

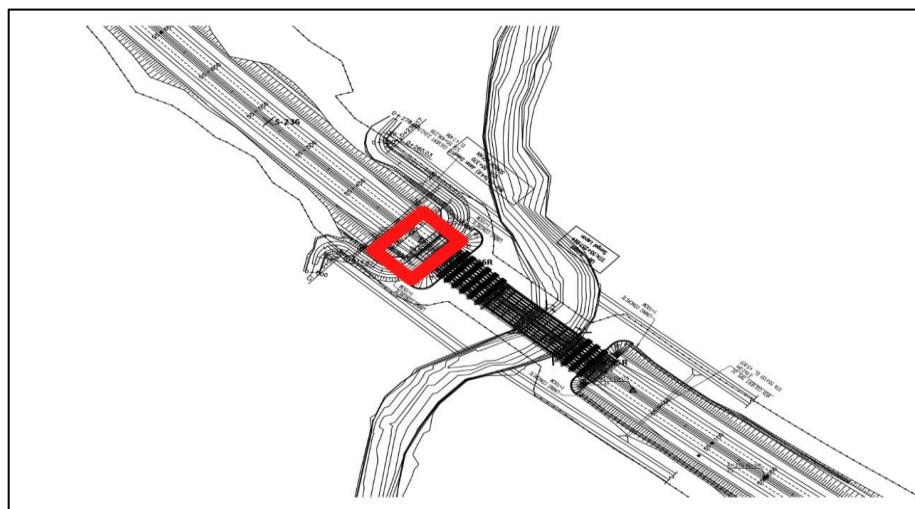
3 METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada timbunan Oprit Jembatan Pembangunan Tol Binjai – Langsa STA 55 +355 dekat *abutment* 2 jembatan *Underpass* Sei Lepan, Kecamatan Sei Lepan, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Jalan tol Binjai – Langsa merupakan akses untuk menghubungkan kota Binjai dan Pangkalan Brandan.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Jembatan Up Sei Lepan



Gambar 3.2 Denah Lokasi Penelitian

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan sebagai langkah awal untuk mendapatkan data yang tervalidasi sebagai penunjang dalam penelitian. Data yang digunakan pada penelitian ini diantaranya sebagai berikut.

3.2.1 Studi Literatur

Studi literatur adalah tahapan pengkajian dan pemahaman serta analisis yang dilakukan melalui literatur ilmiah seperti buku, jurnal, penelitian yang relevan dengan topik penelitian, dan data yang digunakan untuk penunjang penelitian .

3.2.2 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung melalui investigasi dan pengukuran langsung di lapangan. Pada penelitian ini tidak menggunakan data primer, data yang dibutuhkan hanya data sekunder.

3.2.3 Data Sekunder

Dalam melakukan analisis perkuatan timbunan pada oprit jembatan dengan *pile embankment* diperlukan data yang menunjang untuk perhitungan. Data yang digunakan berupa data sekunder bersumber dari instansi terkait. Data yang dibutuhkan diantaranya data hasil uji penyelidikan tanah *Standard Penetration Test* (SPT), data hasil uji *Cone Penetration Test with Pore Pressure Measurement* (CPTu) dan data geometri timbunan oprit jembatan. Berikut merupakan detail data sekunder yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Jenis Data, Sumber dan Kegunaan Data

No	Data	Sumber	Keterangan
1	Data Hasil Uji <i>Standard Penetration Test</i> (SPT) dan Uji <i>Cone Penetration Test with Pore Pressure Measurement</i> (CPTu)	Data perusahaan	Stratifikasi tanah dan analisis parameter tanah

No	Data	Sumber	Keterangan
2	Data Geometri Timbunan Oprit Jembatan	Data Perusahaan	Analisis Penurunan dan Stabilitas

