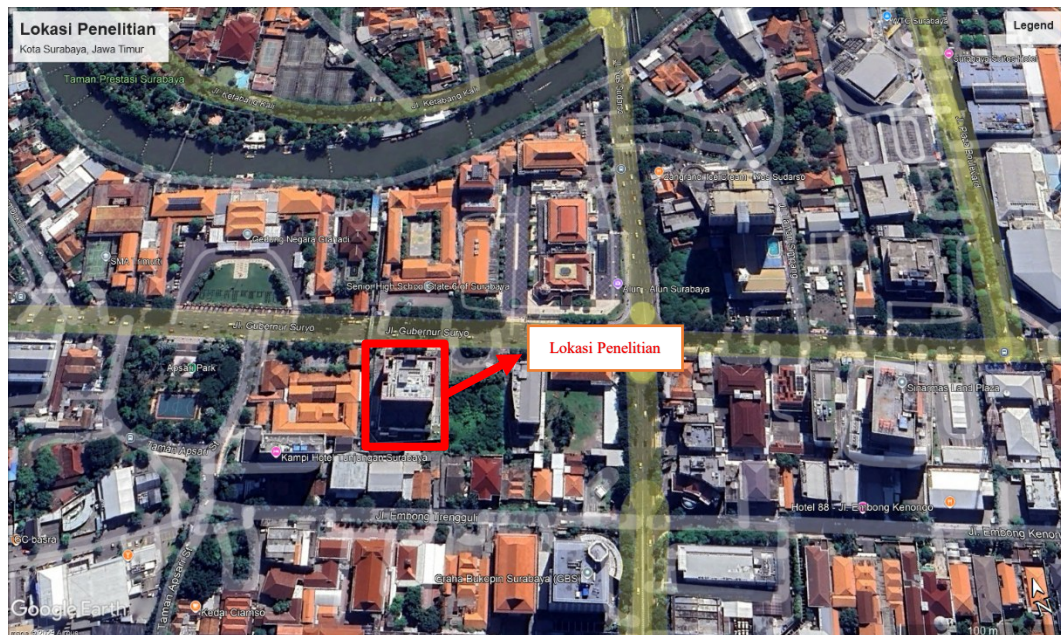


BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Gedung OJK, Jl. Gubernur Suryo, Surabaya, Jawa Timur. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada beberapa pertimbangan antara lain relevansi terhadap objek penelitian dan ketersediaan data yang dibutuhkan terhadap lokasi tersebut. Data yang diperoleh dari lokasi penelitian ini akan dianalisis guna memperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian dan dapat memberikan wawasan serta solusi yang aplikatif terhadap penelitian yang dikaji. Lokasi dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

3.2 Teknik Pengumpulan Data

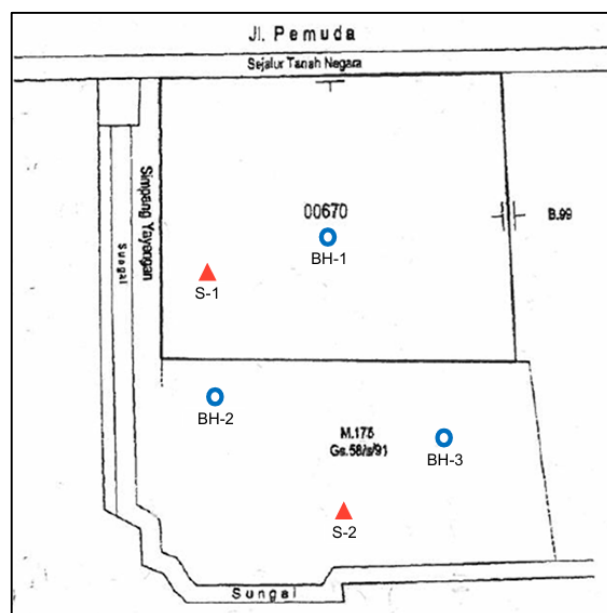
Data yang digunakan pada pelaksanaan penelitian ini berasal dari sumber sekunder yaitu data penyelidikan tanah SPT, data pengujian laboratorium, laporan perhitungan kapasitas daya dukung aksial fondasi dalam, laporan perhitungan penurunan fondasi, serta laporan uji pembebanan aksial statik tekan. Pengumpulan data sekunder berasal dari Proyek Pembangunan Gedung OJK di Surabaya, Jawa Timur, KSO ADHI-HK, PT. Daya Creasi Mitrayasa, PT. ITS Kemitraan. Data-data tersebut antara lain:

3.2.1 Data Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah dilakukan pada 3 titik pengujian lapangan dapat dilihat melalui Gambar 3.1. Pengujian di lapangan terdiri atas 2 pengujian yaitu :

1. Pengujian *Core Drilling*, pada gambar disimbolkan BH (*bore hole*)
2. Pengujian Sondir atau *Cone Penetration Test*, pada gambar disimbolkan S (sondir).

