Q_{Pg} 2 Tiang (ton)
0,4	117,07	0,995	466,15	0,998	233,69
0,8	275,67	0,995	1097,61	0,998	550,26
1,2	475,78	0,995	1894,38	0,998	949,70
1,6	717,40	0,995	2856	0,998	1432
2,0	1000,55	0,995	3983,84	0,998	1997,20
2,4	1325,64	0,995	5276,54	0,998	2645

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021.

Daya Dukung P13

Tabel 6. Ringkasan Perhitungan Q_{sp} dan Q_{pg} pada Diameter yang Berbeda

Summary Q_{All} & Q_{Pg}					
Diameter (m)	Q_{All}	Eg 4 Tiang	Q_{Pg} 4 Tiang (ton)	Eg 2 Tiang	Q_{Pg} 2 Tiang (ton)
0,4	86,36	0,995	343,84	0,998	172,38
0,8	190,54	0,995	758,68	0,998	380,35
1,2	478,28	0,995	1904,36	0,998	954,70
1,6	783,86	0,995	3121,04	0,998	1564,65
2,0	1162,50	0,995	4628,66	0,998	2320,46
2,4	1614,21	0,995	6427,22	0,998	3222,13

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021.

Analisis Pondasi Bored Pile Berdasarkan Program AllPile

Allpile adalah program komputer sederhana yang dapat menghitung daya dukung dan penurunan pondasi tiang. Program ini dikembangkan oleh Civiltech Software Co. yang berbasis di Seattle-Bellevue, USA. Penggunaan program ini bertujuan untuk membandingkan dengan hasil analisis manual [8].

Data-data yang dimasukkan kedalam program *AllPile* adalah data N-SPT koreksi atau $N'60$ pada P10 dan P13, parameter tanah berdasarkan data *boring profile*, data kohesif (Terzaghi), 19430, beban vertikal menggunakan data dari beban struktur yang bekerja di P10 dan P13, semua faktor keamanan untuk perhitungan adalah 3, dan data-data yang belum diketahui secara otomatis.

Berikut ini perbandingan hasil analisis manual dan analisis menggunakan program *AllPile*:

Perbandingan Daya Dukung P10

Tabel 7. Hasil Perbandingan P.10

No.	Analisis	Q _{all}	Q _{pg}
1	Manual	275,67 ton	1097,61 ton
2	Program AllPile	745,36 kN	14755,62 kN

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021.

Perbandingan Daya Dukung P13

Tabel 8. Hasil Perbandingan P.13

No.	Analisis	Q _{all}	Q _{pg}
1	Manual	190,54 ton	758,68 ton
2	Program AllPile	3044,29 kN	12177,17 kN

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021.

Perbandingan Penurunan P10

Tabel 9. Hasil Perbandingan P.10

No.	Analisis	S (cm)	S _g (cm)
1	Manual	1,93	4,20
2	Program AllPile	0,584	0,15661

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021.

Perbandingan Penurunan P13

Tabel 10. Hasil Perbandingan P.10

No.	Analisis	S (cm)	S _g (cm)
1	Manual	1,75	4,29
2	Program AllPile	0,591	0,10483

Sumber: Hasil Perhitungan, 2021.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Perhitungan daya dukung pondasi tiang tunggal P.10 metode Terzaghi dan Mayerhof pada P.10 didapat Q_{all} = 275,67 ton, pada P.13 didapat Q_{all} = 190,54 ton. Perhitungan pondasi kelompok tiang berdasarkan nilai efisiensi metode Converse-Labarre pada P.10 didapat Q_{pg} = 1097,61 ton, pada P.13 didapat Q_{pg} =

758,65 ton. Penurunan pondasi kelompok tiang pada P.10 S_g = 4,20 cm, pada P.13 S_g = 4,29 cm. Hasil perhitungan dari output AllPile 7.3B pada P.10 Q_{all} = 745,36 kN, Q_{pg} = 14755,62 kN, pada P.13 Q_{all} = 3044,29 kN, Q_{pg} = 12177,17 kN. Penurunan kelompok tiang P.10 = 0,157 cm dan P.13 = 0,105 cm.

