

# ANALISA SETTLEMENT PADA PEMBANGUNAN GUDANG PT. HANSA PRATAMA BALONGBENDO SIDOARJO BERBASIS PLAXIS

*Fuad Mujarofik<sup>1\*</sup>, Diah Sarasanty<sup>2</sup>, Erna Tri Asmorowati<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Universitas Islam Majapahit, Mojokerto*

<sup>2</sup>*Universitas Islam Majapahit, Mojokerto*

<sup>3</sup>*Universitas Islam Majapahit, Mojokerto*

*\*E-mail: -fuadmujarofik@gmail.com*

Diterima 25-09-2020	Diperbaiki 27-09-2020	Disetujui 30-09-2020
---------------------	-----------------------	----------------------

## ABSTRAK

Kekuatan daya dukung pondasi tiang dapat diketahui setelah menerima beban aksial maupun beban lain seperti beban lateral, maka perlu adanya Analisis terhadap pondasi Apakah mengalami turunan ataukah tetap stabil di posisi yang telah ditetapkan sebagai sehingga setelah melakukan analisis dapat diketahui dengan jelas perhitungan penurunannya. Plaxis ini merupakan salah satu aplikasi komputer yang dibuat khusus sehingga dapat mengetahui perilaku kondisi yang tanah berdasarkan metode elemen hingga dua dimensi yang digunakan khusus untuk menganalisis deformasi dan stabilitas untuk aplikasi dalam bidang geoteknik seperti menghitung daya dukung tanah serta kondisi pada proyek bangunan konstruksi (Mansyur, dkk,2019). Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa penurunan pondasi proyek bangunan konstruksi gudang di PT Hansa Pratamadengan metode perhitungan plaxis. Metodologi pada penelitian ini untuk mengetahui bagaimana perhitungan daya dukung tanah dan pondasi, untuk mengetahui perilaku pondasi dari atas ke bawah, untuk mengetahui apakah kondisi benar-benar aman dalam waktu panjang.

**Kata kunci : Metode perhitungan plaxis.**

## ABSTRACT

The bearing capacity of the pile foundation can be known after receiving axial loads and other loads such as lateral loads, it is necessary to analyze the foundation, whether it is subjected to derivatives or remains stable in the predetermined position so that after carrying out the analysis it can be clearly known the calculation of the decline. a computer application that is specially made so that it can determine the behavior of soil conditions based on the two-dimensional finite element method which is used specifically to analyze deformation and stability for applications in the geotechnical field such as calculating soil bearing capacity and conditions in construction building projects (Mansyur, et al, 2019 ). The purpose of this study was to analyze the reduction in the foundation of a warehouse construction project at PT Hansa Pratama with the plaxis calculation method. The methodology in this study is to determine how to calculate the bearing capacity of the soil and foundation, to determine the behavior of the foundation from top to bottom, to determine whether the condition is truly safe for a long time.

**Key words: Plaxis calculation method.**

## PENDAHULUAN

Dalam sebuah pembangunan gedung kontruksi pasti pendaluan pekerjaannya di mulai dari bagian stuktur bawah setelah itu pengerjaan struktur atas yang mana pada saat bagian pembanguna struktur bawah itulah yang sangat penting berperan penting karena sebagai landasan pertamasehingga sangat butuh perhitungan analisa penurunan pondasi sangatlah diperlukan bila telah menyelesaikan proses pembuatan segala struktir yang ada diatasnya.