1. Data Penyelidikan Tanah Lapangan

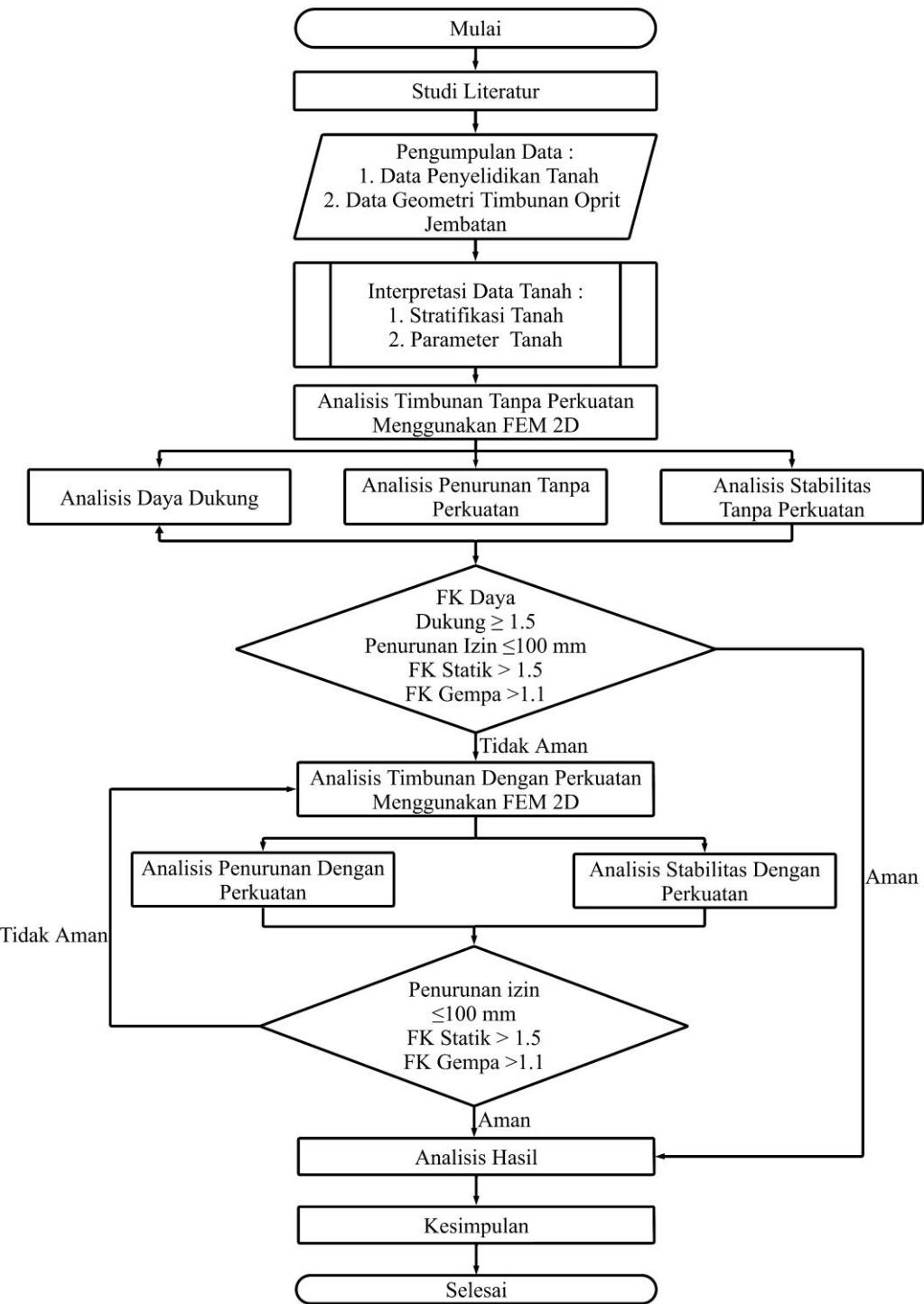
Data penyelidikan tanah lapangan dilakukan dengan Uji *Standard Penetration Test* (SPT) dan Uji *Cone Penetration Test with Pore Pressure Measurement* (CPTu). Hasil uji SPT dan uji CPTu digunakan untuk menentukan stratifikasi jenis tanah, ketebalan jenis lapisan tanah, kedalaman lapisan tanah yang berada dibawah permukaan, tekanan air pori, permeabilitas tanah, parameter tanah dari jenis lapisan tanah dan lain sebagainya.

2. Data Teknis Oprit Jembatan *Bore Hole 5 STA 55 + 355*

Jalan Tol Binjai – Langsa merupakan jalan nasional dan termasuk pada kelas jalan I. Data perencanaan timbunan oprit digunakan untuk menganalisis penurunan dan stabilitas yang terjadi pada timbunan oprit jembatan *Underpass Sei Lepan* dekat *abutment* 2. Data teknis lain dari timbunan dan jalan pada Jembatan *Underass Sei Lepan* sebagai berikut.

