



Analisis Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Tiang Bor Pada Struktur Kepala Jembatan

Galang Rasyid Januar¹, Putera Agung Maha Agung²

¹Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

²Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

¹galang.rasyidjanuar.ts17@mhs.w.pnj.ac.id*, ²putera.agungmagung@sipil.pnj.ac.id

Abstract

The foundation is an important part of the building, especially on the bridge that serves to withstand the load either its own weight or the load that works on it. The bearing capacity of the soil is the main support for a foundation as a component that transmits the load acting on the soil. Based on the results of the analysis of the bearing capacity of the drilled head of the bridgehead of the X toll road project, which was planned by the author with a configuration of 15 poles with a diameter of 100 cm at a depth of 20 m, the Ascial bearing capacity of 207,703 for single piles and 2429,674 tons for groups was obtained based on the Resse and Wright method. Meanwhile, the lateral bearing capacity is 249,206 tons for single-clamp conditions and 2915,159 tons for group piles using the Broms method. The decrease that occurred was 1,805 cm for single piles and 2,199 cm for group piles, and based on the calculation of stability, the configuration was said to be stable to withstand the working load.

Keywords: Broms, Bored Pile, Carrying Capacity, Resse & Wright, SPT

Abstrak

Pondasi merupakan bagian penting pada bangunan khususnya pada jembatan yang berfungsi menahan beban baik berat sendiri atau beban yang bekerja di atasnya. Daya dukung tanah merupakan pendukung utama suatu pondasi sebagai komponen yang meneruskan beban yang bekerja ke tanah. Berdasarkan hasil Analisis Daya Dukung Tiang Bor Kepala Jembatan proyek Jalan tol X yang di rencanakan penulis dengan konfigurasi 15 tiang diameter 100 cm pada kedalaman 20 m di dapatkan Daya Dukung Askial sebesar 207,703 untuk tiang tunggal dan 2429,674 ton untuk kelompok berdasarkan metode Resse dan Wright. Sedangkan untuk daya dukung Lateral di dapat sebesar 249,206 ton kondisi jepit tunggal dan 2915,159 ton untuk tiang kelompok menggunakan metode Broms. Penurunan yang terjadi sebesar 1,805 cm untuk tiang tunggal dan 2,199 cm untuk tiang kelompok, serta berdasarkan perhitungan stabilitas Konfigurasi di katakan Stabil untuk menahan beban yang bekerja.

Kata kunci: Broms, Daya dukung, Resse & Wright, SPT, Tiang Bor,

Diterima Redaksi : 09-09-2021 | Selesai Revisi : 13-07-2023 | Diterbitkan Online : 01-08-2023

1. Pendahuluan

Pembangunan di Indonesia mengalami kemajuan pesat dan bersamaan dengan itu pemerintah harus menyediakan sarana dan prasarana yang baik untuk mendukung kemajuan tersebut, salah satunya dengan membangun jalan tol, salah satunya Proyek jalan tol X yang berlokasi di Provinsi Bengkulu. Dalam pembangunan jalan tol biasanya terdapat bangunan jembatan sebagai struktur yang di bangun untuk memungkinkan kendaraan dapat menyebrangi rintangan seperti sungai, jalan raya, ataupun rel kereta api [1].

Pada kontruksi Jembatan salah satu bagian terpenting di dalamnya adalah pondasi karena terletak pada bagian

bawah dari struktur bangunan yang berperan menahan beban beban, baik beban mati, beban hidup, beban sendiri, beban gempa dan beban lainnya [2]. Pondasi yang di rencanakan harus bisa menahan beban baik arah askial ataupun arah lateral [3]. Beban Lateral adalah beban yang arahnya tegak lurus tiang yang dapat mengakibatkan terjadi pergeseran jika tiang tak mampu menahannya [4]. Pondasi tiang telah menjadi satu pilihan dalam proyek infrastruktur dikarenakan pondasi jenis tiang ini mampu meneruskan beban dari struktur di atasnya ke dalam lapisan tanah keras [5]. Pondasi tiang bor adalah jenis pondasi tiang yang pemasangannya di lakukan dengan cara melakukan pengeboran tanah terlebih dahulu, setelah itu di isi dengan tulangan yang