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pengujian *core drilling*. Hasil pengujian dijabarkan dalam bentuk tabel *core drilling* beserta nilai N-SPT. SPT (*Standard Penetration Test*) dilakukan pada interval setiap 2 meter. Pengambilan UDS (*Undisturbed Sample*) BH-01, BH-02, dan BH 03 dilakukan pada interval 3 m. Sedangkan Pengambilan UDS (*Undisturbed Sample*) DB-01 dilakukan pada interval 4 m yang akan digunakan pada uji laboratorium. Pada *core drilling* terdapat keterangan jenis tanah, kepadatan, konsistensi, warna, nilai SPT, dan informasi lainnya. Lokasi penyelidikan tanah dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



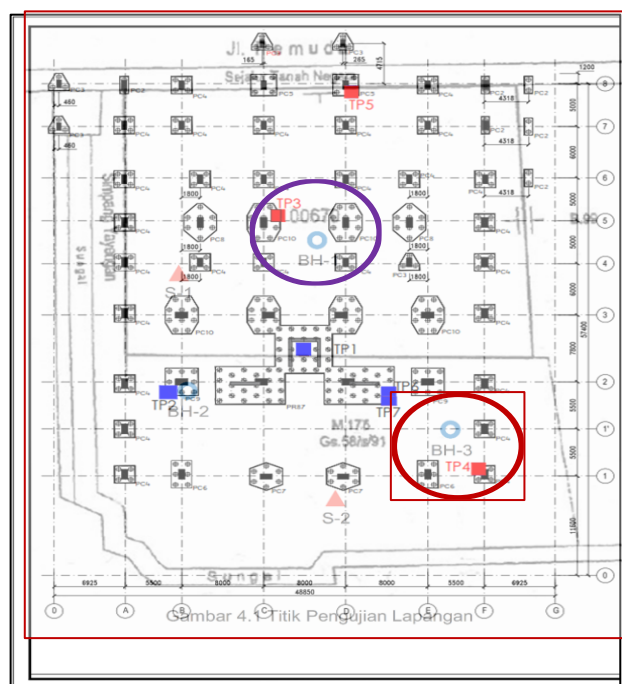
Gambar 3.2 Titik Pengujian Lapangan

Dari Gambar 3.2 terdapat 5 pengujian penyelidikan tanah yang diambil, dengan perincian pada Tabel 3.1 (Data Penelitian, 2018). Data pengujian yang dipakai pada penelitian ini hanya titik uji 1 (BH-1) dan titik uji 3 (BH-3).

Tabel 3.1 Rekapitulasi Kedalaman pada Setiap Pengujian Penyelidikan Lapangan

No.	Titik Pengujian	Kedalaman (m)
1	BH-1	-30 m
2	BH-2	-30 m
3	BH-3	-30 m
4	S-1	-23,40 m
5	S-2	-22,80 m

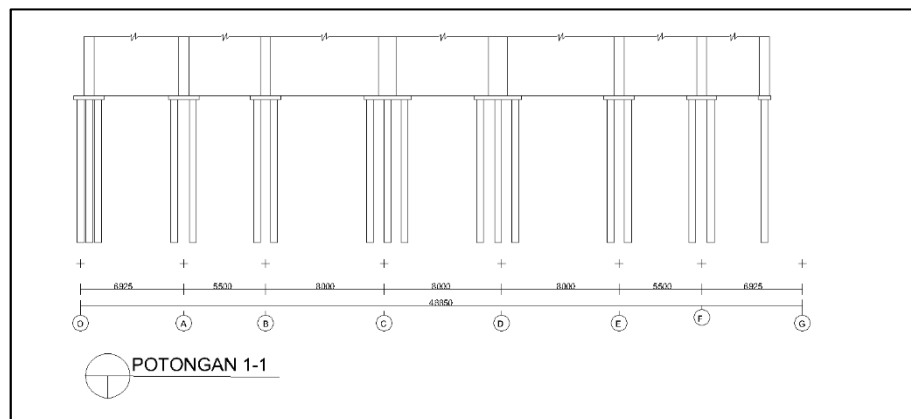
Berdasarkan Tabel 3.1 yang menunjukkan rekapitulasi kedalaman pada setiap titik pengujian dalam kegiatan penyelidikan lapangan. Dari keseluruhan titik uji yang tersedia, titik BH-1 dan BH-3 dipilih sebagai titik referensi utama untuk analisis lanjutan karena lokasi kedua titik tersebut berada paling dekat dengan posisi tiang TP-3 dan TP-5 untuk BH-1, serta TP-4 untuk BH-3. Kedekatan lokasi ini menjadikan BH-1 dan BH-3 sebagai representasi yang paling relevan dalam menggambarkan kondisi tanah di sekitar posisi tiang-tiang tersebut, sehingga hasil uji tanah dari kedua titik ini digunakan sebagai dasar evaluasi geoteknik dan desain pondasi.