Secara umum jenis pondasi hanya terdiri atas dua bagian yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam, sedangkan teknik dalam pondasi ini dapat di artikan sebagai ilmu pengetahuan dan ilmu seni yang memiliki konsep-konsep tentang mekanika tanah dan tentang mekanika teknik yang berkolaborasi dengan penilaian perhitungan teknik untuk memecahkan persoalan elemen perantara interfacing problem. Pondasi memiliki banyak ukuran yang penggunaannya berbeda-beda. Secara umum pondasi merupakan salah satu

pilar yang sangat berperan penting untuk menahan beban yang ada di konstruksi itu sendiri dan tekanan dari luar ke tanah yang ditempati bangunan tersebut (I.E.Sulastri Sihotang 2009)

Pondasi ini merupakan salah satu pekerjaan yang harus diawasi dengan teliti di dalam suatu tahapan pekerjaan sipil jenis pondasi ini jenis mutasi yang digunakan di bangunan Pt. Hansa Pratama adalah pondasi tiang bor (bored pile). Tiang bor adalah salah satu macam tipe pondasi yang ada berkaitan nya dengan bangunan posisi yang dibuat dengan rangkaian besi dan beton yang mana bebannya terbentuk beban vertikal melalui perantara dinding tiang yang dapat dikatakan daya dukung bilang merupakan kombinasi dari tahanan slimut dan tahanan ujung tiang. Kekuatan daya dukung pondasi tiang dapat diketahui setelah menerima beban aksial maupun beban lain seperti beban lateral, maka perlu adanya Analisis terhadap pondasi Apakah mengalami turunan ataukah tetap stabil di posisi yang telah ditetapkan sebagai sehingga setelah melakukan analisis dapat diketahui dengan jelas perhitungan penurunannya. Plaxis ini merupakan salah satu aplikasi komputer yang dibuat khusus sehingga dapat mengetahui perilaku kondisi yang tanah berdasarkan metode elemen hingga dua dimensi yang digunakan khusus untuk menganalisis deformasi dan stabilitas untuk aplikasi dalam bidang geoteknik seperti menghitung daya dukung tanah serta kondisi pada proyek bangunan konstruksi (SyamsuKardi Mansyur Dkk,2019).

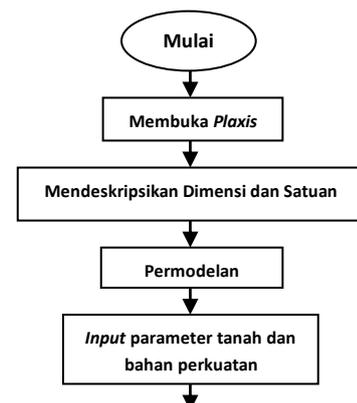
Pondasi adalah struktur terbawah di suatu bagian proses pembangunan konstruksi yang peranannya sangat penting untuk menahan sebuah beban di bangunannya dan pondasi ini juga sangat berfungsi menyalurkan beban dari atas ke bawah menjadi satu per satu rangkaian yang bertujuan supaya kuat karena berada dibawah sebuah konstruksi. Pondasi juga dapat dikatakan sebagai akar dari sebuah bangunan konstruksi yang kuat dan stabil. Sebab itulah pondasi sangatlah perlu dianalisa dari segi daya dukungnya dan perilaku penurunan pondasi setelah menerima semua beban di atasnya. Dalam suatu pondasi terdapat beberapa tipe yang terdapat yang dapat dipilih untuk perencanaan pembangunan yang diinginkan sesuai kebutuhannya. Dari segi bentuk pondasi tergantung fungsi bangunan

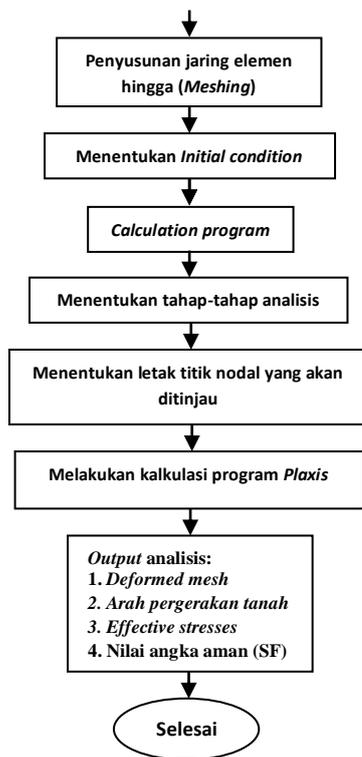
yang berada di atasnya yang dapat bertujuan bisa memikul beban bangunan di atasnya meliputi beban aksial dan beban lateral dari bangunan yang menumpanginya di sebuah konstruksi yang akan dikerjakan, peranan pondasi sangatlah diutamakan pondasi ini bagian yang sangat penting yang menjadi pusat pembangunan dan menjadi penentu kuat dan tidaknya sebuah bangunan konstruksi (Hardiyatmo,H.C. (2002:79)

