

BAB III

METODE PENELITIAN

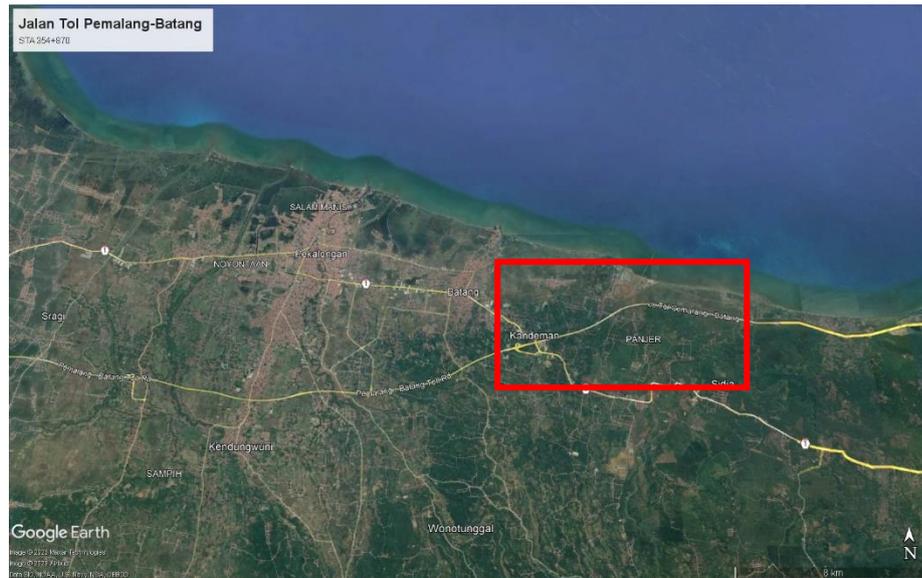
3.1 Desain Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini adalah metode penelitian berupa deskriptif kuantitatif. Jenis penelitian deskriptif ialah sebuah penelitian dimana pada penelitian ini dilakukan untuk memberikan gambaran yang lebih detail mengenai sebuah fenomena atau gejala secara jelas. *Output* dari penelitian ini pada umumnya dapat berupa sebuah tipologi ataupun dapat berupa suatu pola-pola mengenai suatu fenomena yang sedang dibahas pada penelitian ini. Sedangkan metode pendekatan penelitian kuantitatif ialah sebuah metode penelitian yang pada dasarnya berlandaskan pada sebuah filsafat positifisme, dimana hal ini digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu.

Dalam penelitian ini penulis akan meneliti secara mendalam bagaimana efek analisis daya dukung tiang pada perkuatan tanah berupa *rigid inclusion* di jalan tol serta pemilihan material model yang akan digunakan untuk pendekatan perilaku tanah. Setelah itu, penulis akan menganalisis setiap material model tanah dengan pemodelan numeris *plane-strain* dan *axisymmetric* sehingga dapat digunakan pada analisis daya dukung serta penurunan yang akan terjadi. Pemilihan material model tanah, metode perhitungan daya dukung serta jenis pemodelan numeris yang digunakan akan dicari berdasarkan hasil penurunan yang memiliki deviasi atau selisih terkecil dengan hasil instrumentasi lapangan.

3.2 Tempat Penelitian

Dalam penelitian tugas akhir ini penulis menggunakan data sekunder yang didapatkan dari Under Pass Bojong, Jalan Tol Pemalang-Batang STA 354+870.



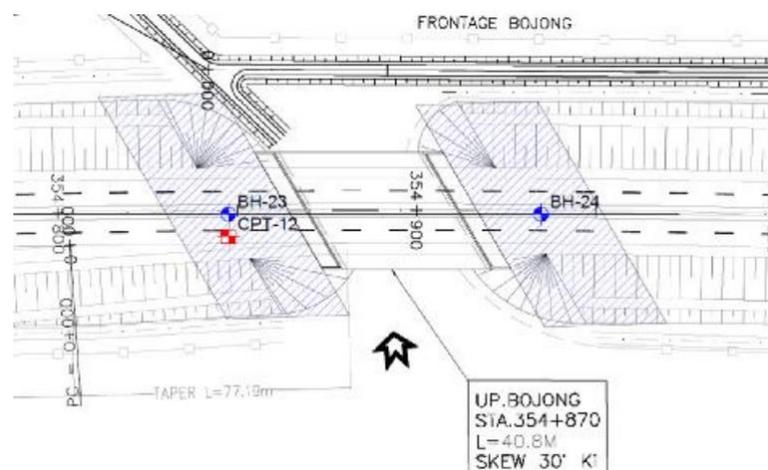
Gambar 3.1. Lokasi Penelitian

Sumber: Google Earth Pro

3.3 Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan pada penelitian ini berupa data sekunder yang dimana beberapa data tersebut diperoleh dari BUT. Menard Geosystem. Data-data yang dimaksudkan diantaranya adalah:

