

**SKRIPSI**  
**PERHITUNGAN SECARA MANUAL DAYA DUKUNG**  
**PONDASI TIANG BERDASARKAN DATA**  
**PENGUJIAN DINAMIK MENGGUNAKAN KONSEP**  
**MEKANIKA GELOMBANG**



**WELLYANTO WIJAYA**

**NPM : 2016410060**

**PEMBIMBING: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.**

**KO-PEMBIMBING : Stefanus Diaz Alvi, S.T., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor : 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
**BANDUNG**

**2019**

**SKRIPSI**  
**PERHITUNGAN SECARA MANUAL DAYA DUKUNG**  
**PONDASI TIANG BERDASARKAN DATA**  
**PENGUJIAN DINAMIK MENGGUNAKAN KONSEP**  
**MEKANIKA GELOMBANG**



**WELLYANTO WIJAYA**

**NPM : 2016410060**

**PEMBIMBING:**

**Prof. Paulus Pramono**  
**Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.**

**KO-PEMBIMBING:**

**Stefanus Diaz Alvi, S.T., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor : 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)**  
**BANDUNG**

**2019**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Wellyanto Wijaya

NPM : 2016410060

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : Perhitungan Secara Manual Daya Dukung Pondasi Tiang Berdasarkan Data Pengujian Dinamik Menggunakan Konsep Mekanika Gelombang adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika di kemudian hari terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, Desember 2019



Wellyanto Wijaya

2016410060

**PERHITUNGAN SECARA MANUAL DAYA DUKUNG  
PONDASI TIANG BERDASARKAN DATA PENGUJIAN  
DINAMIK MENGGUNAKAN KONSEP MEKANIKA  
GELOMBANG**

**Wellyanto Wijaya  
NPM: 2016410060**

**Pembimbing: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi berdasarkan SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
Desember 2019**

**ABSTRAK**

Perhitungan daya dukung ultimit pada saat perencanaan kerap kali berbeda dari nilai daya dukung ultimit yang diperoleh dari uji pembebanan statik dan dinamik di lapangan. Dalam studi ini dilakukan analisis daya dukung pada kasus tanah lempung kelanauan tebal dengan lensa pasir padat di Jakarta Utara. Jenis pondasi tiang yang digunakan adalah pondasi tiang pancang kotak 45 cm x 45 cm. Pengujian pembebanan dinamik yang dilakukan adalah pengujian dinamik dengan alat PDA (*Pile Driving Analyzer*). Analisis dari gelombang yang didapatkan dari alat PDA seringkali tidak menggambarkan nilai daya dukung sebenarnya dikarenakan kesalahan dalam melakukan interpretasi hasil oleh operator yang tidak memahami mekanika gelombang. Perhitungan daya dukung dilakukan secara manual dengan menggunakan Metode Case. Hasil dari perhitungan manual tersebut dibandingkan dengan hasil analisis dari CAPWAP. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, nilai daya dukung yang diperoleh dari perhitungan manual dengan Metode Case sebesar 273,84 ton, hasil analisis CAPWAP sebesar 288,19 ton. Perbedaan nilai daya dukung sebesar 14,35 ton tersebut diakibatkan adanya perbedaan asumsi dari masing-masing metode interpretasi dan hasil besarnya daya dukung pada analisis CAPWAP sangat tergantung terhadap orang yang melakukan interpretasi. Kelebihan dari Metode Case yaitu perhitungan manual Metode Case dapat dilakukan tanpa menggunakan bantuan program tertentu.

Kata kunci: PDA, Metode Case, pengujian dinamik, CAPWAP, daya dukung.

