

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Desain penelitian adalah rencana dan prosedur untuk penelitian yang menjangkau keputusan dari asumsi luas menjadi metode pengumpulan data dan analisis yang terperinci.. Terdapat tiga macam metode penelitian, yaitu metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan campuran (Cresswell, 2009).

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode kuantitatif. Desain penelitian metode kuantitatif dibagi menjadi dua kategori, yaitu metode survei dan metode eksperimental (Cresswell, 2009). Penelitian ini menggunakan metode eksperimental.

3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan Tol Pekanbaru – Dumai Seksi 1 (Pekanbaru – Minas) yang berada di wilayah Kecamatan Rumbai Kota Pekanbaru dan Kecamatan Minas Kabupaten Siak, Propinsi Riau. Untuk penelitian ini difokuskan pada Sta 1+400 – Sta 1+600, berikut adalah trase jalan Tol ruas Pekanbaru – Minas berdasarkan data *basic design*.



(sumber: Laporan penyelidikan tanah proyek Tol Pekanbaru – Dumai seksi 1)

Gambar 3. 1. Lokasi penelitian

3.3. Data

Pengumpulan data dapat dilakukan dalam berbagai setting, berbagai sumber, dan berbagai cara. Bila dilihat dari sumber datanya, maka pengumpulan data dapat menggunakan sumber primer dan sumber sekunder. Sumber primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data, dan sumber sekunder merupakan sumber yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya lewat orang lain atau lewat dokumen (Sugiyono. 2011. hlm. 137). Untuk penelitian ini menggunakan data sekunder.

Data sekunder yang digunakan adalah:

- a. Data gambar potongan melintang ruas jalan Tol Pekanbaru – Dumai Seksi 1 (Pekanbaru – Minas).

Data ini didapatkan dari hasil desain perencanaan ruas jalan Tol Pekanbaru – Dumai Seksi 1 (Pekanbaru – Minas) mulai dari Sta 0+000 hingga Sta 9+500.

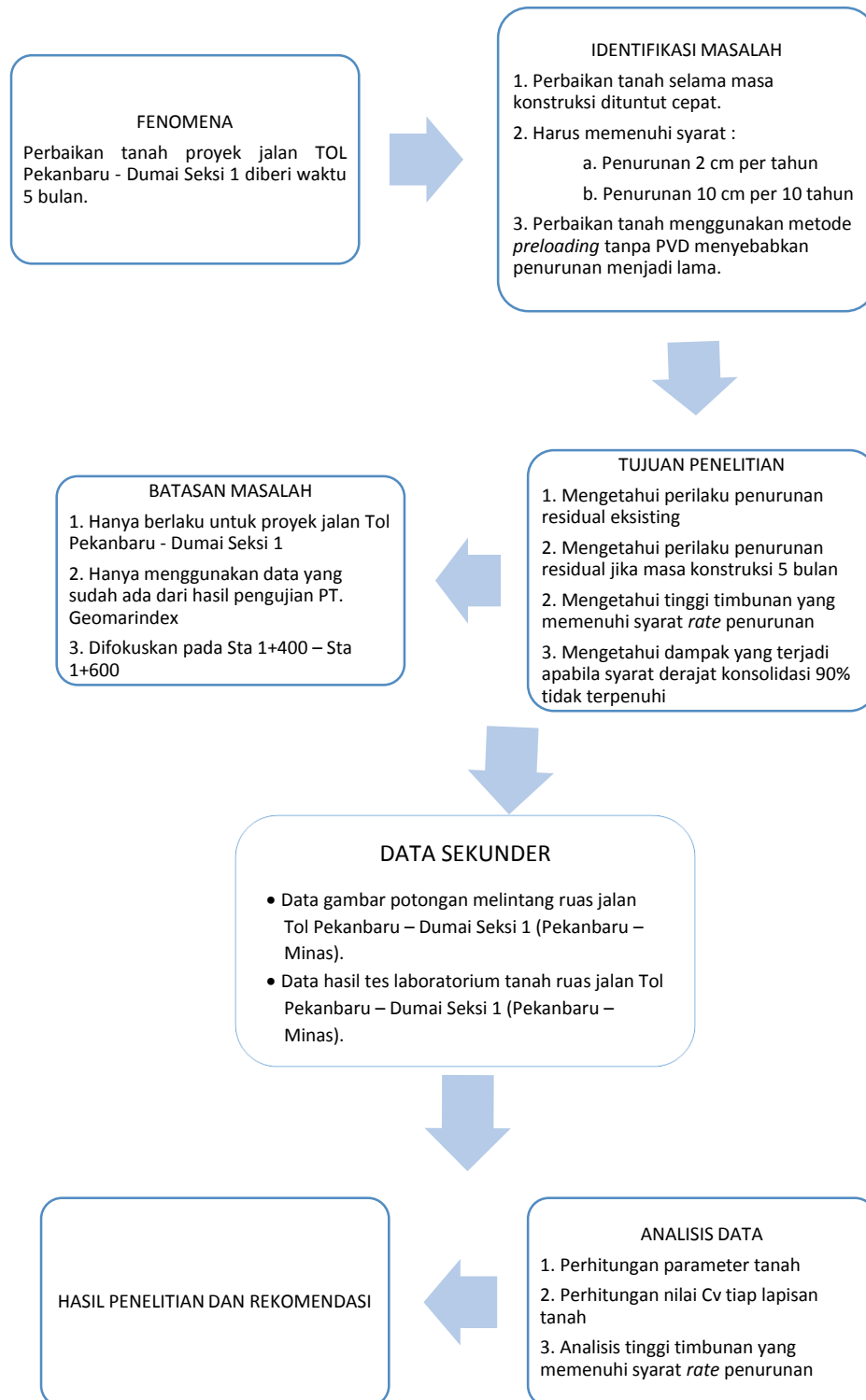
- b. Data hasil tes laboratorium tanah ruas jalan Tol Pekanbaru – Dumai Seksi 1 (Pekanbaru – Minas).