## METODOLOGI

### A. lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan pada PT. HANSA PRATAMA Desa Bakong ,kecamatan balongbendo kabupaten sidoarjo pada bulan Maret hingga Mei 2019. Penelitian ini di dukung oleh beberapa alat, bahan dan tentu saja dengan survey langsung ke lokasi dimana alat dan bahan peralatan yang dipakai pada penelitian penurunan ini adalah laptop TOSHIBA yang telah dilengkapi oleh Microsoft Office dan program plaxis bahan dasar yang digunakan yaitu meliputi gambar kerja proyek konstruksi gudang PT Hansa Pratama dan data tanah. *Plaxis Finite Element Code For Soil and Rock Analysis*) merupakan suatu rangkaian program elemen-elemen hingga yang telah dikembangkan lebih jelas dan mendalam lagi untuk menganalisa stabilitas geoteknik (settlements) dan menganalisa deformasi dan segala macam macam model perencanaan sipil hingga grafik prosedur-prosedur input atau selebritis yang sederhana sehingga Aplikasi ini sangat mampu untuk menciptakan suatu macam model-model elemen hingga yang kompleks dan aplikasi ini juga tersedia fasilitas output dengan penampilan secara detail berupa hasil perhitungan yang sempurna.





Gambar 3.5 : Bagan Alir Penggunaan *Plaxis*  
 Sumber : Analisa penelitian, 2020

Penelitian ini diawali dengan studi literatur pengumpulan data berhubungan dengan proyek bangunan konstruksi gudang data sekunder yang dikumpulkan adalah laporan penyelidikan geoteknik dan gambar kerja konstruksi gudang serta informasi-informasi yang berkaitan dengan penurunan pondasi, studi pustaka dilakukan sebagai teori dan referensi dalam menghitung kapasitas daya dukung pondasi tiang perhitungan penurunan dukung tiang lakukan berdasarkan data investigasi yang dihasilkan dari SPT dilanjutkan dengan analisis dan perhitungan diawali dengan lapisan dan parameter tanah berdasarkan hasil investigasi tanah yang dan pendekatan korelasi nspt Setelah dilakukan dihitung dengan persamaan Tahap selanjutnya adalah pemodelan tiang tanah setelah itu menghitung penurunan Jenis penelitian menurut penulisan penelitian ini menggunakan metode kuantitatif gimana cara memindah pengumpulan data analisis data dan interpretasi hasil analisis untuk mendapatkan informasi untuk mengambil keputusan dan kesimpulan sehingga data yang digunakan adalah data kuantitatif berbentuk angka dan data yang diangkat kan dari hasil survei statistik yang telah dilakukan oleh pihak lain maka didapat

hasil akurasi lapangan yang telah diproses yang ini disusun sebagai penelitian induktif yakni mencari dan mengumpulkan data yang ada di lapangan dengan tujuan untuk mengetahui prosedur dan metode pelaksanaan analisa kondisi tanah dan analisa sistem pondasi yang berupa laporan penyelidikan tanah.

