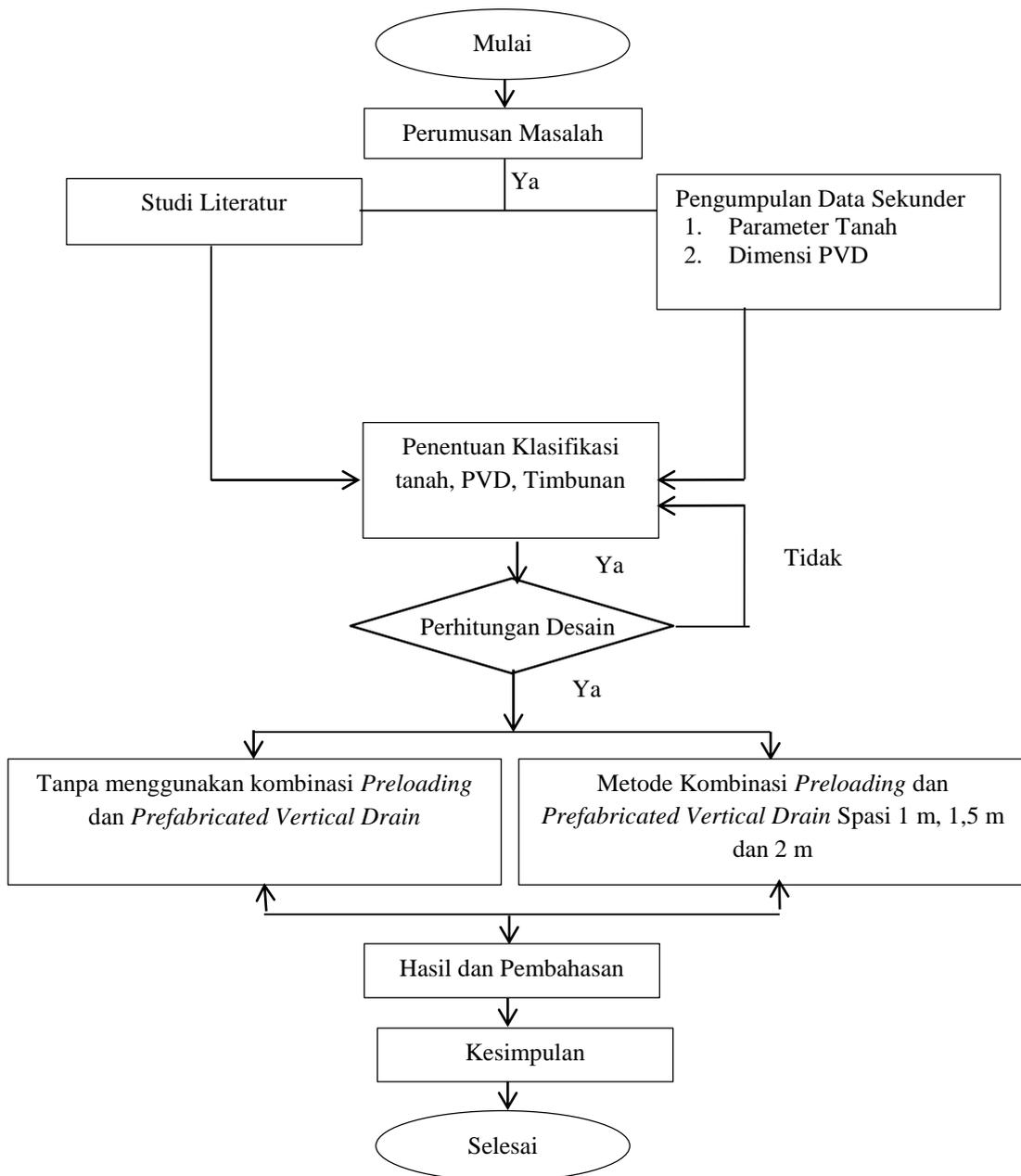


# BAB III METEODELOGI

## 3.1 Diagram Alir

Adapun diagram alir yang dilakukan dalam tugas akhir ini dapat dilihat di Gambar 3.1



**Gambar 3. 1** Diagram Alir

### 3.2 Tahapan Umum

Tahapan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi masalah
2. Perumusan masalah
3. Studi literatur
4. Penentuan material yang digunakan
5. Pemodelan geometri menggunakan Metode Elemen Hingga  
(*Plaxis 2D V8*)
6. Analisis konsolidasi dan waktu penurunan tanah

