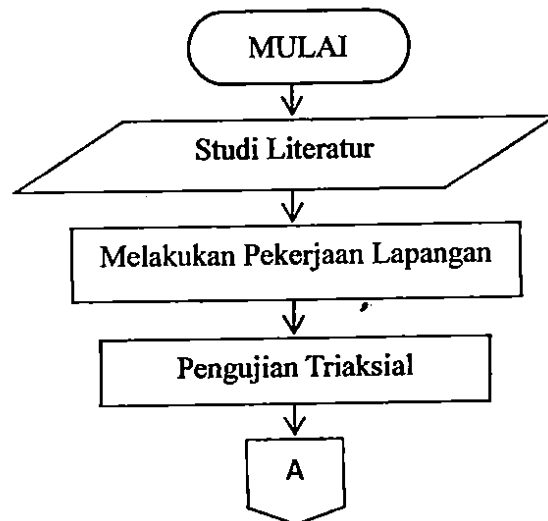


BAB III

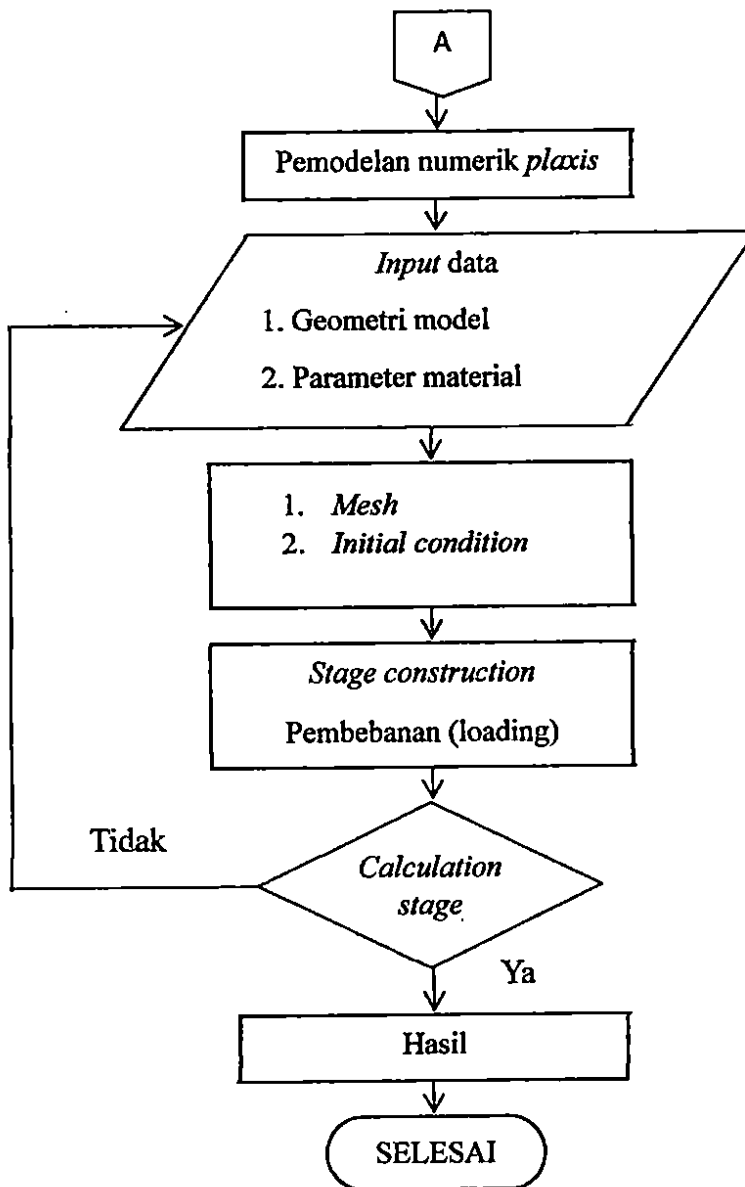
METODE PENELITIAN

A. Bagan Alir Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode penelitian dengan pengujian laboratorium yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Adapun langkah awal yang dilakukan yaitu pengumpulan studi literatur yang berkaitan dengan pembahasan sebagai acuan dalam penelitian berupa referensi dari buku dan penelitian-penelitian sebelumnya. Selanjutnya pekerjaan lapangan yakni mengambil contoh tanah tidak terusik (*undisturb sample*) yang diambil dari lokasi di Ketapang, Lampung Utara, serta penyediaan alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini. Pengambilan sampel tanah tidak terusik ini menggunakan tabung baja dan pipa paralon. Langkah-langkah penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada bagan alir penelitian di bawah ini.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