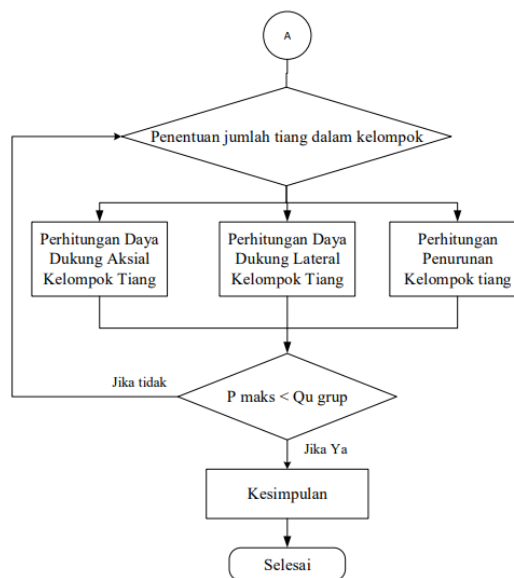
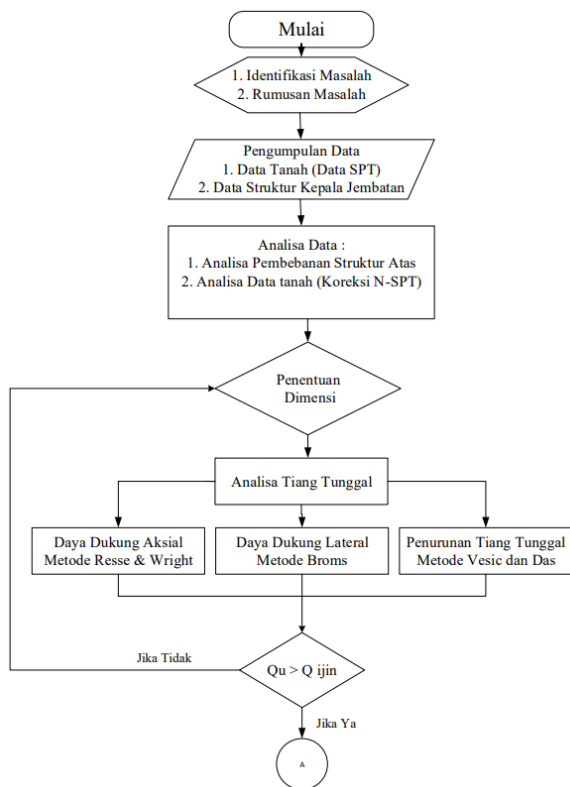


telah di rangkai dan kemudian di cor dengan beton [6]. Daya dukung pondasi jenis tinjau bor ini di pengaruhi daya dukung pada ujung tiang dan daya dukung pada selimut tiang [7]. Daya dukung pondasi merupakan seberapa besar kekuatan tanah menopang beban yang bekerja padanya dan dapat di ketahui berdasarkan data uji lapangan ataupun uji laboratorium [8]. Investigasi tanah dengan cara Standard Penetration Test (SPT) umumnya di lakukan untuk mendapatkan daya dukung tanah pada lokasi yang di tinjau [9].

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui daya dukung aksial, lateral dan penurunan tiang bor tunggal dan kelompok serta stabilitas terhadap beban yang bekerja.

2. Metode Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini secara ringkas disajikan dalam bagan alir berikut.



Gambar. 1 Bagan Alir Penelitian

Metode pengambilan data di lakukan dengan cara studi dokumen sekunder, Data data tersebut terdiri dari data gambar rencana dan data tanah N-SPT.

Metode analisis perhtungan daya dukung berdasarkan data N-SPT menggunakan metode *Resse & Wright*, untuk daya dukung ujung tiang pada tanah non-kohesif ($N \leq 60$) [10].

$$Q_b = q_p \times A_p \tag{1}$$

$$q_p = 7 \times N \times 10 \tag{2}$$

Dengan:

Q_b = Daya dukung ujung tiang (kN)

q_p = tahanan ujung per satuan luas (kN/m^2)

A_p = luas penampang pondasi (m^2)

Daya dukung selimut tiang bor pada tanah non-kohesif ($N < 53$)

$$Q_s = q_s \times L \times P \tag{3}$$

$$q_s = 3.2 \times N \tag{4}$$

Dengan:

Q_s = Daya dukung selimut tiang (kN)

P = Keliling tiang (m)

q_s = Tahanan selimut persatuan luas (kN/m^2)