Kelas Jalan	: Kelas I, Jalan Arteri
Tipe Jalan	: 4 Lajur 2 Arah Terbagi (4/2-T)
Bahu Dalam	: 1,5 m
Lebar Jalur	: 7,2 m
Lebar Lajur	: 3,60 m
Median Jalan	: 2,5 m
Bahu Luar	: 3 m
Tinggi Timbunan	: 5,571 m
Lebar Timbunan	: 38,875 m
<i>Rounding</i>	: 1,50 m

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

3.4 Analisis Data dan Pemodelan

Pengolahan data yang digunakan pada penelitian ini dilakukan menggunakan *software* Microsoft Excel dan analisis serta pemodelan data dilakukan dengan menggunakan *software* FEM 2D.

3.4.1 Interpretasi Data Tanah

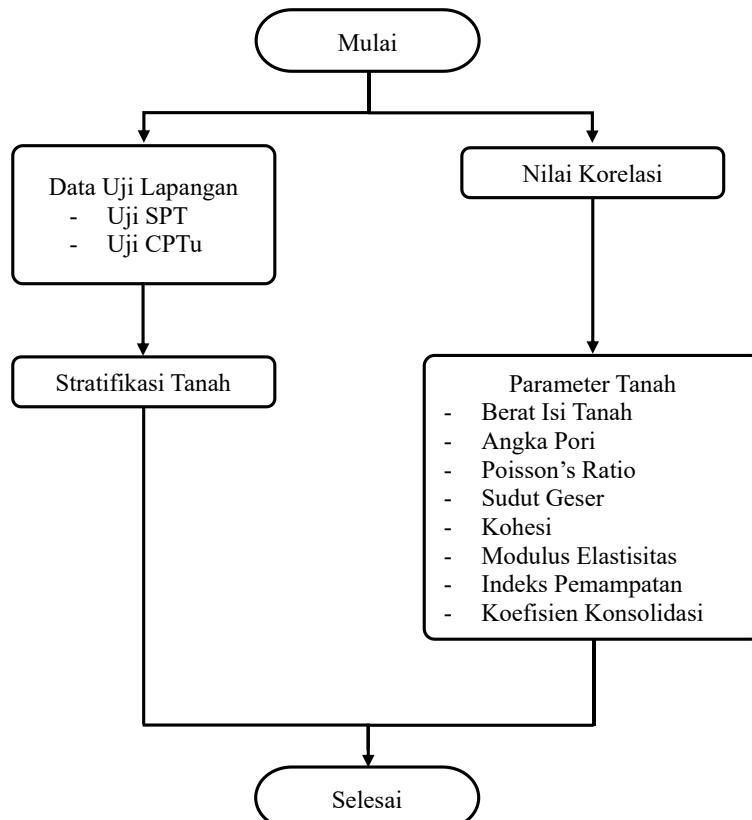
3.4.1.1 Interpretasi Data Tanah Hasil Uji Lapangan

Interpretasi data hasil uji lapangan didapatkan melalui data hasil uji *Standard Penetration Test* (SPT) dan Uji *Cone Penetration Test with Pore Pressure Measurement* (CPTu), hasil uji tersebut dapat mendefinisikan kondisi tanah di lapangan. Hasil dari uji *Standard Penetration Test* (SPT) nilai N-SPT (jumlah tumbukan diinterpretasikan pada kuat tekan bebas lempung dan kerapatan relatif pasir untuk mengetahui kondisi tanah dilapangan.

Hasil dari uji *Cone Penetration Test with Pore Pressure Measurement* (CPTu) yaitu stratifikasi tanah, tahanan ujung konus (q_c), tahanan geser selimut (f_s), tekanan air pori (μ), dan parameter tanah yang dapat dikorelasikan yaitu sudut geser dalam (ϕ), *Over Consolidation Ratio* (OCR), kepadatan relative (Dr), dan modulus elastisitas (E).

3.4.1.2 Nilai Korelasi

Hasil dari uji SPT dan uji CPTu dapat dikorelasikan untuk menghasilkan lebih banyak parameter tanah. Nilai korelasi parameter tanah dapat dihitung metode regresi, dimana korelasi parameter tanah dapat menunjukkan hubungan antara parameter tanah satu dengan parameter tanah yang lain. Nilai korelasi ditentukan berdasarkan jenis dan konsistensi tanah pada lokasi penelitian.