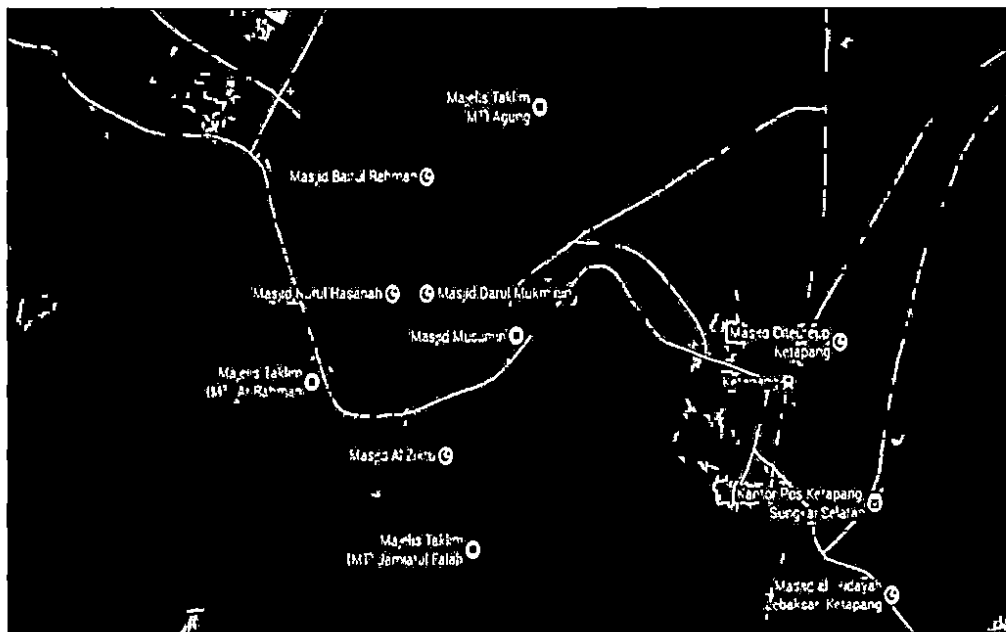
B. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan acuan dan gambaran yang jelas mengenai pokok bahasan dalam penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir ini berdasarkan pada buku-buku mekanika tanah, petunjuk praktikum laboratorium serta jurnal teknik sipil yang berkenaan dengan pokok bahasan yang akan dikaji. Studi literatur merupakan langkah awal dari keseluruhan rangkaian

penelitian yang bermanfaat sebagai dasar dalam pembahasan dan penyelesaian masalah serta sebagai referensi untuk melanjutkan ke tahap penelitian selanjutnya.

C. Pekerjaan Lapangan

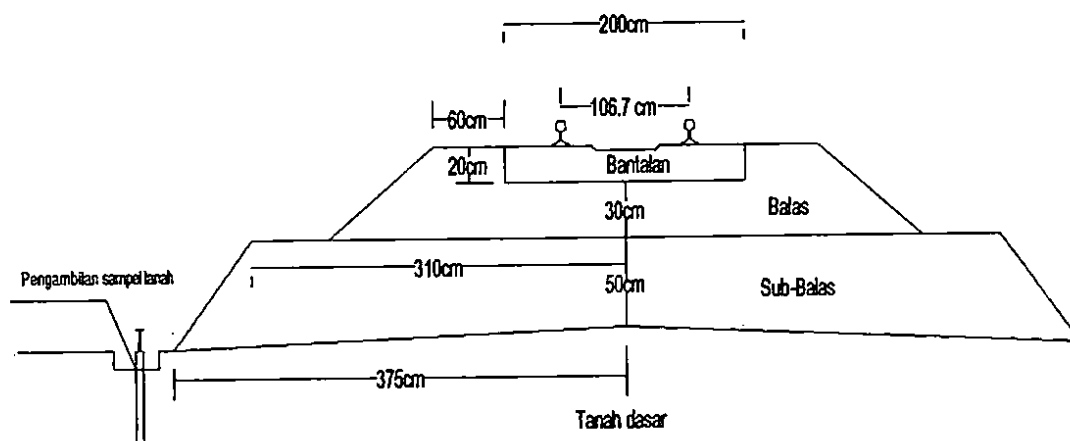
Pekerjaan lapangan yaitu berupa pengambilan sampel tanah. Sampel tanah diambil di stasiun Ketapang, Lampung Utara (Gambar 3.3). Sampel tanah yang diambil berupa sampel tanah tidak terusik (*undisturb sample*) yang diambil menggunakan tabung baja berukuran tinggi 50 cm serta diameter 5 cm, dan sebagian dengan menggunakan pipa paralon berukuran tinggi 60 cm serta diameter 5 cm sebanyak 2 tabung untuk masing-masing titik pengambilan sampel. Sampel tanah tidak terusik (*undisturb sample*) diambil pada tanah dasar yang berada di bawah permukaan subbalas (Gambar 3.4).