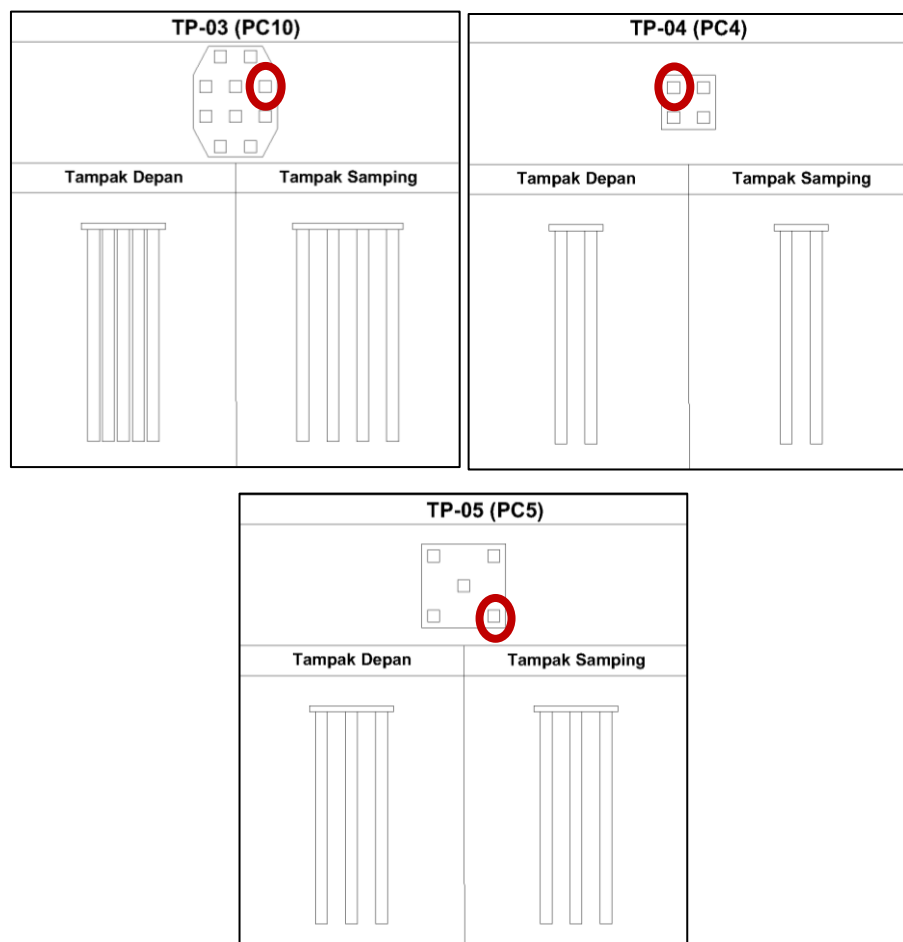
Gambar 3.3 Lokasi Uji Penyelidikan Tanah terhadap Tiang yang Di Uji.

Gambar 3.4 Denah Lokasi Pengujian Tiang

Berdasarkan Gambar 3.4 terdapat 3 titik (TP-03, TP-04, dan TP-05) lokasi uji pembebanan aksial dan Gambar 3.5 merupakan potongan melintang arah horizontal.