Gambar 3.4 Diagram Alir Hasil Penyelidikan Tanah

3.4.2 Analisis Kondisi Timbunan

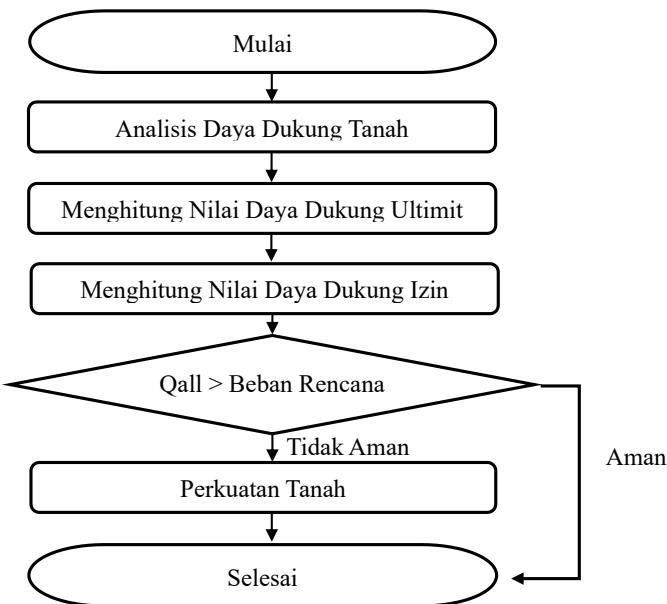
Analisis timbunan dilakukan pada keadaan timbunan tanpa perkuatan dan timbunan menggunakan perkuatan *pile embankment*. Pada kondisi timbunan tanpa perkuatan, beban yang bekerja diatas tanah dasar ditanggung sepenuhnya oleh tanah dasar. Sehingga beban yang dapat ditahan disesuaikan dengan kemampuan tanah dasar dalam menahan beban yang bekerja. Pada kondisi timbunan tanpa perkuatan diperlukan analisis daya dukung tanah dasar, analisis penurunan, dan analisis stabilitas. Analisis tersebut diperlukan sebagai pertimbangan kebutuhan perkuatan timbunan

Pada kondisi timbunan menggunakan perkuatan *pile embankment* beban yang bekerja diatas tanah dasar disalurkan melalui tiang ke lapisan tanah keras. Pada kondisi tersebut, diperlukan analisis penurunan dan analisis stabilitas timbunan. Analisis tersebut diperlukan untuk mengetahui efektivitas penggunaan perkuatan timbunan.

Analisis kondisi timbunan dilakukan menggunakan bantuan *software* FEM 2D. Analisis manual dibantu dengan *software* Microsoft Excel untuk memperoleh stratifikasi tanah, parameter tanah, analisis daya dukung tanah dasar, dan analisis lainnya.

3.4.2.1 Analisis Daya Dukung

Analisis daya dukung tanah dasar dilakukan untuk mengetahui kemampuan tanah dalam menahan beban yang bekerja diatasnya. Daya dukung tanah dasar dapat dikatakan aman apabila beban rencana lebih kecil dibandingkan kapasitas daya dukung tanah. Daya dukung tanah dasar dihitung menggunakan Persamaan (2.10). Langkah – langkah analisis daya dukung tanah dasar dijelaskan dalam Gambar 3.5 berikut.

