

# Analisis Pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba Di Tanah Lunak

Jeffray R. Dalle<sup>#1</sup>, Fabian J. Manoppo<sup>#2</sup>, Steeva G. Rondonuwu<sup>#3</sup>

*#Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi*

*Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado Indonesia, 95115*

*<sup>1</sup>jeffraydalle07@gmail.com; <sup>2</sup>fabian\_jm@unsrat.ac.id; <sup>3</sup>steeva\_rondonuwu@unsrat.ac.id*

## Abstrak

Tanah lunak adalah tanah yang memiliki kuat geser rendah dan kompresibilitas yang sangat tinggi. Dalam rekayasa geoteknik istilah lunak khusus didefinisikan untuk tanah lempung dengan kuat geser 12.5 – 25 kPa, mempunyai daya dukung lebih kecil dari 0,5 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai standard penetration test lebih kecil dari 4 ( $N\text{-value} < 4$ ). Dari karakteristik tanah lempung tersebut, maka perlu adanya perbaikan tanah agar tanah lunak dapat digunakan dalam mendirikan suatu bangunan. Dalam penelitian ini akan digunakan pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba (KSSL) sebagai solusi untuk mendirikan suatu gedung pada kondisi tanah lunak. KSSL mempunyai keuntungan mereduksi total penurunan, mempertinggi kestabilan bangunan, dan juga memperbesar daya dukung karena adanya sistem perbaikan tanah di antara rib-rib beton. Dalam melakukan analisis penurunan dan daya dukung terhadap pondasi KSSL dan juga tiang bor, digunakan software PLAXIS 3D FOUNDATION yang merupakan suatu program dengan metode elemen hingga. Adapun hasil analisis yang telah dilakukan didapat nilai penurunan sebesar 0,02531 m dan nilai daya dukung sebesar 1090908,9 kN pada pondasi KSSL, dan nilai penurunan sebesar 0,02554 m dan nilai daya dukung sebesar 1189458,9 kN untuk pondasi tiang bor.

**Kata kunci** – PLAXIS 3D FOUNDATION, KSSL tiang bor

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Dewasa ini ada begitu banyak jenis pondasi yang dapat digunakan dalam suatu konstruksi bangunan. Pemilihan jenis pondasi dipengaruhi beberapa factor, yaitu: keadaan tanah, beban konstruksi yang berada di atasnya, waktu dan biaya. Salah satu jenis pondasi yang dikenal dalam dunia konstruksi adalah pondasi Sarang Laba-Laba. Konstruksi sarang laba-laba merupakan jenis pondasi dangkal yang pembesian plat di daerah kolom membentuk seperti sarang laba-laba. Keuntungan dari pondasi sarang laba-laba antara lain: bentuk yang sederhana, ekonomis waktu pengerjaan relative singkat dan tahan terhadap gempa.

Untuk mengetahui seberapa besar daya dukung pondasi bisa menggunakan salah satu software yang dikembangkan oleh para ahli geoteknik yaitu PLAXIS 3D FOUNDATION. PLAXIS 3D FOUNDATION berbasis elemen hingga yang dimana seluruh model geometri akan dibagi kedalam suatu titik nodal yang secara otomatis terkomputasi sehingga diperoleh hasil keluaran berupa deformasi, tegangan dan regangan. Hasil keluaran dapat dimuat dalam suatu gambar dan kurva.

Studi kasus pada Tugas Akhir ini berada pada Gedung Pendidikan Fakultas Hukum Universitas Sam Ratulangi yang pada struktur bawahnya menggunakan pondasi Tiang Bor. Analisis pondasi Tiang Bor juga akan dilakukan menggunakan PLAXIS 3D FOUNDATION. Dalam melakukan analisis sangat penting untuk mengetahui dimensi dan data parameter dari pondasi yang akan digunakan. Untuk analisis dimensi dan parameter dari kedua pondasi akan dilakukan dengan cara coba-coba (trial error) untuk mendapatkan desain pondasi yang optimal.

Data parameter tanah juga sangat dibutuhkan guna membantu pondasi memikul beban yang beban yang diterima. Data parameter tanah merupakan data sekunder yang berasal dari pengujian Standart Penetration Test (SPT) pada lokasi Gedung Pendidikan Fakultas Hukum Universitas Sam Ratulangi, yang kemudian dikorelasikan untuk mendapatkan data parameter tanah yang dibutuhkan.

### B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas diatas, maka penelitian ini dimaksudkan untuk:

- Bagaimana merencanakan pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba dan Tiang Bor?
- Metode apa yang digunakan untuk menganalisis pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba dan Bore Pile?
- Seberapa besar penurunan dan daya dukung yang terjadi?

### C. Batasan Penelitian

Adapun Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Pengambilan data tanah, dan data beban berupa data sekunder.
- Data yang ditinjau hanya berdasarkan data N-SPT.

- Data beban digunakan adalah beban vertikal kolom dari lokasi penelitian.
- Lokasi penelitian hanya dilakukan di gedung pendidikan fakultas hukum Universitas Sam Ratulangi.
- Perencanaan dimensi yang digunakan untuk pemodelan disesuaikan oleh peneliti.
- Analisis pada penelitian ini hanya berdasarkan penurunan dan daya dukung.
- Analisis penurunan dan daya dukung menggunakan tipe perhitungan safety.
- Analisis pondasi KSSL dilakukan dengan metode elemen hingga menggunakan program PLAXIS 3D FOUNDATION.
- Analisis pondasi Tiang Bor hanya dilakukan dengan metode elemen hingga menggunakan program PLAXIS 3D FOUNDATION.