Gambar 3.3 Lokasi Pengambilan Sampel

Adapun teknik pengambilan sampel tanah tidak terusik (*undisturb sample*) sebagai berikut :

1. Meratakan dan membersihkan permukaan tanah dari rumput dan kerikil.
2. Meletakkan tabung baja/pipa paralon di atas permukaan tanah secara tegak lurus dengan permukaan tanah, kemudian tabung baja/pipa paralon dipasang pipa besi, lalu dipukul dengan menggunakan *hammer* sampai tiga perempat bagian masuk ke dalam tanah.
3. Mengangkat tabung dengan cara memutar alatnya searah jarum jam.
4. Mengiris kelebihan tanah bagian atas terlebih dahulu dengan hati-hati agar permukaan sama dengan permukaan tabung baja/pipa paralon, kemudian tutuplah tabung baja/pipa paralon menggunakan lilin dan kantong plastik.
5. Mencantumkan label lokasi pengambilan sampel tanah di karung plastik.



Gambar 3.4 Tempat pengambilan sampel tanah tanah tidak terusik (*undisturb sample*)

D. Pengujian Triaksial

Pengujian Triaksial adalah pengujian yang dilakukan untuk menentukan nilai modulus elastisitas dari sampel tanah. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Pengujian triaksial dilakukan pada sampel tanah km.117+600 dan km.117+800. Pengujian triaksial dilakukan pada kondisi

terkonsolidasi-terdrainase/*consolidated-drained* (CD). Selama proses konsolidasi dan pemberian tegangan deviator diperkenankan proses drainase hingga konsolidasi selesai. Pada pengujian triaksial digunakan sebuah sampel tanah yang berdiameter $\pm 3,5$ cm dan tinggi ± 7 cm. Sampel tanah tersebut ditutupi dengan membran karet yang tipis dan diletakkan dalam sebuah bejana silinder dari kaca atau plastik. Bejana tersebut kemudian diisi dengan air. Benda uji mendapat tegangan sel dengan jalan penerapan tekanan pada cairan di dalam tabung.

Langkah-langkah persiapan benda uji triaksial pada sampel tanah adalah :

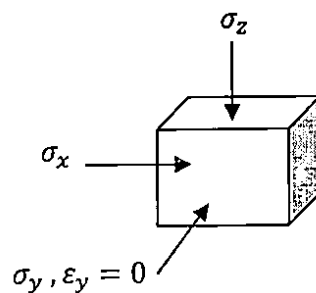
1. Mengeluarkan sampel tanah dari tabung dan memasukkannya ke dalam cetakan silinder uji (dengan menggunakan *extruder* mekanis) dan ratakan dengan gergaji kawat.
2. Meratakan kedua ujung sampel tanah di dalam silinder uji dengan menggunakan spatula. Kemudian keluarkan sampel uji dari silinder uji dengan *extruder* manual.
3. Mengukur dimensi sampel tanah.
4. Menimbang berat awal sampel tanah tersebut.

Langkah-langkah pengujian triaksial pada sampel tanah adalah:

1. Memasang membran karet pada sampel dengan menggunakan alat pemasang :
 - a. Memasang membran karet pada dinding alat tersebut.
 - b. Menghisap udara yang ada di antara membran dan dinding alat.
 - c. Memasukkan sampel tanah ke dalam alat pemasang tersebut.
 - d. Melepaskan sampel tanah dari alat tersebut sehingga sampel terbungkus membran
2. Memasukkan sampel tanah dan batu pori ke dalam sel triaksial, dan menutupnya dengan rapat.
3. Memasang sel triaksial pada unit mesin triaksial.
4. Mengisi sel triaksial dengan air sampai penuh dengan memberi tekanan pada tabung tersebut.
5. Menyalakan alat uji triaksial, lalu melakukan pembacaan *load dial*.
6. Setelah selesai, sampel uji dimasukkan ke oven untuk mencari nilai kadar air.

