

SKRIPSI
ANALISIS NUMERIK PENGARUH JARAK DAN DIAMETER
HELIX TERHADAP DAYA DUKUNG FONDASI TIANG
HELIX PADA TANAH LEMPUNG



Raymond Putra Setiawan

NPM : 6101801058

PEMBIMBING : Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T.

KO-PEMBIMBING : Ir. Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JANUARI 2023

SKRIPSI
ANALISIS NUMERIK PENGARUH JARAK DAN DIAMETER
HELIX TERHADAP DAYA DUKUNG FONDASI TIANG
HELIX PADA TANAH LEMPUNG



Raymond Putra Setiawan

NPM : 6101801058

BANDUNG, JANUARI 2023

PEMBIMBING

KO-PEMBIMBING

Ir. Anastasia Sri Lestari, M.T.

Ir. Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JANUARI 2023

SKRIPSI
ANALISIS NUMERIK PENGARUH JARAK DAN DIAMETER
HELIX TERHADAP DAYA DUKUNG FONDASI TIANG
HELIX PADA TANAH LEMPUNG



Raymond Putra Setiawan

NPM : 6101801058

PEMBIMBING: Ir. Anastasia Sri Lestari, M.T.

KO-PEMBIMBING: Ignatius Tommy Pratama, S.T.,
M.S.

PENGUJI 1: Prof. Paulus Pramono Rahardjo,
Ph.D.

PENGUJI 2: Ir. Siska Rustiani, M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JANUARI 2023

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Raymond Putra Setiawan

NPM : 6101801058

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / ~~tesis~~ / ~~disertasi~~^{*)} dengan judul:

Analisis Numerik Pengaruh Jarak dan Diameter Helix Terhadap Daya Dukung Fondasi Tiang Helix Pada Tanah Lempung

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan

Dinyatakan: di Bandung
Tanggal: 6 Januari 2023
10000
METERA
TEMPER
L: SADA0X165415704
Raymond Putra Setiawan



ANALISIS NUMERIK PENGARUH JARAK DAN DIAMETER HELIX TERHADAP DAYA DUKUNG FONDASI TIANG HELIX PADA TANAH LEMPUNG

Raymond Putra Setiawan

NPM : 6101801058

PEMBIMBING : Ir. Anastasia Sri Lestari, M.T.

KO-PEMBIMBING : Ir. Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JANUARI 2023**

ABSTRAK

Fondasi tiang helix merupakan salah satu jenis fondasi dalam yang memiliki berbagai kelebihan seperti proses pemasangan yang mudah, kecepatan pemasangan, cocok untuk konstruksi yang memiliki akses yang terbatas, serta dapat dilepas dan digunakan kembali. Kapasitas daya dukung fondasi tiang helix sangat dipengaruhi oleh jarak serta diameter helix oleh karena itu pada penelitian ini dicari pengaruh jarak serta diameter helix terhadap daya dukung fondasi tiang helix pada tanah lempung. Penentuan nilai daya dukung fondasi tiang helix pada penelitian ini menggunakan metode elemen hingga serta dibandingkan dengan hasil perhitungan manual menggunakan *individual bearing method* serta *cylindrical shear method*. Variasi jarak antar helix yang dilakukan pada penelitian ini adalah 0,5 Dh, 1 Dh, 1,5 Dh, 2 Dh, 2,5 Dh, 3 Dh, dan 3,5 Dh. Variasi diameter helix yang dilakukan pada penelitian ini adalah diperkecil 25%, diperbesar 25%, dan diperbesar 50%. Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa daya dukung fondasi tiang helix dipengaruhi oleh jarak antar helix dimana saat jarak antar helix diperbesar maka daya dukung fondasi tiang helix bertambah besar dengan rata-rata 4,13% setiap kenaikan spasi sebesar 0,5 Dh serta daya dukung fondasi tiang helix juga dipengaruhi oleh diameter helix dimana saat diameter helix diperbesar maka daya dukung fondasi tiang helix bertambah besar, dimana ketika diameter helix diperbesar 25% daya dukung fondasi tiang helix meningkat sebesar 29,4%, ketika diameter helix diperbesar 50% daya dukung fondasi tiang helix meningkat sebesar 62,9% sedangkan ketika diameter helix diperkecil 25% daya dukung fondasi tiang helix mengalami penurunan sebesar 22,2%.