2. Hasil analisis daya dukung pondasi *bored pile* pada titik P.10 dan P.13 baik melalui perhitungan manual maupun menggunakan program AllPile 7.3B secara keseluruhan menunjukkan hasil yang memenuhi syarat keamanan pondasi dan penurunan yang terjadi tidak melebihi batas kedalaman yang ditentukan pada SNI 8460:2017. Pada titik P.10 dan P.13 digunakan angka faktor keamanan sebesar 3 dan namun pada titik P.13 dengan kombinasi dua tiang didapat hasil yang tidak memenuhi syarat keamanan pondasi. Hal ini disebabkan karena kondisi tanah yang berbeda dengan kondisi tanah pada titik P.10. Namun ketika dilakukan perhitungan ulang menggunakan diameter pondasi yang lebih besar hasil yang didapat memenuhi syarat keamanan pondasi.
3. Hasil analisis daya dukung dan penurunan pondasi *bored pile* menggunakan program AllPile 7.3B menunjukkan hasil yang aman atau memenuhi syarat keamanan pondasi. Namun jika dibandingkan dengan hasil analisis menggunakan metode perhitungan manual, hasil yang didapat dari perhitungan menggunakan program AllPile 7.3B daya dukung yang didapat lebih besar dari hasil yang didapat dari perhitungan manual, dan untuk penurunan didapat hasil yang lebih kecil. Perbedaan hasil analisis menggunakan metode manual dan menggunakan program AllPile 7.3B ini disebabkan oleh metode perhitungan atau rekayasa pendekatan yang berbeda.

Saran

Saran Bagi Praktisi

Sesuai dengan hasil penelitian, dalam melakukan perencanaan suatu pondasi, ketersediaan data tanah menjadi sangat penting agar perencanaan semakin akurat. Selain data tanah yang lengkap juga diperlukan variasi dimensi agar didapat hasil perencanaan yang aman dan ekonomis.

Saran Bagi Akademisi

Untuk penelitian berikutnya dapat dilakukan penelitian analisis daya dukung dan penurunan pondasi dengan metode lainnya dengan catatan prinsip analisisnya berbeda jika pada lokasi titik yang sama. Salah satu kendala dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sulitnya pencarian data sekunder. Diharapkan kedepannya, semua pihak yang terkait lebih berupaya untuk melengkapi data yang harus dimiliki, sehingga dalam perencanaan pembangunan maupun dalam penelitian akan mendapatkan data yang lebih valid untuk menghasilkan karya yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2008 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional. 10 Maret 2008. Lembaran Negara Tahun 2008 Nomor 48. Jakarta.
- [2] Shamsheer Prakash, Hari D. Sharma. (1990). *Pile Foundations in Engineering Practice*. John Wiley & Sons.
- [3] Suyono, S., & Kazuto, N. (1986). *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- [4] Sidharta, dkk (1979). *Rekayasa Fundasi II*. Jakarta: Gunadarma.
- [5] Agung, P. A. M., Djuwari, K. W., & Andanawarih, M. F. (2017). Tinjauan Ulang Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Bored Pile Pada Pembangunan Jalan Layang Kapt. Tendean–Blok M–Cileduk, Paket Santa Section P10–P11. *Jurnal Poli-Teknologi*, 16(1).
- [6] Hardiyatmo, H. C. (2010). Analisis dan Perancangan FONDASI bagian II. *Gadja Mada University press, Yogyakarta*.
- [7] Bradja M. Das (1990). *Principles of Foundation Engineering*. PWS Engineering, Boston.
- [8] CivilTech. (2007). AllPile Version 7 User's Manual Volume 1 and 2. *Bellevue: CivilTech Software*.