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN Perhitungan dengan menggunakan Metode Elemen Hingga

Pada Metode Elemen Hingga daya dukung yang akan dihitung adalah daya dukung aksial pondasi tiang pancang. Pemodelan tanah yang digunakan adalah model *Mohr – Coulomb* dengan analisis *axisymmetric*, yaitu kondisi awal digambarkan seperempat namun sudah mewakili sisi yang lain karena dianggap simetris. Pada model ini perilaku tanah dianggap bersifat plastis sempurna. Model *Mohr – Coulomb* merupakan pemodelan umum dalam penyelidikan tanah dimana model ini membutuhkan parameter seperti Modulus Young,  $E$  (*stiffness modulus*), *Poisson's ratio*

$(\nu)$ , sudut geser dalam ( $\phi$ ), kohesi ( $c$ ), sudut dilatasi ( $\psi$ ), dan berat isi tanah ( $\gamma$ ). Dari hasil uji SPT dan laboratorium ini diambil dari penyelidikan tanah yang dilaksanakan oleh HK infrastruktur. Karena keterbatasan data, maka sebagian parameter tanah pada lapisan tertentu diasumsikan berdasarkan buku referensi teori mekanika tanah dan studi parameter tanah dengan menggunakan program *All-Pile*.

Data-data yang dimasukkan dalam pemodelan Metode Elemen Hingga, yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.3 Data Tiang Pancang

No	Keterangan	Nilai
1	Lokasi	Pile cap 1
2	Jenis Pondasi Tiang	Pondasi bore pile
3	Diameter (m)	0,3
4	Panjang Tiang (m)	12
5	Luas Penampang (m <sup>2</sup> )	0,1717
6	Modulus Elastisitas (E) (kN/m <sup>2</sup> )	36.306.043
7	Momen Inersia (I) (m <sup>4</sup> )	0,0063586
8	EA (kN/m)	10.288.357,75
9	EI (kNm <sup>2</sup> /m)	231.487,814
10	Angka Poisson ( $\mu$ )	0,10

a. Data tiang pancang

Berikut data - data yang dibutuhkan dalam pemodelan Metode Menghitung Kapasitas Daya Dukung Aksial Pengertian daya dukung jawabannya secara analitis dilakukan berdasarkan hasil SPT dan pembacaan hasil tes kalendering.

Menghitung kapasitas daya dukung tiang bor dari data SPT dan metode mayerhoff

Perhitungan pada titik( *pile cap* 1).data tiang bor

Diameter tiang bor  $= (d) = 30 \text{ cm}$

Kedalaman tiang panjang  $= 12 \text{ m}$

Luas tiang *bore pile*  $= \frac{1}{4} \pi (30)^2$   
 $= 1.064,28 \text{ cm}^2$

Keliling tiang bor (P)  $= \pi (30)$   
 $= 59,20 \text{ cm}$

( $Q_s$ ) adalah sebagai berikut :

$Q_s = \alpha \times c_u \times p \times L_i$

$Q_s = 1 \times 52,50 \times 1,884 \times 3$   
 $= 296,73 \text{ kN}$

Daya dukung tiang bor yang untuk tanah kohesif kedalaman 3,45 m berikut:

$Q_p = 9 \times 52,50 \times 0.272757$

$= 133,65 \text{ kN}$

$= 13,36 \text{ Ton}$

$C_u = \text{NSPT} \times (2/3) \times 10$

$C_u = 7,88 \times 2/3 \times 10$

$= 52,50 \text{ kN/m}^2$

Besar tahanan geser selimut tiang untuk tanah kohesif ( $Q_s$ ) adalah sebagai berikut :

$Q_s = 1 \times 52,50 \times 1,884 \times 3$

$= 296,73 \text{ k}$

Daya dukung tiang pancang untuk tanah non kohesif pada kedalaman 12,45 meter adalah:

$Q_p = 20 \times \text{NSPT} \times A_p \leq 200 \times A_p \text{ NSPT}$

$Q_p = 20 \times 36,21 \times 0,1414 \times 10 \leq$

$200 \times 0,1414 \times 18,10$

$= 4096,07 \text{ kN} \leq 4096,07 \text{ kN}$

Maka  $Q_p = 2048,03 \text{ kN}$

untuk nilai tahanan geser selimut tiang pada tanah non kohesif adalah:

$Q_s = 1 \times \text{NSPT} \times p \times L_i$

$Q_s = 1 \times 18,10 \times 0,942 \times 1.5$   
 $= 205,52 \text{ kN}$

Menghitung Penurunan Elastis Tiang Tunggal (*Single Pile*)

Penurunan pada Bore pile 1

N untuk lapisan pasir = 50 Diperoleh nilai  $q_c = 4N = 200 \text{ kg/cm}^2$ , dan

$E_s = 1.600 \text{ kg/cm}^2$

$= 300 \text{ kg/cm}^2$

$= 30 \text{ Mpa}$

Menentukan modulus elastisitas tanah di dasar tiang :

$E_b = 10. E_s$

$E_b = 10.30 \text{ Mpa}$

$= 300 \text{ Mpa}$

Menentukan modulus elastisitas dari bahan tiang :

$E_p = 4700. \sqrt{f'c'}$

$E_p = 4700. \sqrt{30}$

$= 36406,04 \text{ Mpa}$

$R_a = \frac{A_p}{\frac{1}{4} \pi d^2}$

$R_a = \frac{2828,57 \text{ cm}}{2828,57 \text{ cm}}$

$= 1,0$

Menentukan faktor kekakuan tiang :

$K = \frac{E_p \cdot R_a}{30}$

$K = \frac{36,406.1,}{30}$

$= 606,76$

Untuk

$\frac{d_b}{d} = \frac{30}{30} = 1$ , diameter ujung dan atas sama

Untuk  $\frac{1200}{30} = 40$

Dengan menggunakan grafik 2.32, 2.33, 2.34, 2.35 dan 2.36 maka

$I_o = 0,05$ ( untuk  $\frac{L}{d} = 40, \frac{d_b}{d} = 1$ )(Gambar 4.9)

$R_\mu = 0,93$  (untuk  $\mu_s = 0,3, K = 606,76$ )

$R_k = 1,69$ ( untuk  $\frac{L}{d} = 40 K = 606,76$ )

$R_b = 0,82$ ( untuk  $\frac{L}{d} = 40 \frac{E_b}{E_s} = 10$ )

Penurunan dengan beban rencana 75 Ton

Untuk tiang apung atau tiang friksi

$I = I_o \cdot R_k \cdot R_h \cdot R_\mu$

$I = 0,05 \times 1,69 \times 0,55 \times 0,93$

$= 0,04$

$$S = \frac{Q \cdot l}{E_g \cdot D}$$

$$S = \frac{150000 \text{ kg} \cdot 0,04}{300 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 60 \text{ cm}} = 0,18 \text{ cm}$$

Untuk tiang dukung ujung

$$S = \frac{Q \cdot l}{E_g \cdot D}$$

$$S = \frac{75000 \text{ kg} \cdot 0,07}{300 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 30 \text{ cm}} = 0,27 \text{ cm}$$

Untuk penurunan tiang elastis:

$$Q_{wp} = 4096,07 - 409,30$$

$$= 3686,59 \text{ kN}$$

$$S_e = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws}) \cdot l}{A_p \cdot E_p}$$

$$S_e = \frac{(3686,59 + 0,67(409,30)) \cdot 24}{0,2828 \times 36406043,45} = 0,00923 \text{ m} = 5,01 \text{ mm}$$

Penurunan Elastis tiang pancang akibat beban rencana dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.7 Penurunan Elastis Tiang Tunggal

Lokasi titik	Penurunan elastic untuk tiang fiksi	Penurunan elastic untuk tiang dukung ujung	Penurunan elastic tiang tunggal
Pile cap 1	0,20 cm	0,29 cm	0,92 cm

Sumber: Analisa penurunan pondasi, 2019.