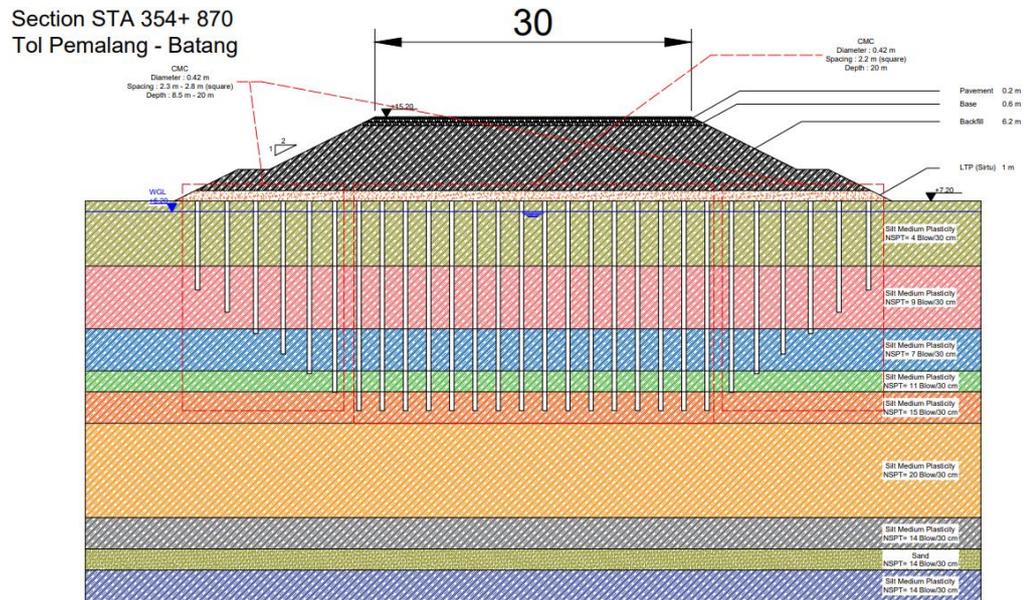
1. *Layout* rencana pada lokasi penelitian



Gambar 3.2. Layout Lokasi Penelitian

Sumber: Dokumen BUT. Menard Geosystem

2. Potongan melintang lokasi penelitian



Gambar 3.3. Potongan Melintang Rencana

Sumber: Dokumen BUT. Menard Geosystem

3. Hasil penyelidikan tanah

Data hasil penyelidikan tanah ini meliputi:

- Data *bor log*

Tabel 3.1. Data Bor Log BH-23

BH-23

Elev. (m)	NSPT (blows/30cm)
7.2 - 5.7	5
5.7 - 4.2	4
4.2 - 2.7	7
2.7 - 1.2	2
1.2 - -0.3	14
-0.3 - -1.8	8
-1.8 - -3.3	9
-3.3 - -4.8	11
-4.8 - -6.3	4
-6.3 - -7.8	7
-7.8 - -9.3	10
-9.3 - -10.8	10
-10.8 - -12.3	11
-12.3 - -13.8	14
-13.8 - -15.3	14
-15.3 - -16.8	21
-16.8 - -18.3	25
-18.3 - -19.8	20
-19.8 - -21.3	25
-21.3 - -22.8	22
-22.8 - -24.3	16
-24.3 - -25.8	14
-25.8 - -27.3	16
-27.3 - -28.8	50
-28.8 - -30.3	12
-30.3 - -31.8	14