Data ini didapatkan dari hasil tes laboratorium untuk *undisturb sample* yang berasal dari ruas jalan Tol Pekanbaru – Dumai Seksi 1 (Pekanbaru – Minas) mulai dari Sta 0+000 hingga Sta 9+500. Pengujian sampel tanah dilakukan oleh PT. Geomarindex yang merupakan bagian dari group PT. Wiratman.

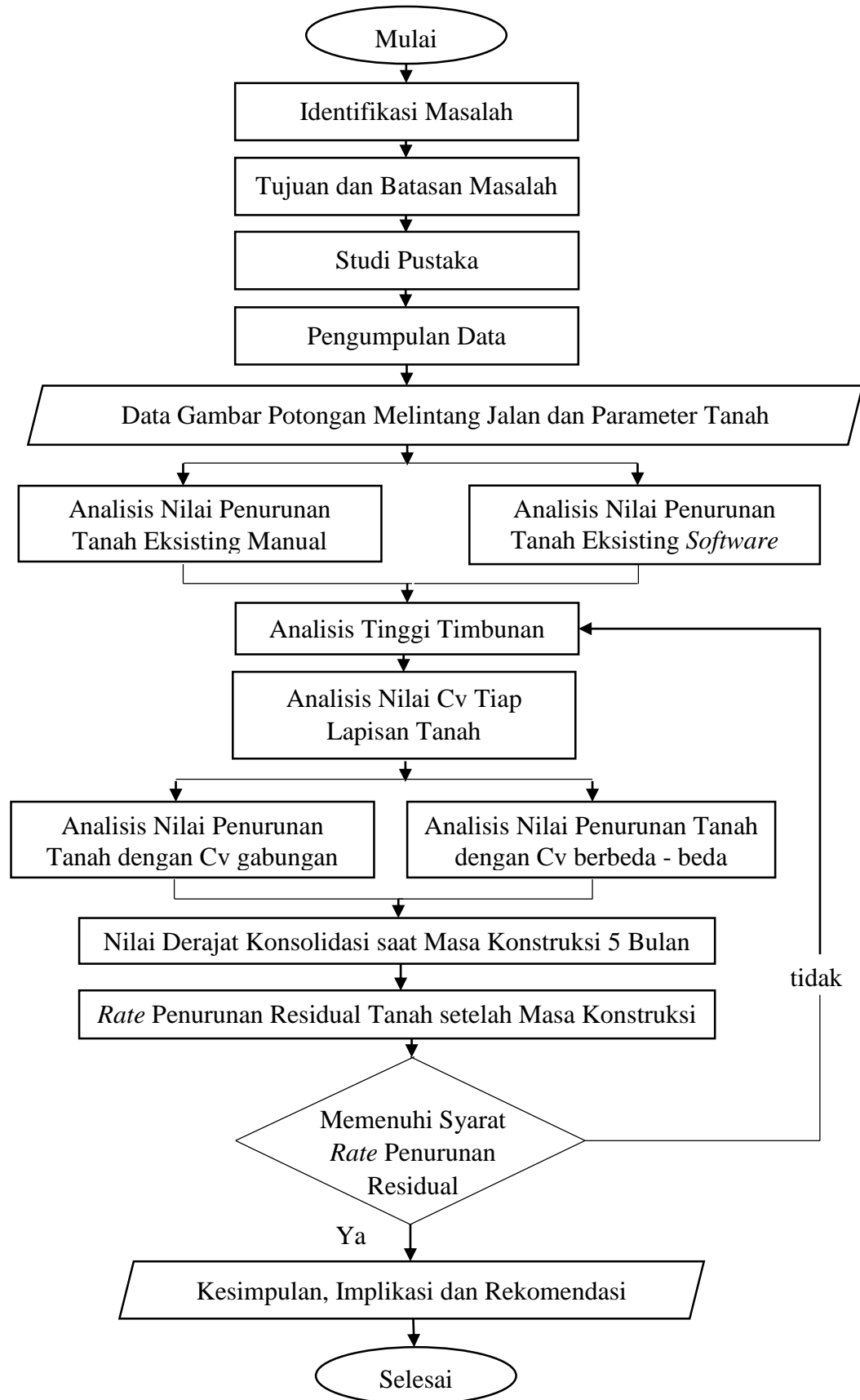
3.4. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian akan dijelaskan berupa mapping penelitian dan diagram alir penelitian. Bagian – bagian tersebut akan menjelaskan secara detail langkah – langkah penelitian yang akan dilakukan, sehingga menguatkan kembali pemahaman mengenai arah tujuan penelitian.

Mapping penelitian atau pemetaan berfungsi untuk memahami posisi penelitian, sedangkan tahapan penelitian yang lebih rinci digambarkan pada *flowchart* atau digram alir penelitian.