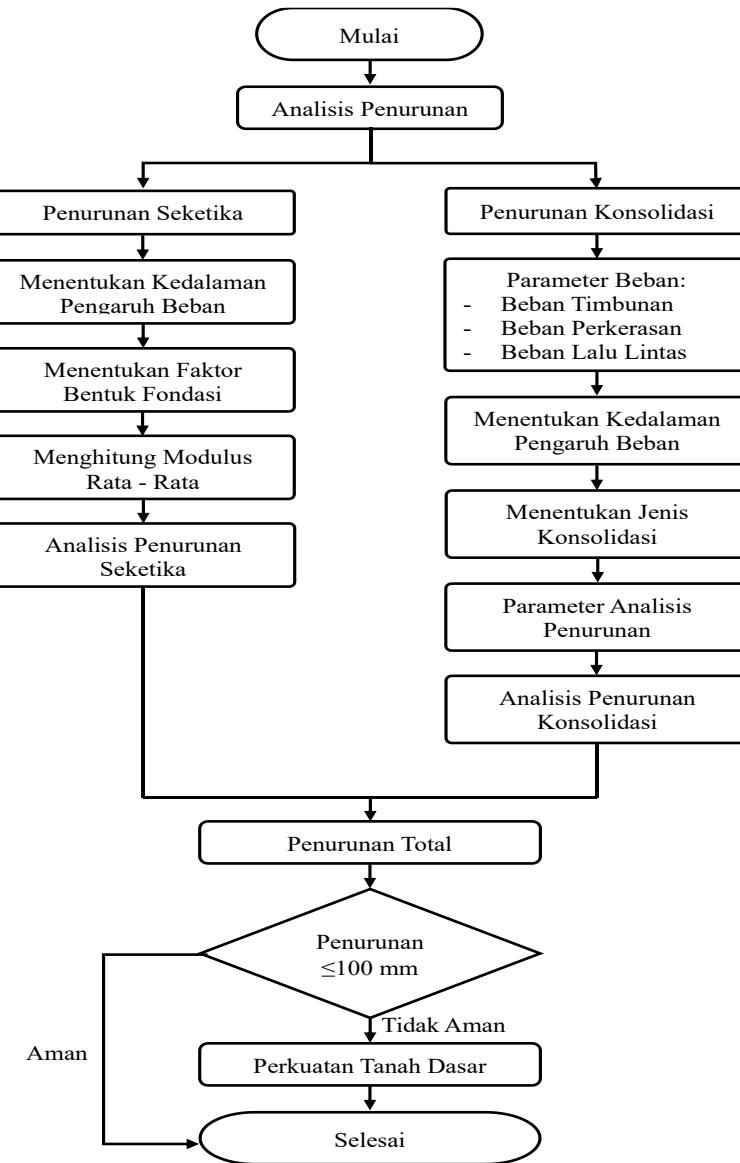


Gambar 3.5 Diagram Alir Analisis Daya Dukung

3.4.2.2 Analisis Penurunan

Penurunan yang dianalisis merupakan penurunan timbunan sebelum dilakukan perkuatan dan setelah dilakukan perkuatan. Analisis ini dilakukan untuk meninjau penurunan yang terjadi yang akibat dari beban yang bekerja pada timbunan. Analisis penurunan sebelum dilakukan perkuatan dihitung secara manual, dimana penurunan seketika dihitung dengan menggunakan Persamaan (2.23) dan penurunan konsolidasi dapat dihitung berdasarkan jenis konsolidasinya

untuk jenis *normally consolidated* dihitung menggunakan Persamaan (2.32). Analisis penurunan konsolidasi primer dilakukan pada tanah dengan konsistensi medium dan kaku (*stiff*). Diagram alir penurunan sebelum dilakukan perkuatan timbunan dapat dilihat pada Gambar 3.6.



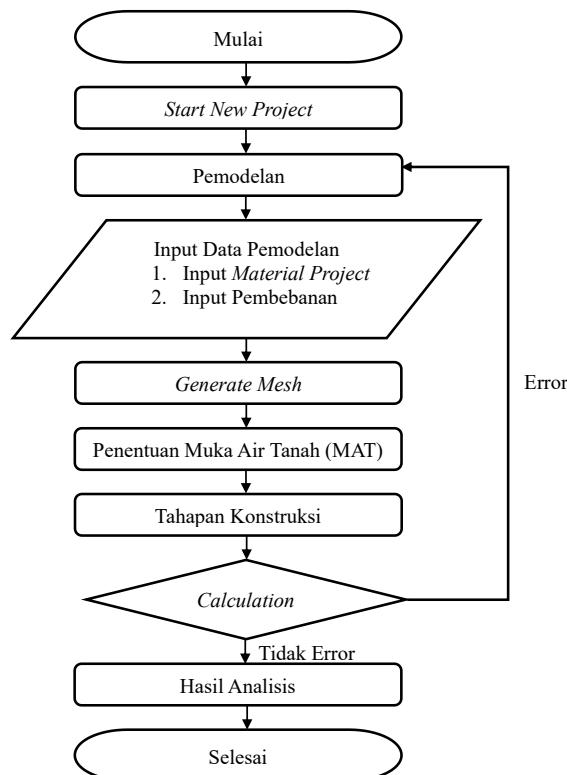
Gambar 3.6 Diagram Alir Analisis Penurunan Sebelum Dilakukan Perkuatan

3.4.2.3 Analisis Stabilitas

Hasil dari analisis stabilitas timbunan harus memenuhi nilai faktor keamanan statik > 1.5 dan nilai faktor keamanan gempa > 1.1 . Apabila hasil analisis menunjukkan nilai dibawah ketentuan maka diperlukan penanganan untuk meningkatkan stabilitas timbunan oprit jembatan tersebut.