Metode perhitungan daya dukung lateral yang di gunakan adalah dengan metode Broms yang dapat di gunakan untuk mengetahui tahanan lateral ultimit untuk tanah kohesif atau granular. Sebelum menghitung daya dukung Lateral, tiang terlebih dahulu ditentukan sebagai

tiang Panjang atau tiang pendek dengan berdasarkan kekakuan relative R atau T untuk lapisan pasir dengan persamaan di bawah :

$$T = \sqrt[5]{\frac{E_p \cdot I_p}{nh}} \quad (5)$$

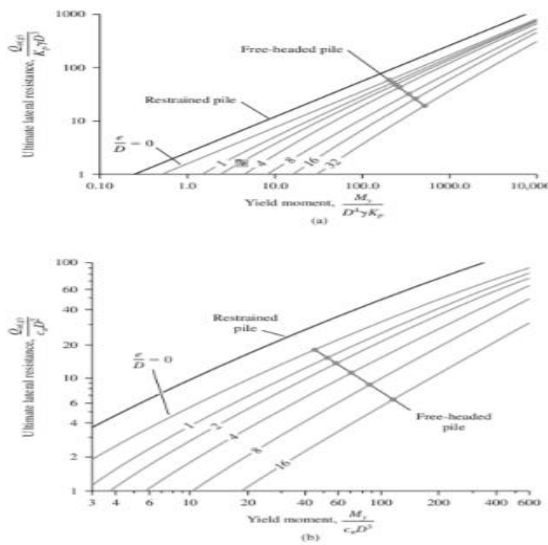
Dengan:

E_p = Modulus elastisitas tiang

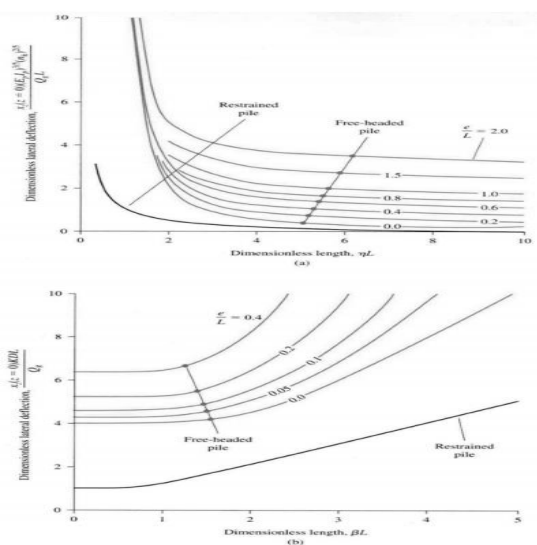
nh = Koefisien variasi modulus

I_p = Inersia Penampang

Selanjutnya daya dukung lateral ultimit dapat di tentukan besarnya dengan grafik pada gambar di bawah



Gambar. 2 Solusi Brom untuk menentukan tahanan lateral ultimit untuk tiang Panjang pada : lapisan pasir (a) dan lempung (b)



Gambar. 3 Solusi Brom untuk menentukan defleksi untuk kepala tiang tunggal pada lapisan pasir (a) dan lempung (b)

Metode perhitungan penurunan elastis tiang tunggal dengan cara Vesic dan Das adalah sebagai berikut :

$$Se(1) = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws}) \cdot L}{A_p \cdot E_p} \quad (6)$$

Dengan:

Q_{wp} = Beban yang didukung ujung Tiang

Q_{ws} = Beban yang didukung Selimut Tiang

A_p = Luasan penampang tiang

L = Panjang tiang

E_p = Modulus elastisitas tiang

ξ = Faktor distribusi per satuan tahanan friksi tiang biasanya di pakai 0,5 sampai 0,67

$$Se(2) = \frac{(q_{wp} \cdot D)}{E_s} \cdot (1 - \mu_s^2) \cdot I_{wp} \quad (7)$$

Dengan:

D = Diameter tiang

q_{wp} = Beban yang di terima ujung tiang per satuan luas

E_s = Modulus elastisitas tanah di bawah ujung tiang

μ_s = Angka *poisson ratio*

I_{wp} = Faktor pengaruh bentuk ujung tiang 0,85

$$Se(3) = \frac{(Q_{ws})}{P \cdot L} \cdot \frac{D}{E_s} \cdot (1 - \mu_s^2) \cdot I_{ws} \quad (8)$$

Dengan;

P = Keliling penampang tiang

L = Panjang total tiang

I_{ws} = Faktor pengaruh yang di tentukan sebagai

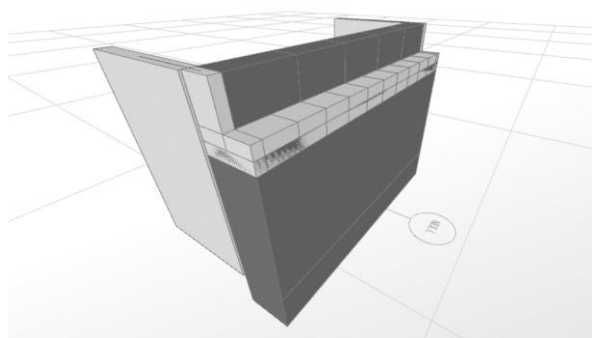
$$I_{ws} = 2 + 0.35 \sqrt{\frac{L}{B}}$$

3. Hasil dan Pembahasan

Dimensi pondasi yang di tinjau pada penelitian adalah diameter 100 cm kedalaman 20 m dengan jumlah tiang 15 buah.