#### D. Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan disusunnya Tugas Akhir ini adalah :

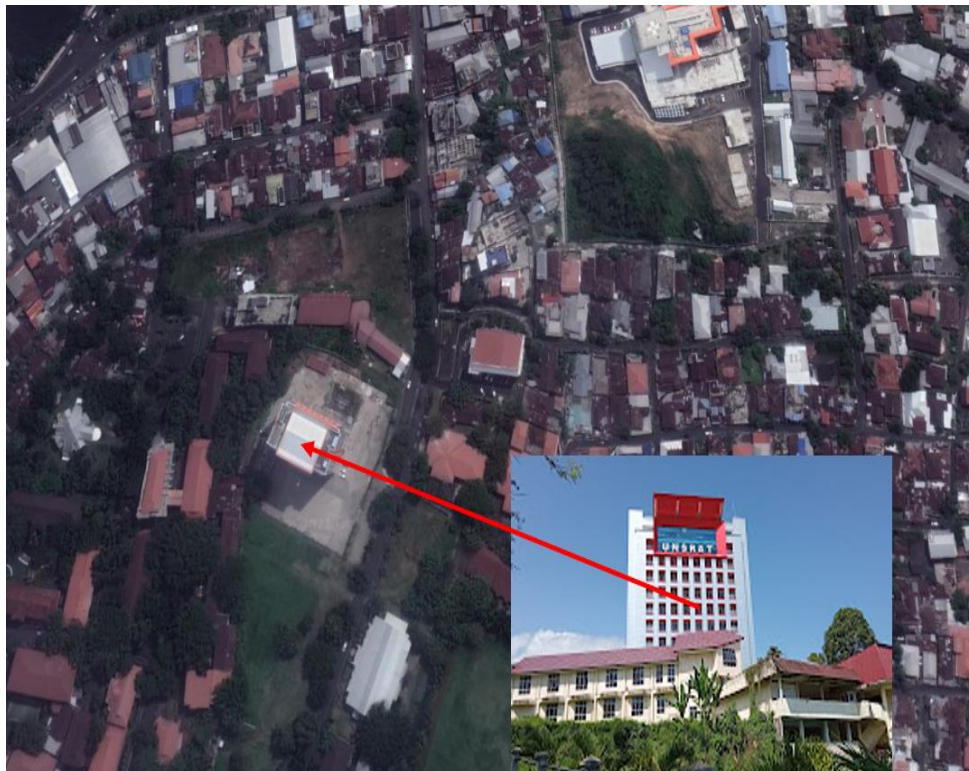
- Untuk mengetahui seberapa besar penurunan dan daya dukung pondasi KSSL yang terjadi pada tanah.

- Untuk mengetahui seberapa besar penurunan dan daya dukung pondasi Tiang Bor yang terjadi pada tanah.
- Membandingkan nilai penurunan dan daya dukung pondasi KSSL dan Tiang Bor

#### E. Manfaat Penelitian

Dengan tujuan penelitian diatas, manfaat yang sekiranya dapat diperoleh dari penelitian ini diantaranya:

- Untuk mengetahui hasil penurunan serta daya dukung pondasi KSSL dan Bore Pile pada lokasi penelitian gedung pendidikan fakultas hukum Universitas Sam Ratulangi.
- Untuk menambah referensi mengenai program PLAXIS 3D FOUNDATION dalam hal menganalisis pondasi KSSL dan Tiang Bor.
- Dapat digunakan sebagai acuan dalam pekerjaan di bidang Teknik sipil terlebih khusus dalam mengoperasikan program PLAXIS 3D FOUNDATION.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di Gedung Pendidikan Fakultas Hukum Universitas Sam Ratulangi, Kota Manado, Sulawesi Utara. Lokasi penelitian

ditunjukkan pada Gambar 1. Dalam menganalisis menggunakan software *PLAXIS 3D FOUNDATION*, langkah-langkah yang dilakukan seperti pada Gambar 2. Prosedur penelitian yang dilakukan seperti pada Gambar 3.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Tanah

Data yang diinput kedalam program *PLAXIS 3D FOUNDATION* merupakan data sekunder hasil pengujian Standart Penetration Test yang berasal dari lokasi penelitian. Kemudian data hasil pengujian dikorelasikan kedalam beberapa persamaan dan table berdasarkan nilai SPT dan deskripsi tanah dan batuan yang ditunjukkan pada tabel 1.

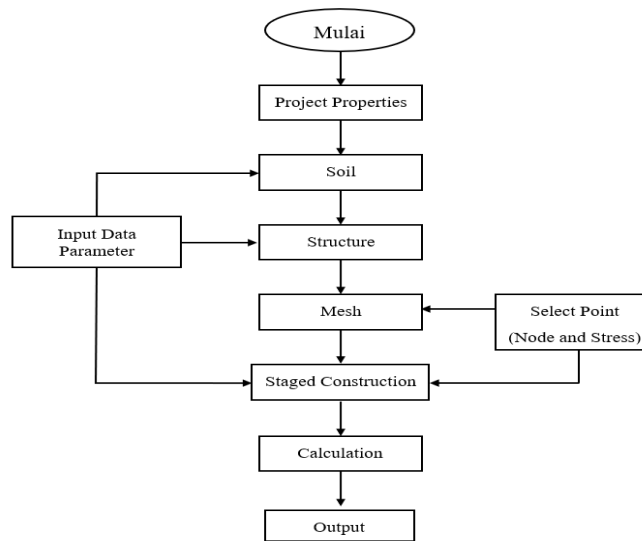
B. Desain dan Material Fondasi

Desain dan denah fondasi yang telah dibuat dari kedua fondasi mengikuti denah kolom terpasang pada

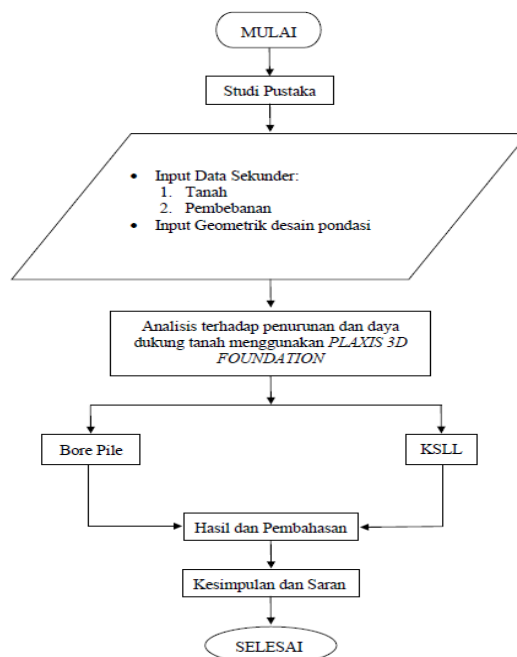
lokasi penelitian (Gambar 3). Sedangkan untuk dimensi dan jumlah tiang bor, disesuaikan oleh penulis (Gambar 4 dan 5). Untuk material fondasi juga disesuaikan oleh penulis (Tabel 2).