**MANUAL CALCULATION OF PILE BEARING CAPACITY  
BASED ON DYNAMIC LOAD TEST USING WAVE  
MECHANICS CONCEPT**

**Wellyanto Wijaya  
NPM: 2016410060**

**Advisor: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
(Accredited by SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
DECEMBER 2019**

**ABSTRACT**

Calculation of bearing ultimate capacity during design is often different from bearing ultimate capacity obtained from loading tests. In this study, the analysis of bearing ultimate capacity is done in the case of thick silty clay soil with dense sand at North Jakarta. Type of foundation that used in this project is square driven pile dimension 45 cm x 45 cm. Dynamic load test carried out in this study is using Pile Driving Analyzer. The analysis from waves that got from PDA is often inaccurate due to the operator that do not understand the wave mechanic concept so the result of the bearing ultimate capacity analysis can be wrong. The bearing ultimate capacity calculation based on dynamic load test is done manually by Case Method. Based on the analysis, the bearing capacity that obtained from manual calculation with Case Method is 273.843 tons, and the results of the CAPWAP analysis is 288.19 tons. The difference of 14,35 ton is due to the differences in the assumptions of each method of interpretation and the results of the amount of bearing capacity from CAPWAP analysis are highly dependent from the operator that doing the analysis. The advantage from manual calculation using Case Method can be done without using computer program.

Keywords: PDA, Case Method, dynamic load test, bearing capacity, CAPWAP.

## PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Perhitungan Secara Manual Daya Dukung Pondasi Tiang Berdasarkan Data Pengujian Dinamik Menggunakan Konsep Mekanika Gelombang. Skripsi tersebut merupakan salah satu syarat lulus program sarjana di program studi teknik sipil, fakultas teknik, Universitas Katolik Parahyangan.

Penyelesaian skripsi tersebut tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak dalam menyelesaikan masalah-masalah yang ada. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini, yaitu:

1. Orang tua dan saudara-saudara kandung penulis atas doa dan dukungan yang selalu diberikan kepada penulis.
2. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D., selaku dosen pembimbing yang selalu membimbing dan memberikan nasehat kepada penulis selama proses penulisan skripsi.
3. Bapak Stefanus Diaz Alvi, S.T., M.T. selaku Ko-Pembimbing yang selalu membantu memberikan saran dan masukan dalam penulisan skripsi ini.
4. Seluruh dosen dan staff pengajar KBI Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan selaku dosen penguji untuk segala kritik, masukan, dan sarannya.
5. Kevin Martandi S.T., dan seluruh staff PT. Geotechnical Engineering Consultant yang telah membatu dalam memberikan data dan masukan yang sangat bermanfaat kepada penulis,
6. Alfred Siemarga, Martin Supardi, Fanisa, Rocky Mountainhia, Anthony Ong, Ivan dan Stephen Lunardi selaku teman yang telah berjuang bersama penulis dari awal hingga akhir proses penulisan skripsi.
7. Glennardi Pranata, Ariel Matthew, Hadiyanto, Evan Christopher, Antonius Aldy, Wilson Kristanto, Rendy Asali, Davin Alkuin, Sharen Nathania, dan Adrianus Steven selaku rekan yang selalu memberikan saran dan masukan selama proses penulisan skripsi.

8. Seluruh teman-teman mahasiswa teknik sipil angkatan 2016 yang telah memberikan dukungan maupun saran secara langsung maupun tidak langsung dan momen-momen kebersamaan selama masa perkuliahan di sipil Unpar.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu dalam penulisan skripsi tersebut.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kelemahan, kekurangan, dan ketidaksempurnaan. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati bersedia menerima kritik dan saran yang membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca, terima kasih.

Bandung, Desember 2019



Wellyanto Wijaya

2016410060

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>PRAKATA</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1-1
1.1 Latar Belakang .....	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-2
1.3 Tujuan Penelitian .....	1-3
1.4 Lingkup Penelitian .....	1-3
1.5 Metode Penelitian .....	1-4
1.6 Sistematika Penulisan .....	1-4
1.7 Diagram alir .....	1-6
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	2-1
2.1 Pondasi Tiang.....	2-1
2.1.1 Jenis Pondasi Tiang.....	2-2
2.1.3 Penyelidikan Geoteknik dan Kondisi Lapangan .....	2-6
2.1.4 Prosedur Perencanaan Pondasi Tiang .....	2-7
2.2 Daya Dukung Pondasi Tiang .....	2-9
2.2.1. Penentuan Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Pancang Cara statik.....	2-10
2.2.2 Penentuan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Uji SPT.	2-14
2.3 Mekanisme Transfer Beban Pada Pondasi Tiang .....	2-15
2.4 Perambatan Gelombang Tekan Pada Tiang.....	2-18
2.5 Uji Pembebanan Aksial Tekan Statik Pada Pondasi Tiang .....	2-19
2.5.1 Metode dan Mekanisme Pembebanan Aksial Tekan Statik .....	2-20