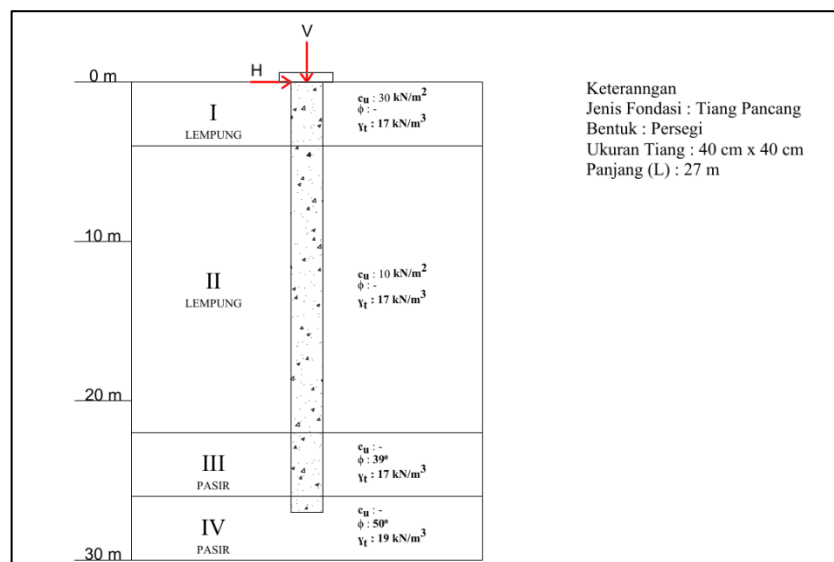


Gambar 3.5 Denah Lokasi Pengujian Tiang

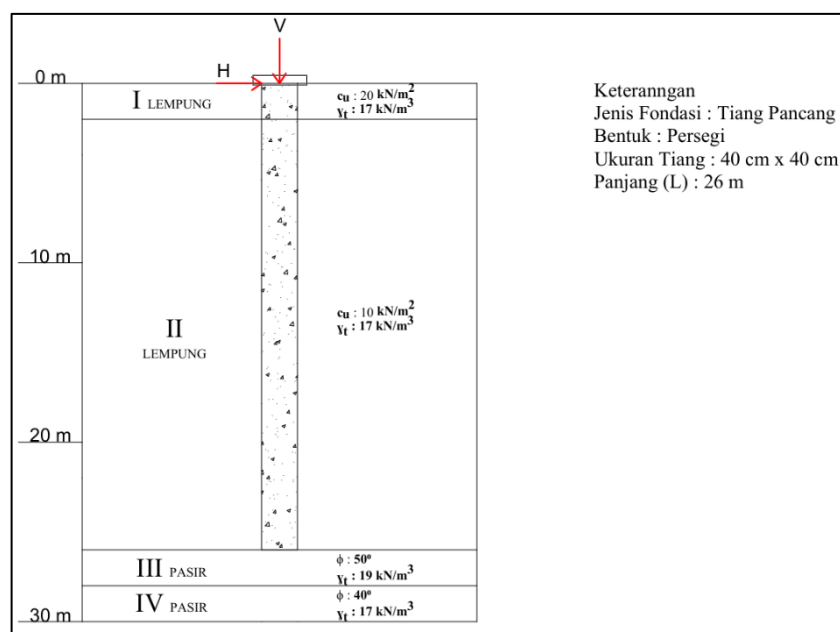


Gambar 3.6 Detail Tiang Pancang terhadap Pile-Cap

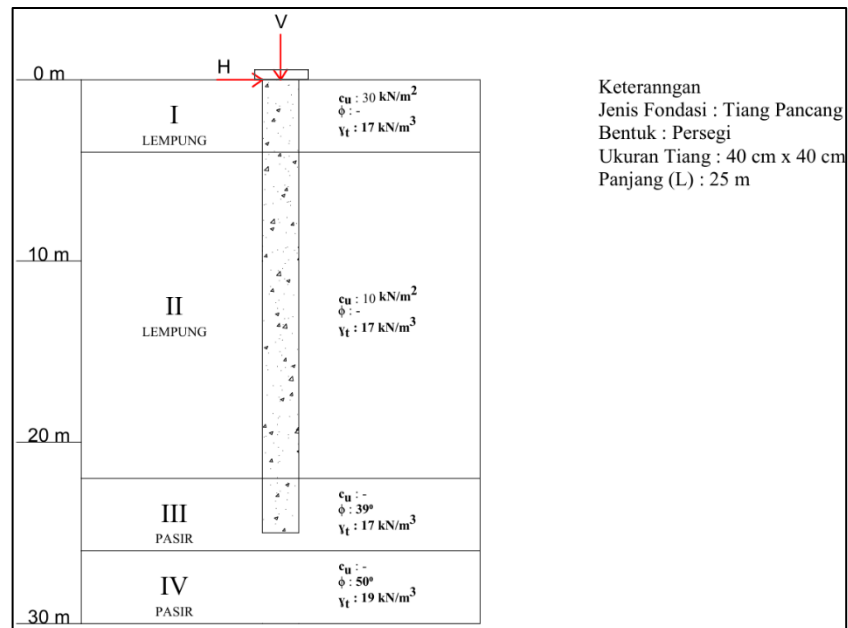
Gambar 3.6 merupakan detail titik uji pembebanan yang ditunjukkan pada Gambar 3.4. Pada TP-03 tiang kelompok 10 tiang, TP-04 tiang kelompok 4 tiang, dan TP-05 tiang kelompok 5 tiang. Berdasarkan gambar merupakan tiang kelompok namun pada pengujian tiang dan analisis yang akan dilakukan menggunakan tiang tunggal. Pada setiap titik uji dapat dilihat pada Gambar 3.7, Gambar 3.8, dan Gambar 3.9 merupakan model geometri yang akan dilakukan pada analisis-analisis berikutnya. Ketiga Gambar tersebut dapat dilihat pada halaman selanjutnya.



Gambar 3.7 Model Geometri TP-03



Gambar 3.8 Model Geometri TP-04



Gambar 3.9 Model Geometri TP-05

Berdasarkan lokasi uji pembebanan aksial pada Gambar 3.3 yang kemudian didetailkan pada Gambar 3.7, Gambar 3.8, dan Gambar 3.9 terdapat hasil yang dari pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Hasil dari Pengujian Tiang

No	ID Tiang	Dimensi (mm)	Panjang Efektif (m)	Beban 100% (ton)	Beban 200% (ton)	Deformasi (mm)	
						100% Beban Rencana	200% Beban Rencana
1	TP-03	400	27	85	170	7,71	18,84
2	TP-04	400	26	85	170	3,85	11,20
3	TP-05	400	25	85	170	4,98	14,08

Dari hasil pengujian tiang pada Tabel 3.2 maka diperoleh hasil uji pembebanan aksial statik tekan dengan 3 metode yaitu metode Davisson, Mazurkiewich, dan Chin yang dapat dilihat pada Tabel 3.3 pada halaman selanjutnya. Dari data tersebut terdapat interpretasi daya dukung yang kemudian didapatkan besaran faktor keamanan pada setiap tiang tunggal.

Tabel 3.3 Rekapitulasi Hasil Interpretasi Uji Pembebanan Statik Aksial Tekan

ID Tiang	Panjang Efektif (m)	Dimensi (mm)	Beban 100% (ton)	Daya Dukung Ultimit (ton)			Daya Dukung Aksial Ultimit (ton)	FK
				Davisson	Mazurkiewich	Chin		
TP-03	27	400	85	185	187	195	185	2,18
TP-04	26	400	85	227	216	205	205	2,41
TP-05	25	400	85	212	204	230	204	2,40

Berdasarkan Tabel 3.3 hasil interpretasi, daya dukung ultimit yang diperoleh dari metode Davisson, Mazurkiewich, dan Chin memberikan nilai daya dukung aksial. Nilai daya dukung aksial ultimit yang digunakan sebagai acuan dalam analisis ditentukan berdasarkan rata-rata atau pendekatan konservatif dari ketiga metode, yang menghasilkan nilai 185 ton untuk TP-03, 205 ton untuk TP-04, dan 204 ton untuk TP-05.