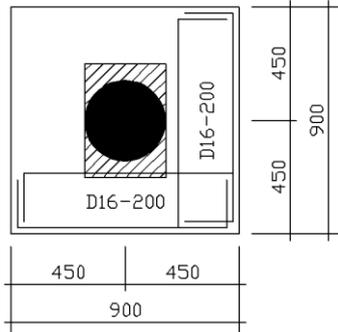
Perhitungan Kapasitas Daya dukung Aksial Kelompok Tiang Diketahui data kelompok tiang pancang :

Jarak antar tiang (s) = 1 meter

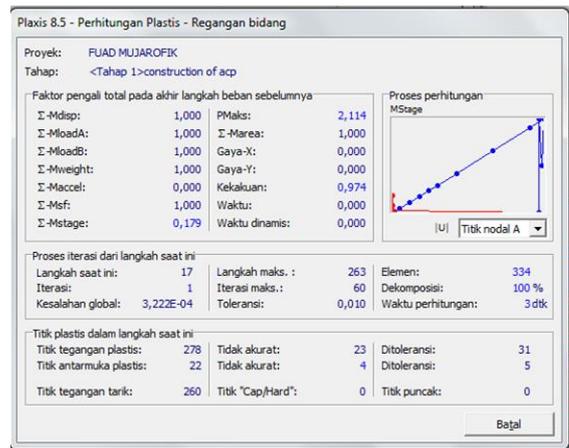
Jumlah tiang dalam satu baris (n) = 1

Jumlah baris tiang (m) = 1

Diameter pondasi (d) = 0,3 meter

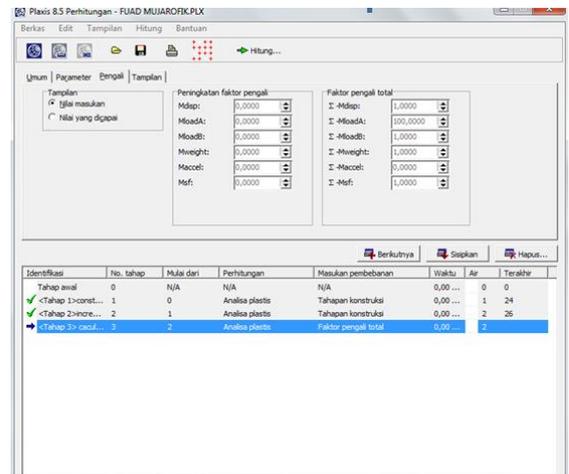


Gambar 4.11 Pondasi tiang pile cap  
Sumber: Analisa pondasi 2019



Gambar 4.5. Kalkulasi  
Sumber: Plaxis v 8.5 2020

Setelah perhitungan berjalan dan selesai, maka akan diperoleh nilai MSF dan besar penurunannya seperti gambar di bawah ini :



Gambar 4.6. Hasil kalkulasi dan besar nilai MSF pada fase 2  
Sumber: Plaxis 8.5, 2020

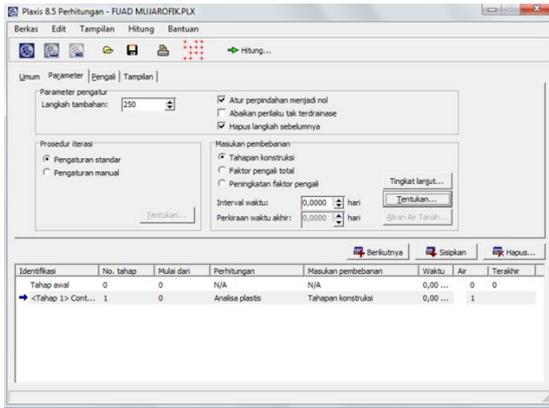
Dari hasil perhitungan dengan menggunakan Program Metode Elemen Hingga di dapat nilai  $\Sigma Msf$  fase 2 (sebelum konsolidasi) sebesar 6,7964 (Gambar 4.6). Maka nilai  $Q_u$  adalah :