2.5.2	Persyaratan Pengujian Beban Statik Aksial Tekan Di Indonesia ....	2-22
2.6	Uji Pembebanan Dinamik Pada Pondasi Tiang.....	2-23
2.6.1	Prosedur Uji Pembebanan Dinamik di Indonesia.....	2-24
2.6.2	Persiapan Pengujian Dinamik.....	2-24
2.6.3	Konsep Dasar Mekanika Gelombang.....	2-25
2.6.4	Metode Interpretasi Daya Dukung Pengujian Dinamik .....	2-32
2.6.4.1	Case Method .....	2-33
2.6.4.2	<i>Signal Matching</i> .....	2-33
2.7.1	<i>Wave Propagation</i> .....	2-40
2.7.2	Teori Persamaan Gelombang Smith (1960) .....	2-42
2.7.3	<i>Soil Damping and Quake</i> .....	2-44
<b>BAB 3</b>	<b>METODE ANALISIS .....</b>	<b>3-1</b>
3.1	Penentuan Faktor Redaman Berdasarkan Jenis Tanah.....	3-1
3.2	Pengujian PDA (Pile Driving Analyzer).....	3-2
3.3	Analisis Daya Dukung Pengujian Dinamik Metode Case.....	3-5
3.4	Analisis Daya Dukung Pengujian Statik Aksial Tekan.....	3-6
3.4.1	Metode Mazurkiewicz .....	3-6
3.4.2	Metode Chin .....	3-7
<b>BAB 4</b>	<b>STUDI KASUS UJI PEMBEBANAN DINAMIK.....</b>	<b>4-1</b>
4.1.	Deskripsi Proyek .....	4-1
4.1.1.	Kondisi Geologi.....	4-2
4.1.2.	Kondisi Tanah.....	4-3
4.1.3.	Perencanaan Pondasi .....	4-6
4.2.	Kondisi Lapangan Saat Pemancangan .....	4-8
4.3.	Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Berdasarkan Data SPT .....	4-9
4.3.1.	Daya Dukung Ujung .....	4-10
4.3.2.	Daya Dukung Selimut.....	4-10
4.3.3.	Perhitungan Daya Dukung Ultimit .....	4-12
4.4.	Uji Pembebanan Aksial Tekan Statik.....	4-12
4.4.1.	Metode Pengujian .....	4-12
4.4.2.	Hasil Pengujian Aksial Tekan Statik .....	4-13
4.4.3.	Interpretasi Hasil Pengujian Aksial Tekan Statik.....	4-14

4.4.3.1. Metode Chin .....	4-14
4.4.3.2. Metode Mazurkiewicz .....	4-15
4.5. Uji Pembebanan Aksial Dinamik.....	4-16
4.5.1. Metode Uji.....	4-16
4.5.2. Hasil Pengujian PDA dan Analisis CAPWAP.....	4-17
4.5.3. Perhitungan Manual Daya Dukung Dengan Metode Case.....	4-19
4.6. Interpretasi Hasil .....	4-21
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>5-1</b>
5.1. Kesimpulan .....	5-1
5.2. Saran .....	5-2
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xvii</b>
LAMPIRAN 1 .....	L-1
LAMPIRAN 2 .....	L-2

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

ASTM	= American Society for Testing and Materials
A	= Luas
$A_p$	= Luas penampang tiang
$A_s$	= Luas selimut tiang
BH	= Bore Hole
C	= Cepat rambat gelombang
$C(m,t)$	= kompresi pada pegas-m dan waktu-t
CAPWAP	= CAse Pile Wave Analysis Program
CH	= Lempung plastisitas tinggi
COL	= Cut of
CPT	= Cone Penetration Test
CPTu	= Cone Penetration Test with pore water measurement
$C_u$	= cut-off-level
D	= diameter atau sisi tiang
$D(m,t)$	= deformasi pada segmen-m dan waktu-t
$D'(m,t)$	= deformasi plastik pada segmen-m dan waktu-t
E	= Modulus elastisitas tiang
F	= Gaya
FK	= Faktor keamanan
$f_s$	= tahanan selimut
$f_{save}$	= gesekan selimut rata-rata
$F(m,t)$	= gaya pada pegas-m dan waktu-t
GRL	= Goble Rausche Linkins
GRLWEAP	= GRL Wave Equations Analysis Program
HSPD	= Hydraulic Static Pile Driver
J	= Faktor redaman
$K_0$	= Koefisien tekanan tanah saat at rest
$K(m)$	= konstanta pegas dalam pada segmen-m
$K'(m)$	= konstanta pegas luar pada segmen-m
L	= Panjang tiang
$L_b$	= panjang penetrasi ke dalam lapisan pasir padat