NUMERICAL ANALYSIS OF HELIX SPACING AND DIAMETER EFFECT TO HELICAL PILE BEARING CAPACITY IN CLAY SOIL

Raymond Putra Setiawan

NPM : 6101801058

ADVISOR : Ir. Anastasia Sri Lestari, M.T.

CO-ADVISOR : Ir. Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
BACHELOR PROGRAM**

(Accredited by SK BAN-PT Number: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)

**BANDUNG
JANUARY 2023**

ABSTRACT

Helical pile foundation is a type of deep foundation which has many advantages such as easy installation process, fast installation, suitable for constructions that have limited access, and can be removed and reused. The bearing capacity of helical pile foundation is affected by the inter helix spacing and helix diameter, therefore in this study the effect of inter helix spacing and helix diameter on the bearing capacity of helical pile foundation in clay soil was investigated. Determination of the bearing capacity of helical pile foundation in this study using finite element method and compared to hand calculations using the individual bearing method and cylindrical shear method. The variations in the inter helix spacing in this study is 0,5 Dh, 1 Dh, 1,5 Dh, 2Dh, 2,5 Dh, 3 Dh, and 3,5 Dh. Variations in helix diameter used in this study is decreased by 25%, increased by 25%, and increased by 50%. From this research, it was found that the bearing capacity of helical pile foundation is affected by inter helix spacing and helix diameter where when the inter helix increased, the bearing capacity of helical pile foundation increases with an average of 4,13% for each increasing in inter helix spacing of 0,5 Dh and the bearing capacity of the helical pile foundation is also affected by the helix diameter, when the helix diameter increased, the bearing capacity of helical pile foundation where when the helix diameter increased by 25% the bearing capacity of helical pile foundation increased by 29,4% when the helix diameter increased by 50% the bearing capacity of helical pile foundation increased by 62,9% while the helix diameter decreased by 25% the bearing capacity of helical pile foundation decreased by 22,2%.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan pada Tuhan Yang Maha Esa atas segala pertolongan, berkat, dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Numerik Pengaruh Jarak dan Diameter Helix Terhadap Daya Dukung Fondasi Tiang Helix Pada Tanah Lempung”. Fondasi tiang helix memiliki banyak kelebihan dibandingkan fondasi tiang. Daya dukung fondasi tiang helix dipengaruhi oleh beberapa hal seperti jarak dan diameter helix. Namun penelitian mengenai hal ini masih jarang dilakukan oleh karena itu penulis tertarik untuk mengetahui pengaruh jarak dan diameter helix terhadap daya dukung fondasi tiang helix pada tanah lempung.

Dalam proses pengerjaan skripsi ini, penulis mengalami berbagai banyak rintangan dan dalam melalui rintangan tersebut penulis mendapat banyak dukungan, bantuan, dan doa. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan masukan terhadap penulis.
2. Bapak Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S. selaku dosen ko-pembimbing yang telah membimbing dan memberikan masukan terhadap penulis.
3. Seluruh dosen pusat studi geoteknik yang sudah memberikan masukan terhadap penulis.
4. Keluarga penulis yang selalu mendoakan penulis
5. Semua teman penulis yang telah memberikan masukan terhadap penulis
6. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan oleh karena itu penulis meminta maaf apabila skripsi ini masih memiliki kekurangan. Penulis berharap skripsi ini dapat membantu para pembaca, terimakasih.

Bandung, 23 Januari 2023



Raymond Putra Setiawan

6101801058



DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR NOTASI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB 1.....	1-1
1.1 Latar Belakang.....	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-2
1.3 Tujuan Penelitian.....	1-2
1.4 Pembatasan Masalah.....	1-2
1.5 Metode Penelitian.....	1-2
1.6 Sistematika Penulisan.....	1-3
BAB 2.....	2-1
2.1 Tanah.....	2-1
2.2 Fondasi.....	2-1
2.3 Fondasi Tiang Helix.....	2-2
2.4 Metode perhitungan kapasitas daya dukung fondasi tiang helix.....	2-2
2.4.1 <i>Individual Bearing Method</i>	2-2
2.4.2 <i>Cylindrical Shear Method</i>	2-4
2.5 Metode Elemen Hingga.....	2-5
2.6 Studi Pbandingan.....	2-6
2.6.1 Analisis Pengaruh Spasi dan Ukuran Helix Terhadap Daya Dukung Aksial <i>Helical Pile</i> Pada Tanah Pasir Menggunakan Metode Elemen Hingga.....	2-6