C. Pembebanan Struktur

Beban struktur yang digunakan dalam analisis merupakan beban kolom pada lokasi penelitian. Pada *PLAXIS 3D FOUNDATION*, beban kolom dimodelkan berupa beban titik dan jarak antar beban titik mengikuti denah kolom terpasang. Data pembebanan dapat dilihat pada Tabel 3.



Gambar 2. Bagan Alur Analisis PLAXIS 3D FOUNDATION



Gambar 3. Bagan Alur Penelitian

**D. Daya Dukung Fondasi**

Nilai daya dukung fondasi akan di analisis dengan menggunakan metode trial-error dengan meningkatkan beban struktur untuk setiap kolom pada fase konstruksi hingga mendekati angka penurunan yang direncanakan sebesar 2,5 cm. Hasil analisis daya dukung akan di tampilkan pada Tabel 4.

**E. Penurunan Fondasi**

Nilai penurunan yang di analisis pada *PLAXIS 3D FOUNDATION* menggunakan tipe perhitungan *SAFETY*. Tipe perhitungan *SAFETY* pada *PLAXIS* merupakan metode perhitungan yang dasarnya pada faktor keamanan konvensional yang memungkinkan untuk mereduksi parameter *c* dan  $\phi$  pada proporsi yang sama, sampai tercapainya keadaan dimana kegagalan struktur terjadi. Hasil analisis penurunan akan di tampilkan pada Tabel 5. Hasil analisis penurunan ditinjau dari titik node yang telah ditentukan oleh penulis. Hasil analisis akan ditampilkan dalam shading potongan, untuk fondasi KSSL arah sumbu x (Gambar 7), arah sumbu y (Gambar 8), arah sumbu z (Gambar

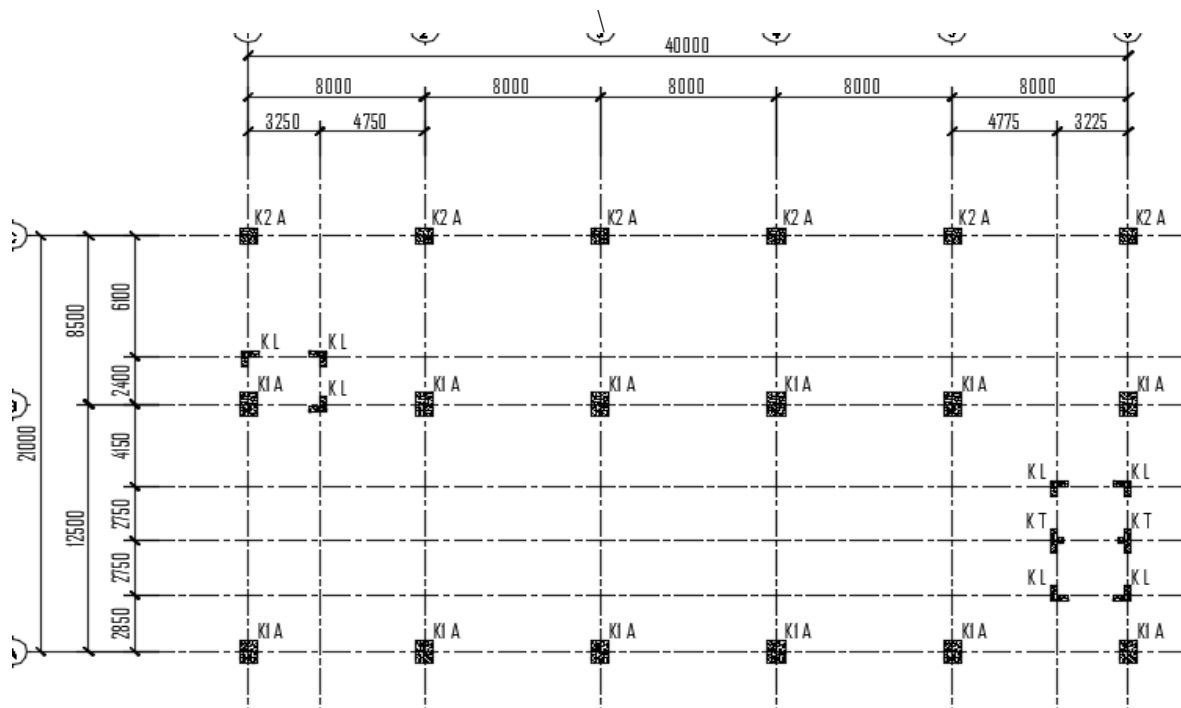
9), dan untuk fondasi tiang bor arah sumbu x (Gambar 10), arah sumbu y (Gambar 11), arah sumbu z (Gambar 12).

**F. Faktor Keamanan ( $\Sigma Msf$ )**

Pada tipe perhitungan *SAFETY*, akan menghasilkan angka keamanan ( $\Sigma Msf$ ) dimana angka ini merupakan angka pengali yang digunakan untuk mendefinisikan harga dari parameter tanah. Nilai angka keamanan dari perhitungan tersebut adalah bila kurva sudah mencapai kondisi steady state. Harga-harga  $\Sigma Msf$  sebelum mencapai kondisi steady state tidak memiliki arti fisik berarti, karena harga-harga tersebut hanya digunakan untuk proses numerik. Hasil perhitungan angka keamanan akan di tampilkan pada Tabel 6.