MH	= Lanau dengan plastisitas tinggi
$N_c^*$	= faktor daya dukung ujung
$N_q^*$	= faktor daya dukung ujung
$N_{SPT}$	= Jumlah pukulan
OCR	= Rasio konsolidasi berlebih
PDA	= Pile Driving Analyzer
$q'$	= tegangan vertikal efektif
$q_1$	= Daya dukung batas
$q_{1(L)}$	= nilai $q_1$ pada pasir lepas
$q_{1(D)}$	= nilai $q_1$ pada pasir padat
$q_a$	= Daya dukung ijin
$q_p$	= daya dukung per satuan luas
$q_{ult}$	= Daya dukung ultimit
RMX	= Tahanan statik maksimum
RSP	= Tahanan statik
RTL	= Tahanan Total
$R_s$	= Tahanan statik
$R(m,t)$	= gaya yang dihasilkan pegas luar pada segmen-m dan waktu-t
SF	= Safety Factor
SNI	= Standarisasi Nasional Indonesia
SPT	= Standard Penetration Test
t	= waktu
UDS	= Undisturbed sample
UU	= Unconsolidated Undrained
V	= Kecepatan partikel
$V(m,t)$	= kecepatan segmen-m pada waktu-t
$W(m)$	= berat segmen-m
$\phi$	= sudut geser dalam
$\Delta L$	= panjang tiap segmen
$\Delta t$	= interval waktu
$\sigma'_v$	= tegangan vertikal efektif
$\rho$	= massa jenis tiang

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram alir penelitian .....	1-6
Gambar 2.1 Situasi dimana pondasi tiang diperlukan .....	2-2
Gambar 2.2 In-situ test yang biasa digunakan.....	2-7
Gambar 2.3 Faktor daya dukung ujung $N_c^*$ dan $N_q^*$ .....	2-12
Gambar 2.4 Mekanisme pengalihan beban pada tanah melalui pondasi tiang...2-16	
Gambar 2.5 Kurva hubungan beban-penurunan.....	2-17
Gambar 2.6 Ilustrasi distribusi pemikulan beban pada pondasi tiang di (a) Titik A, (b) Titik B dan (c) Titik D .....	2-17
Gambar 2.7 Analisis persamaan gelombang saat pemancangan oleh Smith.....	2-19
Gambar 2.8 Diagram pembebanan statik aksial tekan .....	2-21
Gambar 2.11 a) akselerometer , strain gauge, dan Wifi transmitter b) strain gauge dan akselerometer yang digabung .....	2-23
Gambar 2.12 Alat pengolahan data Pile Driving Analyzer .....	2-24
Gambar 2.11 Respon tiang ujung bebas saat diberi beban berupa pukulan. ....	2-26
Gambar 2.12 Gaya dan kecepatan (EA/C) terhadap waktu pada tiang ujung bebas ...	2-26
Gambar 2.13 Respon tiang ujung terjepit saat diberi beban berupa pukulan .....	2-27
Gambar 2.14 Gaya dan kecepatan (EA/C) terhadap waktu pada tiang terikat ...	2-28
Gambar 2.15 Efek perubahan penampang terhadap gelombang. ....	2-29
Gambar 2.16 Efek tahanan tanah di sepanjang tiang terhadap gaya dan kecepatan ...	2-30
Gambar 2.17 Gelombang yang tercatat dari variasi tahanan tanah .....	2-32
Gambar 2.18 Skema signal matching Program CAPWAP .....	2-34
Gambar 2.19 Faktor yang paling berpengaruh pada analisis signal matching ...	2-36
Gambar 2.20 Contoh proses iterasi signal matching .....	2-37
Gambar 2.21 Contoh output grafik signal matching. ....	2-38
Gambar 2.22 Contoh tabel output signal matching “ CAPWAP Summary Results”..	2-39
Gambar 2.23 Wave propagation pada tiang .....	2-41
Gambar 2.24 Wave propagation pada tiang ujung bebas dan terjepit.....	2-42
Gambar 2.25 Pemodelan hammer, tipikal tiang, dan idealisasi sistem tiang ....	2-43
Gambar 2.26 Pemodelan tahanan tanah .....	2-43