3.1. Analisa Struktur Atas

Dengan bantuan perangkat lunak SAP200 analisa struktur di lakukan unruk mendapatkan reaksi perletkan akinat beban beban yang bekerja pada kepala jembatan. Permodelan di buat dengan *material properties* dan *section proprties* yang sesuai seperti di tunjukan pada Gambar 2.



Gambar. 4 Permodelan Kepala Jembatan

Sebelum di gunakan untuk perhitungan data N-SPT di koreksi dahulu terhadap kondisi lapnagan, di gunakan perhitungan pada kedalaman 20m.

$$\begin{aligned}
 N &= 50 \\
 E_m &= 0.5 \\
 C_B &= 1 \\
 C_S &= 1 \\
 C_R &= 0.75 \\
 N_{60} &= (E_m \times C_B \times C_S \times C_R \times N)/60 \\
 &= 31,25
 \end{aligned}$$

Hasil Reaksi Perletakan dari program SAP2000 pada dua kombinasi Kuat 1 dan Extreme 1 yang menghasilkan reaksi terbesar yang selanjutnya di sajikan pada tabel 1.

Tabel. 1 Hasil reaksi perletakan

Kombinasi	V	Mx	My
	kN	kNm	kNm
Kuat 1	17989,49	0	50970,859
Extreme 1	15044,694	30684,598	148175,53

3.2. Analisa Data Tanah

Pada penelitian ini data tanah yang di gunakan adalah data N-SPT yang akan disajikan pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel. 2 Data N-SPT

Depth (-) meter	Range m	N	Lapisan Tanah
0	0	0	Fill Material
2	2	4	Clayley Sand
4	2	5	Clayley sand
6	2	6	
8	2	7	Sedimentary Rock
10	2	50	
12	2	50	Sedimentary Rock
14	2	50	
16	2	50	Sand
18	2	50	
20	2	50	Sedimentary Rock
22	2	50	
24	2	50	
26	2	50	
28	2	50	Sand

end of boring

3.3. Daya dukung Aksial tiang tunggal

Berikut perhitungan aksial dengan tiang diameter 100cm dengan kedalaman 20 m dan digunakan faktor aman 2,5 untuk tanah non-kohefif digunakan persamaan dengan metode Resse dan Wright 1977.

Daya dukung ujung tiang pada tanah non-kohefif:

$$\begin{aligned}
 Q_u &= Q_b + Q_s - W \\
 &= (7N \cdot 10 \cdot A_p) + (q_s \cdot L \cdot p) \text{ kN} \\
 &= 1718,75 + 3890,86 - 379,2 \\
 &= 5232,46 \text{ kN} \\
 Q_{all} &= 5232,46/2,5 \\
 &= 2092,99 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Berikut ini hasil perhitungan tiang bor tunggal pada kedalaman 20 m

Tabel. 3 Hasil Perhitungan Daya Dukung Aksial Tiang Tunggal

Diameter Tiang cm	L. tiang cm	Qu Ton	Qijin Ton
80	2000	393,341	157,576
100	2000	519,258	207,703
120	2000	655,309	262,123

3.4. Daya dukung Lateral Tiang Tunggal

Dilakukan perhitungan dengan diameter 100 cm dan kedalaman 20 m dengan deskripsi tanah pasir. Untuk menghitung besaran daya dukung arah lateral lapisan tanah pasirin di lakukan penentuan kriteria tiang terlebih dahulu

a. Penentuan Kriteria Tiang

Kriteria tiang Panjang atau pendek berdasarkan nilai R atau T yang di tunjukkan dalam tabel di bawah ini:

Tabel. 4 Penentuan Kriteria Tiang

Jenis Tiang	Modulus Tanah	
Kaku (pendek)	$L \leq 2T$	$L \leq 2R$
Elastis (Panjang)	$L \geq 4T$	$L \geq 0,35 R$

Dimana, $T = \sqrt[5]{\frac{Ei}{nh}}$ (dalam satuan Panjang)