### 3.3 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung yang dipakai dalam proses analisis perbaikan tanah dasar menggunakan kombinasi. Data sekunder ini didapatkan bukan melalui pengamatan secara langsung di lapangan. Yang termasuk dalam klasifikasi data sekunder ini antara lain adalah:

1. Penyelidikan tanah di lapangan

- a. *Standart Penetration Test (SPT)*

Boring test yaitu pengujian tanah untuk mengetahui konsep tanah setiap lapisan hingga sampai ke tanah keras, Standart yang ditetapkan dalam pengujian ini yaitu SPT (*Standart Penetration Test*).

Standart ini mengacu pada ASTM D.1586 dengan berat hammer yang digunakan adalah 63,5 kg dengan tinggi jatuh bebas hammer yaitu 76 cm. Biasanya, model alat boring yang digunakan memiliki hammer otomatis.

- b. Bor Mesin

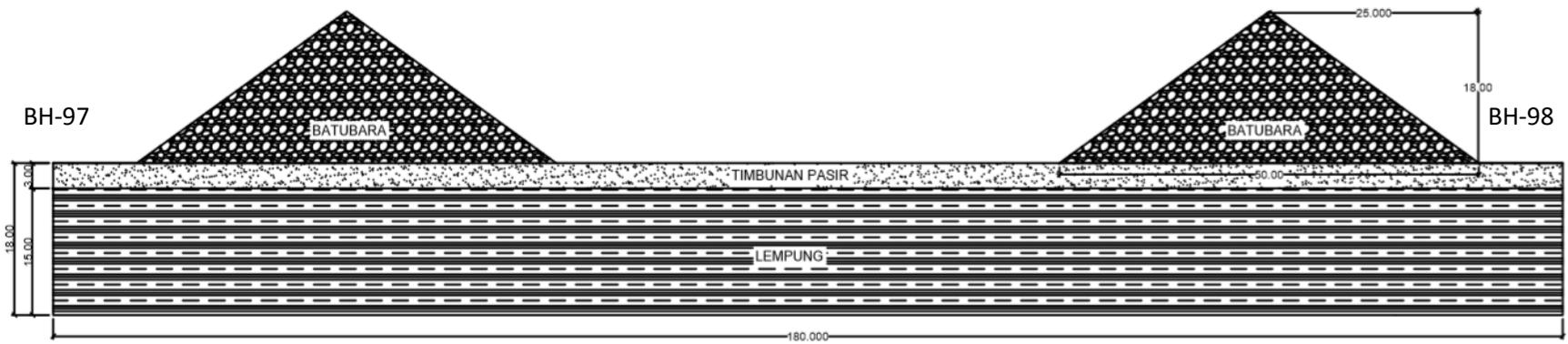
Contoh tanah dari tabung SPT akan dimasukkan kedalam plastik kemudia diberi nama atau label yang sesuai dengan jumlah pukulan hammer, nomor bor dan tingkat kedalamannya. Adapun contoh tanah yang di dapat dari proses boring akan diuji dalam laboratorium:

## 2. Penyelidikan tanah di laboratorium

- a. Kadar Air : Perbandingan berat kandungan air terhadap berat tanah kering dinyatakan dalam persen
- b. Massa Jenis Basah : Nilai berat isi tanah (basah) yaitu perbandingan antara berat tanah lembab asli per satuan volume
- c. Massa Jenis Kering : Nilai berat isi tanah (kering) yaitu perbandingan antara berat tanah kering per satuan volume.
- d. Berat Jenis (ASTM D.854) : Nilai berat jenis butiran.
- e. Derajat Kejenuhan : Derajat kejenuhan tanah yaitu presentase berat air yang mengisi rongga atau pori-pori dalam persem.
- f. Atterberg Limits (ASTM D.4318) : Batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*), dan indeks plastis (*plasticity index*). Dari test ini juga bisa diketahui klasifikasi tanah berdasarkan ketentuan USCS (*Unified Soil Classification System*)
- g. *Triaxial UU Test* (ASTM D.2850) ; diperoleh nilai daya dukung tanah dalam keadaan tanpa tekanan samping (*unconfined*).
- h. Kondolidasi (ASTM D.2435) : untuk mendapatkan parameter koefisien dan indeks konsolidasi untuk menghitung penurunan.