Gambar 2. 27 Mekanisme damping pada tanah saat pemukulan .....	2-46
Gambar 2.28 Korelasi nilai faktor damping terhadap liquidity index dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) .....	2-46
Gambar 3.1 Grafik klasifikasi tanah berdasarkan data sondir .....	3-1
Gambar 3.2 Pemasangan instrumen pada tiang .....	3-4
Gambar 3.3 Pemukulan tiang dengan Hammer .....	3-4
Gambar 3.4 Interpretasi daya dukung ultimit dengan metode Mazurkiewicz .....	3-7
Gambar 3.5 Interpretasi daya dukung ultimit tiang dengan metode Chin .....	3-8
Gambar 4.1. Lokasi Area Proyek dan Sekitarnya .....	4-1
Gambar 4.2. Layout Denah Rencana Gedung.....	4-1
Gambar 4.3. Tampak Samping Rencana Gedung .....	4-2
Gambar 4.4. Peta Geologi Lokasi Tinjauan Proyek (Peta Geologi) .....	4-3
Gambar 4.5. Lokasi Penyelidikan Tanah .....	4-3
Gambar 4.6. Potongan A-A.....	4-4
Gambar 4.7. Potongan B-B .....	4-4
Gambar 4.8. Hasil Uji Kadar Air, Angka Pori, dan Batas-Batas Atterberg.....	4-5
Gambar 4.9. Penentuan Jenis Tanah Berdasarkan plasticity chart .....	4-6
Gambar 4.10. Resume Kedudukan Tiang .....	4-6
Gambar 4.11. Daya Dukung Aksial Ijin Tiang Pancang Kotak 45 cm x 45 cm untuk Area Tanpa Basement .....	4-8
Gambar 4.12. Komposit Denah Bore Hole Dan Denah Indikator Pile Tower.....	4-9
Gambar 4.13. Metode Pemebebanan Aksial Tekan .....	4-13
Gambar 4.14. Hasil Pengujian Aksial Tekan Statik.....	4-13
Gambar 4.15. Grafik penurunan/beban terhadap penurunan .....	4-14
Gambar 4.16. Grafik interpretasi penurunan terhadap beban dengan metode Chin .....	4-15
Gambar 4.17. Grafik interpretasi penurunan terhadap beban dengan metode Mazurkiewicz.....	4-15
Gambar 4.18. Gelombang force & velocity terhadap waktu (hasil uji PDA)....	4-17
Gambar 4.19. Gelombang wave up & wave down terhadap waktu (hasil uji PDA) .....	4-17
Gambar 4.20. Grafik signal matching hasil analisis CAPWAP.....	4-18

Gambar 4.21. Digitasi hasil PDA untuk Case Method.....4-19

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelebihan dan kekurangan pondasi tiang pancang .....	2-3
Tabel 2.2 Kelebihan dan kekurangan pondasi tiang bor .....	2-4
Tabel 2.3 Korelasi nilai $\phi'$ dan $\beta$ terhadap jenis tanah .....	2-14
Tabel 2.4 Nilai gesekan selimut dan tahanan ujung untuk desain pondasi tiang pancang (Schmertmann, 1967).....	2-15
Tabel 2.5 Faktor quake (GRLWEAP manual, 2000).....	2-45
Tabel 2.6 Faktor Damping (GRLWEAP manual, 2000).....	2-45
Tabel 3.1 Korelasi faktor redaman terhadap jenis tanah (FHWA 2016) .....	3-2
Tabel 4.1. Daya Dukung Aksial Ijin Tiang Pancang 45 cm x 45 cm.....	4-8
Tabel 4.2 Perhitungan daya dukung selimut metode Schmertmann .....	4-11
Tabel 4.3. Daya Dukung Aksial Ijin Tiang Pancang 45 cm x 45 cm.....	4-16
Tabel 4.4. CAPWAP <i>summary result</i> .....	4-18
Tabel 4.5. Rekapitulasi daya dukung .....	4-22