3.4.3 Pemodelan *Software FEM 2D*

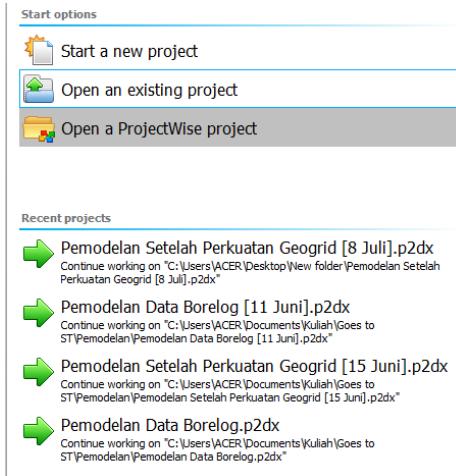
Pemodelan dan analisis yang dilakukan pada *software FEM 2D* merupakan analisis timbunan oprit jembatan tanpa perkuatan dan analisis perkuatan timbunan oprit jembatan menggunakan *pile embankment*. Pada pemodelan menggunakan *software FEM 2D* dapat menganalisis penurunan, stabilitas lereng, konsolidasi dan lain sebagainya. Tahapan analisis pemodelan menggunakan *software FEM 2D* ditunjukkan Gambar 3.7.



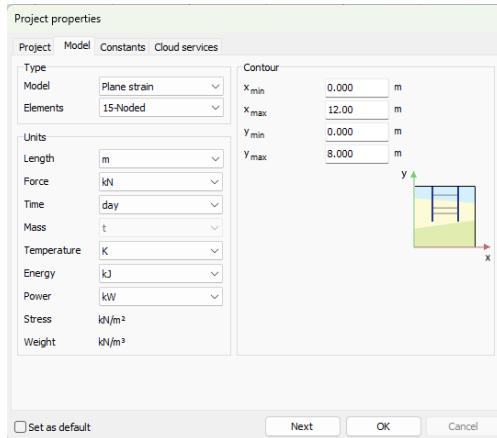
Gambar 3.7 Diagram Alir Pemodelan *Software FEM 2D*

1. *Start New Project* Program FEM 2D

Langkah pertama yaitu membuka *software* Program FEM 2D, selanjutnya program akan menampilkan pilihan *start new project/open an existing project*. Untuk memulai *project* baru pilih *start new project* untuk memulai pekerjaan analisis. Pada menu *general properties* pilih tab *project* untuk memberikan nama pada *project* yang akan dikerjakan pada kolom *Title*. Kemudian pada Tab *Model* pilih model *Plane Strain* sebagai jenis analisis dan pada bagian *Elements*, pilih 15 nodes sebagai tingkat ketelitian pada saat *mesh*. Semakin banyak jumlah *nodes* yang dipilih maka semakin akurat hasil analisis yang diperoleh.



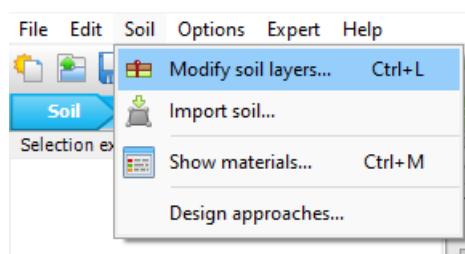
Gambar 3.8 Pop Up Start New Project/Open An Existing Project



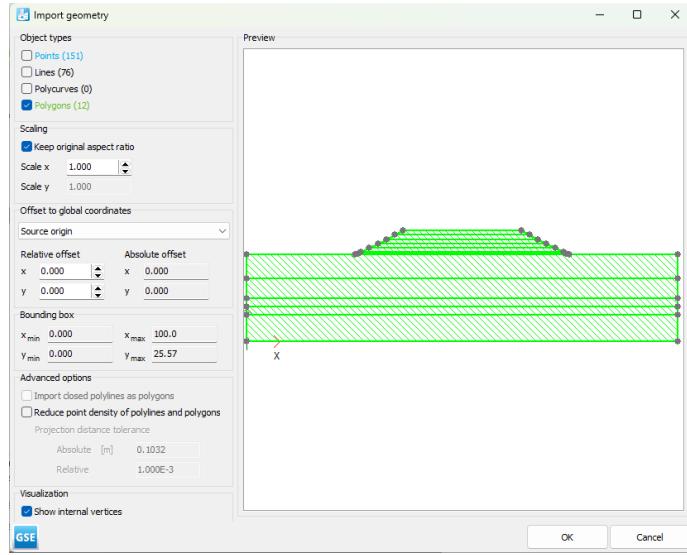
Gambar 3.9 Tab General Properties

2. Pemodelan *Soil Structures* dengan *Import* file DXF

Pemodelan lapisan tanah dapat menggunakan tab *soil* pada *software FEM* 2D atau dengan mengimpor *soil structure* lapisan tanah yang telah dimodelkan pada *software AutoCAD*, gambar lapisan tanah tersebut diimpor pada *software FEM* 2D dengan format .DXF. Tahapan pemodelan *soil properties* dimulai dengan memilih *import soil* pada tab *soil* dilanjutkan dengan hanya mengaktifkan *polygons* pada file .DXF yang dipilih.