$E =$ Modulus tiang beton $= 4700 \sqrt{f'c}$

$f'c = 30 \text{ Mpa} = 4700 \sqrt{30}$
 $= 257429,60 \text{ kg/cm}^2$

$I =$ Momen inersia Tiang $= \frac{1}{64} \times \pi \times D^4$

I untuk D 100 cm $= 4910714,28 \text{ cm}^4$

$nh =$ Modulus Variasi

$nh = 1,2 \text{ kg/cm}^3$

$T = 253,819 \text{ cm}$

$L \leq 2T = 2 \times 253,819 \text{ cm}$
 $= 20 \leq 424,645$ (not ok)

$L \geq 4T = 4 \times 253,8191 \text{ cm}$
 $= 20 \geq 489,291$ (ok)

Karena $L \geq 4T$ maka tiang bisa di kategorikan sebagai tiang Panjang.

$My = \frac{1}{8} \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times D^3\right) \times S$

$My = \frac{1}{8} \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 100^3\right) \times 4000 \text{ kg/cm}^2$
 $= 392500000 \text{ kg cm}$

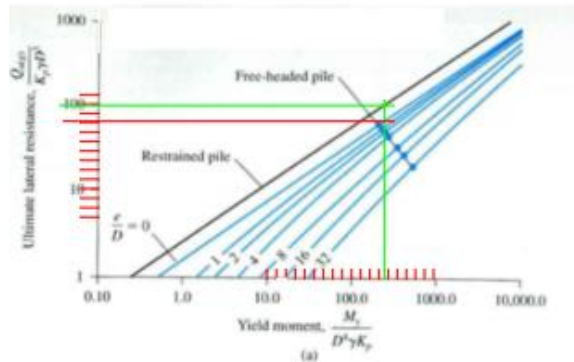
$\phi = 40$

$Kp = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$
 $= 4,58$

$\gamma_{sat} = 0.0018 \text{ kg/cm}^3$

$\frac{My}{D^4 \gamma Kp} = \frac{329500000}{100^4 \cdot 0.0018 \cdot 4,58}$

$= 475$ (di plotkan ke grafik solusi Broms)



Gambar. 5 Grafik Solusi Brom Untuk Penentuan Nilai Daya Dukung Ultimit Tiang Panjang

b. Daya dukung ultimit Lateral tiang Panjang jepit

$Qu_{(g)}/Kp \gamma D^3 = 130$

$Qu_{(g)} = 100 \times Kp \times \gamma \times D^3$
 $= 100 \times 4,58 \times 0,0018 \text{ kg/cm}^3 \times (100\text{cm})^3$
 $= 826200 \text{ kg}$
 $= 826,200 \text{ ton}$

Tiang Panjang bebas

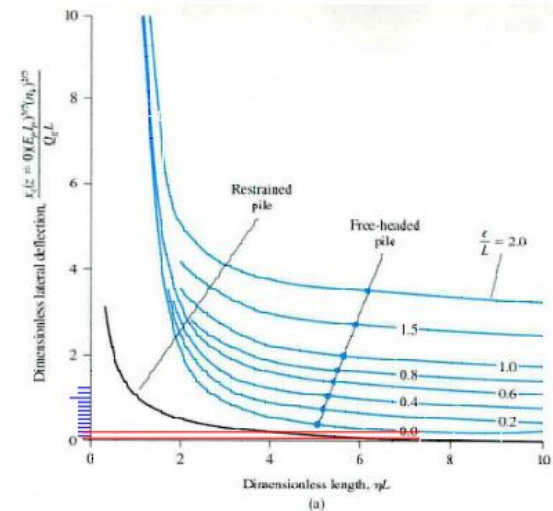
$Qu_{(g)}/Kp \gamma D^3 = 83$

$Qu_{(g)} = 83 \times Kp \times \gamma \times D^3$
 $= 83 \times 4,58 \times 0,0018 \text{ kg/cm}^3 \times (100\text{cm})^3$
 $= 685746 \text{ kg} = 685,746 \text{ ton}$

Kontrol Tahanan Lateral Ijin ($Q(g)$) terhadap defleksi horizontal.

Kondisi jepit

Defleksi lateral di permukaan tanah Xz ($z = 0$) Peraturan DKI Jakarta untuk Struktur Bawah No. 7 Tahun 1991 Paragraf 4 (Pasal 147).



Gambar. 6 Grafik Solusi Broms Untuk Penentuan Nilai Daya Dukung Izin Terhadap Defleksi Horizontal

Q(g) kondisi jepit

$$\frac{X_z(z=0) \cdot (E_p \cdot I_p)^3 \cdot (n \cdot h)^{2/5}}{Q_g \cdot L} = 0,051$$
 (di dapat dari grafik solusi Broms untuk menentukan defleksi kepala tiang tunggal pada pasir.