Gambar 3. 2. Mapping penelitian



Gambar 3. 3. Diagram Alir Penelitian

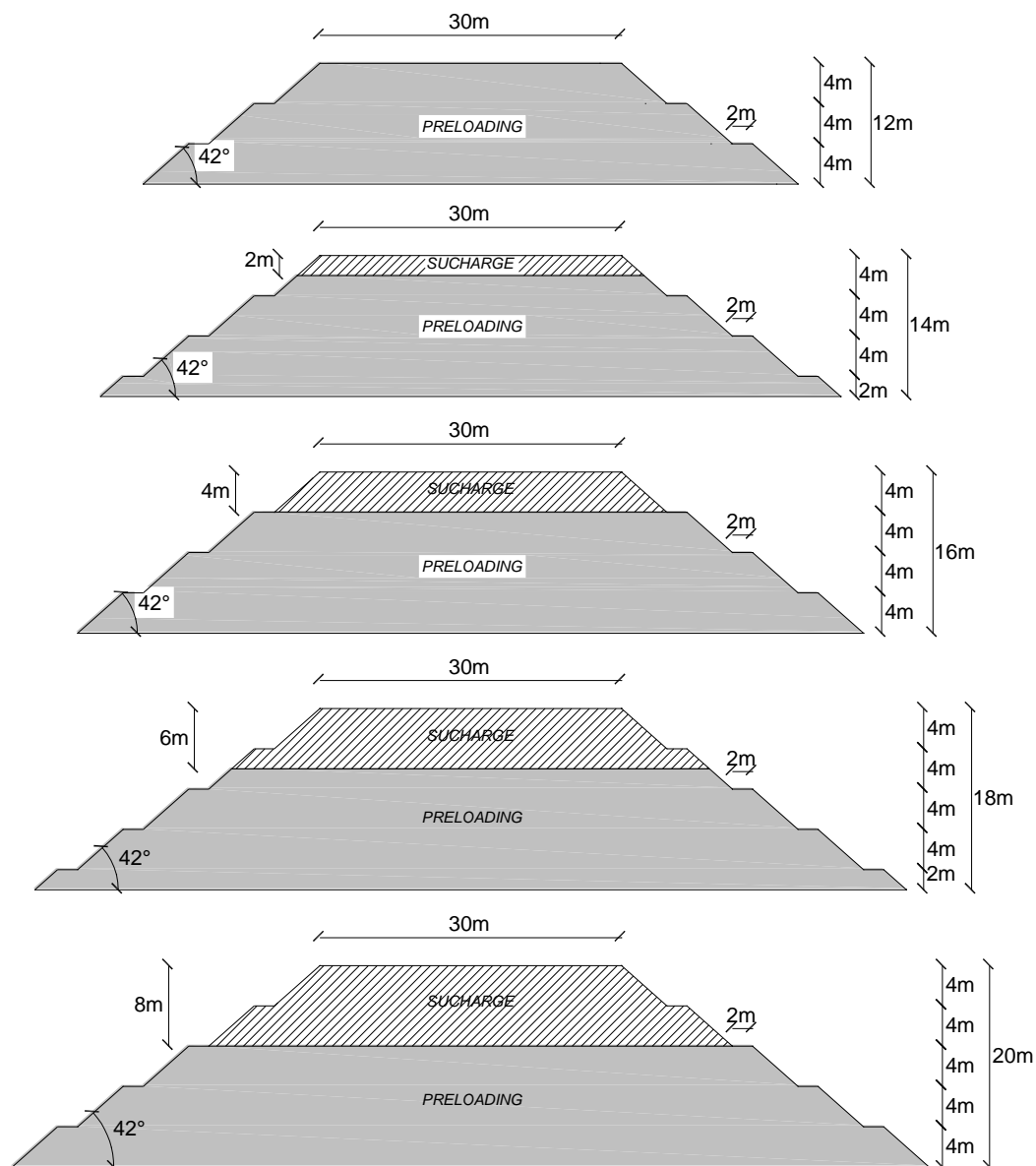
3.5. Analisis Data

3.5.1. Analisis Tinggi Timbunan

Analisis dilakukan dengan cara, membuat tinggi timbunan rencana sesuai desain Sta1+400 - Sta1+600. Kemudian ditambah beban tambahan(*surcharge*), hingga mendapatkan *rate* penurunan residual sesuai syarat yaitu:

1. *Rate* penurunan residual maksimal 2 cm per tahun
2. *Rate* penurunan residual maksimal 10 cm per 10 tahun

Dalam penelitian ini, lebar jalan 30m dan tinggi timbunan rata – rata 12m, kemudian *trial* beban tambahan dimulai dari 2m, 4m, 6m hingga 8m seperti gambar berikut.

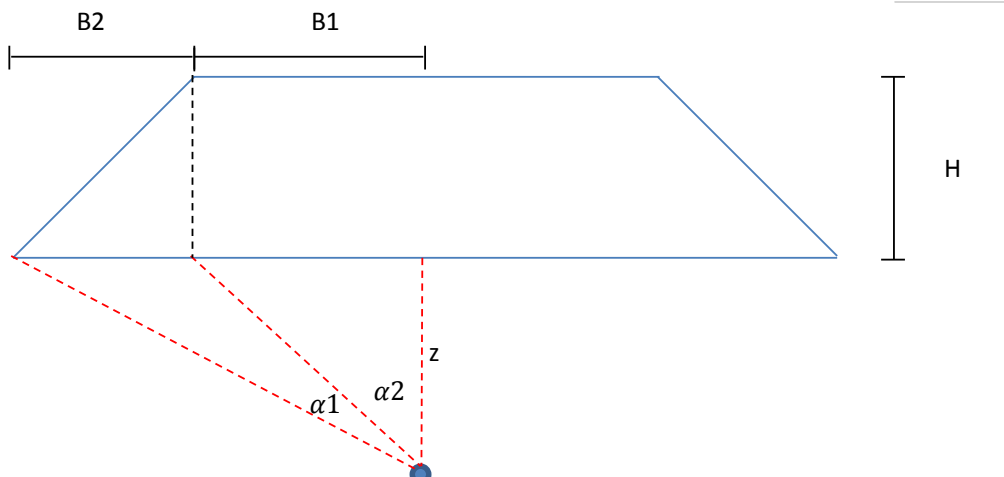


Gambar 3.4. Rencana Tinggi Timbunan

3.5.2. Analisis Nilai Koefisien Konsolidasi(C_v) tiap Lapisan Tanah

Analisis dilakukan dengan cara memplotkan nilai *load* yang berasal dari *overburden pressure* ditambah distribusi beban yang diakibatkan timbunan terhadap grafik *load* vs nilai koefisien konsolidasi(C_v) yang berasal dari data uji konsolidasi laboratorium. Plotting dilakukan untuk tiap lapisan tanah hasil stratifikasi pada Sta 1+400 hingga Sta 1+600.