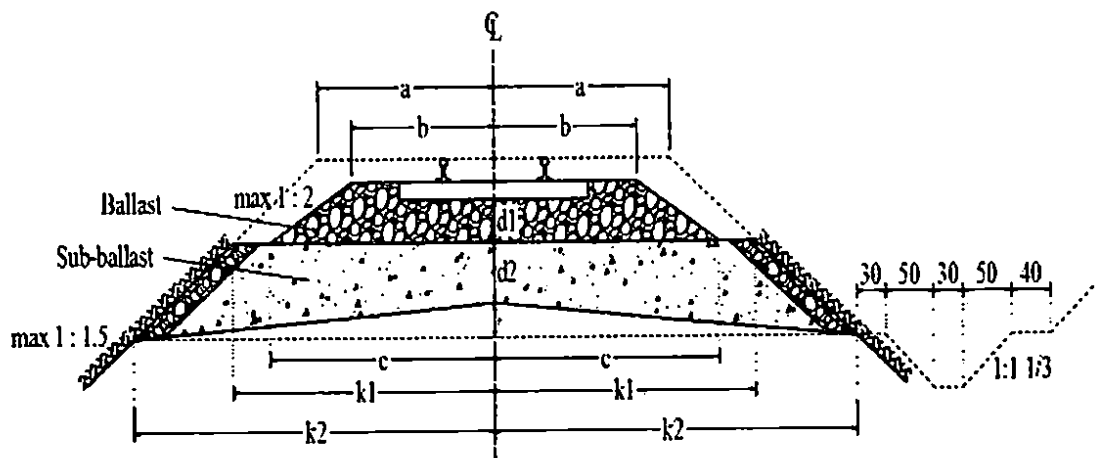
E. Pemodelan Numerik

Analisis numerik dilakukan dengan memodelkan jalan rel di atas tanah residu sebagai model *plane strain* menggunakan elemen 15-nodes dalam PLAXIS 2D ver 8.2. Model *plane strain* digunakan pada kondisi tanah dimana regangan pada satu arah bernilai nol (Gambar 3.5). Karena perpindahan yang melibatkan arah sumbu Y (Δy) bernilai kecil apabila dibandingkan dengan panjang dari arah sumbu lainnya (Budhu, 1999). Sehingga dapat diasumsikan elemen tanah tersebut berada pada kondisi *plane strain*. Sementara penggunaan elemen 15-nodes digunakan, karena memberikan hasil yang akurat terhadap interpolasi perhitungan 2D dan prediksi tegangan tingkat tinggi untuk masalah yang kompleks (Brinkgreve dkk, 1998)



Gambar 3.5 Kondisi *Plane strain* pada elemen tanah

Penampang jalan rel dimodelkan pada potongan melintang yaitu potongan dengan arah tegak lurus sumbu jalan rel (Gambar 3.6). Dengan ukuran panjang lapisan *subgrade* 10 meter, lapisan subbalas 2,65 meter, lapisan balas 1,5 meter dan lapisan bantalan 1 meter. Struktur perkerasan jalan rel yang dimodelkan terdiri dari 4 lapisan, yaitu lapisan *subgrade* (tanah dasar) setebal 5 meter, lapisan *subbalas* setebal 50 cm, lapisan *balas* dengan beberapa variasi ketebalan, dan lapisan bantalan setebal 20 cm (Tabel 3.1). Untuk lapisan *balas* dilakukan pemodelan dengan beberapa variasi ketebalan yaitu 20 cm, 30 cm, 40 cm, 50 cm dan 60 cm. Pemodelan ini dilakukan untuk mendapatkan nilai penurunan terkecil dari struktur jalan rel tersebut dengan variasi tebal lapisan balas. Sementara untuk beban kereta api diletakkan pada 1 titik sesuai dengan perletakan roda kereta api pada rel.