$X_z(0) = 1,27 \text{ cm}$

$$Q_g = \frac{X_z(z=0) \cdot (E_p \cdot I_p)^3 \cdot (n \cdot h)^{2/5}}{Q_g \cdot L} = \frac{1,27 \cdot (25742,96 \cdot 4910714,286)^3 \cdot (1,2)^{2/5}}{2000 \cdot 0,051} = 249206 = 249,206 \text{ ton}$$

$Q_u(g) \text{ ultimate} > Q_u(g)$

$826,200 \text{ ton} > 249,206 \text{ ton} \Rightarrow \text{OK}$

Q(g) kondisi bebas

$$\frac{X_z(z=0) \cdot (E_p \cdot I_p)^3 \cdot (n \cdot h)^{2/5}}{Q_g \cdot L} = 0,2$$
 (di dapat dari grafik solusi Broms untuk menentukan defleksi kepala tiang tunggal pada pasir.

$X_z(0) = 1,27 \text{ cm}$

$$Q_g = \frac{X_z(z=0) \cdot (E_p \cdot I_p)^3 \cdot (n \cdot h)^{2/5}}{Q_g \cdot L} = \frac{1,27 \cdot (25742,96 \cdot 4910714,286)^3 \cdot (1,2)^{2/5}}{2000 \cdot 0,2} = 62301 \text{ kg} = 62,301 \text{ ton}$$

$Q_u(g) \text{ ult} > Q_u(g)$

$685,746 > 62,301 \text{ ton} \Rightarrow \text{OK}$

Tabel. 5 Hasil Perhitungan Daya Dukung Lateral Tunggal

Panjang Tiang 20 meter				
S=D (cm)	Jenis Tiang	Qijin (ton)	Qu (ton)	Syarat Q ijin < Qu
80	Panjang	182,341	676,823	Ok
100	Panjang	249,206	826,200	Ok
120	Panjang	275,718	1327,736	Ok

3.5. Penurunan elastis tiang tunggal

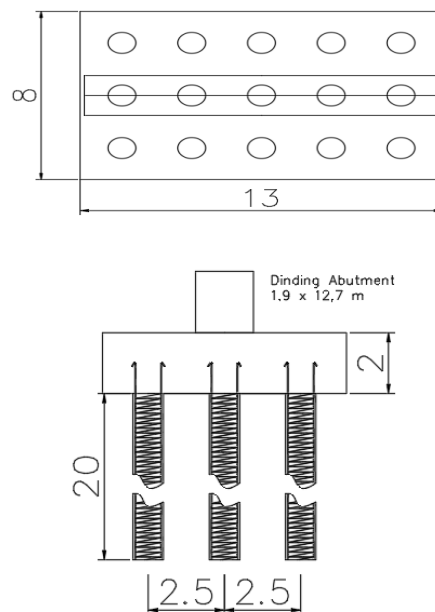
Hasil Perhitungan penurunan elastis tiang dengan kedalaman 20 m didapatkan sebagai berikut pada tabel di bawah dengan metode Vesic dan Das.

Tabel. 6 Perhitungan Penurunan Tiang Tunggal

Diameter Tiang (cm)	Se1 (mm)	Se2 (mm)	Se3 (mm)	Se total (mm)
80	1,955	12,495	0,618	15,068
100	1,700	15,619	0,734	18,053
120	1,530	18,743	0,847	21,120

3.6. Daya dukung tiang Kelompok

Jumlah tiang yang digunakan yaitu 15 tiang dengan konfigurasi berikut $n_x = 3$ dan $n_y = 5$ seperti pada gambar di bawah:



Gambar 7. Jumlah Tiang Konfigurasi $n_x = 3$ dan $n_y = 5$

3.7. Daya dukung Aksial Tiang Kelompok

Dengan memperhitungkan pengaruh efisiensi tiang dalam kelompok dilakukan perhitungan tiang kelompok sebagai berikut di bawah

Tabel. 7 Perhitungan Daya Dukung Aksial Tiang Kelompok

Data Hasil	Nilai	Satuan
Formula Sederhana	0,722	-
Converse Labarre	0.717	-
Los Angeles	0.780	-
Seiler-Keeney	1.0359	-
μ rata-rata	0.780	-
Daya dukung tunggal	207,703	
Qu(grup) = $\Sigma Q_u \times \mu \times n$	2429,674	Ton