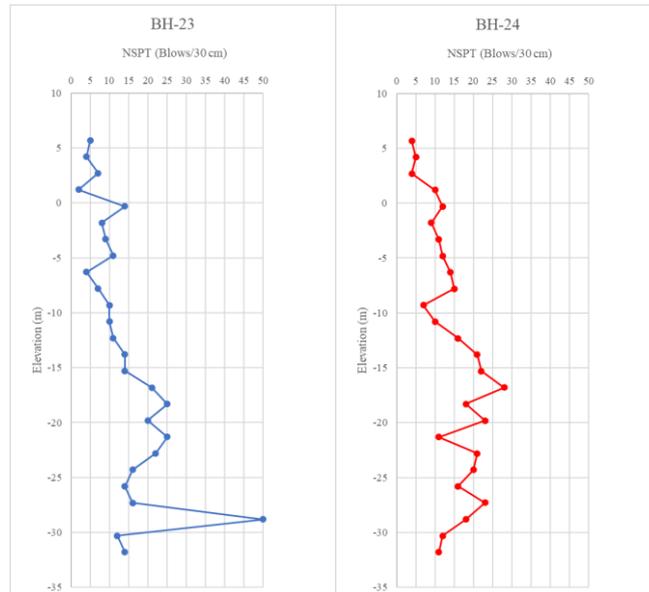
Sumber: Dokumen BUT. Menard Geosystem

Tabel 3.2. Data Bor Log BH-24

BH-24

Elev. (m)	NSPT (blows/30cm)
7.2 - 5.7	4
5.7 - 4.2	5
4.2 - 2.7	4
2.7 - 1.2	10
1.2 - -0.3	12
-0.3 - -1.8	9
-1.8 - -3.3	11
-3.3 - -4.8	12
-4.8 - -6.3	14
-6.3 - -7.8	15
-7.8 - -9.3	7
-9.3 - -10.8	10
-10.8 - -12.3	16
-12.3 - -13.8	21
-13.8 - -15.3	22
-15.3 - -16.8	28
-16.8 - -18.3	18
-18.3 - -19.8	23
-19.8 - -21.3	11
-21.3 - -22.8	21
-22.8 - -24.3	20
-24.3 - -25.8	16
-25.8 - -27.3	23
-27.3 - -28.8	18
-28.8 - -30.3	12
-30.3 - -31.8	11

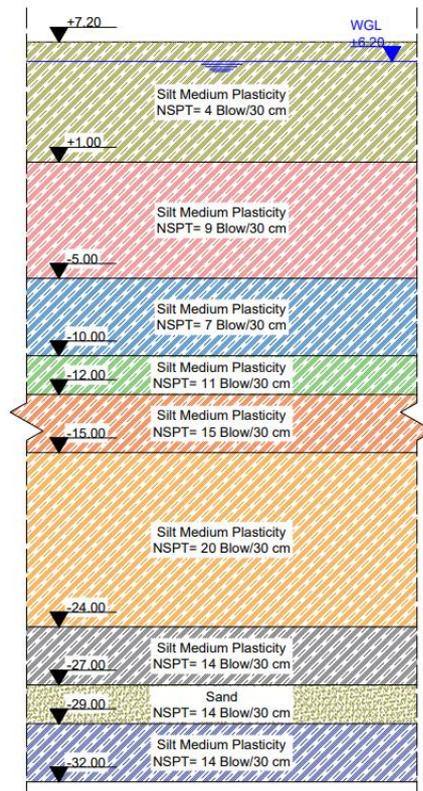
Sumber: Dokumen BUT. Menard Geosystem



Gambar 3.4. Plot Grafik BH-23 dan BH-24

Sumber: Dokumen BUT. Menard Geosystem

- Data pembagian stratifikasi tanah pada lokasi penelitian



Gambar 3.5. Stratifikasi Tanah

- Data parameter tanah yang digunakan pada lokasi penelitian

Tabel 3.3. Parameter Design

Parameter Tanah

No.	Soil Type	NSPT (Blows/30 cm)	γ_n (kN/m ³)	C_u (kN/m ²)	c' (kN/m ²)	ϕ' (°)
1	LTP (Sirtu)		19	-	1	35
2	Silt	4	16	20	5	20
3	Silt	9	17	45	5	20
4	Silt	7	17	35	5	20
5	Silt	11	17	55	7	21
6	Silt	15	17	75	7	21
7	Silt	20	17	100	7	21
8	Silt	14	17	70	7	21
9	Sand	14	17	-	2	30
10	Silt	14	17	70	7	21
11	Backfill					