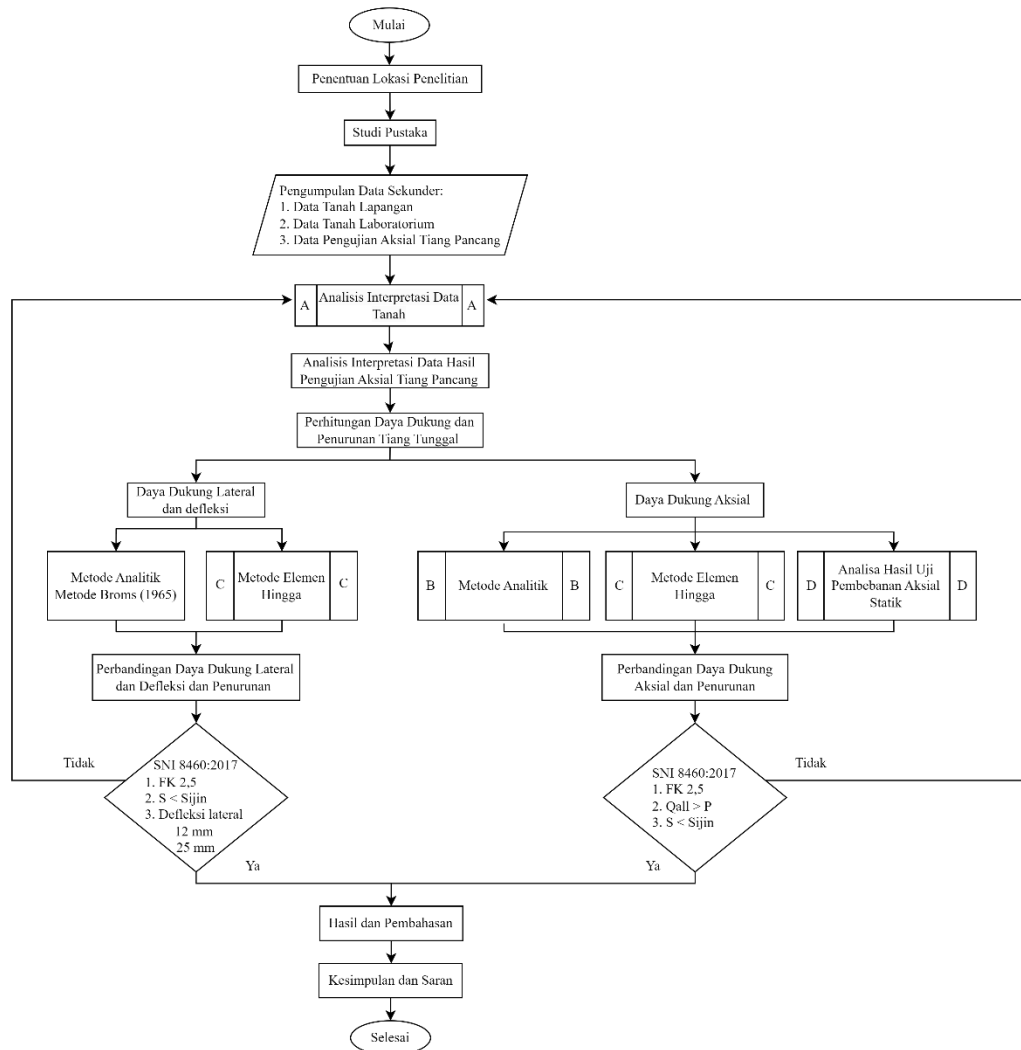
3.3 Alat Penelitian

Alat bantu yang digunakan untuk mendukung proses pengumpulan data dan analisis daya dukung aksial fondasi tiang pancang meliputi:

1. Microsoft Word digunakan untuk menyusun laporan penelitian yang berkaitan dengan penelitian.
2. Microsoft Excel digunakan untuk pengolahan data, perhitungan daya dukung dan penurunan secara analitik, serta pembuatan grafik dan tabel mendukung hasil penelitian
3. Perangkat lunak Autocad bertujuan untuk memodelkan geometri profil lapisan tanah dan fondasi tiang tunggal yang nantinya akan dipakai inputkan pada simulasi perangkat lunak elemen hingga 2D.
4. Perangkat lunak analisis elemen hingga bertujuan untuk memodelkan perilaku fondasi, mengevaluasi daya dukung aksial dan penurunan berdasarkan parameter yang diperoleh dari data lapangan dan analisis teoritis.

3.4 Analisa Penelitian

Analisa penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini disusun untuk menganalisis secara bertahap disajikan pada Gambar 3.10 berikut.

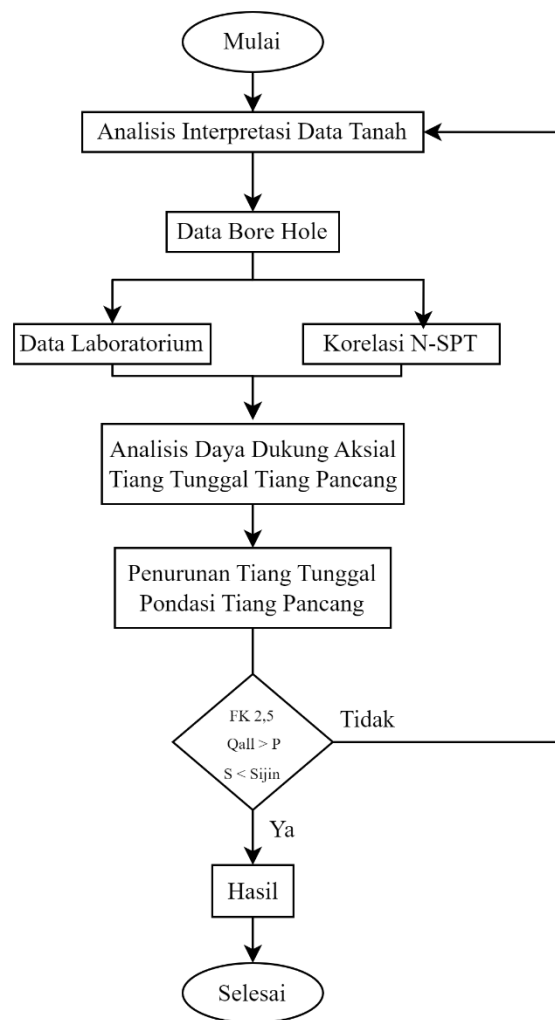


Gambar 3.10 Diagram Alir Analisis Penelitian

Langkah-langkah pengerjaan tugas akhir berdasarkan Gambar 3.9 dapat dijelaskan sebagai berikut:

3.4.1 Analisa Parameter Tanah

Analisa interpretasi data tanah merupakan langkah awal dari penelitian ini guna mendapatkan nilai parameter-parameter yang dibutuhkan. Parameter-parameter tersebut yang nantinya akan digunakan untuk mencari daya dukung tanah dan penurunan yang terjadi. Tahapan analisis mencakup beberapa proses dan dapat dilihat pada Gambar 3.11 berikut.