Untuk nilai *overburden pressure* didapatkan dari uji konsolidasi laboratorium, sedangkan nilai distribusi beban didapatkan dengan cara sebagai berikut.



Gambar 3.5. Distribusi Beban

Rumus Fled :

$$\alpha_{total} = \tan^{-1} \left(\frac{B1 + B2}{z} \right)$$

$$\alpha2 = \tan^{-1} \left(\frac{B1}{z} \right)$$

$$\alpha1 = \alpha_{total} - \alpha2$$

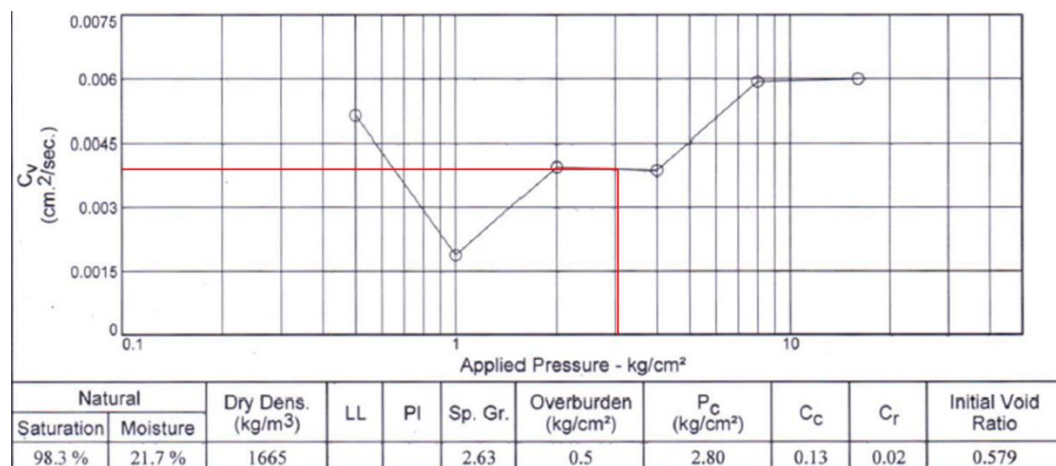
$$\Delta P = \frac{2 \times q_v}{\pi} \left(\left(\frac{B1 + B2}{B2} \right) \times (\alpha1 + \alpha2) - \left(\frac{B1}{B2} \right) \times \alpha2 \right)$$

Dimana : ΔP = Distribusi Beban

q_v = Berat Timbunan

Load = *overburden pressure* + Distribusi beban

Kemudian nilai *load* diplotkan pada grafik uji konsolidasi laboratorium seperti pada gambar 3.6 sehingga didapatkan nilai C_v pada kedalaman tersebut.

Gambar 3.6. Contoh Plotting Grafik *load* vs C_v Uji Konsolidasi Laboratorium

3.5.3. Analisis Penurunan Tanah Manual

Analisis penurunan dilakukan dengan cara menghitung daya dukung, kemudian nilai penurunan dan waktu penurunan seperti berikut ini :

1. Menghitung Daya Dukung

Rumus yang digunakan adalah rumus Terzaghi, yaitu:

$$q_{all} = \frac{c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma}{FK}$$

- Dimana : q_{all} = Daya dukung izin, (kN/m^2)
 c = Kohesi, (kN/m^2)
 q = *Overburden Pressure*, (kN/m^2)
 γ = Berat isi tanah, (kN/m^3)
 B = Lebar Timbunan (m)
 N_c, N_q, N_γ = Faktor Daya Dukung Terzaghi
 FK = Faktor Keamanan

Tabel 3. 1

Faktor Daya Dukung

ANGLE OF FRICTION ϕ (DEGREES)	TERZAGHI			MEYERHOF			HANSEN		
	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q	N_γ
0	5.70	1.00	0.00	5.10	1.00	0.00	5.10	1.00	0.00
2	6.30	1.22	0.18	5.63	1.20	0.01	5.63	1.20	0.01
4	6.97	1.49	0.38	6.19	1.43	0.04	6.19	1.43	0.05
5	7.34	1.64	0.50	6.49	1.57	0.07	6.49	1.57	0.07
6	7.73	1.81	0.62	6.81	1.72	0.11	6.81	1.72	0.11
8	8.60	2.21	0.91	7.53	2.06	0.21	7.53	2.06	0.22
10	9.60	2.69	1.21	8.34	2.47	0.37	8.34	2.47	0.39

(Sumber : *Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables*)

Peningkatan daya dukung menggunakan rumus :

$$C = C_0 + \Delta C$$

- Dimana : C = Kohesi setelah perbaikan (kN/m^2)
 C_0 = Kohesi sebelum perbaikan (kN/m^2)
 ΔC = Penambahan *Strenght* akibat perbaikan (kN/m^2)

Nilai penambahan *strenght* akibat perbaikan (ΔC) ditentukan berdasarkan rumus :

$$\Delta C = 0,25 \times \sigma'v \times U$$

- Dimana : ΔC = Penambahan *Strenght* akibat perbaikan (kN/m^2)
 $\sigma'v$ = Beban Preloading (kN/m^2)

U = Derajat Konsolidasi (%)

2. Menghitung Nilai Penurunan

Menghitung penurunan membutuhkan nilai distribusi beban. Untuk mencari dsitribusi beban menggunakan rumus Fled seperti subbab 3.5.2.