### 3.4 Stratifikasi Tanah

Berdasarkan dari pengujian laboratorium dan lapangan maka dapat diperoleh stratifikasi tanah pada gambar 3.2, lapisan tanah dasar didapatkan memiliki ketebalan 15 m, lapisan dibawah lapisan tanah lempung lunak merupakan lapisan tanah yang kedap air yaitu tanah lempung keras. Tanah timbunan berupa pasir dan beban yang direncanakan setelah proses perbaikan tanah merupakan beban timbunan batubara.



**Gambar 3. 2** Stratifikasi Tanah

### 3.5 Data Parameter Tanah

Data parameter tanah didapatkan berdasarkan hasil uji lab dan uji lapangan berupa data *bore log* dan sondir yang ada di lampiran.

**Tabel 3. 1** Data Parameter Tanah Data Parameter Tanah Muara Bakti, Bekasi

Parameter	Timbunan	Tanah Dasar
Kedalaman (m)	+3	0 - 15
Kondisi	<i>Drained</i>	<i>Undrained</i>
Metode	<i>Mohr - Coloumb</i>	<i>Soft Soil</i>
NSPT		0
Jenis Tanah	Sand Loose	Soft Clay
Berat Jenis	1.4	2.67
angka pori	0.5	0.9
$\gamma_{unsat}$ (KN/m <sup>3</sup> )	17	16.671
$\gamma_{sat}$ (KN/m <sup>3</sup> )	20	18.432
$\gamma_{air}$ (KN/m <sup>3</sup> )	9.81	9.81
Cu (KN/m <sup>2</sup> )		13.729
C'	1	4
$\phi_T$ (drg)	30	23
E (KN/m <sup>2</sup> )	13000	5000
Poisson ratio (u)	0.3	0.35
kv	10	4,19x10 <sup>-4</sup>
kh=kv	10	4,19x10 <sup>-4</sup>
Cc		0.51
Cs (Swell Index)		0.05
$\lambda^*$		0.116
$\kappa^*$		0.03

Dalam menentukan nilai indeks kompresi termodifikasi ( $\lambda^*$ ) dan indeks muai termodifikasi ( $\kappa^*$ ) digunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \lambda^* &= \frac{Cc}{2,3 \times (1+e)} \\ &= \frac{0,51}{2,3 \times (1+0,9)} \\ &= 0,116 \end{aligned}$$

$$\kappa^* = \frac{2 \times Cr}{2,3 \times (1+e)}$$

$$= \frac{2 \times 0,05}{2,3 \times (1+0,9)}$$

$$= 0,030$$

### 3.6 Data Prefabricated Vertical Drain (PVD)

PVD atau dengan nama lain *Vertical Wick Drain* memiliki lapisan luar yang terbuat dari non woven geotextile. Lapisan ini terbuat dari *polypropylene* yang berfungsi juga sebagai filter dengan standard ASTM 4491 untuk ketahanan terhadap tusukan dan elongation. Pori – pori dan lapisan tersebut juga memiliki standard ASTM 4751. Sehingga pori – pori tersebut telah di uji dapat berfungsi sebagai filter air dan tidak mudah buntu. Berikut adalah beberapa referensi untuk menentukan desain dimensi parameter PVD.

**Tabel 3. 2** Dimensi PVD

Karakteristik	Syarat	Acuan
Lebar	Minimal 100 mm	
Tebal	Minimal 3 mm	
Kuat tekan	Lebih besar dari 2000 N	ASTM D-4595
Kekuatan pada perpanjangan 10%, kondisi kering dan basah	Lebih besar dari 1000 N	ASTM D-4595
Filter permeabilitas	Minimal $1 \times 10^{-4}$	ASTM D-4491
Ukuran pembukaan	Lebih kecil dari 90 microns	ASTM D-4751
Kapasitas pelepasan pada 300 kPa, lurus	Minimum $50 \times 10^{-6}$ m <sup>3</sup> /detik	ASTM D-4716
Kapasitas pelepasan 200 kPa, tertekuk	Minimum $35 \times 10^{-6}$ m <sup>3</sup> /detik	ASTM D-4716

Data *Prefabricated Vertical Drain* :

1. Panjang PVD : 15,000 m
2. Lebar PVD : 5 mm
3. Tebal PVD : 100 mm
4. Pola Pemasangan PVD : Segitiga
5. Jarak antar PVD : 1 m, 1,5 m, 2 m dan

6. Dimensi *Mandrel* : 0,130 m x 0,040 m

### 3.7 Pemilihan Pola Pemasangan PVD

Terdapat dua macam pola pemasangan PVD, yaitu dengan pola pemasangan segitiga dan segiempat. Dalam perencanaan ini akan dilakukan perhitungan pola pemasangan segitiga dengan jarak *S* yaitu 1,0 m; 1,5 m ; 2,0 m agar mendapatkan hasil yang efisien untuk mencapai derajat konsolidasi yang diinginkan.