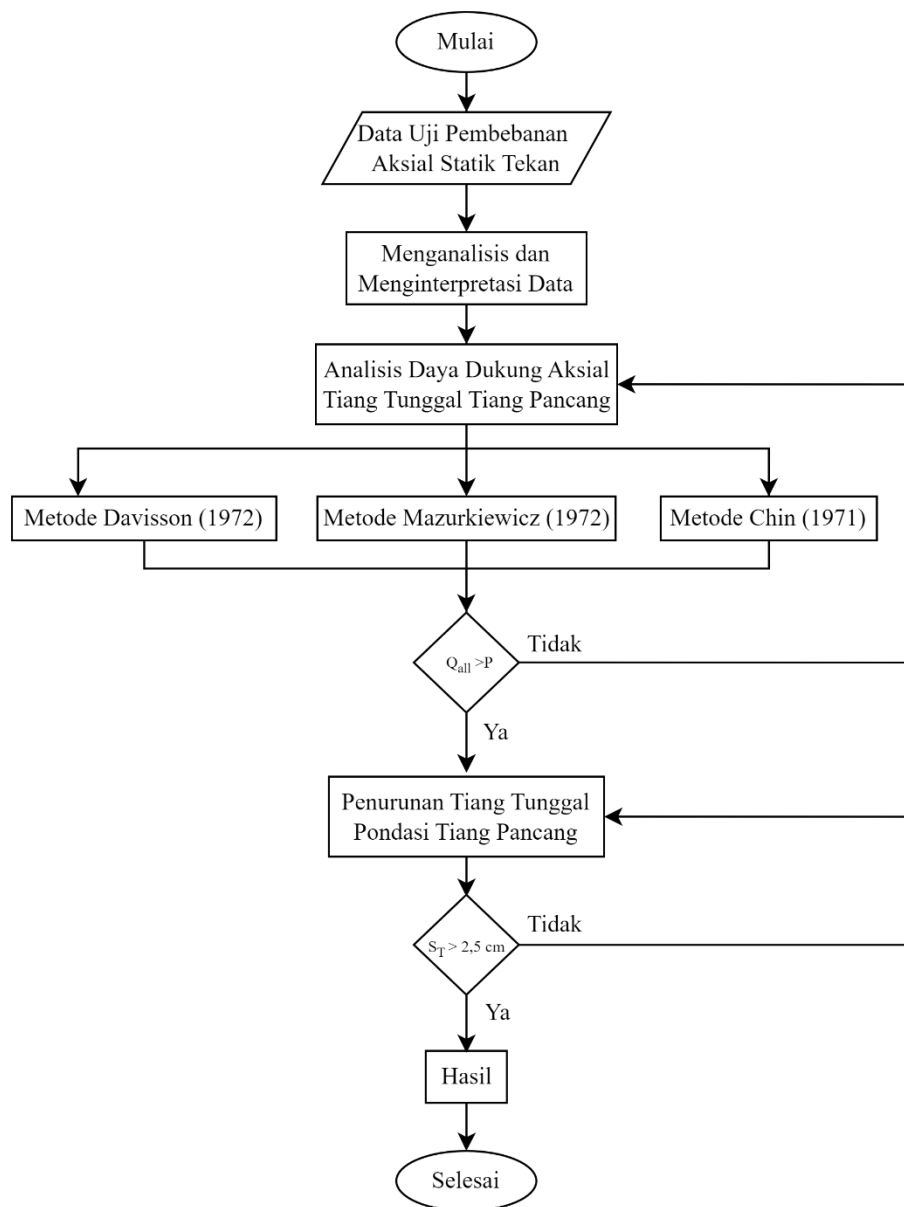


Gambar 3.11 Diagram Alir Proses A (Analisa Parameter Tanah)

Berdasarkan Gambar 3.8 interpretasi data tanah dilakukan pada setiap titik uji penyelidikan tanah yaitu pada BH-2 dan BH-3. Kemudian untuk parameter tanah ditentukan 2 cara yaitu data laboratorium dan korelasi N-SPT. Penentuan syarat-syarat perhitungan berdasarkan teori yang tercantum pada SNI 8460 tahun 2027.

3.4.2 Analisa Data Hasil Pengujian Tiang

Analisis bertujuan membandingkan hasil daya dukung aksial tanah dan penurunan dengan mengevaluasi data hasil uji pembebanan aksial statik. Analisis hasil perhitungan metode analitik dan simulasi menggunakan perangkat lunak metode elemen hingga untuk melihat apakah mendekati atau berbeda dari data. Diagram alir pada analisis ini dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Diagram Alir Proses D (Analisis Hasil Uji Pembebanan Aksial Statik)

Berdasarkan Gambar 3.11 terdapat 3 metode penyelesaian yang digunakan. Metode ini menentukan daya dukung ultimit tiang pada titik di mana kurva beban-penurunan memotong garis batas Davisson pada Gambar 2.13. Metode ini menggunakan pendekatan titik belok pada kurva beban-penurunan pada Gambar 2.14. Daya dukung ditentukan pada perubahan kemiringan grafik pada Gambar 2.15. Metode ini menggunakan hubungan antara penurunan (s) dan beban (Q). Dasar teori yang dipakai dapat dilihat pada penjelasan berikut dan untuk lebih detailnya pada Bab 2.