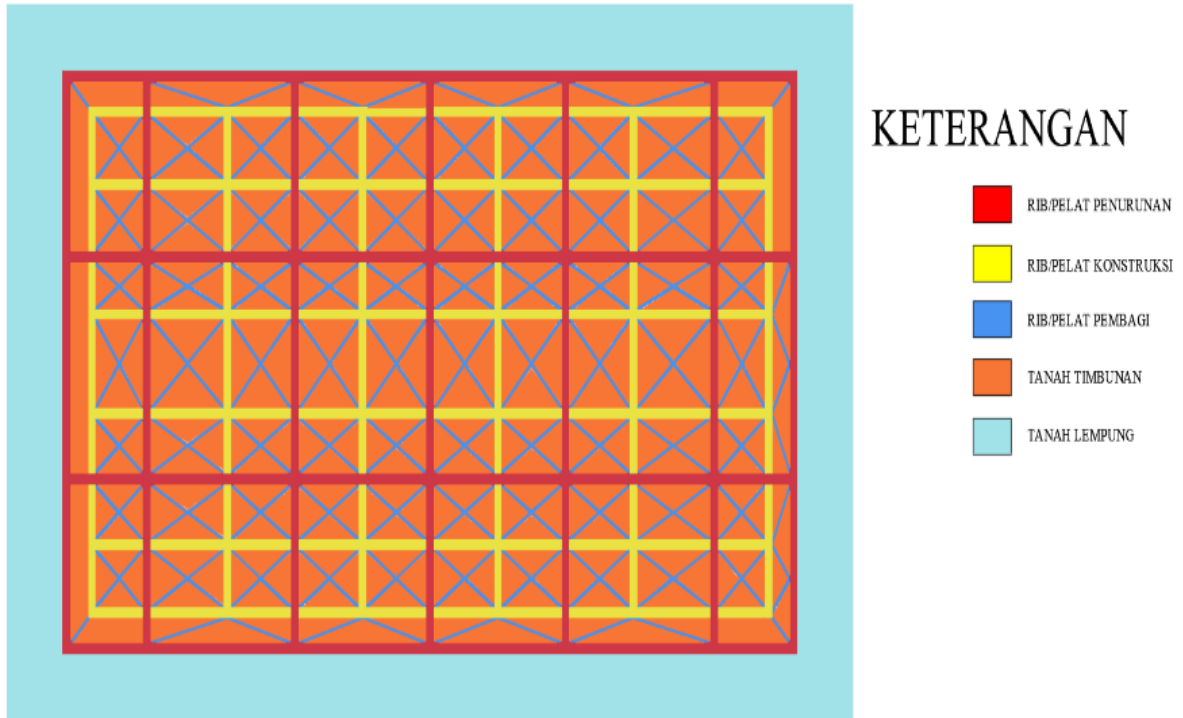
**H. Hasil Perbandingan**

Setelah dilakukan perhitungan dari kedua fondasi menggunakan bantuan software *PLAXIS 3D FOUNDATION*, maka dapat dilihat selisih daya dukung dan penurunan persentasenya pada Tabel 7 dan 8.