2.6.2 Analisis Daya Dukung <i>Helical Pile</i> Menggunakan Metode Elemen Hingga	2-6
2.6.3 Pengaruh Jumlah dan Diameter Helix terhadap Daya Dukung Fondasi <i>Helical Pile</i>	2-6
BAB 3	3-1
3.1 Pemodelan pada Plaxis 2D	3-1
3.1.1 <i>Project properties</i>	3-1
3.1.2 <i>Bore hole</i>	3-1
3.1.3 <i>Material set</i>	3-2
3.1.4 Pemodelan fondasi tiang helix	3-3
3.1.5 <i>Interface</i>	3-4
3.1.6 <i>Mesh</i>	3-4
3.1.7 <i>Staged construction</i>	3-5
3.2 <i>Output</i> Plaxis 2D	3-6
BAB 4	4-1
4.1 Penentuan Parameter Tanah	4-1
4.1.1 Penentuan Nilai Modulus Elastisitas Efektif (E')	4-2
4.1.2 Penentuan Angka Poisson Efektif	4-3
4.1.3 Penentuan Nilai R_{inter}	4-3
4.1.4 Nilai Parameter Tanah Yang Digunakan	4-3
4.2 Hasil Analisis Balik	4-4
4.3 Studi Parametrik Dimensi Fondasi Tiang Helix	4-4
4.4 Hasil Analisis Fondasi Tiang Helix dengan Variasi Spasi	4-6
4.5 Hasil Analisis Fondasi Tiang Helix dengan Variasi Diameter Helix	4-8
4.6 Daya Dukung Fondasi Tiang Helix Menggunakan <i>Individual Bearing Method</i>	4-9
4.7 Daya Dukung Fondasi Tiang Helix Menggunakan <i>Cylindrical Shear Method</i>	4-11
4.8 Perbandingan Daya Dukung Fondasi Tiang Helix	4-13
4.8.1 Perbandingan Daya Dukung Fondasi Tiang Helix Dengan Variasi Spasi	4-13
4.8.2 Perbandingan Daya Dukung Fondasi Tiang Helix Dengan Variasi Diameter Helix	4-15

4.9 Pembahasan	4-16
BAB 5	5-1
5.1 Kesimpulan.....	5-1
5.2 Saran	5-1
DAFTAR PUSTAKA.....	xii
LAMPIRAN.....	L1-1



DAFTAR NOTASI



Q_u	= Daya dukung ultimit fondasi tiang helix
Q_b	= Daya dukung ujung helix
Q_s	= Daya dukung selimut tiang
S	= Spasi antar helix
D_h	= Diameter helix
d	= Diameter tiang
N_c	= Faktor kapasitas bearing untuk tanah lempung
S_u	= Kuat geser undrained tanah lempung
γ'	= Berat isi tanah
H	= Kedalaman helix
$H_{e,r}$	= Panjang efektif tiang
α	= faktor adhesi
Q_c	= Daya dukung silinder
H_n	= Kedalaman helix paling bawah
H_1	= Kedalaman helix paling atas
D'	= Diameter helix yang divariasikan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian.....	1-5
Gambar 2.1 <i>Individual Bearing Method</i> (Tang, C., & Phoon, 2018)	2-3
Gambar 2.2 <i>Cylindrical Shear Method</i> (Tang, C., & Phoon, 2018)	2-4
Gambar 3.1 <i>Project properties</i>	3-1
Gambar 3.2 <i>Borehole</i>	3-2
Gambar 3.3 <i>Material set</i>	3-2
Gambar 3.4 Parameter tiang helix.....	3-3
Gambar 3.5 Fondasi tiang helix	3-4
Gambar 3.6 <i>Interface</i> pada fondasi tiang helix	3-4
Gambar 3.7 <i>Generated mesh</i>	3-5
Gambar 3.8 <i>Staged construction</i>	3-6
Gambar 3.9 Penurunan tanah	3-6
Gambar 4.1 Data uji CPT (sumber : Deng dan Lanyi-Bennet, 2018).....	4-1
Gambar 4.2 Hasil uji <i>loading test</i> (sumber : Deng dan Lanyi-Bennet, 2018)	4-2
Gambar 4.3 Grafik mencari nilai K (sumber : Dunchan dan Buchignani, 1976)	4-2
Gambar 4.4 Grafik perbandingan kurva beban vs penurunan hasil analisis balik dan hasil uji lapangan.....	4-4
Gambar 4.5 Model fondasi tiang helix no.4a.....	4-6
Gambar 4.6 Grafik Load vs Penurunan untuk Variasi Spasi	4-7
Gambar 4.7 Grafik Qu vs spasi.....	4-7
Gambar 4.8 Grafik load vs penurunan variasi diameter	4-8
Gambar 4.9 Grafik Qu vs Diameter	4-8
Gambar 4.10 Perbandingan Nilai Qu pada Diameter diperkecil 25%	4-13
Gambar 4.11 Perbandingan Nilai Qu pada Diameter Semula	4-14
Gambar 4.12 Perbandingan Nilai Qu pada Diameter diperbesar 25%.....	4-14
Gambar 4.13 Perbandingan Nilai Qu pada Diameter diperbesar 50%.....	4-15
Gambar 4.14 Perbandingan Nilai Qu dengan Variasi Diameter Helix	4-16