### 3.8 Perhitungan Beban Timbunan

Besarnya beban *preloading* yang akan diberikan dapat ditentukan terlebih dahulu, pada kasus ini diberikan beban timbunan berupa beban segitiga batubara dengan massa jenis batubara sebesar 833 Kg/m<sup>3</sup> dengan tinggi rencana 15 m dengan berat 312375 Kg/m<sup>3</sup> atau 344.33 ton/m<sup>3</sup>. Tinggi timbunan kritis beban *preloading* juga dapat dihitung berdasarkan daya dukung tanah lempung mula-mula, kemudian dibandingkan dengan tinggi timbunan atau beban yang mampu diterima oleh tanah dasar yaitu *H* kritis (*H<sub>cr</sub>*). Daya dukung tanah lempung dalam perencanaan beban *preloading* dihitung sebagai berikut :

1. Menentukan beban akibat timbunan

$$\begin{aligned}\Delta\sigma &= \gamma_{\text{unsat}} \times \text{tinggi timbunan} \\ &= 17 \times 3 \\ &= 51 \text{ kn/m}^2\end{aligned}$$

2. Menentukan tegangan efektif tanah terkonsolidasi

$$\begin{aligned}\Delta\sigma' &= \gamma' \times \text{tinggi tanah}/2 \\ &= (18,432 - 9,81) \times 15/2 \\ &= 64,665 \text{ kn/m}^2\end{aligned}$$

3. Menentukan tinggi kritis timbunan

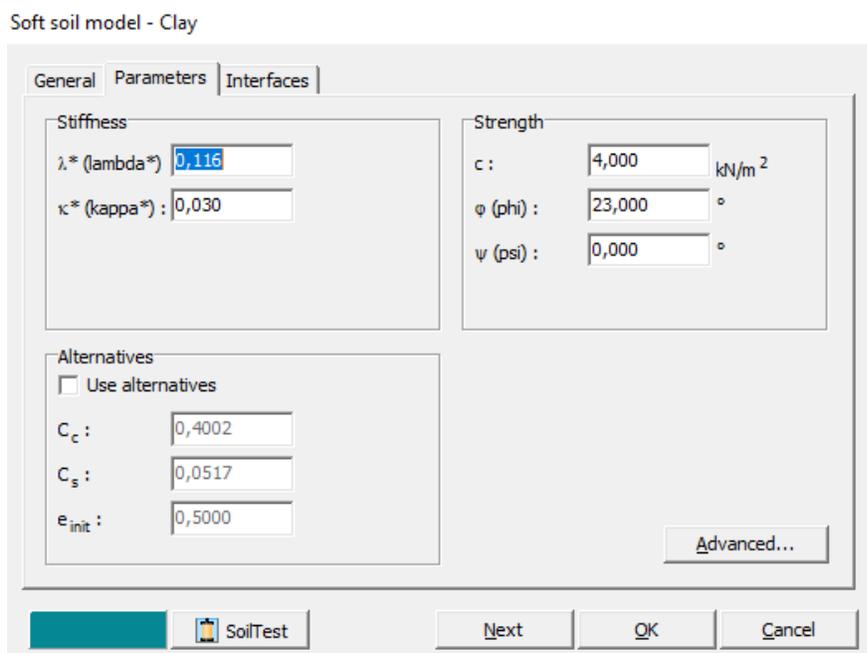
$$H_{cr} = \frac{N_c \times C_u}{F_s \times \gamma}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{5,14 \times 13,729}{1,3 \times 18,432} \\
 &= 2,945 \approx 3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

### 3.9 Parameter Model *Soft Soil*

Pada tugas akhir ini menggunakan metode *Soft Soil*, Adapun *soft soil* membutuhkan konstanta – konstanta material sebagai berikut :