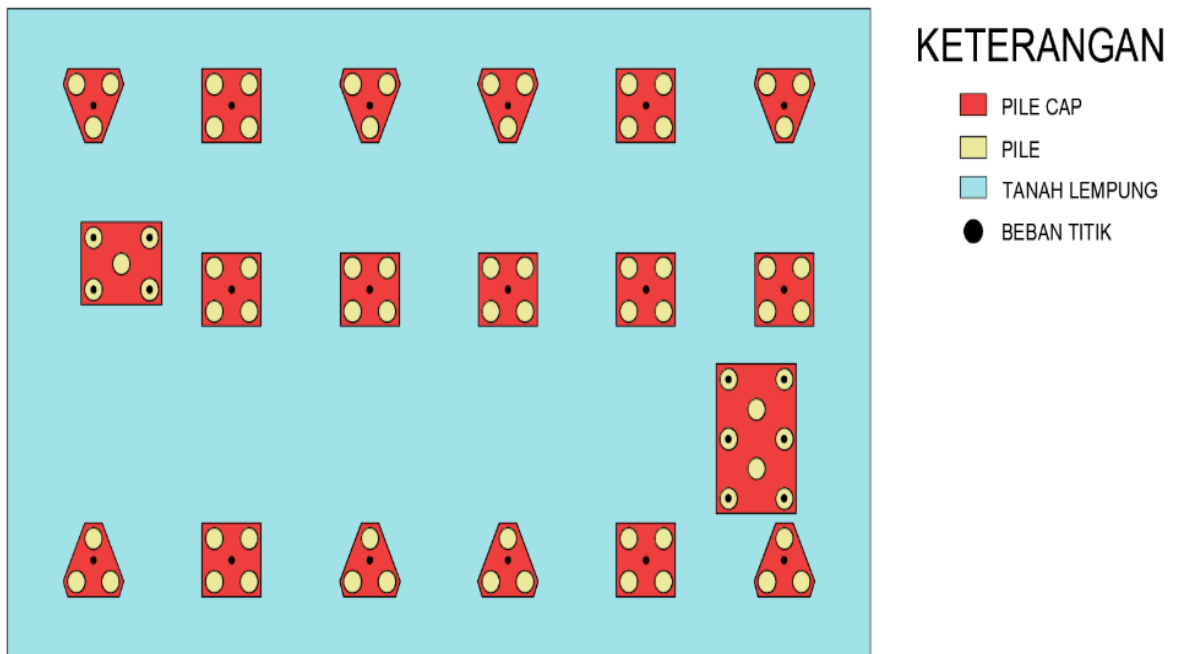
Gambar 4. Denah Kolom Tepasang

Sumber: Lokasi Penelitian



Gambar 5. Desain Fondasi KSSL

Sumber : Hasil Analisis



Gambar 6. Desain Fondasi Tiang Bor

Sumber : Hasil Analisis

**TABEL 1**  
**Data Tanah**

Parameter	Simbol	Deskripsi		Satuan
		Lempung	Rock	
Kedalaman		0-4,5	4,5-15	m
Model Material		Mohr-Coulomb	Linear elastic	
Jenis Perilaku		Tak Terdrainase	Non-Porous	
Berat jenis tanah tak terdrainase	( $\gamma_{unsat}$ )	17	25	kN/m <sup>3</sup>
Berat jenis tanah terdrainase	( $\gamma_{sat}$ )	17	-	kN/m <sup>3</sup>
Modulus Elastisitas Tanah	(E)	5306,93	40x10 <sup>6</sup>	kN/m <sup>2</sup>
Angka Poisson	( $\nu$ )	0,3	0,2	
Modulus Geser	(G)	2041,13	16,6667x10 <sup>6</sup>	kN/m <sup>2</sup>
Kohesi	(c)	19,99	-	
Sudut Geser Dalam	( $\phi$ )	28,25	-	°
Sudut Dilatasi	( $\psi$ )	0	-	°

Sumber: Hasil Analisis

**TABEL 2**  
**Material Fondasi**

Material and Unit	Fondasi						
	KSSL					Tiang Bor	
	Pelat Penutup	Pelat Penurunan	Pelat Konstruksi	Pelat Pembagi	Timbunan	Pile	Pile Cap
Material Type	Linear-elastic	Linear-elastic	Linear-elastic	Linear-elastic	Hardening-Soil	Linear-elastic	Linear-elastic
Tebal Material	0,4 (m)	0,5(m)	0,4 (m)	0,2 (m)	-	-	-
Tinggi material		4,5 (m)	2 (m)	2 (m)	2 (m)	0,8	13
Diameter	-	-	-	-	-	-	1
Berat Jenis	24	24	24	24	17	24	24
Modulus Elastisitas (E)	28700000 (kN/m <sup>2</sup> )	28700000 (kN/m <sup>2</sup> )	27100000 (kN/m <sup>2</sup> )	27100000 (kN/m <sup>2</sup> )	-	28700000	27100000
Secant Stiffness in Tri-Axial Test ( $E_{50}^{ref}$ )	-	-	-	-	250000 (kN/m <sup>2</sup> )	-	-
Tangential Stiffness Primary Oedometer Test Loading ( $E_{sec}^{ref}$ )	-	-	-	-	250000 (kN/m <sup>2</sup> )	-	-
Unloading / Reloading Stiffness ( $E_{ur}^{ref}$ )	-	-	-	-	750000 (kN/m <sup>2</sup> )	-	-
Power of Stress Level Dependency (m)	-	-	-	-	0,5	-	-
Angka Poisson ( $\nu$ )	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,15	0,15
Modulus Geser (G)	12478300 (kN/m <sup>2</sup> )	12478300 (kN/m <sup>2</sup> )	11782600 (kN/m <sup>2</sup> )	11782600 (kN/m <sup>2</sup> )	-	12478300	11782600

Sumber : Hasil Analisis

**TABEL 3**  
**Pembebanan Struktur**

Kolom	Beban Kolom (kN)	Jumlah Kolom
KT	4391,93	2
KL	9141,92	7
K1A	11454,7	12
K2A	14704,2	6
Total	298458,9	27

Sumber : Hasil Analisis

**TABEL 4**  
**Daya Dukung fondasi**

Fase Konstruksi	Daya Dukung Fondasi (kN)	
	KSSL	Tiang Bor
Beban awal	298458,9	298458,9
Peningkatan 1	433458,9	433458,9
Peningkatan 2	703458,9	703458,9
Peningkatan 3	973458,9	973458,9
Peningkatan 4	1090908,9	1189458,9

Sumber : Hasil Analisis

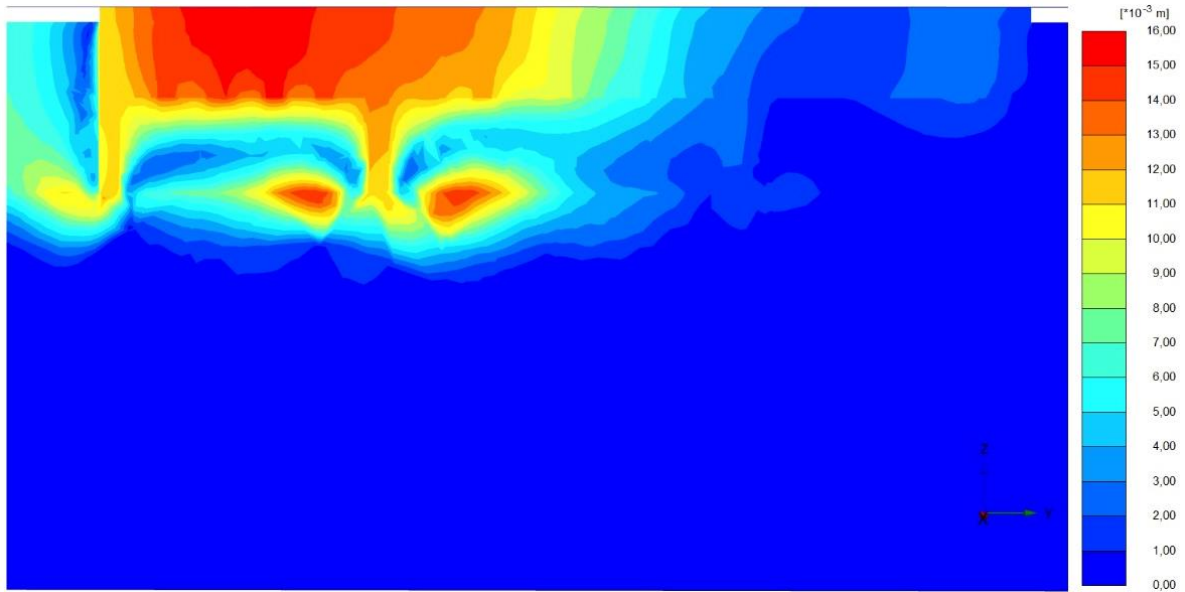
**TABEL 5**  
**Penurunan fondasi**

Fase Konstruksi	Penurunan (cm)	
	KSSL	Tiang Bor
Beban awal	0,3369	0,6491
Peningkatan 1	1,217	0,9221
Peningkatan 2	1,663	1,468
Peningkatan 3	2,136	2,029
Peningkatan 4	2,531	2,554