Gambar 3.10 Input Geometri File .DXF

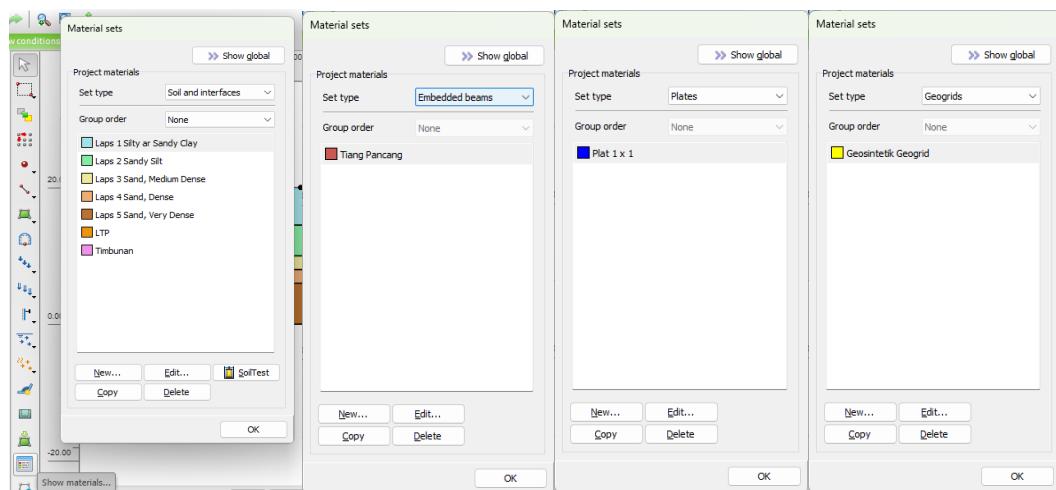


Gambar 3.11 Tampilan *Polygons* Pada File .DXF

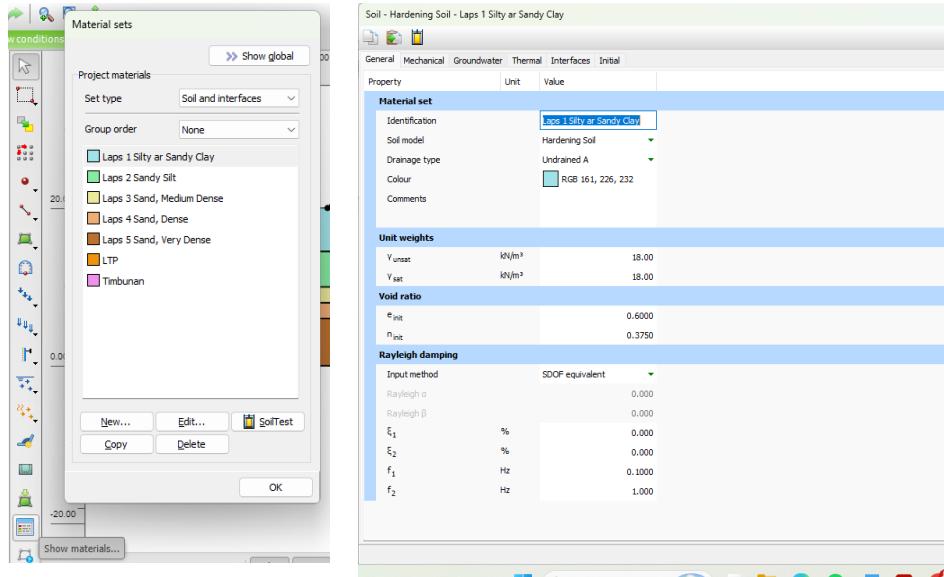
3. Penentuan *Material Properties* dan Pemodelan

Parameter yang diinputkan pada analisis timbunan oprit jembatan tanpa perkuatan hanya parameter tanah dasar dan timbunan. Sedangkan pada analisis timbunan oprit menggunakan *pile embankment* parameter yang diinputkan diantaranya parameter tanah dasar, parameter tanah timbunan, parameter tiang, parameter *pile cap*, parameter material LTP, dan parameter geogrid.

Penentuan *material properties* dimulai dengan memilih *show material* yang selanjutnya akan menampilkan *material sets*. Kemudian masing – masing geometri diset untuk material yang digunakan. Input parameter material dilakukan pada seluruh material yang digunakan pada pemodelan.