No.	Soil Type	E_{50} (kN/m ²)	E_{oed} (kN/m ²)	E_{ur} (kN/m ²)	k (m/day)
1	LTP (Sirtu)	35,000	-	-	8.64E-01
2	Silt	3,000	2,400	9,000	8.64E-04
3	Silt	6,750	5,400	20,250	8.64E-04
4	Silt	5,250	4,200	15,750	8.64E-04
5	Silt	8,250	6,600	24,750	8.64E-04
6	Silt	11,250	9,000	33,750	8.64E-04
7	Silt	15,000	12,000	45,000	8.64E-03
8	Silt	10,500	8,400	31,500	8.64E-03
9	Sand	12,600	10,080	37,800	8.64E-02
10	Silt	10,500	8,400	31,500	8.64E-03
11	Backfill				

Sumber: Dokumen BUT. Menard Geosystem

4. Konfigurasi Full Displacement Column

Diameter : 42 cm

Panjang : 8.5 m s/d 20 m

Geosintetik : Geogrid 200/50 F (4 Layer)

LTP : Gravel Sand (Sirtu) tebal 1 m

5. Data pembacaan monitoring instrumentasi lapangan berupa *Plate Loading Test*.
6. Peta Gempa Indonesia

Kemudian instrumen penelitian yang penulis gunakan pada penelitian ini ialah:

1. *Software Plaxis 2D V22*
2. *Tutorial Plaxis 2D V22*
3. *Reference Plaxis 2D V22*
4. *Material Models Plaxis 2D V22*
5. *Scientific Plaxis 2D V22*

3.4 Prosedur Penelitian

1. Studi Literatur

Pada penelitian ini, penulis mengambil literatur yang berasal dari artikel, jurnal, buku, Tugas Akhir, SNI, serta manual yang dikeluarkan oleh *developer software*. Literatur yang digunakan ialah berupa teori-teori mengenai *rigid inclusion*, pondasi dalam, metode daya dukung tiang, penurunan tanah, tipe pemodelan numeris *plane-strain* dan *axisymmetric*, serta material model tanah berupa *Mohr-Coulomb* dan *Hardening Soil*. Studi literatur ini dilakukan dengan tujuan sebagai acuan serta pedoman penulis untuk melakukan penelitian

2. Pengumpulan Data Sekunder

Data yang diperoleh merupakan data pada proyek jalan tol. Data yang didapatkan ialah berupa peta kontur lokasi penelitian, *layout* rencana lokasi penelitian, potongan melintang lokasi penelitian, hasil penyelidikan tanah (data bor log, stratifikasi tanah, parameter tanah), Konfigurasi *Rigid Inclusions*, data pembacaan penurunan yang terjadi di lapangan berupa hasil *plate loading test*, serta peta gempa Indonesia.

Data *layout*, potongan, serta stratifikasi tanah yang diperoleh akan digunakan untuk selanjutnya membuat geometri yang akan dimodelkan. Untuk data bor log serta peta gempa Indonesia akan digunakan untuk menentukan percepatan tanah puncak yang telah teramplifikasi. Data bor log juga selanjutnya akan digunakan

untuk melakukan analisis daya dukung bersamaan dengan data parameter tanah yang ada dan juga konfigurasi *rigid inclusions*. Selanjutnya untuk data pembacaan penurunan tanah pada lokasi penelitian akan digunakan sebagai pembandingan dengan hasil analisis yang akan dilakukan.

3. Penentuan Percepatan Tanah Puncak yang Telah Teramplifikasi

Percepatan tanah puncak yang telah teramplifikasi ini selanjutnya akan digunakan sebagai suatu nilai untuk perhitungan *pseudo-static* pada analisis penurunan yang terjadi nanti. Dalam penentuannya, dibutuhkan beberapa hal diantaranya adalah lokasi proyek yang berguna untuk menentukan percepatan batuan dasar yang terdapat pada peta gempa Indonesia, kelas situs yang dapat ditentukan dari data bor log yang ada.