3.9. Daya dukung Lateral Kelompok

Dengan memperhitungkan pengaruh efisiensi tiang dalam kelompok dilakukan perhitungan tiang kelompok sebagai berikut di bawah ini

Tabel. 8 Perhitungan Daya Dukung Lateral Tiang Kelompok

Data Hasil	Nilai	Satuan
Formula Sederhana	0,722	-
Converse Labarre	0.717	-
Los Angeles	0.780	-
Seiler-Keeney	1.0359	-
μ rata-rata	0.780	-
Daya dukung tunggal	249,206	
Qu(grup) = $\Sigma Q_u \times \mu \times n$	2915,158	Ton

3.8. Kontrol beban aksial Dinamis dan Statis

a. Beban Dinamis

$$P_{maks} = \frac{P_{total}}{n} + \frac{M_y \times X}{\Sigma x^2} + \frac{M_x \times Y}{\Sigma y^2}$$

$$= 133,573 + 402,919 + 41,718$$

$$= 578,211 \text{ ton}$$

$$Q_u(\text{grup}) = 2429,674 \text{ ton}$$

$$P_{maks} < Q_u \text{ grup}$$

$$578,210 \text{ ton} < 2429,674 \text{ ton} \Rightarrow \text{Ok}$$

$$P_{total} < Q_u \text{ grup}$$

$$2003,6 \text{ ton} < 2429,674 \text{ ton} \Rightarrow \text{Ok}$$

b. Beban Statis

$$P_{maks} = \frac{P_{total}}{n} + \frac{M_y \times X}{\Sigma x^2} + \frac{M_x \times Y}{\Sigma y^2}$$

$$= 153,210 + 138,6 + 0$$

$$= 291,810 \text{ ton}$$

$$Q_u(\text{grup}) = 2429,674 \text{ ton}$$

$$P_{maks} < Q_u \text{ grup}$$

$$291,809 \text{ ton} < 2429,647 \text{ ton} \Rightarrow \text{Ok}$$

$$P_{total} < Q_u \text{ grup}$$

$$2298,149 \text{ ton} < 2429,647 \text{ ton} \Rightarrow \text{Ok}$$

3.10. Kontrol Beban Lateral Dinamis dan Statis

a. Beban Dinamis

$$H_{maks} = \frac{H_{total}}{n} + \frac{M_y \times X}{\Sigma x^2} + \frac{M_x \times Y}{\Sigma y^2}$$

$$= 161,653 + 402,919 + 41,7118$$

$$= 606,290 \text{ ton}$$

$$Q_u(\text{grup}) = 2915,158 \text{ ton}$$

$$H_{maks} < Q_u \text{ grup}$$

$$606,290 \text{ ton} < 2915,158 \text{ ton} \Rightarrow \text{Ok}$$

$$H_{total} < Q_u \text{ grup}$$

$$2424,8 \text{ ton} < 2915,158 \text{ ton} \Rightarrow \text{Ok}$$

b. Beban Statis

$$H_{maks} = \frac{H_{total}}{n} + \frac{M_y \times X}{\Sigma x^2} + \frac{M_x \times Y}{\Sigma y^2}$$

$$= 82,254 + 138,6 + 0$$

$$= 220,854 \text{ ton}$$

$$Q_u(\text{grup}) = 2915,158 \text{ ton}$$

$$H_{maks} < Q_u \text{ grup}$$

$$220,854 \text{ ton} < 2915,158 \text{ ton} \Rightarrow \text{Ok}$$

$$H_{total} < Q_u \text{ grup}$$

$$2424,8 \text{ ton} < 2915,158 \text{ ton} \Rightarrow \text{Ok}$$

3.11. Penurunan elastis tiang kemlompok

Peneurunan elastis kelompok akibat beban statis

$$q = \frac{P \text{ maks}}{(Bg \times Lg)}$$

$$= \frac{2296,67}{(1300 \times 800)}$$

$$= 2,209 \text{ kg/cm}^2$$

$$N60 = 31,25$$

$$I > 0,807$$

$$Sg(e) = \frac{0,96 \times q \sqrt{Bg \cdot I}}{N60}$$

$$Sg(e) = \frac{0,96 \times 2,209 \sqrt{1300 \cdot 0,807}}{31,25}$$

$$= 2,199 \text{ cm} = 21,997 \text{ mm}$$

Untuk penurunan akibat beban dinamis di gunakan dengan Langkah perhitungan yang sama dengan beban perhitungan dinamis, di dapatkan hasil sebesar 1,917 cm.

4. Kesimpulan

Berdasarkan Hasil Analisis Daya dukung aksial untuk pembangunan Jembatan Proyek X dengan metode Resse dan Wright di dapatkan hasil sebesar 207,703 ton pada kedalaman 20 m untuk tiang tunggal dan 2429,674 ton untuk tiang kelompok. Berdasarkan hasil perhitungan satbilas aksial beban statis dan beban dinamis di dapat $Q_u \text{ grup} > P \text{ total}$, dengan 2429,674 ton $>$ 2298,149 ton maka pondasi dinyatakan Stabil.

Berdasarkan Hasil Analisis Daya dukung Lateral untuk pembangunan Jembatan Proyek X dengan metode Broms di dapatkan hasil sebesar 249,206 ton kondisi jepit untuk tiang tunggal diameter 100 cm dan 2915,159 ton untuk tiang kelompok. Berdasarkan hasil perhitungan satbilas beban Lateral statis dan dinamis di dapat $Q_u \text{ grup} > H \text{ total}$, dengan 2915,159 ton $>$ 2424,796 ton maka pondasi dinyatakan Stabil.

Berdasarkan Hasil Analisis Penurunan elastis untuk pembangunan Jembatan Proyek X di dapatkan hasil sebesar 1,805 cm untuk tiang tunggal diameter 100 cm dan 2,199 cm untuk tiang kelompok. Berdasarkan hasil perhitungan penurunan elastis beban statis dan dinamis di dapat penurunan $<$ 2,54 cm.

Daftar Rujukan

[1] G. Roschedy, F. J. Manoppo, A. T. Mandagi, and K. Gorontalo, "Analisis daya dukung

pondasi jembatan gorr," *J. Sipil Statik*, vol. 7, no. 4, pp. 397–408, 2019.

[2] D. Hartanto, Y. Cahyo, and S. Winarto, "Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Pada Gedung Sekretariat Dewan Dprd Kabupaten Kediri," *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 2, pp. 303–312, 2018, doi: 10.30737/jurmateks.v1i2.418.

[3] D. Suryani, F. Indriyani, and A. Salimah, "Perencanaan Pondasi Bored Pile Proyek Double-Double Track Manggarai–Jatinegara," *Pros. Semin. Nas. ...*, 2019, [Online]. Available: <http://jurnal.pnj.ac.id/index.php/snts/article/view/2430>.

[4] S. Kawengian, S. Balamba, and A. N. Sarajar, "Analisis Daya Dukung Lateral pada Tiang Pancang Kelompok di Dermaga Belang," *J. Sipil Statik*, vol. 6, no. 9, pp. 683–692, 2018.

[5] J. Mitra, T. Sipil, G. Pratama, A. Kawanda, and C. Castello, "Latar belakang," *J. Mitra Tek. Sipil*, vol. 2, no. 4, pp. 113–122, 2019.

[6] P. A. M. Agung, K. W. Djuwari, and M. F. Andanawarih, "Tinjauan Ulang Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Bored Pile pada Pembangunan Jalan Layang Kapt. Tendean-Blok M-Cileduk, Paket Santa Section P10-P11," *Jur. Tek. Sipil, Politek. Negeri Jakarta*, vol. Vol.16, no. 1, p. No.1, 2017.

[7] A. Wijaya and A. Kawanda, "Analisa Penurunan Raft-Piled Foundationarea Bogie Warehouse Proyek Jakarta Lrt Section Depot," *Indones. J. Constr. Eng. Sustain. Dev.*, vol. 1, no. 2, p. 76, 2019, doi: 10.25105/cesd.v1i2.4104.

[8] E. Yulawan, T. Sipil, U. Muhammadiyah, T. Rahayu, T. Sipil, and U. Muhammadiyah, "ANALISIS DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN PONDASI TIANG BERDASARKAN," *J. Konstr.*, vol. 9, no. 2, pp. 1–13, 2018.

[9] N. Djarwanti, R. H. D. H. I, and O. F. Arganata, "Korelasi Daya Dukung Pondasi Tiang Bor dengan Metode Reese and O'neill terhadap Metode Terzaghi and Peck Berdasarkan Hasil Uji SPT," *e-Jurnal Matriks Tek. Sipil*, no. September 2015, pp. 775–781, 2015.

[10] N. Nurmaidah, "Studi Analisis Perilaku Daya Dukung Pondasi Tiang Bor Dengan Menggunakan Uji Beban Statik Dan Model Tanah Mohr Coulomb Pada Proyek Paragon Square Tangerang, Banten," *Educ. Build.*, vol. 3, no. 1, pp. 33–39, 2017, doi: 10.24114/eb.v3i1.7441.