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Komposit Denah Bore Hole Dan Denah Indikator Pile Podium ..	L1-2
Lampiran 2. Komposit Denah Bore Hole Dan Denah Indikator Pile Tower ....	L1-3
Lampiran 3. Data SPT BH-06 .....	L2-2
Lampiran 4. Data SPT BH-06 .....	L2-3
Lampiran 5. Data SPT BH-06 .....	L2-4

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Saat ini, pembangunan infrastruktur di Indonesia terjadi dengan pesat mengingat infrastruktur merupakan salah satu faktor penting dalam perkembangan ekonomi suatu bangsa (Kominfo, 2017). Dalam suatu pembangunan, salah satu hal yang sangat penting adalah penentuan jenis dan dimensi pondasi. Pondasi merupakan salah satu bagian penting dari sistem konstruksi bangunan yang terletak pada bagian bawah bangunan dan berhubungan langsung dengan tanah. Pondasi berfungsi untuk memikul bangunan di atasnya dengan cara meneruskan beban struktur atas bangunan ke lapisan tanah dibawahnya.

Konstruksi pondasi pada bangunan terdiri dari dua jenis yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Penggunaan pondasi tiang umumnya digunakan pada bangunan bertingkat. Pondasi tiang merupakan jenis pondasi dalam yang terdiri dari pondasi tiang pancang dan pondasi tiang bor. Pemilihan jenis pondasi yang akan digunakan bergantung berdasarkan kondisi pelapisan tanah, daya dukung tanah (aksial dan lateral), ketersediaan peralatan, pertimbangan lingkungan sekitar, dan biaya konstruksi.

Dalam perencanaan pondasi terdapat beberapa faktor yang penting untuk diperhatikan, seperti daya dukung dan penurunan. Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk menahan beban struktur diatasnya tanpa menyebabkan kegagalan geser dan tanpa mengakibatkan penurunan di luar batas toleransi (Bowles, 1997). Daya dukung pada pondasi tiang diperoleh melalui gesekan selimut tiang dengan tanah dan tahanan ujung tiang. Setelah pondasi tiang selesai di konstruksi, diperlukan uji pembebanan tiang untuk mengetahui perilaku tiang akibat beban. Hal ini sangat penting dikarenakan tidak semua hasil uji pembebanan di lapangan sesuai dengan hasil perhitungan dengan metode empirik yang tersedia. Faktor-faktor di lapangan yang dapat mempengaruhi nilai daya dukung pondasi adalah metode konstruksi dan perbedaan kondisi tanah secara geologi terhadap asumsi pada metode empirik yang tersedia.

Uji pembebanan aksial tekan dapat berupa yaitu uji pembebanan tekan aksial statik dan dinamik. Berdasarkan SNI 8460:2017 jumlah tiang yang diuji pembebanan dinamik pada suatu gedung sebanyak 4x dari 40% dari yang disyaratkan dan 60% harus diuji pembebanan statik. Uji pembebanan dinamik yang umum dilakukan di Indonesia menggunakan *Pile Driving Analyzer (PDA) Test*. Uji PDA menggunakan teori perambatan gelombang untuk memprediksi besarnya daya dukung ultimit pondasi. Terdapat dua metode yang dapat digunakan dalam menginterpretasi data gelombang dari PDA menjadi daya dukung, yaitu perhitungan daya dukung dengan metode Case dan dengan *signal matching* (CAPWAP). Perhitungan daya dukung pondasi sangatlah penting dalam suatu konstruksi bangunan baik sebelum dan sesudah konstruksi. Dalam skripsi ini, penulis akan membahas mengenai perhitungan manual daya dukung pondasi tiang berdasarkan data PDA dan konsep mekanika gelombang.

## **1.2 Inti Permasalahan**

SNI 8460:2017 mengenai Persyaratan Perancangan Geoteknik mengatur perihal uji pembebanan tiang dinamik. Salah satu jenis uji pembebanan dinamik yang umum dilakukan di Indonesia adalah uji PDA. Hasil yang diperoleh dari uji PDA berupa gelombang gaya atau kecepatan terhadap waktu. Terdapat dua metode yang dapat digunakan untuk melakukan interpretasi daya dukung pondasi tiang berdasarkan gelombang yang diperoleh dari uji PDA. Metode pertama merupakan Metode Case dimana metode ini menghitung daya dukung dengan cara manual dengan menggunakan solusi persamaan tertutup. Metode ini mudah, cepat, dan dapat langsung dilakukan di lapangan, tetapi memerlukan estimasi nilai faktor redaman. Metode kedua merupakan analisis dengan Program CAPWAP (CAse Pile Wave Analysis Program) dimana dilakukan pencocokan (*matching*) bentuk gelombang yang terbaca di lapangan dan gelombang hasil input daya dukung dan faktor redaman. Namun, interpretasi ini memerlukan program komputer dan umumnya dilakukan oleh operator yang tidak memahami konsep mekanika gelombang dan ilmu geoteknik sehingga kerap kali menyebabkan mis-interpretasi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan interpretasi daya dukung secara manual dengan Metode Case yang dapat dihitung dengan cepat dan hasilnya dapat diperoleh langsung di lapangan setelah uji PDA.

Pengujian PDA sendiri dapat dilakukan oleh semua orang dengan pelatihan yang minimum. Hal tersebut dapat mengakibatkan terjadinya salah interpretasi hasil pengujian dikarenakan pengetahuan yang kurang mengenai kemampuan dasar geoteknik dan pemahaman konsep mekanika gelombang. Setiap pukulan pada pengujian PDA akan memberikan angka daya dukung yang dijadikan dasar terhadap evaluasi daya dukung suatu pondasi tiang, tetapi apabila pengujian gagal atau tidak sesuai ketentuan, hasil tersebut tetap akan muncul dan menghasilkan daya dukung yang salah. Oleh karena itu diperlukan pengetahuan tentang interpretasi grafik hasil uji PDA secara manual dan pemahaman konsep mekanika gelombang agar penguji dapat membedakan hasil grafik yang dapat dijadikan patokan evaluasi daya dukung suatu tiang tanpa menggunakan CAPWAP.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Dari latar belakang dan permasalahan yang telah disebutkan diatas, maksud dari penelitian ini adalah :

1. Memahami konsep mekanika gelombang dari hasil uji pembebanan dinamik (PDA).
2. Menganalisis daya dukung menggunakan perhitungan secara manual berdasarkan data uji pembebanan dinamik (PDA) dengan Metode Case.

Tujuan penelitian tersebut adalah mendapatkan nilai daya dukung yang benar berdasarkan data gelombang hasil pengujian PDA.

### **1.4 Lingkup Penelitian**

Lingkup penelitian penulisan skripsi tersebut sebagai berikut :

1. Pengujian pembebanan dinamik yang dilakukan menggunakan uji PDA yang dikembangkan di Case Institute of Technology, Ohio.
2. Data yang digunakan berupa data sekunder yaitu data hasil uji PDA.
3. Analisis daya dukung secara manual berdasarkan data PDA menggunakan Metode Case.

## 1.5 Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian tersebut didapatkan menggunakan metode penelitian antara lain :

1. Studi Literatur

Pembelajaran mengenai teori-teori dan landasan mengenai uji pembebanan dinamik (PDA) dan konsep mekanika gelombang menggunakan beberapa studi literatur sebagai acuan.

2. Pengumpulan Data

Data yang didapatkan merupakan data sekunder, seperti hasil SPT dan pengujian PDA.

3. Analisis Data

Analisis daya dukung berdasarkan data PDA secara manual menggunakan Metode Case dan konsep mekanika gelombang. Analisis daya dukung pembebanan statik sebagai acuan perbandingan metode Case dengan CAPWAP.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini disusun dengan urutan :

### BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir

### BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai teori-teori dan landasan yang berhubungan dengan *Pile Driving Analyzer* (PDA), *Case Method*, *Signal Matching* dan konsep mekanika gelombang yang diambil dari jurnal, buku, dan karya ilmiah yang berkaitan.