Gambar 3.6 Penampang melintang jalan rel

Tabel 3.1 Dimensi penampang melintang jalan rel

KELAS JALAN	V Maks (km/jam)	d1 (cm)	b (cm)	c (cm)	k1 (cm)	d2 (cm)	e (cm)	k2 (cm)
I	120	30	150	235	265	15 - 50	25	375
II	110	30	150	235	265	15 - 50	25	375
III	100	30	140	225	240	15 - 50	22	325
IV	90	25	140	215	240	15 - 35	20	300
V	80	25	135	210	240	15 - 35	20	300

F. Parameter Material

Material tanah dan lapisan jalan rel dimodelkan sebagai model *plane strain*. Pada lapisan subbalas, balas, dan bantalan nilai parameter material diperoleh dari nilai asumsi yang berasal dari berbagai literatur (Tabel 3.2). Sedangkan nilai-nilai parameter material lapisan tanah dasar (*subgrade*) diperoleh berdasarkan data-data dari pengujian laboratorium yang sudah dilakukan (Tabel 3.3).

Tabel 3.2 Parameter material yang digunakan dalam pemodelan PLAXIS pada sampel tanah km. 117+800 dan km. 117+600

Parameter	Subbalas	Balas	Bantalan
Tipe	<i>Soil & interfaces</i>	<i>Soil & interfaces</i>	<i>Plates</i>
Model material	<i>Linier elastic</i>	<i>Linier elastic</i>	-
Tipe material	<i>Drained</i>	<i>Drained</i>	<i>Elastic</i>
γ_{unsat} (kN/m ³)	16	17	-
γ_{sat} (kN/m ³)	20	22	-
E_{ref} (kN/m ²)	1400	14000	-
Parameter	Subbalas	Balas	Bantalan
EA (kN/m)	-	-	3.615.727,889
EI (kN/m ² /m)	-	-	12.004,12447
w (kN/m/m)	-	-	7,90513834
d (m)	-	-	0,20
ν (nu)	0,4	0,4	0,2


Tabel 3.3 Parameter material lapisan tanah dasar (*subgrade*)

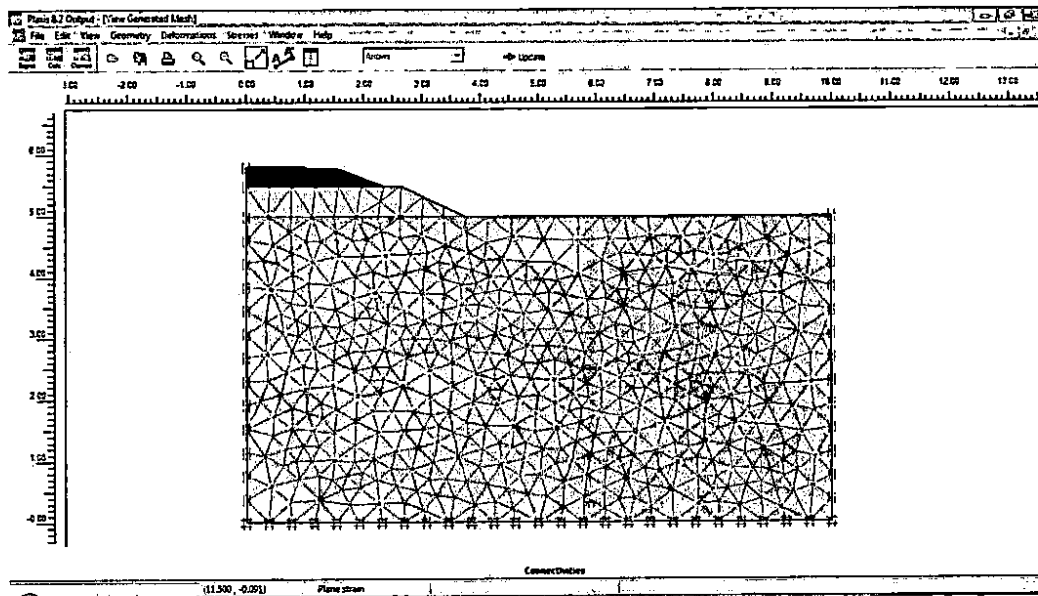
Parameter	<i>Subgrade km. 117+600</i>	<i>Subgrade km. 117+800</i>
Tipe	<i>Soil & interfaces</i>	<i>Soil & interfaces</i>
Model material	<i>Linier elastic</i>	<i>Linier elastic</i>
Tipe material	<i>Drained</i>	<i>Drained</i>
γ_{unsat} (kN/m ³)	14,12	14,12
γ_{sat} (kN/m ³)	17,95	17,95
E_{ref} (kN/m ²)	2914,55	2467,39
ν (nu)	0,2	0,2