$\lambda^*$	:	Indeks kompresi termodifikasi	[-]
$\kappa^*$	:	Indeks muai termodifikasi	[-]
c	:	Kohesi	[kN/m <sup>2</sup> ]
$\phi$	:	Sudut geser	[°]
$\psi$	:	Sudut dilatasi	[°]



**Gambar 3. 3** Ilustrasi dari seluruh kontur bidang leleh dari model *Soft Soil*

### 3.10 Tahapan Pemodelan Menggunakan *Plaxis*

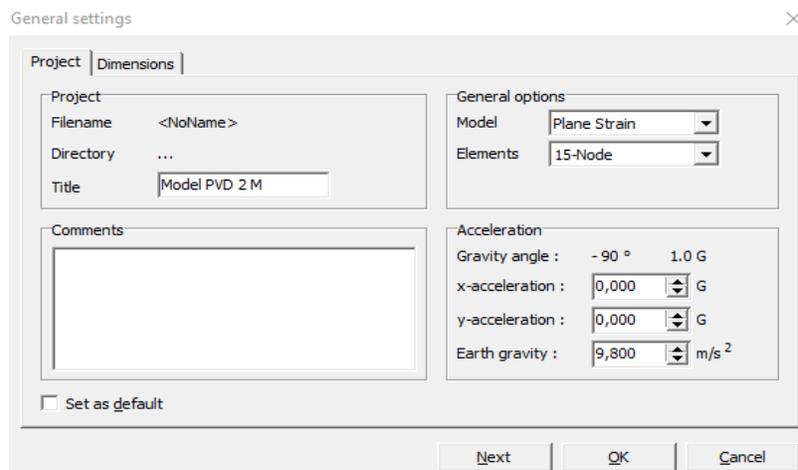
Berikut adalah beberapa tahapan yang dilakukan dalam pemodelan menggunakan program PLAXIS.

1. Membuat file baru

Yang harus dilakukan pada bagian *tabsheet project* adalah

- a. Langkah pertama dalam menggambar geometri adalah dengan memberi nama terlebih dahulu
- b. Pilih juga 15-node agar analisa elemen yang lebih detail.

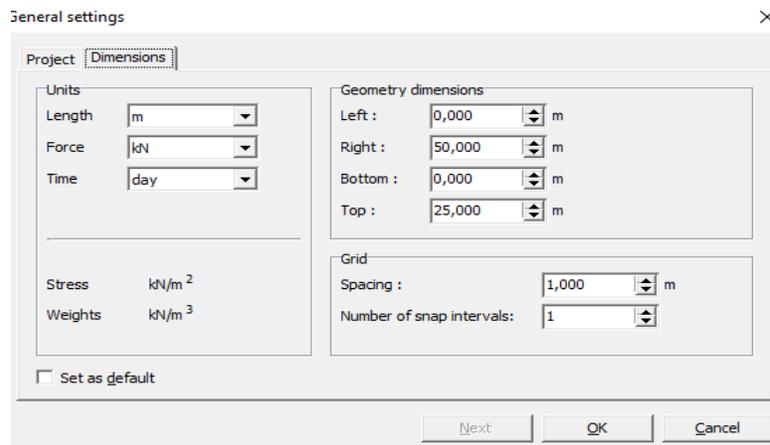
Proses tersebut dapat dilihat pada gambar berikut :



**Gambar 3. 4** Tampilan *Tab Sheet*

Selanjutnya dilakukan pada bagian *tabsheet dimensions* adalah :

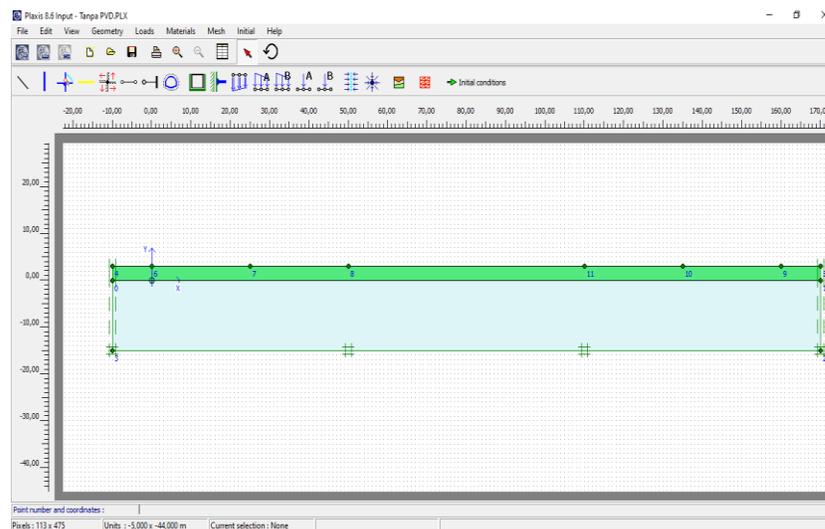
- a. Menentukan standart unit yang digunakan untuk panjang, gaya, dan waktu.
- b. Menentukan batas ruang kerja dalam menggambar geometri untuk mempermudah penggambaran. Dan juga, menentukan *spasi grid* & interval yang ingin digunakan. Semakin kecil *spasi*, maka titik bantu akan semakin banyak.