$$Q_u = \Sigma Msf \times 400 \text{ kN}$$

$$= 6,7964 \times 400 \text{ kN}$$

$$= 2718,56 \text{ kN}$$

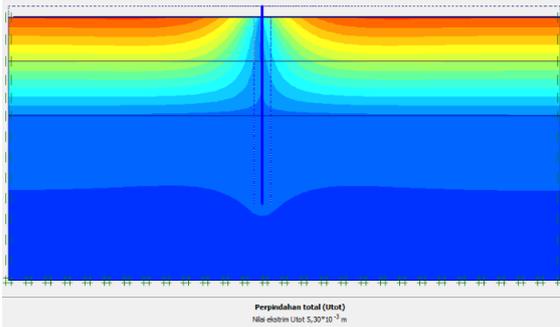
$$= 271,85 \text{ Ton}$$



**Gambar 4.7.** Nilai  $\Phi$  Reduction Titik pile cap 1 pada Fase 1 (Sesudah Konsolidasi)  
Sumber: Plaxis 8.5 2020.

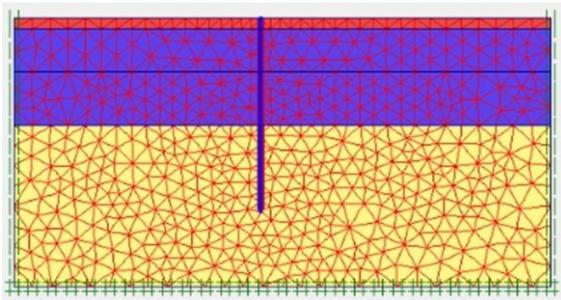
Nilai  $\Sigma Msf$  fase 4 (setelah konsolidasi) sebesar 6,7409 (Gambar 4.7)  $Q_u$  titik bore pile 1 adalah :

$$\begin{aligned} Q_u &= \sum Msf \times 400 \text{ kN} \\ &= 6,7409 \times 400 \text{ kN} \\ &= 2269,36 \text{ kN} = 269,63 \text{ Ton} \end{aligned}$$

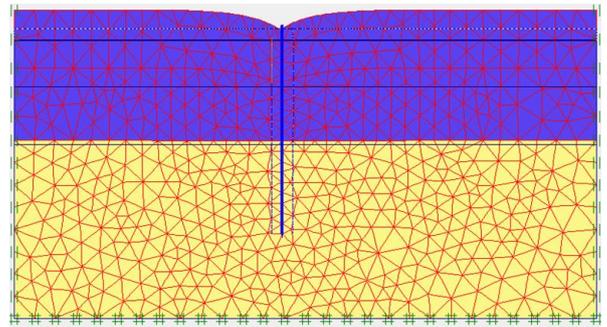


**Gambar 4.8.** Besar Nilai Penurunan yang Terjadi Setelah Hasil Perhitungan Dari hasil pemodelan, didapat besar penurunannya adalah 5,30 mm.  
Sumber: Plaxis 8.5 2020.

Penurunan Tiap Lapisan Pada Plaxis Gambar A



Gambar B



**Gambar 4.9** (a) Kondisi lapisan tanah sebelum terjadi penurunan (b) Kondisi lapisan tanah setelah terjadi penurunan  
Sumber: Plaxis 8.5, 2020.

Terlihat pada gambar terdapat penurunan yang berbeda pada setiap lapisan, semakin keatas penurunan yang terjadi semakin besar. Hal ini disebabkan oleh penjumlahan (kumulatif) penurunan yang terjadi pada setiap lapisan dibawahnya. Kontribusi penurunan dapat diamati melalui program plaxis dan penulis menyajikan kontribusi penurunan yang terjadi di setiap lapisan pada tabel berikut.