### BAB 3 METODE ANALISIS

Bab ini membahas mengenai metode-metode analisis perhitungan daya dukung berdasarkan data PDA.

#### BAB 4 STUDI KASUS UJI PEMBEBANAN DINAMIK

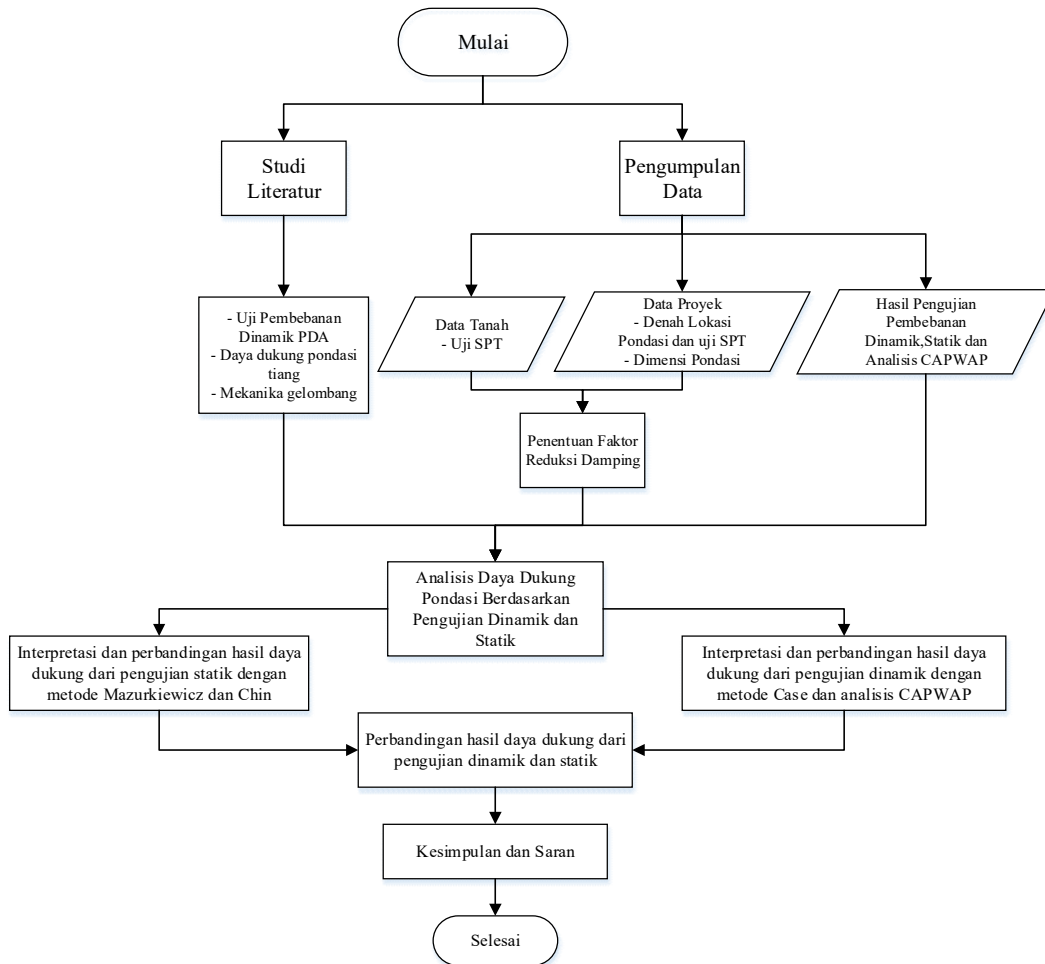
Bab ini berisi analisis perhitungan daya dukung berdasarkan data PDA dan menggunakan konsep mekanika gelombang menggunakan *Case Method* kemudian dilakukan perbandingan dengan hasil perhitungan daya dukung menggunakan CAPWAP. Analisis uji pembebanan statik sebagai acuan perbandingan metode Case dan CAPWAP.

#### BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran mengenai penulisan skripsi tersebut.

## 1.7 Diagram alir

Skripsi ini dikerjakan dengan beberapa tahap seperti terlihat pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 Diagram alir penelitian