**Gambar 3.5** *Tab Sheet Dimension*

## 2. Membuat Geometri

Input material pada pemodelan disesuaikan dengan data tanah pada sample dari uji laboratorium yang telah dilakukan serta berdasarkan hasil uji korelasi parametrik tanah.

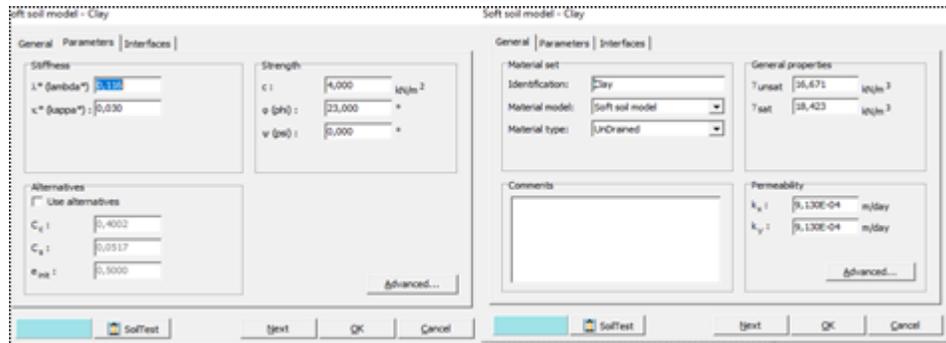


**Gambar 3.6** *Input Geometri*

### a. Membuat Parameter Tanah Asli

Parameter tanah asli merupakan tanah lempung lunak, parameter tanah lempung lunak diambil berdasarkan uji lab dan uji lapangan dan untuk parameter tanah lain yang diperlukan dalam analisis diambil berdasarkan

korelasi parametric tanah. Input parameter tanah asli dalam analisis menggunakan *software* PLAXIS seperti yang terlihat pada Gambar 3.6.

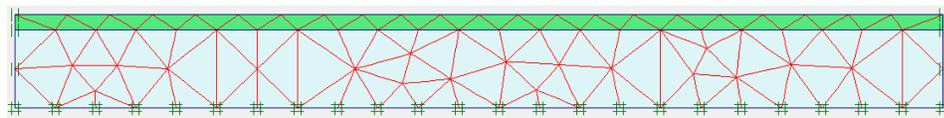


**Gambar 3.7** Membuat Parameter Tanah Asli

b. Membuat Parameter Tanah Timbunan

Parameter tanah timbunan yang dianalisis dalam penelitian ini didapat berdasarkan hasil dari korelasi yang didapatkan.

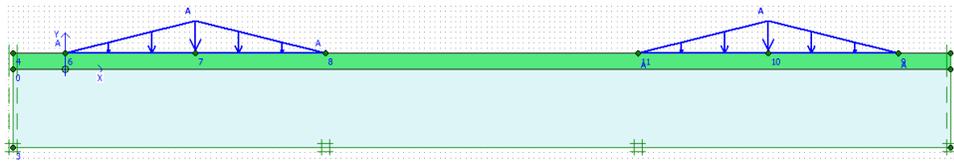
c. Menentukan kondisi batas dengan *standart fixities*, input pembebanan pada permodelan PLAXIS, pembentukan jaringan element (*mesh generation*). *Mesh generation* merupakan pembagian struktur menjadi elemen – elemen..