4. Analisis Daya Dukung

Analisis daya dukung dilakukan untuk mengetahui konfigurasi *rigid inclusion* yang digunakan dapat terbilang mampu memikul beban yang bekerja di atasnya atau tidak. Dalam analisis ini diperlukan data bor log serta parameter tanah yang akan digunakan. Pada analisis daya dukung ini digunakan tiga metode perhitungan, yaitu *Mayerhof*, *Decourt-Quaresma*, dan *Schmertmann*. Tiga metode tersebut dipilih dikarenakan ketiga metode tersebut dapat dilakukan apabila hanya data SPT yang didapatkan dari bor log yang tersedia. Selanjutnya metode yang digunakan diakhirnya akan dibandingkan dengan daya dukung yang diperoleh dari data instrumentasi lapangan

5. Analisis Penurunan Tanah

Software Plaxis 2D v22 dipilih sebagai instrumen. yang dapat membantu penulis untuk menganalisis penurunan tanah yang terjadi. Terdapat beberapa tahapan yang perlu dilakukan untuk menggunakan *software* Plaxis 2D v22 ini. Tahapannya dapat diruntutkan sebagai berikut:

a. *Input*

- *General setting*

Di tahap ini diperlukan untuk menentukan model analisis apa yang akan digunakan. Dikarenakan pada penelitian ini akan menggunakan dua model numeris analisis, maka analisis dilakukan sebanyak dua kali. Analisis pertama dilakukan dengan menggunakan model *plane-strain*, lalu pada

analisis kedua digunakan model *axisymmetric* pada analisisnya. Dimana hal yang membedakannya terletak pada bentuk geometri yang dibuat. Pengaturan jumlah titik nodal, satuan serta ukuran model pun perlu dilakukan pada tahap ini.

- Membuat geometri

Pada tahap ini dibutuhkan sebuah geometri yang diperoleh dari data *layout* rencana, gambar potongan lokasi penelitian, serta data stratifikasi tanah yang ada.

- *Input* parameter tanah, material dan beban

Selanjutnya, diperlukan peng-*input*-an parameter tanah yang akan digunakan. Pada penelitian ini tanah dimodelkan dengan material model *Mohr-Coulomb* dan *Hardening Soil*. Untuk jenis tanah pasir digunakan kondisi drainase yaitu *drained* dan pada tanah kohesif seperti clay dan silt dimodelkan dua kali pada masa operasional., yaitu dimodelkan dengan *Undrained (A)* dan *Drained*, sedangkan untuk kondisi saat masa konstruksi digunakan model *Undrained (A)* sebagai tipe drainasenya. Untuk memodelkan *Rigid Inclusion* pada model *plane strain* digunakan metode ekuivalen dalam bentuk *cluster* sebagai pemodelannya, sedangkan pada model *axisymmetric* digunakan *cluster* sebagai pemodelannya dengan material model *linear elastic*.

b. *Meshing*

Pada tahap ini, selanjutnya dilakukan *meshing* untuk membagi geometri yang sudah dibuat menjadi beberapa elemen sehingga memunculkan nodal-nodal yang ada. Pada penelitian ini *meshing* yang digunakan ialah medium.

c. *Initial Condition*

Untuk *initial condition* diperlukan kondisi muka air tanah yang ada pada lokasi tersebut dengan menggunakan *water level* untuk memberikan kondisi muka air tanah yang ada. Dimana kedalaman muka air tanah ini diperoleh dari data bor log yang ada.

d. *Stage Construction*

Di tahap *stage construction* diperlukan pembagian beberapa kondisi yang perlu dimodelkan. Tahap ini diperlukan untuk memodelkan bagaimana

kondisi tanah terhadap perubahan-perubahan kondisi tanah akibat adanya suatu beban atau instalasi suatu perkuatan terhadap waktu yang ada. Kondisi konstruksi yang akan digunakan dimodelkan dan dibagi menjadi beberapa tahap, diantaranya adalah:

- *Initial Phase*
- Instalasi *rigid inclusion* berupa CMC (7 hari)
- Instalasi LTP dan Geogrid (7 hari)
- Pengurugan tanah timbunan (30 hari)
- Masa operasional (10 Tahun)
- Gempa

e. *Output*

Output dari hasil pemodelan analisis menggunakan Plaxis 2D ini dapat dilihat pada bagian *output*. *Output* yang dicari pada penelitian ini ialah berupa gaya-gaya yang terjadi terutama gaya aksial serta momen yang terjadi di setiap CMC yang digunakan. Selain berupa gaya-gaya yang terjadi, diperlukan juga hasil penurunan dari setiap kondisi yang selanjutnya dilakukan perbandingan bagaimana penurunan yang terjadi terhadap kondisi-kondisi yang dimodelkan. *Factor of Safety* pun diperlukan untuk mengetahui berapa faktor keamanan dari setiap kondisi yang ada sehingga kondisi tersebut dapat dikatakan aman.