G. Tahapan Simulasi

Setelah memasukkan geometri dan material untuk setiap lapisan jalan rel, tahapan simulasi dimulai dengan urutan sebagai berikut :


1. Mesh

Pemberian *mesh* dilakukan dengan cara klik ikon generate mesh  hingga muncul jendela baru (Gambar 3.7) secara otomatis. Kemudian klik *update* untuk memasukkan hasil *mesh* kedalam geometri model. Proses *mesh* dilakukan untuk membagi model kedalam elemen-elemen lebih kecil sehingga mempermudah dalam proses perhitungan.

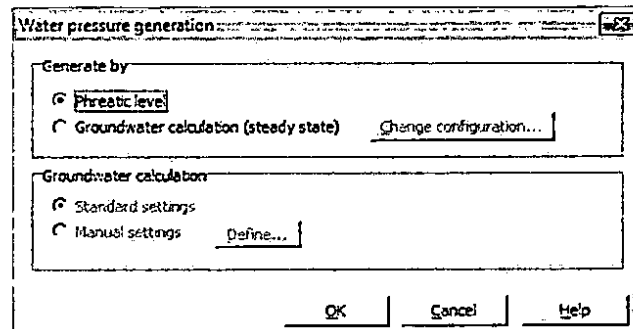


Gambar 3.7 Tampilan *mesh*

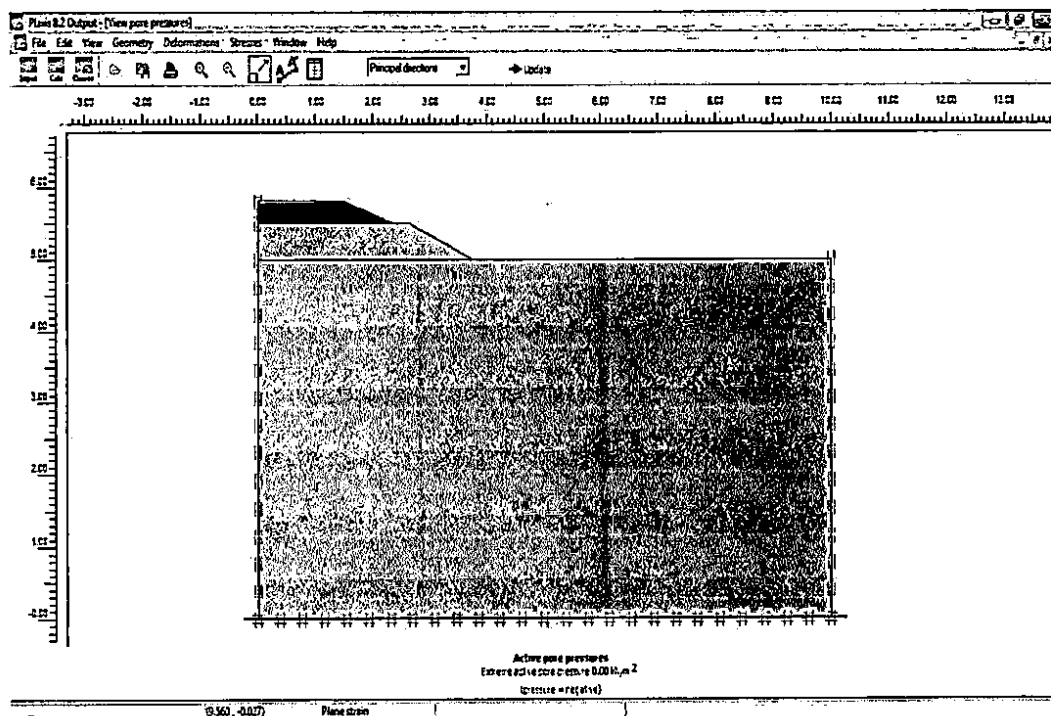
2. Initial Condition

Initial condition diperlukan untuk memberikan kondisi awal pada tanah sesuai keadaan aslinya. Terdapat dua kondisi awal yang bisa diberikan yaitu tekanan air pori (*water pressure*) dan tegangan awal (*initial stress*). Kondisi awal tekanan air pori diberikan dengan tekanan hidrostatik pada lapisan tanah dasar dibawah 5 meter, dengan cara klik ikon *phreatic level*  dan atur sedemikian rupa hingga lapisan tanah dasar dibawah 5 meter berada tepat dibawah garis *phreatic*.