1. Metode Davisson (1972)

Menurut Prakash & D.Sharma, 2008) penurunan elastik dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{S_e}{Q} = \frac{L}{A_p \times E_p} \quad (3.1)$$

Keterangan:

S_e = penurunan elastis

Q = beban uji yang diberikan

L = panjang tiang

A_p = luas penampang tiang

E_p = modulus elastisitas tiang

X = $0.15 + D/120$ (dalam inchi) dengan D adalah diameter atau sisi tiang dalam satuan inchi.

2. Metode Chin (1971)

Menurut Prakash & D.Sharma, 2008) penurunan elastik dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{s}{Q} = c_1 \times s + c_2 \quad (3.2)$$

Keterangan:

S = penurunan

Q = penambahan beban

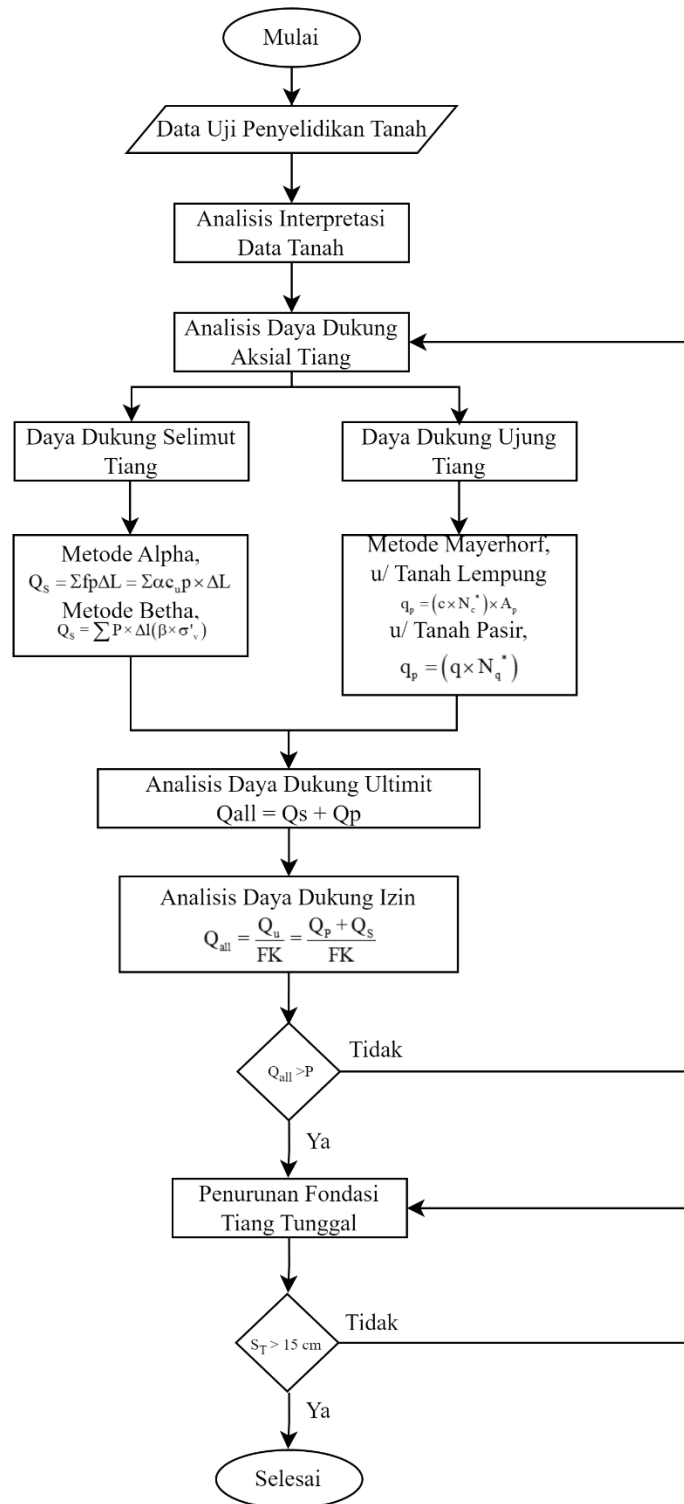
C_1 = kemiringan garis lurus

3. Persyaratan penurunan dapat dilihat pada Badan Standardisasi Nasional. (2017). SNI-8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik. Badan Standardisasi Nasional. pada halaman 188.

3.4.3 Analisa Metode Analitik

Analisis ini bertujuan menyimulasikan fondasi tiang tunggal menggunakan metode analitik. Kemudian mendapatkan nilai daya dukung aksial dan penurunan fondasi tiang pancang alur penelitian ini disusun agar dapat dilakukan untuk

menganalisis secara sistematis dan menghasilkan data yang akurat. Tahapan analisis mencakup beberapa proses dan dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Diagram Alir Proses B (Analisis Daya Dukung Aksial dengan Metode Analitik)

Berdasarkan Gambar 3.12 rumus-rumus yang digunakan berperan penting dalam proses perhitungan daya dukung aksial tiang pancang. Pada tahap analisis daya dukung selimut tiang, digunakan metode alpha dan beta. Hasil dari perhitungan daya dukung selimut (Q_s) dan ujung tiang (Q_p) dijumlahkan untuk memperoleh daya dukung ultimit. Dasar Teori yang digunakan pada rumus perhitungan metode analitik merupakan rumus turunan yang diusulkan oleh terzaghi pada Persamaan 2.15. Dasar teori yang dipakai dapat dilihat pada penjelasan berikut dan untuk lebih detailnya pada Bab 2.