6. Analisis penurunan dengan *plate loading test* secara numeris

Software Plaxis 2D v22 dipilih sebagai instrumen. yang dapat membantu penulis untuk menganalisis penurunan terhadap yang terjadi akibat bertambahnya beban yang ada.. Terdapat beberapa tahapan yang perlu dilakukan untuk menggunakan *software* Plaxis 2D v22 ini. Tahapannya dapat diruntutkan sebagai berikut:

f. *Input*

- *General setting*

Pada tahap ini pemodelan numeris dilakukan dengan memilih model *axisymmetric*. Pengaturan jumlah titik nodal, satuan serta ukuran model pun perlu dilakukan pada tahap ini.

- Membuat geometri

Pada tahap ini dibutuhkan sebuah geometri yang diperoleh dari konfigurasi *rigid inclusions*, serta data stratifikasi tanah yang ada.

- *Input* parameter tanah, material dan beban

Selanjutnya, diperlukan peng-*input*-an parameter tanah yang akan digunakan. Pada penelitian ini tanah dimodelkan dengan material model *Mohr-Coulomb* dan *Hardening Soil*. Untuk jenis tanah pasir digunakan kondisi drainase yaitu *drained* dan pada tanah kohesif seperti clay dan silt dimodelkan dengan kondisi *Undrained (A)*. Untuk memodelkan *Rigid Inclusion* digunakan *cluster* sebagai pemodelannya dengan material model *linear elastic*.

g. *Meshing*

Pada tahap ini, selanjutnya dilakukan *meshing* untuk membagi geometri yang sudah dibuat menjadi beberapa elemen sehingga memunculkan nodal-nodal yang ada. Pada penelitian ini *meshing* yang digunakan ialah medium.

h. *Initial Condition*

Untuk *initial condition* diperlukan kondisi muka air tanah yang ada pada lokasi tersebut dengan menggunakan *water level* untuk memberikan kondisi muka air tanah yang ada. Dimana kedalaman muka air tanah ini diperoleh dari data bor log yang ada.

i. *Stage Construction*

Di tahap *stage construction* diperlukan pembagian beberapa kondisi yang perlu dimodelkan berdasarkan pembebanan yang dilakukan pada saat pengujian *plate loading test*. Kondisi konstruksi yang akan digunakan dimodelkan dan dibagi menjadi beberapa tahap, diantaranya adalah:

- *Initial Phase*
- *Load 0%*
- *Load 25%*
- *Load 50%*
- *Load 75%*
- *Load 100%*
- *Load 110%*

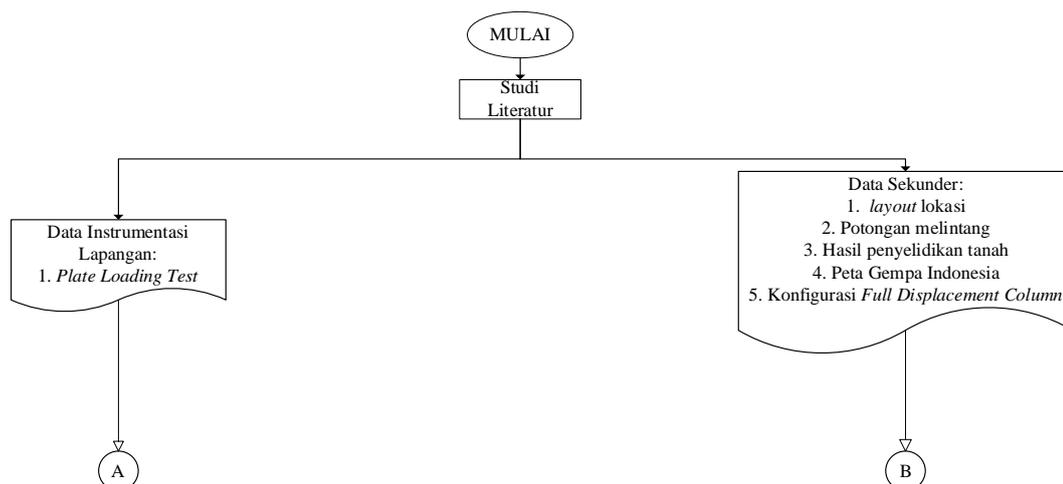
- *Load* 100%
- *Load* 75%
- *Load* 50%
- *Load* 25%
- *Load* 0%