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pembagian Jenis Tanah Berdasarkan Ukuran Butiran (sumber Braja M Das,1985).....	2-1
Tabel 4.1 Nilai angka poisson (sumber : Meyerhoff,1956)	4-3
Tabel 4.2 Nilai R_{inter} (sumber : Brinkgreve dan Shen, 2011).....	4-3
Tabel 4.3 Parameter yang digunakan	4-4
Tabel 4.4 Dimensi fondasi tiang helix dengan variasi spasi	4-5
Tabel 4.5 Dimensi fondasi tiang helix dengan variasi diameter	4-6
Tabel 4.6 Nilai Q_u <i>individual bearing method</i>	4-10
Tabel 4.7 Nilai Q_u <i>Cylindrical Shear Method</i>	4-12



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fondasi adalah bagian dari bangunan yang berfungsi untuk meneruskan seluruh beban yang ada di atasnya menuju lapisan tanah. Fondasi ada beberapa jenis salah satunya adalah fondasi tiang. Fondasi tiang adalah fondasi yang terbuat dari tiang yang ditancapkan ke dalam tanah hingga kedalaman tertentu. Fondasi tiang biasa digunakan apabila letak tanah keras cukup dalam. Salah satu jenis fondasi tiang adalah fondasi tiang helix.

Fondasi tiang helix adalah salah satu jenis dari fondasi tiang. Fondasi tiang helix merupakan fondasi yang terbuat dari tiang besi yang memiliki ulir atau helix. Fondasi tiang helix ditemukan oleh Alexander Mitchell pada tahun 1833 yang ditujukan untuk pembangunan mercusuar atau struktur lainnya di atas tanah lumpur dan pasir yang bergerak. Fondasi tiang helix memiliki beberapa kelebihan seperti proses pemasangan yang mudah, kecepatan pemasangan, cocok untuk konstruksi yang memiliki akses yang terbatas, serta dapat dilepas dan digunakan Kembali (Sakr, 2011).

Kapasitas daya dukung fondasi tiang helix merupakan faktor penting dalam perencanaan. Kapasitas daya dukung fondasi tiang helix dipengaruhi oleh beberapa hal seperti jarak antar helix dan diameter helix meskipun begitu penelitian mengenai pengaruh jarak antar helix dan diameter helix pada daya tekan aksial fondasi tiang helix belum banyak dilakukan. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis mengenai pengaruh jarak antar helix dan diameter helix terhadap daya dukung fondasi tiang helix. Sehingga pada penelitian ini pengaruh jarak antar helix dan diameter helix akan dianalisis menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan program Plaxis 2D serta dibandingkan dengan hasil perhitungan manual dengan metode *Cylindrical Shear Capacity* dan metode *Individual Bearing Capacity*.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan pada penelitian ini adalah untuk mencari pengaruh spasi dan diameter helix terhadap daya dukung tekan aksial fondasi tiang helix pada tanah lempung.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memperoleh nilai daya dukung tekan aksial fondasi tiang helix dengan variasi spasi dan diameter helix.
2. Membandingkan nilai daya dukung tekan aksial fondasi tiang helix hasil analisis metode elemen hingga 2 dimensi dengan hasil perhitungan manual.