**Gambar 3.8** Membuat *standart fixities*

d. Membuat Parameter Beban

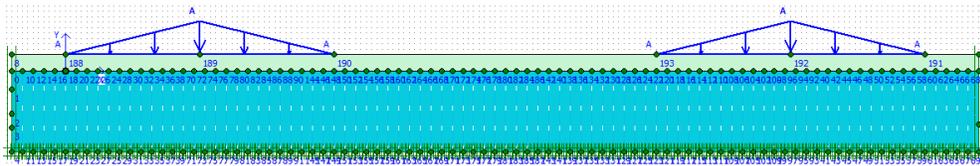
Pada pemodelan digunakan beban batubara dengan panjang bentang 50 m,dengan bentuk segitiga dan beban merata. Beban batubara di modelkan sebagai beban merata berbentuk segitiga



**Gambar 3.9** Membuat Beban

e. Input Pemasangan PVD

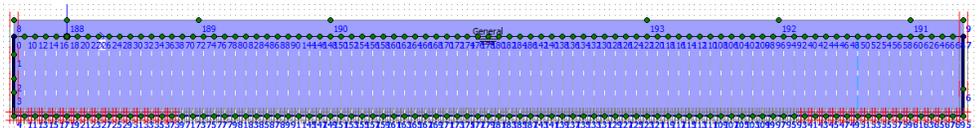
Pada pemodelan analisis digunakan beberapa variasi jarak pemasangan antar PVD, yaitu 1 m, 1,5 m dan 2 m.



**Gambar 3.10** Pemasangan PVD

f. Menentukan muka air tanah.

Pada pemodelan ditentukan letak muka air tanah dimana akan sebagai pembatas yang dimana sudah di tentukan melalui korelasi – korelasi yang dilakukan, untuk garis muka air tanah dimodelkan di antara tanah dasar dengan timbunan pasir.



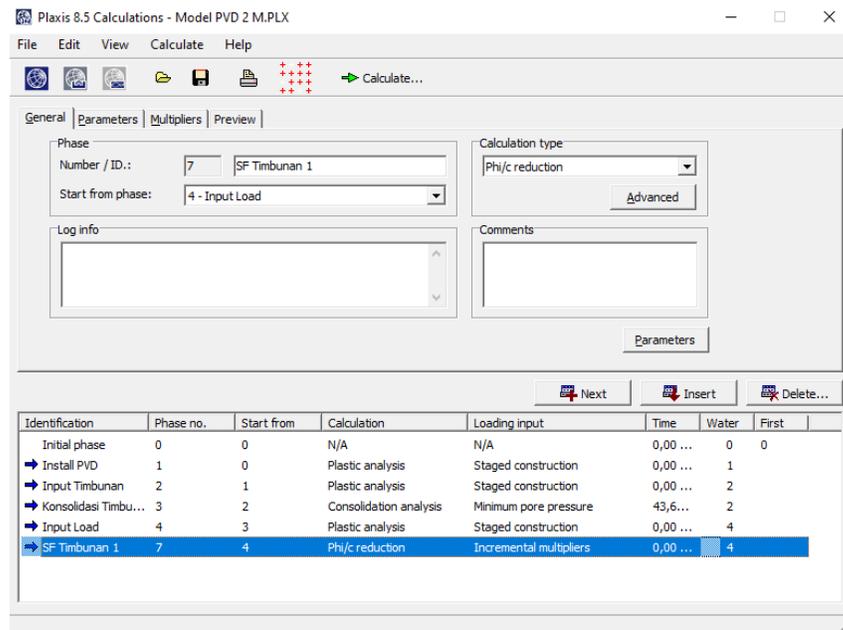
**Gambar 3.11** Penentuan muka air tanah

Selanjutnya akan dilakukan penghitungan pada tab *Calculation* untuk mengetahui hasil yang akan diketahui dan melakukan tahapan konstruksi pada proses pemasangan PVD dan timbunan

g. Tahapan konstruksi dalam melakukan analisis PVD dan timbunan

Berikut adalah tahapan konstruksi yang dilakukan dalam melakukan proses pemodelan pada PLAXIS. Untuk tahapan pertama dilakukan dengan memasukkan PVD ke dalam tanah sepanjang 15 m, selanjutnya melakukan

kontruksi penimbunan setinggi 3 m lalu dilanjutkan dengan menghitung laju/waktu tanah terkonsolidasi, langkah selanjutnya dengan memasukkan beban yang telah ditentukan lalu diakhiri dengan tahapan menghitung faktor keamanan.



**Gambar 3.12** Tahapan konstruksi pada PLAXIS