

SKRIPSI

**DISTRIBUSI PEMIKULAN BEBAN PADA SISTEM
PILE RAFT STUDI KASUS: PAKUWON INDAH
SURABAYA**



**RASZI HANITRA P.
NPM: 2014410168**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2018)
BANDUNG
2019**

SKRIPSI

**DISTRIBUSI PEMIKULAN BEBAN PADA SISTEM
PILE RAFT STUDI KASUS: PAKUWON INDAH
SURABAYA**



**RASZI HANITRA P.
NPM: 2014410168**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2018)
BANDUNG
2019**

SKRIPSI

**DISTRIBUSI PEMIKULAN BEBAN PADA SISTEM
PILE RAFT STUDI KASUS: PAKUWON INDAH
SURABAYA**



**RASZI HANITRA P.
NPM: 2014410168**

**BANDUNG, 6 JULI 2019
PEMBIMBING :**

Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2018)
BANDUNG
2019**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Raszi Hanitra Prakasa

NPM : 2014410168

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: Distribusi Pemikulan Beban Pada Sistem Pile-Raft 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, 25 Juni 2019



Raszi Hanitra Prakasa

2014410168

**DISTRIBUSI PEMIKULAN BEBAN PADA SISTEM PILE
RAFT STUDI KASUS: PAKUWON INDAH SURABAYA**

**Raszi Hanitra Prakasa
NPM: 2014410168**

Advisor: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2018)
BANDUNG
2019**

ABSTRAK

Sistem pondasi tiang rakit atau *pile-raft* adalah gabungan dari pondasi tiang yang merupakan pondasi dalam dengan pondasi rakit yang merupakan pondasi dangkal. Pondasi tiang rakit atau *pile-raft* merupakan suatu sistem pondasi yang terdiri dari tiga elemen pendukung, yaitu tiang, rakit dan tanah. Sistem pondasi tiang rakit atau *pile-raft* dapat digunakan untuk efisiensi biaya. Pada Skripsi ini penulis akan melakukan analisis mengenai distribusi pemikulan beban di Apartemen Pakuwon Indah Surabaya

Kata kunci: *pile-raft*, beban, distribusi,

**LOADING DISTRIBUTION IN PILE RAFT SYSTEM CASE
STUDY: PAKUWON INDAH SURABAYA**

**Raszi Hanitra Prakasa
NPM: 845104999**

Advisor: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING - DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2018)
BANDUNG
2019**

ABSTRACT

The pile-raft pile foundation system is a combination of pile foundations which are deep foundations with raft foundations which are shallow foundations. The pillar raft or pile-raft foundation is a foundation system that consists of three supporting elements, namely pole, raft and soil. Pile raft or pile-raft foundation systems can be used for cost efficiency. In this thesis the author will conduct an analysis of the distribution of load bearing at the Pakuwon Indah Surabaya Apartment

Keywords: pile-raft, load, distribution

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya karya tulis ilmiah berjudul ” DISTRIBUSI PEMIKULAN BEBAN PADA SISTEM PILE-RAFT STUDI KASUS : PAKUWON INDAH SURABAYA “ dapat terselesaikan. Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan program Strata-1 Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam proses penyusunan skripsi ini penulis merasa bersyukur dengan adanya bimbingan, saran, kritik, dan dorongan semangat dari banyak pihak sehingga akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan. Untuk itu penulis sangat berterima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah rela memberikan waktu, tenaga, dan ilmu pengetahuan beliau kepada penulis tanpa lelah dan terus memberikan motivasi dan semangat selama membimbing penulis.
2. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., Bapak Aswin Lim, Ph.D., Ibu Dr. Rinda Karlinasari, Ir., MT., Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., MT., dan Ibu Siska Rustiani, Ir., MT., selaku dosen dalam KBI Geoteknik yang telah memberikan saran dan kritik kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan lebih baik
3. Orang Tua yang selalu memberikan dukungan, kasih sayang, serta doa yang selalu diberikan kepada penulis.
4. Ericka Maridsha, Carlina Prasetya, dan teman-teman bimbingan yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi.
5. Teman-teman X-Mayne yang menemani perjalanan penulis hingga penelitian ini dapat diselesaikan.
6. Teman-teman EKSMUD 2019 menemani perjalanan penulis hingga penelitian ini dapat diselesaikan .
7. Sahabat-sahabat seperjuangan Teknik Sipil UNPAR Angkatan 2014 yang selalu menemani penulis saat suka maupun duka dalam menjalani kehidupan mahasiswa yang berat ini.

8. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil UNPAR yang selalu menghibur penulis di waktu luang.

Dengan selesainya penyusunan skripsi ini, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua orang yang membacanya.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritik untuk kebaikan di masa yang akan datang.

Bandung, Juni 2019



Raszi Hanitra P.

2014410168

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Tujuan Penelitian	1-2
1.4 Lingkup Bahasan	1-3
1.5 Metode Penelitian	1-3
1.6 Sistematika Penulisan	1-3
1.7 Diagram Alir Penelitian	1-4
BAB 2 STUDI PUSTAKA	2-1
2.1 Definisi Pondasi Rakit	2-1
2.1.1 Jenis Pondasi Rakit	2-1
2.1.2 Perencanaan Pondasi Rakit	2-3
2.2 Pondasi Tiang Bor	2-5
2.2.1 Pelaksanaan Pondasi Tiang Bor	2-7
2.3 Tanah Ekspansif	2-9
2.4 Uji Penetrasi Standar (SPT)	2-10
2.4.1 Alat dan Prosedur Uji SPT	2-11
2.5 Berat Isi (γ)	2-13
2.6 Perkiraan Parameter Tanah dari SPT	2-14
2.6.1 Nilai Kohesi Tanah	2-15
2.6.2 Sudut Geser Dalam (ϕ)	2-15
2.7 Modulus Elastisitas Tanah (E)	2-16
2.8 Poisson Ratio (ν)	2-17
2.9 Koefisien Permeabilitas Tanah (k_x dan k_y)	2-18
BAB 3 METODE PENELITIAN	3-1

3.1	Program Plaxis.....	3-1
3.2	Input Data PLAXIS	3-1
3.2.1	Pemodelan Geometri PLAXIS 2D.....	3-3
3.2.2	Penentuan Parameter Elemen	3-4
3.2.3	Initial Condition	3-6
3.3	Calculation Program	3-6
3.4	Output Data.....	3-7
BAB 4	ANALISIS DATA.....	4-1
4.1	Deskripsi Proyek.....	4-1
4.2	Penentuan Parameter Tanah	4-2
4.2.1	Penentuan Lapisan Tanah	4-2
4.2.2	Penentuan Parameter Tanah.....	4-4
4.3	Pemodelan Struktur	4-9
4.3.1	Pemodelan Pondasi Rakit	4-10
4.3.2	Penentuan Pembebanan	4-10
4.4	Analisis dengan Menggunakan Program PLAXIS 2D	4-11
4.4.1	Tahap Pemodelan Awal Pada PLAXIS 2D	4-11
4.4.2	Tahap Perhitungan Pada Program PLAXIS.....	4-15
4.4.3	Hasil Analisis Pemikulan Beban.....	4-20
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	5-1
5.1	Kesimpulan	5-1
5.2	Saran	5-1
	DAFTAR PUSTAKA.....	xv
	LAMPIRAN 1	1
	PARAMETER TANAH.....	1
	LAMPIRAN 2	1
	EMBEBANAN.....	1
	LAMPIRAN 3	1
	TABEL MOMEN DAN GAYA PADA PILE-RAFT.....	1

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Berat Isi Tanah (Das, 2006).....	2-14
Tabel 2.2 Berat Isi Tanah Berdasarkan Kepadatan (ASCE, 1996).....	2-14
Tabel 2.3 Nilai Angka Poisson Undrained dan Angka Poisson Efektif (Mayerhof).....	2-18
Tabel 2.4 Nilai Permeabilitas Tanah (k) Berdasarkan Jenis Tanah (Braja M. DAS, 1995).....	2-19
Tabel 4.1 Nilai Berat Isi Tanah.....	4-5
Tabel 4.2 Nilai Kohesi (Cu) Tanah.....	4-5
Tabel 4.3 Nilai Kohesi Efektif (C') Tanah.....	4-6
Tabel 4.4 Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ).....	4-6
Tabel 4.5 Nilai Modulus Elastisitas Tanah.....	4-7
Tabel 4.6 Nilai Angka Poisson Undrained dan Efektif.....	4-7
Tabel 4.7 Nilai Koefisien Permeabilitas Tanah (k) Berdasarkan Jenis Tanah (Braja M Das, 1995).....	4-8
Tabel 4.8 Rekomendasi nilai R_{inter} (Brinkgreeve dan Shen, 2011).....	4-8
Tabel 4.9 Justifikasi Parameter Tanah.....	4-9
Tabel 4.10 Parameter Pembebanan Tower Benson.....	4-10
Tabel 4.11 Parameter Kekakuan Dan Berat Tiang.....	4-14
Tabel 4.12 Tabel Pembebanan Tiang.....	4-21
Tabel 4.13 Tabel Pembebanan Rakit.....	4-22
Tabel 4.14 Nilai Distribusi Beban.....	4-23