Kemudian menghitung penurunan seketika seperti berikut :

$$S_e = \mu_1 \times \mu_2 \times \frac{q \times B}{E}$$

Dimana : S_e = Penurunan seketika (m)

q = Distribusi beban (kN/m^2)

B = Lebar beban

E = Modulus elastisitas tanah (kN/m^2)

Untuk μ_1 dan μ_2 menggunakan tabel berikut ini :

Tabel 3. 2

Nilai μ_1

df/B	μ_1
0	1
2	0.9
4	0.88
6	0.875
8	0.87
10	0.865
12	0.863
14	0.86
16	0.856
18	0.854

(Sumber : *Advanced Soil Mechnaics Third Edition, Braja M Das*)

Tabel 3. 3

Nilai μ_2

h/B	L/B			
	1	2	5	10
1	0.36	0.36	0.36	0.36
2	0.53	0.63	0.64	0.64
4	0.63	0.82	0.94	0.94
6	0.67	0.88	1.08	1.14
8	0.68	0.9	1.13	1.22

10	0.7	0.92	1.18	1.3
20	0.71	0.93	1.26	1.47
30	0.73	0.95	1.29	1.54

(Sumber : *Advanced Soil Mechnaics Third Edition, Braja M Das*)

Menghitung penurunan konsolidasi seperti berikut ini :

$$S_c = \frac{H_0 \cdot C_c'}{1 + e_0} \log\left(\frac{P_0 + \Delta\sigma}{P_0}\right) \quad \text{jika } P_0 + \Delta\sigma = P_c \quad OCR \leq 1$$

$$S_c = \frac{H_0 \cdot C_r'}{1 + e_0} \log\left(\frac{P_0 + \Delta\sigma}{P_0}\right) \quad \text{jika } P_0 + \Delta\sigma < P_c \quad OCR > 1$$

$$S_c = \frac{H_0 \cdot C_r'}{1 + e_0} \log\left(\frac{P_c}{P_0}\right) + \frac{H_0 \cdot C_c'}{1 + e_0} \log\left(\frac{P_0 + \Delta\sigma}{P_c}\right) \quad \text{jika } P_0 + \Delta\sigma > P_c \quad OCR > 1$$

(Sumber : *Advanced Soil Mechnaics Third Edition, Braja M Das*)

Dimana : S_c = Penurunan konsolidasi (m)

H_0 = Tebal lapisan tanah (m)

C_c = Indeks kompresi tanah

C_r = Indeks pemampatan kembali tanah

e_0 = angka pori tanah

P_0 = Tegangan vertikal tanah (kN/m²)

$\Delta\sigma$ = Distribusi beban (kN/m²)

3. Menghitung Waktu Penurunan

Analisis waktu penurunan untuk mendapatkannya menggunakan formula Terzaghi(1985) sebagai berikut ini.

a. Menghitung t_v :

- Untuk ($U=0\% - 60\%$)

$$t_v = \frac{\pi}{4} x U^2$$

- Untuk ($U>60\%$)

$$t_v = 1,781 - (0,933 \text{ Log } (100 - U))$$

b. Waktu (detik)

$$t = \frac{t_v}{C_v} x (Hdr)^2$$

c. Waktu (bulan)

$$t = \frac{\text{waktu(detik)}}{2592000}$$

d. Waktu (tahun)

$$t = \frac{\text{waktu(bulan)}}{12}$$

e. Penurunan (S)

$$S = U \times S$$

Dimana : t = Waktu

U = Derajat konsolidasi (%)

C_v = Koefisien konsolidasi vertikal (cm²/s)

S = Penurunan (cm)

3.5.4. Analisis Penurunan Tanah Menggunakan *Software*

Analisis penurunan dilakukan dengan metode elemen hingga dengan bantuan *software Plaxis 2D*. Analisis dilakukan dengan *software* karena tidak bisa dilakukan secara manual. Pada perhitungan waktu penurunan manual, rumus yang digunakan yaitu rumus Terzaghi:

$$t = \frac{T_v \cdot H^2}{C_v}$$

dimana :