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tanah yang digunakan untuk analisis adalah tanah lempung.
2. Diameter tiang yang digunakan 73mm.
3. Diameter helix yang digunakan 305mm.
4. Variasi jarak antar helix (S/D_h) yang dimodelkan 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2 ; 2,5 ; 3 ; dan 3,5.
5. Variasi diameter helix yang dimodelkan diperbesar 25% dan 50%, dan diperkecil 25% dari ukuran awal.
6. Pemodelan perilaku material tanah menggunakan model *Mohr-Coulomb*.
7. Pemodelan perilaku material tiang helix menggunakan model *Linear Elastic Non-Porous*.
8. Tipe pemodelan yang digunakan adalah *axisymmetry*.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur yang berkaitan dengan fondasi tiang helix.
2. Melakukan pemodelan numerik dengan metode elemen hingga menggunakan Plaxis 2D.
3. Menganalisis hasil yang diperoleh dari pemodelan numerik.
4. Membandingkan hasil pemodelan numerik dengan hasil perhitungan manual.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Menjelaskan tentang latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 DASAR TEORI

Membahas tentang teori-teori yang berhubungan dengan penelitian.

BAB 3 METODE PENELITIAN

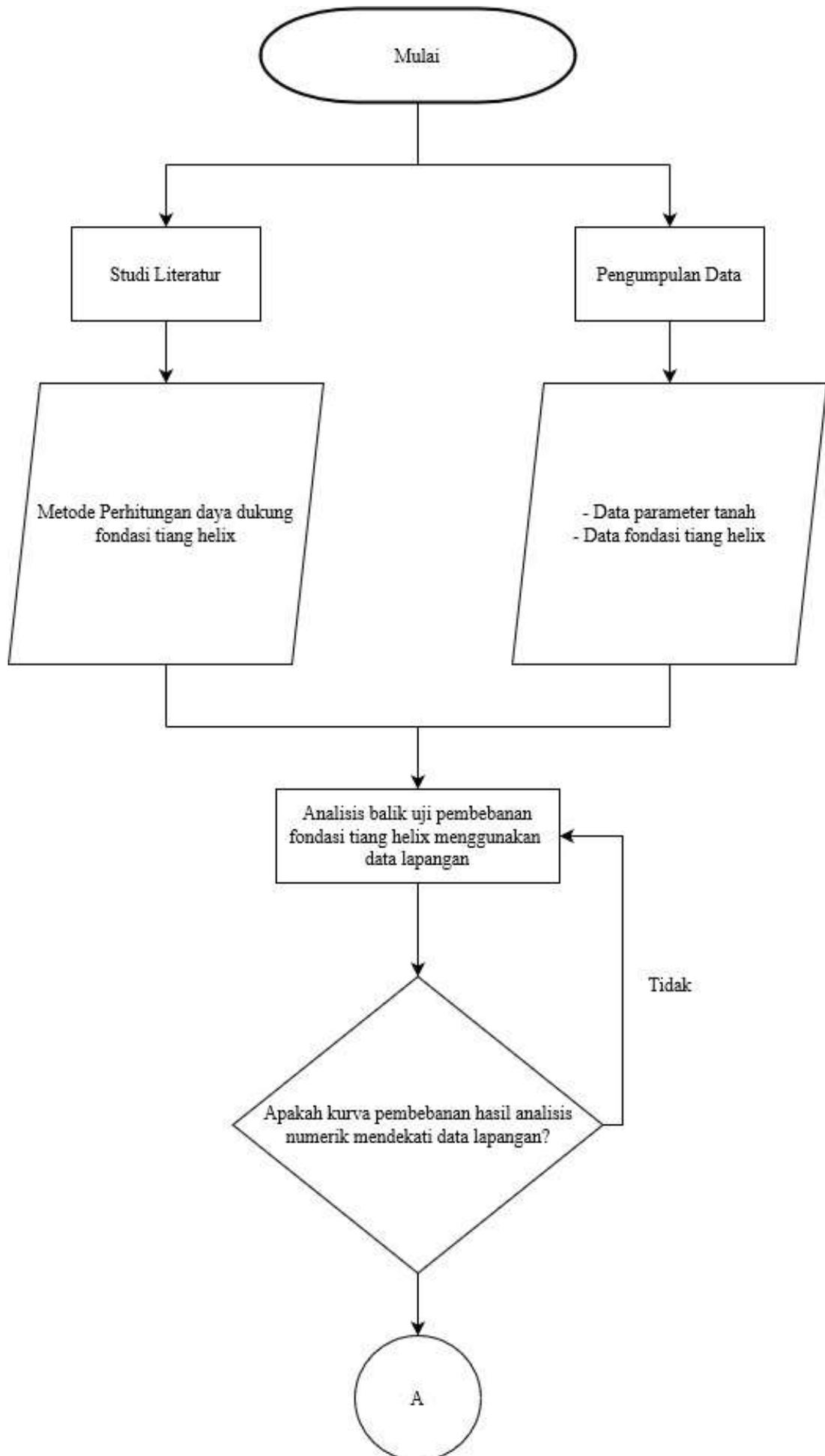
Menjelaskan tentang metode analisis data.