Gambar 3.12 Material Set

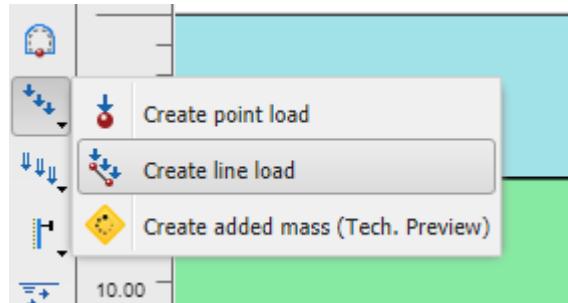


Gambar 3.13 General Setting Material

4. Input Pembebanan

Beban perkerasan dan beban lalu lintas dimodelkan sebagai beban merata.

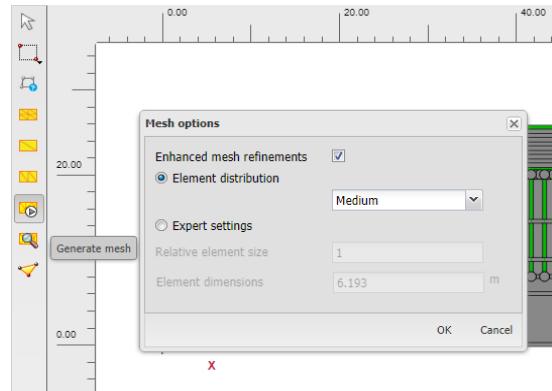
Beban perkerasan dan beban lalu lintas dimodelkan diatas timbunan teratas.



Gambar 3.14 Input Line Load Beban Perkerasan dan Beban Lalu Lintas

5. Tahap Generate Mesh pada Tab Mesh

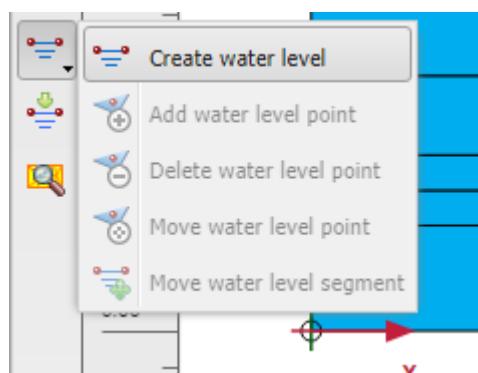
Mesh berupa elemen noda dan *lines* yang saling berhubungan yang menghasilkan bagian – bagian kecil. Setiap penambahan struktur dilakukan *meshing*. Hal tersebut, dilakukan untuk membaca struktur yang ditambahkan. Pada tahap *generate mesh* elemen *distribution* yang dipilih yaitu medium. Hasil *meshing* dapat dilihat pada *view mesh*.



Gambar 3.15 *Generate Mesh Model*

6. Penentuan Muka Air Tanah (MAT)

Penentuan muka air tanah dapat tentukan pada tab *flow conditions* dengan memilih *create water level*, kemudian sesuaikan dengan elevasi muka air tanah yang terdapat pada data tanah.



Gambar 3.16 Penentuan Muka Air Tanah (MAT)

7. Tahapan Konstruksi

Tahapan konstruksi dilakukan pada tab *stage constructions*, tahapan konstruksi dirincikan dari tanah eksisting hingga pembebanan. Pembebanan yang diinput diantaranya beban perkerasan dan beban lalu lintas. Untuk menambahkan tahapan konstruksi dapat memilih *add phase* pada sisi paling kiri dengan ikon (+). Langkah selanjutnya setelah menambahkan tahapan konstruksi yaitu menentukan *calculation type* pada setiap tahapan yang dipilih.

Aktivasi *layer* lapisan dilakukan berdasarkan tahapan konstruksi, pengaktifan tahapan konstruksi harus dipastikan aktif untuk menghindari kesalahan pada hasil pemodelan.

8. *Calculation*

Setelah perincian tahapan konstruksi dan masing masing tahapan diaktifasi, langkah selanjutnya yaitu, *calculate*. Ketika proses *running* berlangsung maka akan muncul jendela *active task* yang menunjukkan bahwa proses kalkulasi sedang berlangsung. Apabila proses *running* selesai maka muncul keterangan dari hasil *running*. Apabila terdapat ketarangan struktur *collapse* maka terjadi kegagalan pada tahapan konstruksi.

9. *Output* Analisis Hasil

Hasil dari analisis dapat berupa penurunan, deformasi, tegangan, dan faktor keamanan. Hasil analisis dapat dilihat pada menu *view calculation results*.