H = tebal seluruh lapisan lunak dibawa embakment

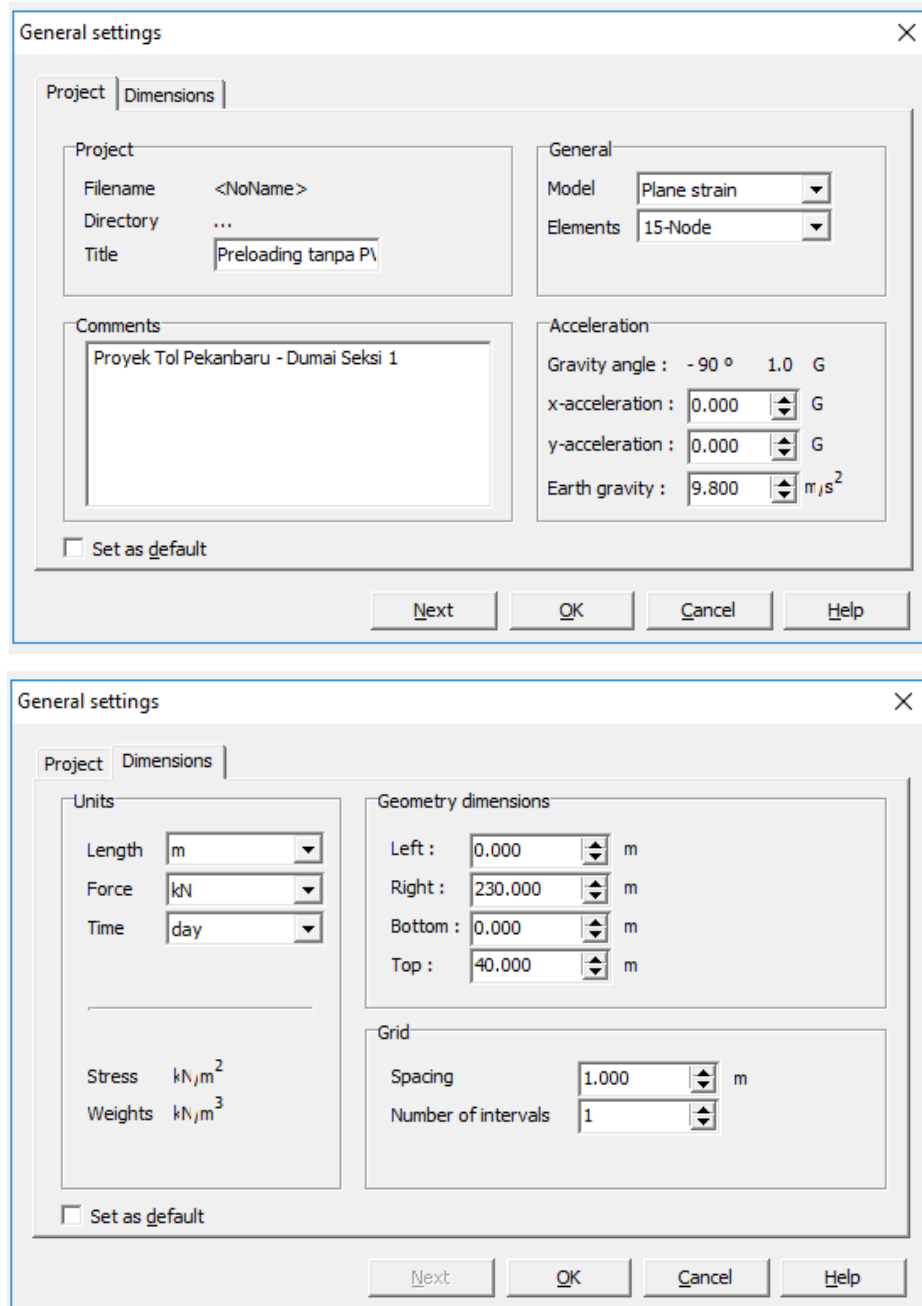
C_v = koefisien konsolidasi (m²/th)

T_v = derajat konsolidasi (%)

Nilai C_v dianggap homogen pada semua lapisan tanah, sedangkan penelitian ini memperhitungkan nilai C_v tiap lapisan tanah. Sehingga pada analisis penurunan tanah ini akan menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan *software Plaxis 2D*.

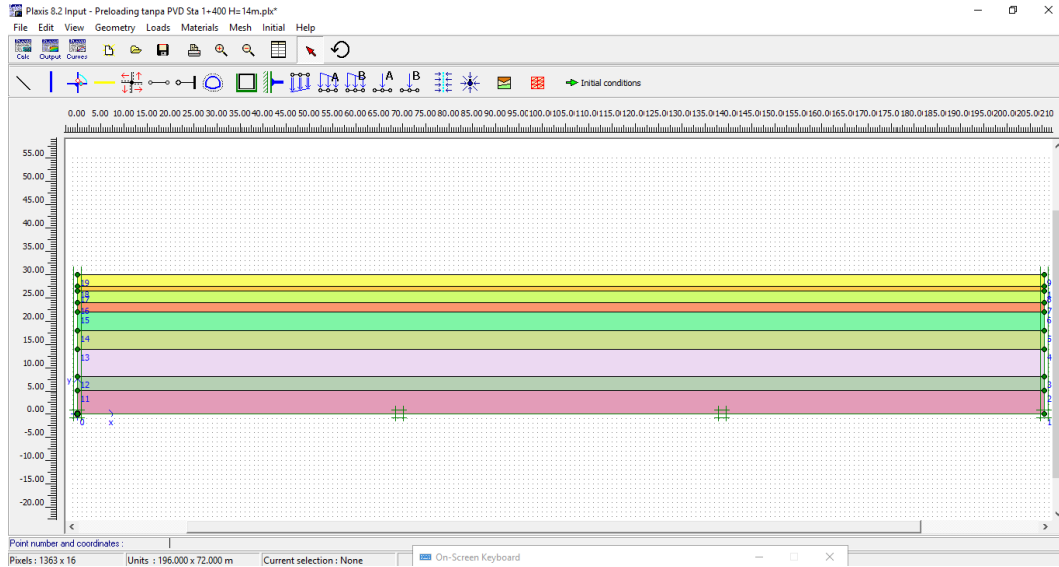
Berikut adalah langkah – langkah dalam pemodelan menggunakan *Plaxis 2D*:

1. Buka *software Plaxis 2D* lalu pilih *New* dan masuk ke *General Setting*. Untuk pengaturannya beri judul sesuai penelitian, kemudian *elements* yang digunakan adalah 15-node dan satuan sesuai perhitungan sedangkan dimensi *geometry* disesuaikan dengan kebutuhan untuk pemodelan skala penuh.