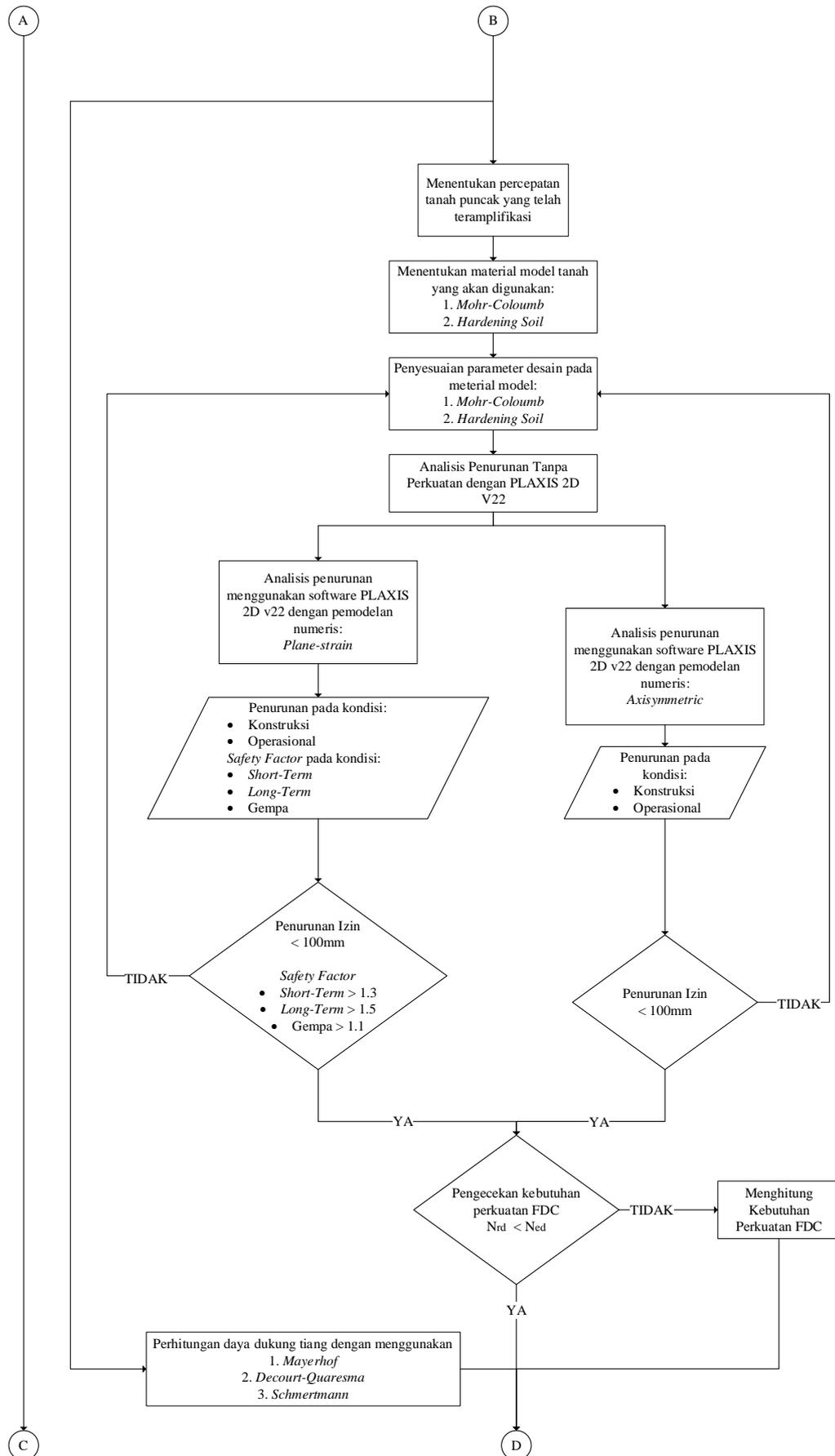
j. *Output*

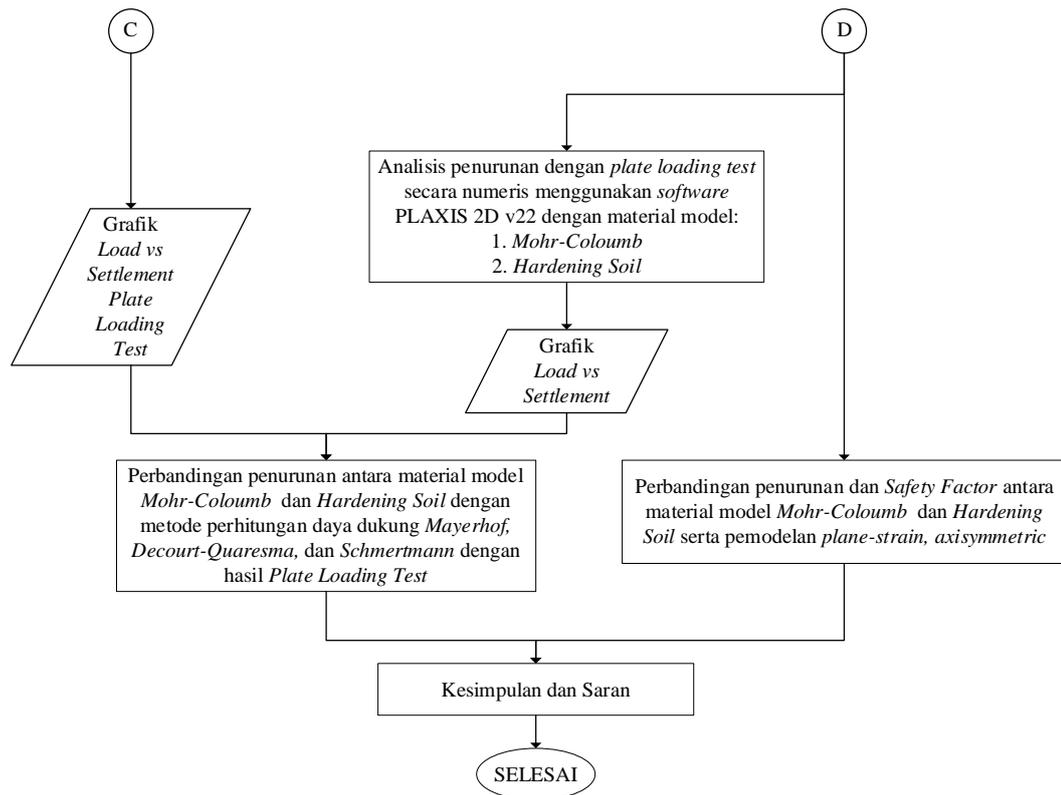
Output dari hasil pemodelan analisis menggunakan Plaxis 2D ini dapat dilihat pada bagian *output*. *Output* yang dicari pada penelitian ini ialah berupa deformasi vertical atau penurunan.

7. Perbandingan Hasil Analisis dengan Data Penurunan di Lapangan

Setelah diperoleh hasil *output* dari analisis daya dukung menggunakan Plaxis 2D ini dilakukan perbandingan untuk mengetahui bagaimana pengaruh dari metode perhitungan daya dukung serta material model yang digunakan terhadap penurunan yang terjadi. Dari setiap kondisi tersebut selanjutnya dilakukan pula perbandingan terhadap hasil penurunan yang terjadi di lapangan dengan instrumentasi lapangan berupa *plate loading test*. Tujuan penelitian ini merupakan mencari penurunan yang mendekati dengan hasil lapangan. Perbandingan ini dilakukan dengan mencari selisih terkecil antara penurunan hasil di lapangan dengan hasil penurunan hasil analisis menggunakan *software* Plaxis 2D.







Gambar 3.6. Diagram Alir Penelitian

3.5 Analisis Data

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa kali analisis setelah didapatkannya data-data sekunder tersebut. Analisis data yang dilakukan diantaranya adalah analisis percepatan tanah puncak akibat gempa yang telah teramplifikasikan pada lokasi proyek tersebut. Analisis tersebut dapat dilakukan dengan melihat tata cara yang tercantumkan pada SNI 1726 2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. Selanjutnya analisis yang digunakan ialah analisis daya dukung tanah dengan menggunakan tiga metode yaitu *Mayerhof*, *Decourt-Quaresma*, dan *Schmertmann* dari data bor log yang ada. Analisis terakhir yang digunakan ialah analisis penurunan tanah, dimana analisis ini dibantu dengan menggunakan *software* Plaxis 2D v22. Pemodelan pada *software* ini dilakukan dengan menggunakan dua model, yaitu *plane strain* dan *axisymmetric*. Dan tanah dimodelkan dengan material model *Mohr-Coulomb* dan *Hardening Soil*.