Kemudian klik ikon *generate water pressure* $\pm\pm$ pada jendela *initial conditions*. Pilih kondisi *phreatic level* dan klik *OK* (Gambar 3.8) sehingga muncul jendela *pore pressure* secara otomatis (Gambar 3.9) kemudian klik *update*.



Gambar 3.8 Jendela *initial conditions* untuk *generate water pressure*

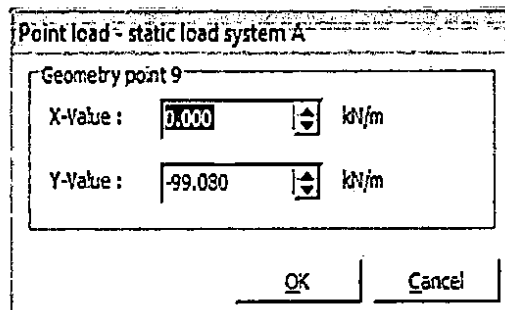


Gambar 3.9 Tampilan *pore water pressure*

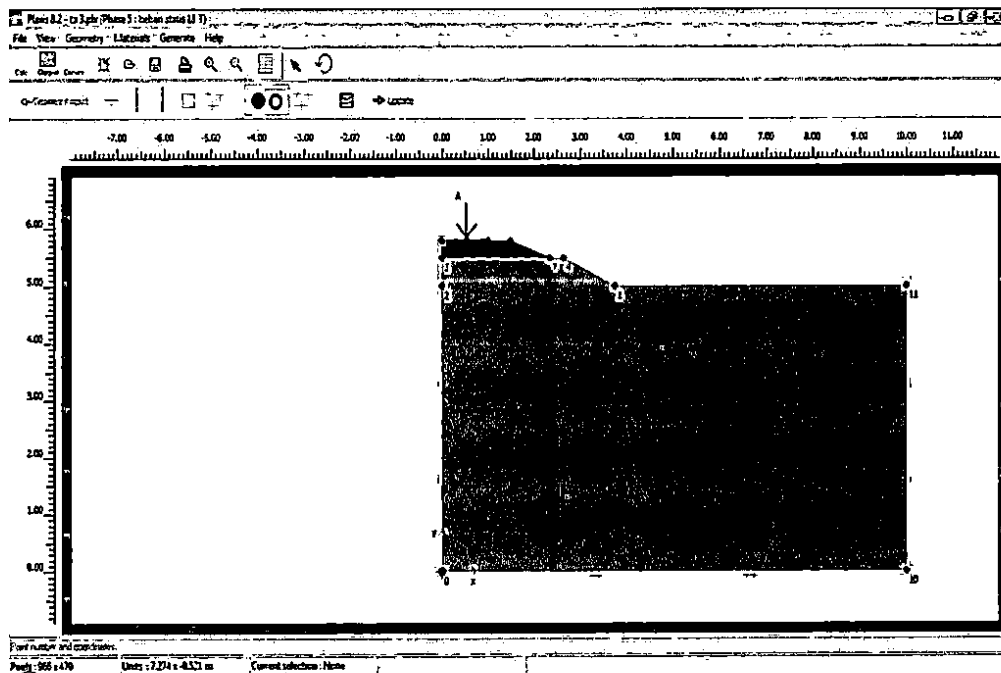
3. Calculation (Stage Constuction)

Pembebanan (*loading*) dilakukan dengan memberikan beban *point load* sebesar $99,080 \text{ kN/m}^2$ sesuai dengan tekanan roda kereta api pada satu titik. Dimulai dengan klik *define*, kemudian klik 2x pada tengah pusat beban sehingga

muncul jendela *input* beban (Gambar 3.10). Beban berubah warna menjadi biru apabila sudah aktif (Gambar 3.11) klik *update*.



Gambar 3.10 Jendela *input* beban



Gambar 3.11 Tampilan setelah beban diaktifkan