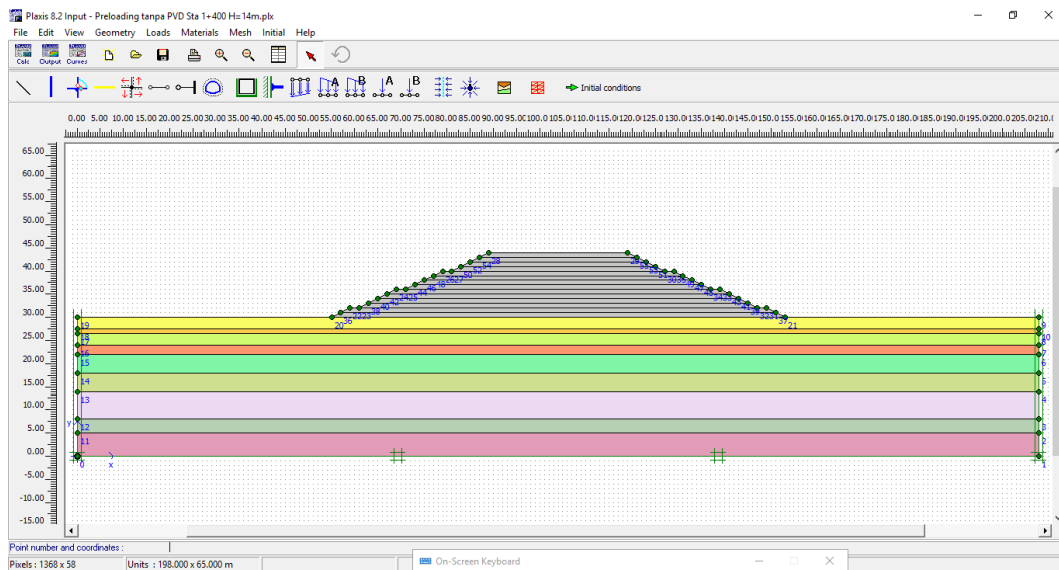
Gambar 3.7. Langkah awal *Plaxis 2D*

2. Gambar area tinjauan dengan menggunakan *Geometry Line*, buat lapisan tanah sesuai stratifikasi tanah. Kemudian masuk pada material dan masukkan data tanah yang telah didapat pada *soil and interface* lalu drag ke dalam area tinjauan sesuai lapisan tanahnya masing - masing. Supaya area tersebut dapat dihitung maka area tinjauan itu diberikan *standard fixities*.



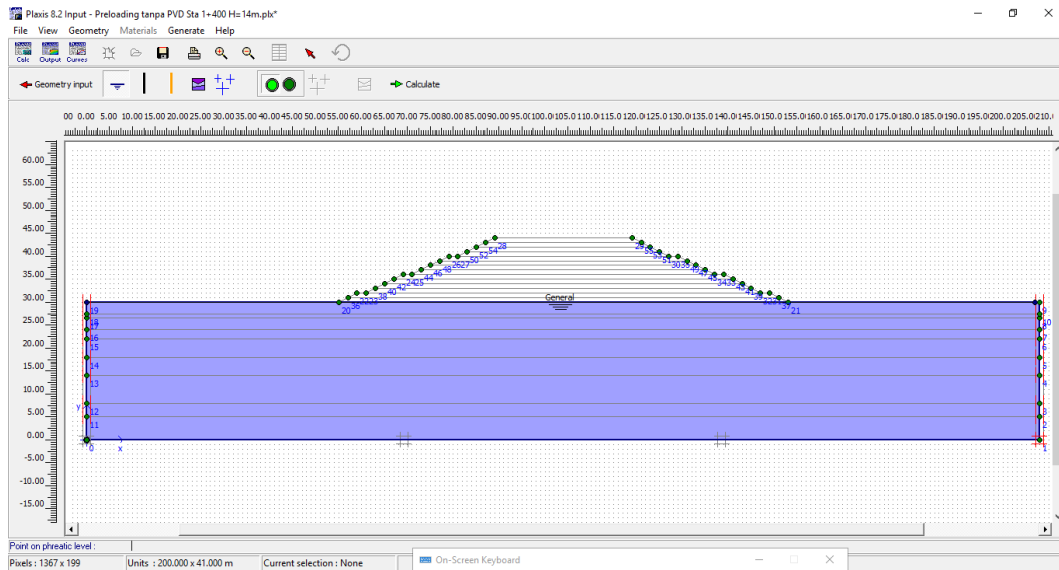
Gambar 3.8. Langkah Pembuatan Area Tinjauan dan *input* material tanah

3. Untuk analisis penurunan tanah akibat timbunan, buat model timbunan sesuai rencana yaitu bertahap setiap 1m per 7hari, kemudian masukan data tanah timbunan.



Gambar 3.9. Langkah Pembuatan Material Timbunan

4. Setelah itu lakukan *mesh* dengan *global coarseness* dengan *element distribution very fine >generate >update*
5. Akan muncul jendela yang menunjukkan berat jenis air, masukan nilai 10 kN/m^3 . Hilangkan timbunan tanah hingga tersisa permukaan tanah dasar. Masukan kondisi muka air tanah pada *initial condition* lalu klik *generate* *update*



Gambar 3.10. Langkah *Input* Muka Air Tanah

6. Kalkulasi dengan tahapan perhitungan dimulai dari timbunan 1m per 7hari hingga 12m, kemudian *surcharge* hingga 2m ada yang 4m juga 6m, kemudian konsolidasi hingga tekanan air pori = 1 kN/m^3 dan terakhir Faktor Keamanan.

The figure shows the calculation phases in Plaxis 8.2. The 'General' tab is selected, and the 'Phase' section shows 'Number / ID.: 0' and 'Initial phase'. The 'Calculation type' is set to 'Advanced'. The 'Log info' and 'Comments' sections are empty. The 'Parameters' button is visible. Below the main window, a table lists the calculation phases and their parameters.