1. Daya Dukung Selimut Tiang Pancang

Persamaan daya dukung selimut untuk lapisan tanah lempung menggunakan metode alpha.

$$Q_s = \sum \alpha c_u p \times \Delta L$$

Keterangan:

A = faktor adhesi

c_u = kohesi tanah

P = keliling tiang pancang

Δl = panjang lapisan tanah

Persamaan daya dukung selimut untuk lapisan tanah pasir menggunakan metode betha.

$$Q_s = \sum P \times \Delta l (\beta \times \sigma'_v)$$

Keterangan:

P = keliling tiang (m)

Δl = panjang segmen tiang (m)

β = koefisien betha = $K \times \tan \delta = ((1 - \sin \delta) \times OCR^{0.5}) \times \tan \delta$ faktor

σ'_v = tegangan vertikal efektif (kPa)

2. Daya Dukung Ujung Tiang Pancang

Persamaan daya dukung ujung untuk lapisan tanah lempung menggunakan metode mayerhorf.

$$q_p = (c \times N_c^*) \times A_p$$

Keterangan:

c = kohesi (kN/m²)

N_c^* = faktor daya dukung tanah (Gambar 2.7)

A_p = luas tiang pancang rencana (m^2)

Persamaan daya dukung ujung untuk lapisan tanah pasir menggunakan metode mayerhof.

$$q_p = (q \times N_q^*) \leq q_l = 0,5 \times p_a \times N_q^* \times \tan \phi = 50 \times N_q^* \times \tan \phi$$

Keterangan:

q_p = unit tahanan ujung (kPa)

q_l = batas unit tahanan ujung (kPa)

N_q^* = faktor daya dukung tanah (Gambar 2.7)

P_a = tekanan atmosfer (100 kPa)

ϕ = sudut geser dalam tanah pada ujung tiang

persamaan daya dukung lateral

Defleksi lateral yang diizinkan berdasarkan SNI 8640:2017 pada fondasi tiang pancang bergantung pada kategori struktur dan risiko seismik. Defleksi lateral yang diizinkan sebesar ≤ 12 mm pada 100% dari beban dan ≤ 25 mm pada 200% dari beban.

$$Q_g = \frac{x_z(z=0)KDL}{\text{Plot grafik sumbu Y}} \quad (3.3)$$

Keterangan:

Q_g = defleksi lateral

x_z = defleksi izin (m)

K = modulus elastisitas horizontal

D = diameter tiang (m)

L = panjang tiang (m)

3. Persyaratan penurunan dapat dilihat pada SNI-8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik pada halaman 188.

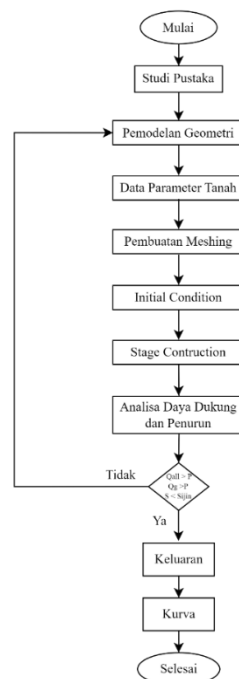
Daya dukung izin fondasi adalah sebesar q_u/SF ; namun mengingat besarnya penurunan yang terjadi S' lebih besar dari penurunan yang diizinkan, S_{all} , maka untuk kondisi ini daya dukung izin fondasi yang betul adalah sebesar $q_{all}(s)$. Dengan

kata lain daya dukung izin ditentukan berdasarkan kriteria penurunan yang diizinkan. Besarnya penurunan total dan beda penurunan yang diizinkan ditentukan berdasarkan toleransi struktur atas dan bangunan sekitar. Penurunan izin $< 15 \text{ cm} + b/600$ (b dalam satuan cm) untuk bangunan tinggi dan bisa dibuktikan struktur atas masih aman.

Faktor keamanan yang direncanakan sebesar 2,5 pada penelitian ini. Namun apabila diperhitungkan berdasarkan faktor nilai ekonomis faktor keamanan (FK) = 1, dimana nilai daya dukung = beban rencana. Dapat diartikan bahwa suatu fondasi dapat menopang beban rencana meskipun dari standard FK mengharuskan nilai faktor keamanan 2,5.

3.4.4 Analisa Metode Elemen Hingga

Analisis ini bertujuan menyimulasikan fondasi tiang tunggal menggunakan metode elemen hingga dengan perangkat lunak Elemen Hingga 2D. Kemudian mendapatkan nilai daya dukung aksial dan penurunan fondasi tiang pancang alur penelitian ini disusun agar dapat dilakukan untuk menganalisis secara sistematis dan menghasilkan data yang akurat. Tahapan analisis mencakup beberapa proses dan dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Diaram Alir Proses C (Pemodelan pada Perangkat Lunak Elemen Hingga 2D)

Penjelasan tahapan analisis dengan simulasi pada perangkat lunak metode elemen hingga pada diagram alir di atas sebagai berikut.

4. Tahapan Masukan

Tahapan dilakukan untuk membuat model geometris dapat dilihat pada dan karakteristik tanah yang akan disimulasikan.

5. Tahapan Kalkulasi

Tahapan ini melanjutkan komponen yang sudah diinputkan setelah I data. Data *entry* meliputi: pengaturan *general option*, pemodelan struktur , *input* parameter tanah, perlakuan *general mesh* dan *update*

6. Tahapan Keluaran

Tahapan dilakukan guna menganalisis perhitungan berdasarkan data yang sudah di masukan dan komponen-komponen selanjutnya.

7. Tahapan Kurva

tahapan ini menggambarkan kurva yang berhubungan antara beban dan atau waktu dengan perpindahan yang terjadi.