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian	1-5
Gambar 2.1 (a) Pondasi rakit dengan pelat rata, (b) Pondasi rakit dengan pelat rata yang ditebalkan dibawah kolom, (c) Pondasi rakit dengan kombinasi balok dan pelat, (d) Pondasi rakit dengan kaki tiang, (e) Dinding ruangan bawah tanah sebagai bagian dari pondasi rakit (Das, 2007)	2-3
Gambar 2.2 Kurva Perencanaan Pondasi Rakit	2-5
Gambar 2.3 Alat-alat Pelaksanaan Pondasi Tiang Bor	2-7
Gambar 2.4 Pelaksanaan Metode Casing	2-8
Gambar 2.5 Pembuatan tiang bor dengan metode slurry	2-9
Gambar 2.6 Split Spoon Sampler SPT	2-11
Gambar 2.7 Diagram Skematis Jenis-jenis Hammer (Coduto, 1994).....	2-13
Gambar 2.8 Hubungan NSPT dengan Kohesi (Terzaghi & Peck, 1967; Sowers, 1979)	2-15
Gambar 2.9 Hubungan nilai ϕ dan IP (Bjerrum dan Simons, 1960).....	2-16
Gambar 3.1 Jendela <i>Project</i>	3-2
Gambar 3.2 Jendela <i>dimensions</i>	3-3
Gambar 4.1 Site Plan Pembangunan Apartemen Pakuwon Indah	4-1
Gambar 4.2 Uji Bor di Apartemen Pakuwon Indah.....	4-2
Gambar 4.3 Lokasi Proyek Apartemen Pakuwon Indah.....	4-3
Gambar 4.4 Profil Lapisan Tanah	4-3
Gambar 4.5 Plotting γ vs kedalaman.....	4-4
Gambar 4.6 Hubungan NSPT dengan kohesi (Terzaghi & Peck 1967; Sowers, 1979)	4-5
Gambar 4.7 Hubungan nilai ϕ' dan IP (Bjerrum and Simons, 1960).....	4-6
Gambar 4.8 Koordinat Pembebanan Pada Apartemen Pakuwon Indah.....	4-10
Gambar 4.9 Pemodelan Awal Arah Memanjang	4-11
Gambar 4.10 Pemodelan Tanah Pada Program Plaxis.....	4-12
Gambar 4.11 Pemodelan Rakit Pada Program PLAXIS 2D	4-12
Gambar 4.12 Material Raft Beton.....	4-13
Gambar 4.13 Material Raft Beton.....	4-13

Gambar 4.14 Pemodelan Tiang Pada Program PLAXIS 2D.....	4-14
Gambar 4.15 Parameter <i>Plates</i>	4-15
Gambar 4.16 Tahapan Calculation Program PLAXIS 2D	4-16
Gambar 4.17 Aktivasi Tiang dan Raft.....	4-16
Gambar 4.18 Prosedur Reset Displacement to Zero.....	4-17
Gambar 4.19 Tahap Aktivasi Beban	4-18
Gambar 4.20 Aktivasi Beban.....	4-18
Gambar 4.21 Tampilan Output.....	4-19
Gambar 4.22 Hasil Penampilan Output.....	4-20
Gambar 4.23 Diagram Gaya Normal Tiang	4-21
Gambar 4.24 Diagram <i>Shear Stresses</i> Rakit	4-22

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 PARAMETER TANAH.....	L1-1
LAMPIRAN 2 EMBEBANAN	L2-1
LAMPIRAN 3 TABEL MOMEN DAN GAYA PADA PILE-RAFT	L3-1

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Sistem pondasi tiang rakit atau *pile-raft* adalah gabungan dari pondasi tiang yang merupakan pondasi dalam dengan pondasi rakit yang merupakan pondasi dangkal. Pondasi tiang rakit atau *pile-raft* merupakan suatu sistem pondasi yang terdiri dari tiga elemen pendukung, yaitu tiang, rakit dan tanah. Sistem pondasi tiang rakit atau *pile-raft* dapat digunakan untuk efisiensi biaya ketika pada desain pondasi dangkal yang telah dilakukan terdapat penurunan atau perbedaan penurunan yang melebihi toleransi. Dalam menerapkan sistem ini kondisi yang paling menguntungkan adalah ketika suatu pondasi rakit dapat memberika daya dukung yang cukup tetapi penurunan atau perbedaan penurunan yang terjadi masih melampaui batas-batas yang diijinkan. Dalam kondisi tersebut, pondasi tiang dapat digunakan untuk mengurangi penurunan yang terjadi, dengan tujuan utama menambah kekakuan sistem pondasi daripada daya dukung.