**Tabel 4.5** Kontribusi penurunan setiap lapisan pada bore-pile 1

Lapisan	Penurunan (mm)	Kontribusi penurunan (mm)	Waktu(hari)
A	9,82	0,235	14,152
B	9,685	0,237	14,152
C	9,548	0,328	14,152
D	4,5	4,5	14,152
		Total penurunan = 5,3	

Sumber : Analisa penurunan pondasi, 2019

Terdapat perbedaan kontribusi penurunan di setiap lapisan, hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti jenis tanah, konsistensi tanah dan beban yang diterima oleh lapisan tanah tersebut. Kontribusi penurunan terbesar terdapat pada lapisan D yaitu sebesar 4,5mm dan penulis menganalisa hal ini dapat terjadi karena ujung pondasi berada pada lapisan ini dan hal tersebut mengakibatkan transfer beban yang lebih besar dari atas pondasi yang diteruskan ke ujung pondasi (end bearing), analisa tersebut didukung oleh teori mekanisme transfer beban yaitu beban friksi dan endbearing

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan pada proyek pembangunangudang makadiambilkesimpulan sebagai berikut:

- Perbandingan daya dukung ultimit aksial tiang pancang diameter 0,3 meter dengan panjang 12 meter berdasarkan SPT, dan Metode Elemen Hingga adalah sebagai berikut :  
Data pile cap kedalaman(m) 12, Qu data SPT(ton) 317,40  
Nilai daya dukung lateral (Hu) berdasarkan Metode Broms diperoleh Pile cap -1 kedalaman 12 analitis (Ton) 12,44. Grafis (Ton) 11,81
- Berikut hasil perhitungan penurunan elastis tiang tunggal :
  1. Bentuk tiang apung 0,20 cm
  2. tiang dukung ujung 0,29 cm
  3. Elastis tiang 0,92 cm
  4. Metode elemen hingga 0,98 cm
- Diperoleh penurunan efisisensi kelompok tiang ( $E_g$ ) sebesar 0,65 maka diperoleh hasil perhitungan daya dukung ultimit kelompok tiang adalah :
  1. Berdasarkan SPT 4945,20
  2. MEH (Plaxis) 4206,21

### Saran

- Disarankan untuk memaksimalkan hasil perhitungan daya dukung, parameter – parameter yang di gunakan sebagai input dalam Pemodelan Metode Elemen Hingga harus benar – benar diperhatikan.
- Di harapkan pengujian SPT harus benar–benar di lakukan secara teliti. Hal ini sangatlah penting karena sedikit kekeliruan dapat menyebabkan hasil yang diperoleh tidak akurat dan tidak sesuai standar yang telah ditetapkan.
- Perlu adanya bimbingan lebih lanjut tentang menggunakan Plaxis untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

- [1]. Haryono dan Maulana 2007  
*Analisis Penggunaan Struktur Pondasi Sarang Laba-Laba Pada Gedung*
- [2]. Bni '46 Wilayah 05  
Semarang,
- [3]. tugas akhir Universitas Diponegoro  
Semarang.
- [4]. M DAS Braja, ., 2007, *principles of foundation engineering seventh edition.*
- [5]. *Manual Plaxis 2D-Versi 8,* 2007
- [6]. Bowles, J. E., 1991, *Analisa dan Desain Pondasi*, Edisi Keempat Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- [7]. Nursoliha dkk, 2017, ANALISIS DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN PONDASI KONSTRUKSI SARANG LABA-LABA PADA GEDUNG SATUAN KERJA PERANGKAT DAERAH (SKPD) 1 PUSAT PEMERINTAHAN TANGERANG SELATAN
- [8]. Testana Engineering, 2019, *Laporan Akhir Penyelidikan Tanah*, Testana Engineering, Surabaya

## DAFTAR PUSTAKA