Identification	Phase no.	Start from	Calculation	Loading input	Time
Initial phase	0	0	N/A	N/A	0.00
→ 1. Timbunan 1m 7hari	1	0	Consolidation	Staged Construction	7.00
→ 2. Timbunan 2m 7hari	2	1	Consolidation	Staged Construction	7.00
→ 3. Timbunan 3m 7hari	3	2	Consolidation	Staged Construction	7.00
→ 4. Timbunan 4m 7hari	4	3	Consolidation	Staged Construction	7.00
→ 5. Timbunan 5m 7hari	5	4	Consolidation	Staged Construction	7.00
→ 6. Timbunan 6m 7hari	6	5	Consolidation	Staged Construction	7.00
→ 7. Timbunan 7m 7hari	7	6	Consolidation	Staged Construction	7.00
→ 8. Timbunan 8m 7hari	8	7	Consolidation	Staged Construction	7.00
→ 9. Timbunan 9m 7hari	9	8	Consolidation	Staged Construction	7.00
→ 10. Timbunan 10m 7hari	10	9	Consolidation	Staged Construction	7.00
→ 11. Timbunan 11m 7hari	11	10	Consolidation	Staged Construction	7.00
→ 12. Timbunan 12m 7hari	12	11	Consolidation	Staged Construction	7.00
→ 13. Surcharge 1m 7hari	13	12	Consolidation	Staged Construction	7.00
→ 14. Surcharge 2m 7hari	14	13	Consolidation	Staged Construction	7.00
→ 15. Konsolidasi hingga $p=1$	15	14	Consolidation	Minimum pore pressure	0.00
→ 16. FK (Faktor Keamanan)	16	15	Φ/c reduction	Incremental multipliers	0.00

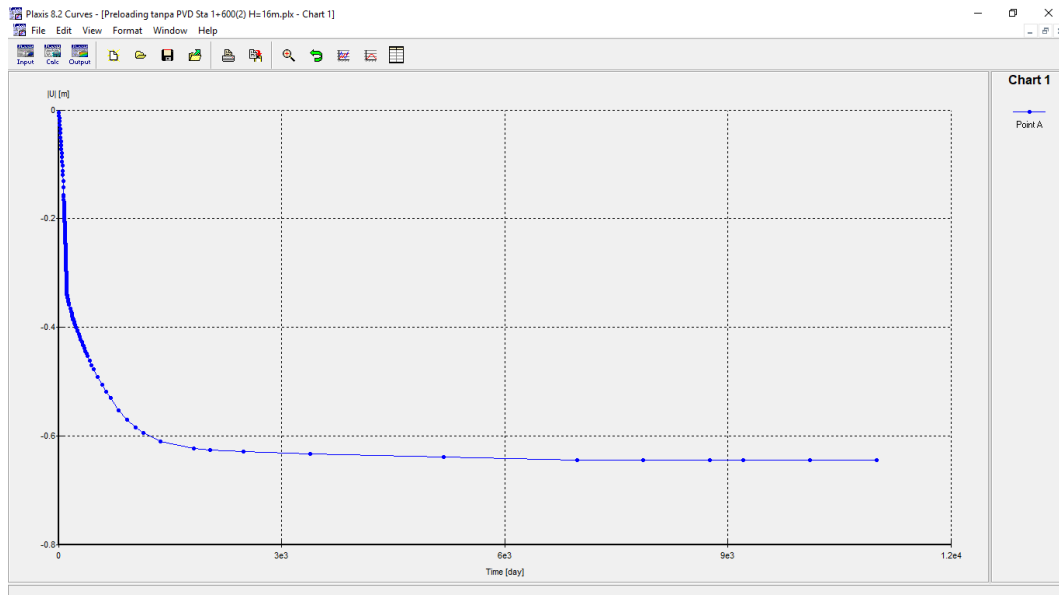
Gambar 3.11. Langkah Kalkulasi

7. Terakhir lakukan proses *Output* berupa gambar deformasi dan alur tekanan air pori yang keluar. Kemudian lakukan proses *output* Grafik penurunan vs waktu.

Azhar Faishal Fakhri, 2019

PERILAKU PENURUNAN RESIDUAL TANAH LEMPUNG PASIRAN YANG DIPERBAIKI DENGAN METODE PRELOADING TANPA PVD

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



Gambar 3.12. Contoh *Output* Grafik penurunan vs waktu

Berdasarkan hasil perhitungan *Plaxis 2D* tersebut, didapatkan penurunan total dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai total penurunan tersebut.

3.5.5. Perhitungan Derajat Konsolidasi dan *Rate* Penurunan Residual

Menurut Terzaghi, derajat konsolidasi berbanding lurus dengan waktu :

$$U = F(T_v)$$

Dimana :

U = Derajat konsolidasi

T_v = Faktor waktu

Derajat konsolidasi adalah perbandingan antara penurunan dalam waktu (t) dengan penurunan setelah selesai konsolidasi ($t = \infty$)

- Penurunan dalam waktu $t = U$
- Penurunan setelah selesai $t = \infty$

1. Untuk mencari derajat konsolidasi pada saat masa konstruksi 5 bulan, dilakukan dengan cara plotkan waktu 150 hari ke grafik, didapatkan nilai penurunan saat 5 bulan. Kemudian bandingkan dengan penurunan total, didapatkan derajat konsolidasi pada saat masa konstruksi 5 bulan.
2. Untuk mendapatkan *rate* penurunan residual, hitung penurunan sisa setelah 5 bulan dibagi waktu sisa setelah 5 bulan masa konstruksi.