Desain sistem pondasi tiang rakit atau *pile-raft*, memiliki beberapa proses yang meliputi tahapan sebagai berikut. Pertama tahap desain awal untuk memastikan daya dukung pondasi rakit memiliki faktor keamanan yang mencukupi terhadap daya dukung ultimit, namun yang terjadi melebihi yang disyaratkan. Mengestimasi jumlah pondasi tiang yang akan dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan desain. Terakhir adalah tahapan desain rinci untuk menentukan jumlah optimum, lokasi dan konfigurasi pondasi tiang, dan menghitung penurunan yang terjadi, momen lentur, dan gaya geser yang terjadi pada pondasi. Dalam proses desain pondasi tiang rakit atau *pile-raft* ada beberapa masalah yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaannya antara lain adalah, kapasitas ultimit untuk beban vertikal, lateral dan momen, maksimum penurunan, perbedaan penurunan, momen geser untuk perencanaan structural dari rakit, dan beban pada tiang dan momen untuk perencanaan struktural tiang.

Dalam desain awal pondasi tiang rakit atau *pile-raft*, perlu dilakukan pertimbangan kehandalan sistem pondasi rakit itu sendiri adanya pondasi tiang,

memperkirakan besarnya daya dukung ultimit, penurunan atau perbedaan penurunan yang mungkin terjadi. Jika penggunaan pondasi rakit sudah dapat memenuhi kebutuhan, namun penurunan masih cukup besar, maka dapat diindikasikan perlu penggunaan pondasi. Ada beberapa metode analisis yang telah dikembangkan untuk menganalisa sistem pondasi tiang rakit. Poulos dkk (1997) telah meresume dan membaginya atas beberapa bagian yaitu:

1. Metode perhitungan sederhana
2. Metode pendekatan computer (seperti pendekatan “*strip on springs*” oleh Poulos, 1991, pendekatan “*plate on springs*” oleh Clancy & Randolph, 1993; Poulos, 1994; Viggiani, 1998; Anagnostopoulos and Georgiadis, 1998)

Alternatif lain dalam metode analisis desain pondasi tiang rakit atau *pile-raft* adalah dengan metode penggunaan computer dengan lebih teliti. Yaitu menggunakan metode elemen hingga atau beda hingga menggunakan computer 2D atau 3D.

1.2 Inti Permasalahan

Dewasa ini, pemakaian sistem pondasi tiang rakit atau *pile-raft* sebagai salah satu alternative sistem pondasi telah mendapatkan perhatian yang cukup besar dari para konsultan dan praktisi di bidang teknik sipil.

Pada umumnya desain pondasi memasukan beban pada tiang, sehingga akan lebih boros. Sejatinya ada sebagian yang terdistribusi ke *raft*, apabila tanah tempat pembangunan adalah tanah yang bagus. Maka pada studi akan diteliti distribusi pemikulan beban pada sistem pondasi tiang rakit atau *pile raft*.

1.3 Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisis terhadap pemikulan beban pada sistem pondasi tiang rakit atau *pile-raft* pada Apartemen Pakuwon Indah untuk mempelajari kinerja sistem pondasi ini, berdasarkan metode elemen hingga (Program PLAXIS).

Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh besarnya distribusi beban pada sistem pondasi tiang rakit atau *pile-raft*, yang terbagi pada tiang dan rakit.

1.4 Lingkup Bahasan

Lingkup penelitian pada skripsi ini adalah menganalisis distribusi pemikulan beban pada sistem pondasi rakit atau pile-raft, yang diuji dengan menggunakan metode elemen hingga (Program PLAXIS)

1.5 Metode Penelitian

Untuk melaksanakan penelitian ini beberapa metode yang dilakukan adalah:

- **Studi Pustaka**

Pada tahapan ini dilakukan studi pustaka, yaitu menyusun dan merumuskan landasan-landasan teori yang berkaitan dengan penelitian ini melalui berbagai sumber. Sumber informasi yang digunakan berasal dari literatur, jurnal, artikel, manual, dan informasi yang berkaitan dari internet.