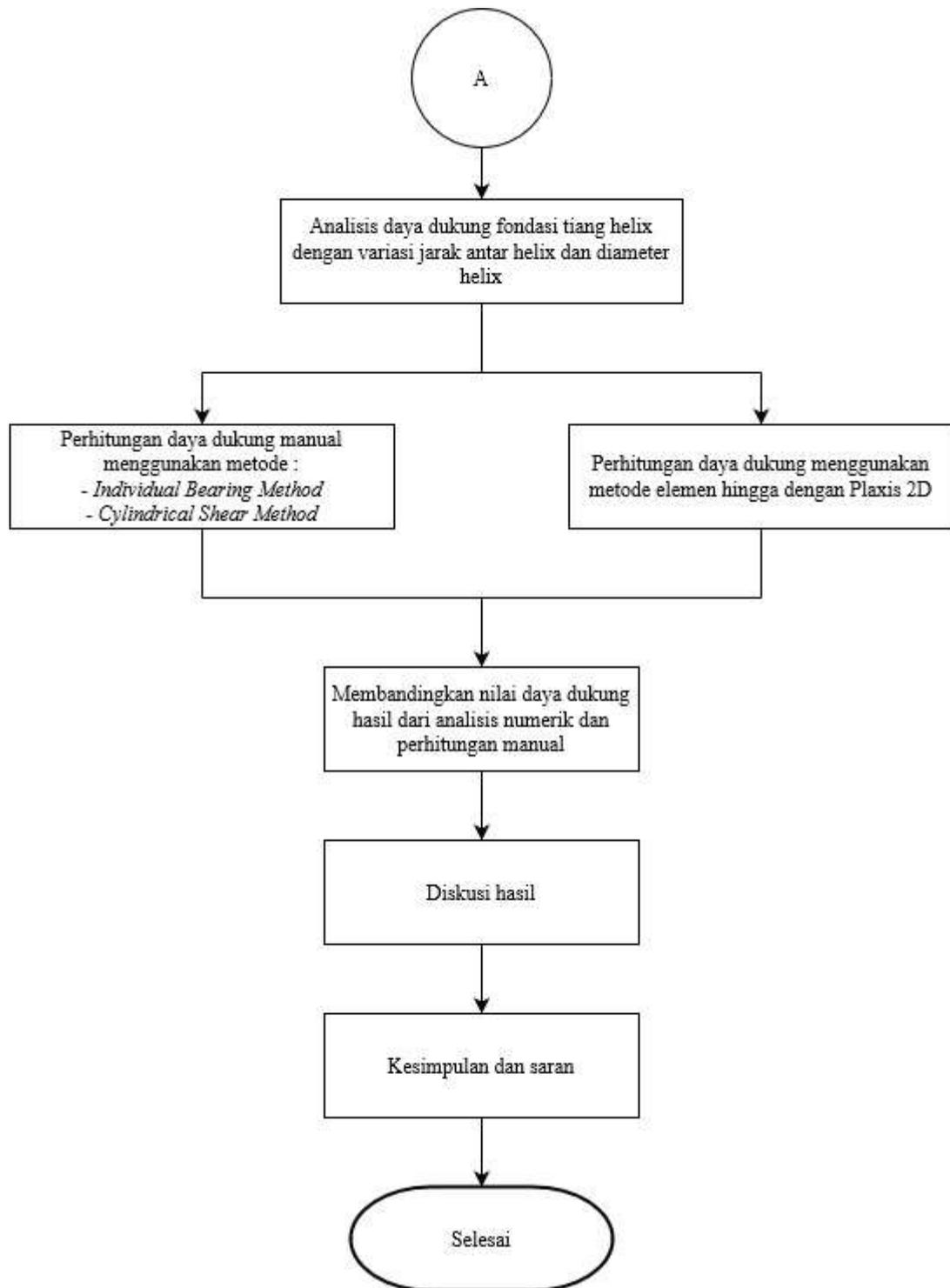
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan hasil analisis yang diperoleh serta membandingkan hasil metode elemen hingga dengan hasil perhitungan manual.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Menarik kesimpulan dari hasil analisis serta memberikan saran terkait penelitian.





Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian