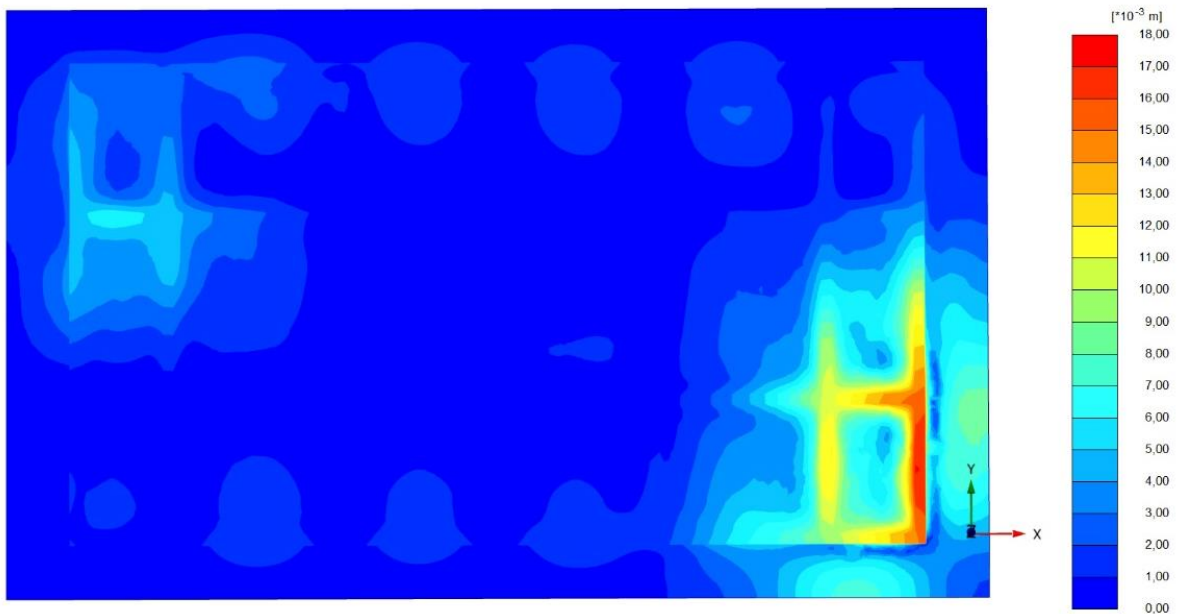
Sumber : Hasil Analisis



**Gambar 7. Shading Deformasi Arah X Fondasi KSSL**  
Sumber: Hasil Analisis

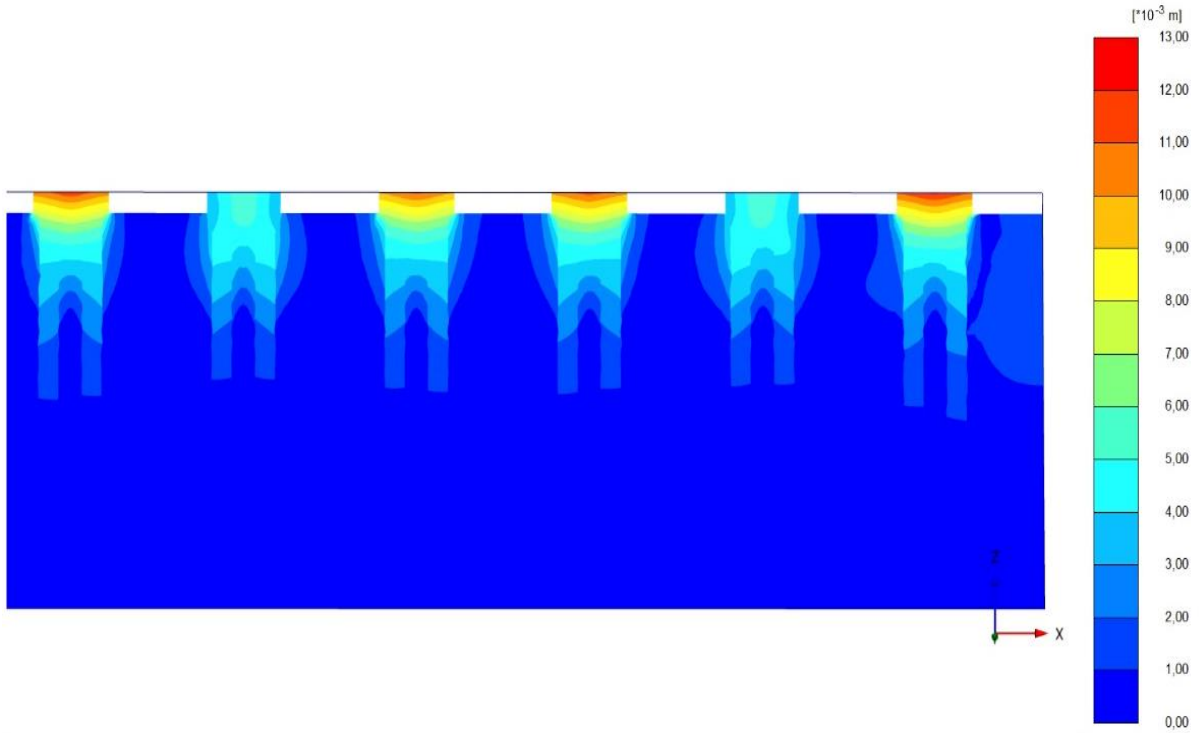


Gambar 8. Shading Deformasi Arah Y Fondasi KSLI  
Sumber: Hasil Analisis

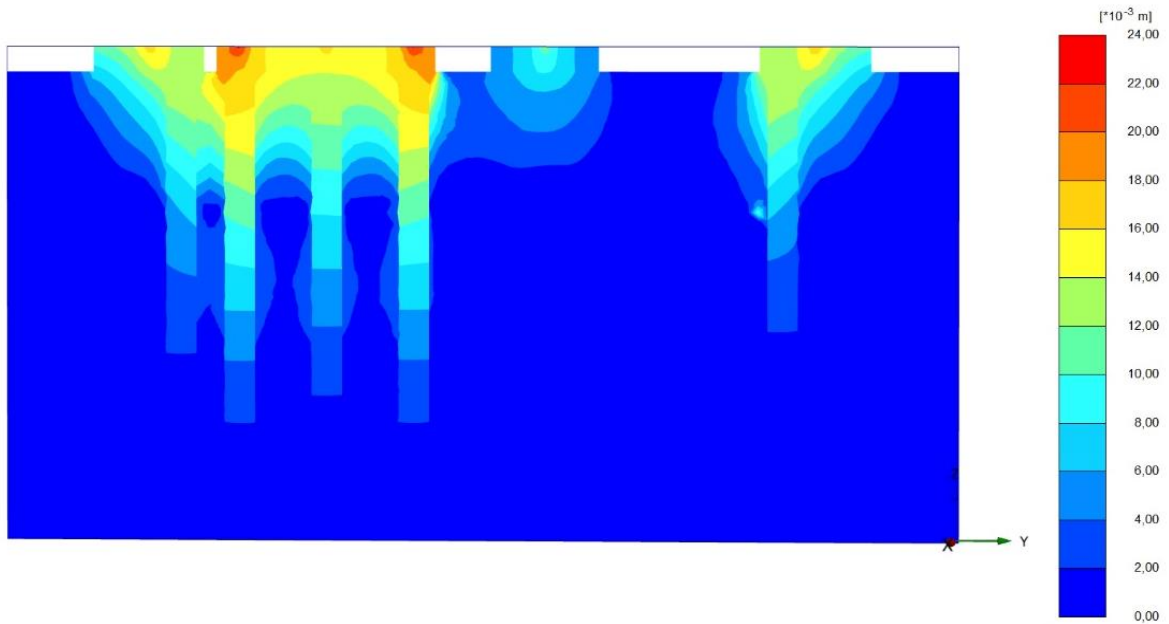


Gambar 9. Shading Deformasi Arah Z Fondasi KSLI  
Sumber : Hasil Analisis

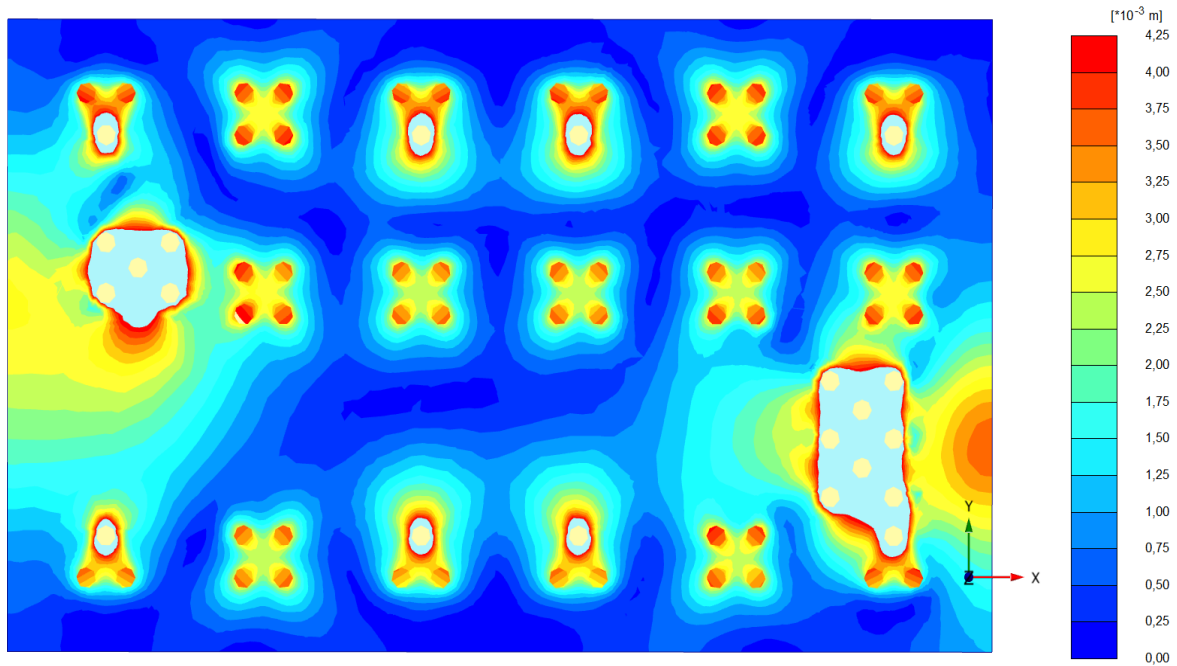




Gambar 10. Shading Deformasi Arah X Fondasi Tiang Bor  
Sumber: Hasil Analisis



Gambar 11. Shading Deformasi Arah Y Fondasi Tiang Bor  
Sumber: Hasil Analisis



Gambar 12. Shading Deformasi Z Fondasi Tiang Bor

Sumber : Hasil Analisis

**TABEL 6**  
Faktor keamanan ( $\Sigma$ Msf)

Fase konstruksi	Faktor Keamanan	
	KSSL	Tiang Bor
BebanAwal	1	4,876
Pembebanan I	2,954	3,958
Pembebanan II	2,306	3,11
Pembebanan III	2,011	2,715
Pembebanan IV	1,935	2,572

Sumber : Hasil Analisis

**TABEL 7**  
Perbandingan nilai Penurunan

Jenis Pondasi	Penurunan (m)	Selisih (m)	Persentase (%)
KSSL	0,02531	0,00023	0,45
Bore Pile	0,02554		

Sumber : Hasil Analisis

**TABEL 8**  
Perbandingan nilai Daya Dukung

Jenis Pondasi	Daya Dukung (kN)	Selisih (kN)	Persentase (%)
KSSL	1090908,9	98550	4,32
Bore Pile	1189458,9		

Sumber : Hasil Analisis

## IV. KESIMPULAN DAN SARAN

## A. Kesimpulan

Dari penulisan skripsi dan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan penurunan total menggunakan metode elemen hingga dengan tipe perhitungan plastic diperoleh hasil sebesar 0,02531 m pada pondasi KSSL dan 0,02554 pada pondasi Bore Pile. Selisih nilai penurunan dari kedua pondasi sebesar 0,45 %.
2. Dari hasil perhitungan daya dukung menggunakan metode elemen hingga dengan tipe perhitungan safety diperoleh hasil sebesar 1090908,9 kN pada pondasi KSSL dan 1189458,9 kN pada pondasi Bore Pile. Selisih nilai penurunan dari kedua pondasi sebesar 4,32 %.

## B. Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan uji laboratorium pada material tanah, agar mendapatkan parameter tanah yang lebih akurat
2. Penelitian dapat dibandingkan dengan metode lainnya
3. Penelitian dapat dikembangkan dengan menggunakan software yang berhubungan dengan struktur atas
4. Penelitian dapat dibandingkan dengan menggunakan software geoteknik lainnya
5. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mengkombinasikan pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba dan pondasi Bore Pile dengan menggunakan *PLAXIS 3D FOUNDATION*.

## KUTIPAN

- [1] Balamba, Sjachrul., 2018. Analisis Pengaruh Jumlah Tiang dan Tebal Kepala Tiang (Pile Cap) pada Tanah Pasir dan Lempung Terhadap Defleksi Tiang Pancang Akibat Beban Lateral. Disertasi. Malang: Universitas Brawijaya.
- [2] Bowles. Joseph. E. 1993. Analisis dan Desain Pondasi Jilid 1 Edisi keempat. Jakarta : Erlangga
- [3] Bowles. Joseph. E. 1997. Analisis dan Desain Pondasi Jilid 2 Edisi keempat. Jakarta : Erlangga
- [4] Buku Panduan Geoteknik 1 (IGMC):1990. Proses Pembentukan dan Sifat-sifat Dasar Tanah Lunak. Pusat Litbang Prasarana Transportasi:1997.
- [5] Direktorat Jenderal Bina Marga. 2019. Kumpulan Korelasi Parameter Geoteknik Dan Fondasi. Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, Jakarta. 93 Hal.
- [6] Hadihardaja Joetata. 1997. Rekayasa Pondasi II - Pondasi Dangkal dan Pondasi Dalam. Gunadarma
- [7] Harsanto C., Manoppo F. J, Sumampouw J. E. R., 2015. Analisis Daya Dukung Tiang Bor (Bored Pile) pada Struktur Pylon Jembatan Soekarno dengan PLAXIS 3D, Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol.5 No.2, September 2015 (345-35) ISSN: 287-9334, Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- [8] Haryono, Ratna, S. C. 2007, Analisis Penggunaan Struktur Pondasi Sarang Laba-Laba pada Gedung BNI '46 Wilayah 05 Semarang
- [9] Hilhami, S. 2011, Metode Pelaksanaan dan Perbandingan Daya Dukung Pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba dengan Pondasi Telapak pada Pembangunan Gedung D-III Class Politeknik UNHALU
- [10] Kawengian S., Balamba S., Sarajar A., 2018. Analisis Daya Dukung Lateral Pada Tiang Pancang Kelompok di Dermaga Belang, dalam Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.9 September 2018 (683-692) ISSN: 2337-673.
- [11] M Hadi, H. 2019. "Teknologi Pondasi Konstruksi Sarang Laba-Laba", <https://www.ilmubeton.com/2019/10/PondasiKontruksiSarangLabalaba.html>, diakses pada 01 April 2020.
- [12] Mamangkey V., Turangan A.E, Manaroinsong L. D. K., 2018. Analisis Pondasi Tiang Pancang Pada Silo Semen Tonasa, Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.12, Desember 2018 (1029-1034) ISSN: 2337-6732.
- [13] PLAXIS 3D FOUNDATION Scientific Manual
- [14] Randyanto E. S., Sumampouw J. E. R., Balamba S., 2015. Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Dengan Menggunakan Metode Statik Dan Calendring Studi Kasus: Proyek Pembangunan Manado Town Square 3, Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.9, September 2015 (631-643) ISSN: 2337- 6732.
- [15] Roschedy G. , Manoppo F. J, Mandagi A., 2019. Analisis Daya Dukung Pondasi Jembatan Gorr I, Jurnal Sipil Statik Vol. 7, No.4, April 2019 (397-408) ISSN: 2337-6732.
- [16] SNI 8460:2017. Persyaratan Perancangan Geoteknik. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.
- [17] Sorongan C. D., Manoppo F. J., Rondonuwu S. G., 2018. Analisa Pile Slab Pada Tanah Rawa (Jalan Tol Manado-Bitung)", dalam Jurnal Tekno, vol. 16, No. 70, 2018, ISSN : 0215-9617.
- [18] Wally, Junaida, 2014, Pemodelan Terowongan pada Batuan dengan Metode Finite Element.