- **Pengumpulan Data**

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data yang berkaitan dengan penelitian yaitu:

1. Data Tanah (N-SPT)
2. Denah lokasi lapangan (site plan) dan denah pondasi

- **Pengolahan Data dan Analisis**

Analisa data yang dilakukan dengan metode elemen hingga (program PLAXIS) dan interpretasi dari data-data yang sudah didapatkan untuk mengetahui pembebanan pada sistem pile-raft.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari 5 bab yang disusun sebagai berikut:

- 1) **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan penelitian, sistematika penulisan, dan metodologi penelitian yang akan digunakan.

- 2) **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini diuraikan mengenai landasan-landasan teori yang menjadi acuan dalam proses perhitungan dan penulisan skripsi ini.

1-4

3) BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini diuraikan tentang tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian untuk memperoleh hasil penelitian.

4) BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

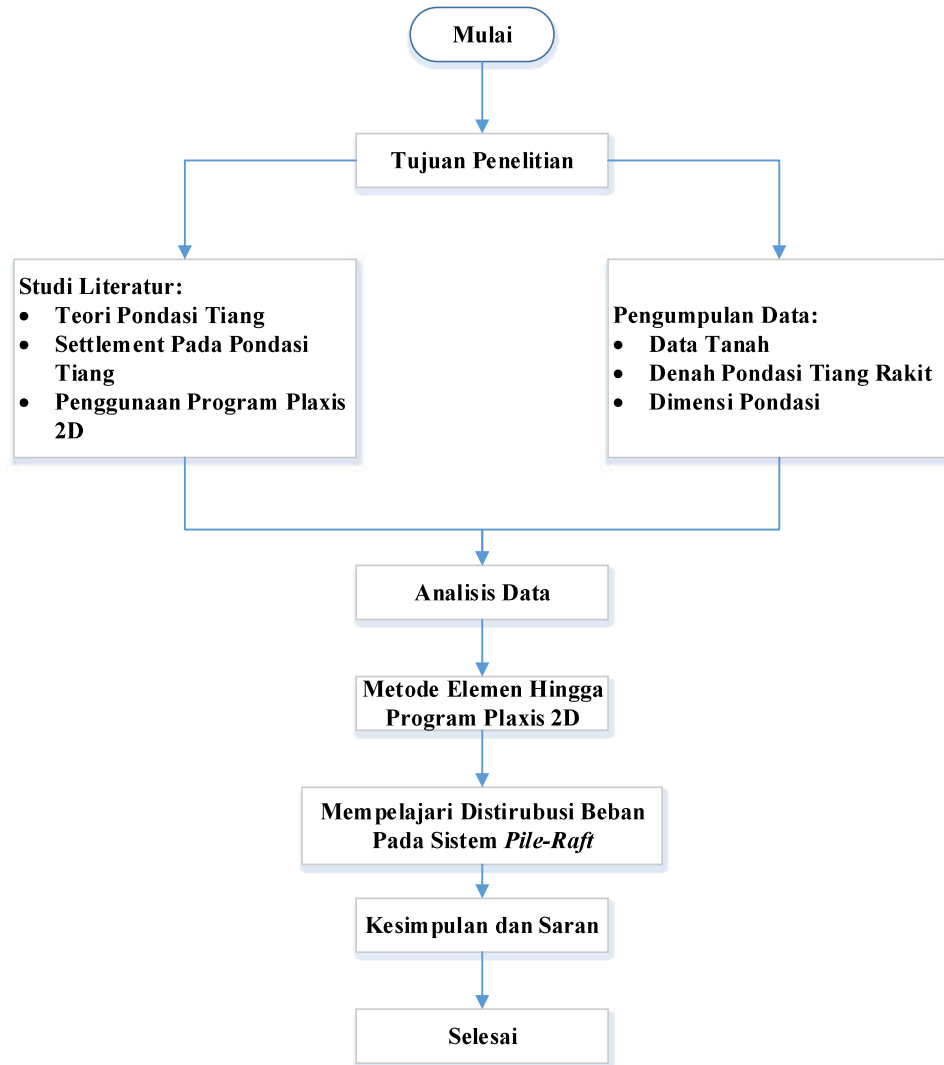
Pada bab ini dideskripsikan mengenai proyek yang digunakan sebagai objek, penentuan dasar parameter yang diperlukan dalam menganalisis metode elemen hingga.

5) BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan hasil akhir penelitian skripsi serta saran berdasarkan kesimpulan yang diperoleh

1.7 Diagram Alir Penelitian

Untuk menunjukkan proses penelitian yang akan dilakukan dalam penyelesaian karya tulis ilmiah ini maka dibuatlah diagram alir penelitian. Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1.1**.



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian

