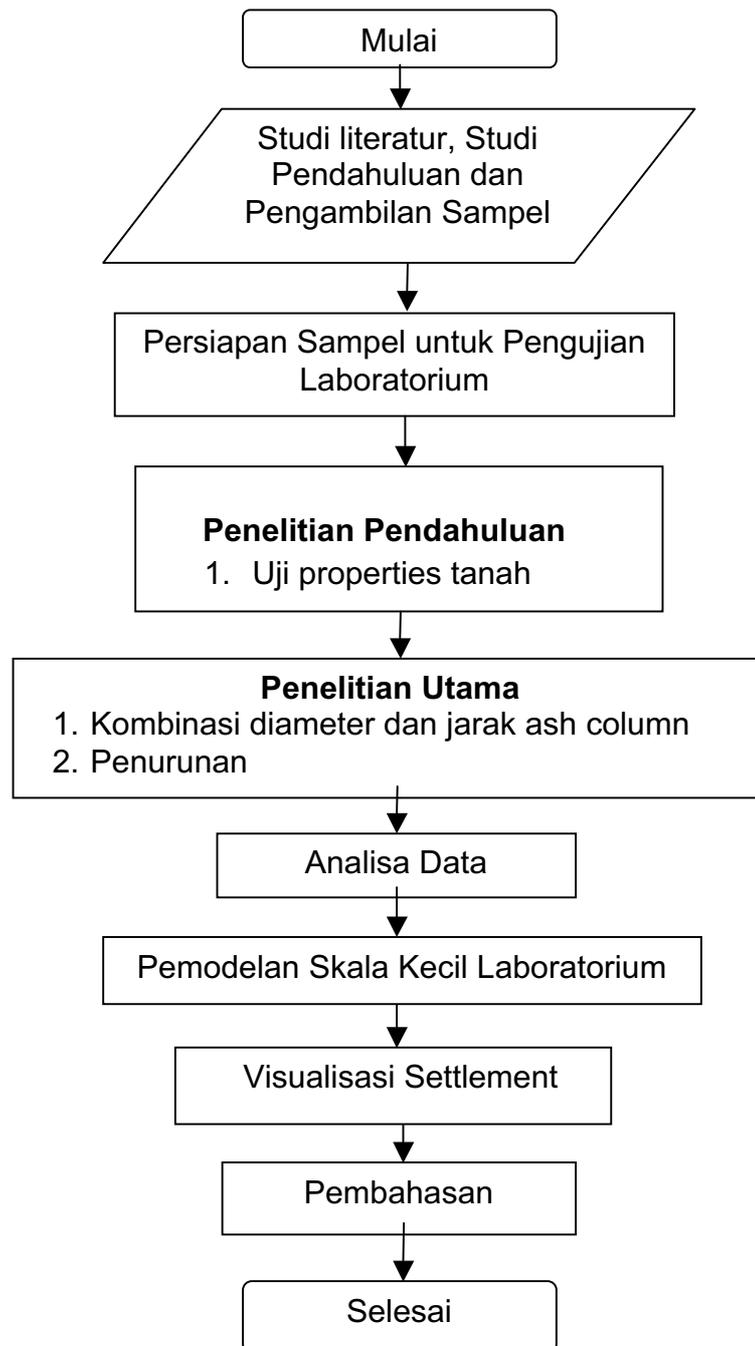


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tahap Penelitian



Bagan Alir Penelitian

3.2 Pendekatan Penelitian

Sebelumnya Immanuel (2012) telah melakukan penelitian tentang *Study Parameters Design Stone Column For Improving Bearing Capacity and Settlement on Clay Soil*. Pada penelitian itu Parameter stone column yang dikombinasikan antara lain;

- Diameter : 60, 80, 100, 120 cm
- Spasi : 100, 200, 300, 400 cm

Hilda, Lawalenna, dan Achmad (2015) juga telah meneliti tentang *Uji Model Kapasitas Dukung Kolom Pasir Grouting Semen Type Group pada Tanah Lanau Kepasiran*. Mereka membuat pemodelan kolom dengan tinggi 60 cm diuji dalam bak berdiameter 80 cm. Rancangan model kolom grouting dengan variasi spasi 12 cm, 14 cm dan 16 cm dan uji pembebanan dilakukan dengan plat bearing sebagai beban merata.

Arif, Suroso dan Yulvi (2015) pada penelitian *Pengaruh Variasi Jarak dan Panjang Kolom Stabilisasi Tanah Ekspansif di Bojonegoro dengan Metode Deep Soil Mix Tipe Panels Diameter 2 cm terhadap Daya Dukung Tanah*, menggunakan Variasi jarak antar kolom yaitu $1,25 \times D$, $1,5 \times D$, dan $1,75 \times D$.

3.3 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Universitas Riau. Pengujian dilakukan dengan skala kecil (*mini scale*), dengan ukuran bak uji 1,5 m x 1,0 m x 0,5 m.

3.4 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain;

- Tanah lunak berupa tanah gambut yang diambil dari Rimbo Panjang Kampar, Riau.
- *Fly ash* dan *Bottom ash* dari PT. IKPP Perawang, Kabupaten Siak.

3.4.1 Benda Uji

Benda uji berupa kolom dari campuran *fly ash* dan *bottom ash* dengan ukuran diameter 3 cm, 4 cm dan 5,5 cm dengan panjang untuk tiap diameter adalah 20 cm. Pematatan kolom dilakukan berdasarkan dengan uji *proctor* yang sebelumnya sudah diuji coba. Setelah kolom selesai di buat dalam cetakan, lalu dibungkus dengan plastik dan dilakukan pemeraman selama satu hari.

Pembuatan benda uji ini dilakukan sesuai dengan dimensi model skala 1 : 10. Setiap benda uji hanya dipakai untuk satu kali pengujian.



Gambar 3.1. Sample penelitian

3.4.2 Peralatan Pengujian

Peralatan yang digunakan pada pengujian ini adalah :

1. Peralatan untuk pengujian kadar air, berat volume, berat jenis, angka pori, kadar abu, kadar serat dan kadar organik.
2. Peralatan untuk membuat benda uji berupa neraca, cetakan kolom, isolasi, wadah, pengaduk dan pemadat *fly ash* dan *bottom ash*.
3. Kotak pengujian sebagai wadah gambut dengan ukuran 1,5 cm x 1,0 cm x 0,5 cm.
4. Plat dari bahan multiplek yang digunakan sebagai alat untuk penyebar beban dengan ukuran yang menyesuaikan pada tiap model variasi susunan kolom, baik itu untuk pola segitiga maupun pola segi empat.
5. Alat uji vane shear untuk menguji kuat geser tanah gambut sebelum pengujian.
6. Hydraulic Jack, digunakan untuk memberikan beban secara bertahap pada plat yang diletakkan di atas benda uji.



Gambar 3.2. Hydraulic Jack

7. Dial indicator (dial gauge), digunakan untuk membaca penurunan plat dengan ketelitian 0,01 mm.



Gambar 3.3. Dial Gauge

3.5 Pelaksanaan Pengujian

3.5.1 Tahap Persiapan

1. Pengambilan sampel tanah gambut dari Desa Rimbo Panjang Kabupaten Kampar dengan menggunakan cangkul, lalu diangkut dengan mobil pick up.



Gambar 3.4. Pengambilan Sampel Gambut

2. Tanah gambut dibersihkan dari serat-serat kayu yang besar.
3. Tanah gambut dimasukkan ke dalam kotak pengujian, diaduk dan dibuat dalam kondisi jenuh, lalu didiamkan selama satu hari.
4. *Fly ash* disaring dengan saringan no 4.
5. *Fly ash* dan *bottom ash* ditimbang sesuai dengan komposisi campuran 40% banding 60%. Dengan perhitungan pada table berikut :

Tabel 3.1. Berat *Fly Ash* dan *Bottom Ash* Kolom Diameter 3,0 Cm

PERKIRAAN BERAT FLY ASH & BOTTOM ASH

Panjang Kolom 20 cm		
Diameter Kolom	:	3 Cm
Panjang Kolom	:	20 Cm
Volume	:	141,3717 cm ³
<u>Persentase Abu :</u>		
Fly ash	:	40,00%
Bottom ash	:	60,00%
OMC	:	27,70%
γ_{dmax}	:	1,377 gr/cm ³
Berat Total Abu Kering	:	194,6688 Gr
Berat Fly Ash kering	:	77,8675 Gr
Berat Bottom Ash Kering	:	116,8013 Gr
Volume Air	:	53,92325 MI

Tabel 3.2. Berat *Fly Ash* dan *Bottom Ash* Kolom Diameter 4,0 Cm

PERKIRAAN BERAT FLY ASH & BOTTOM ASH

Panjang Kolom 20 cm		
Diameter Kolom	:	4 Cm
Panjang Kolom	:	20 Cm
Volume	:	251,3274 cm ³
<u>Persentase Abu :</u>		
Fly ash	:	40,00%
Bottom ash	:	60,00%

OMC	:	27,70%
γ_{dmax}	:	1,377 gr/cm ³
Berat Total Abu Kering	:	346,0778 Gr
Berat Fly Ash kering	:	138,4311 Gr
Berat Bottom Ash Kering	:	207,6467 Gr
Volume Air	:	95,86356 MI

Tabel 3.3. Berat *Fly Ash* dan *Bottom Ash* Kolom Diameter 5,5 Cm

Panjang Kolom 20 cm		
Diameter Kolom	:	5,5 Cm
Panjang Kolom	:	20 Cm
Volume	:	475,1659 cm ³
<u>Persentase Abu :</u>		
Fly ash	:	40,00%
Bottom ash	:	60,00%
OMC	:	27,70%
γ_{dmax}	:	1,377 gr/cm ³
Berat Total Abu Kering	:	654,3034 Gr
Berat Fly Ash kering	:	261,7214 Gr
Berat Bottom Ash Kering	:	392,5821 Gr
Volume Air	:	181,242 MI

6. *Fly ash* dan *bottom ash* diaduk dengan kadar air optimum, dipadatkan dalam cetakan, dibungkus plastik lalu diperam satu hari.

3.5.2 Pengujian Pendahuluan

Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sifat mekanis tanah gambut berupa kuat geser. Dan Pengujian sifat fisis, meliputi berat jenis, kadar air, berat volume, angka pori, kadar serat, kadar abu dan kadar organik.

Untuk *fly ash* dan *bottom ash* pada penelitian sebelumnya sudah diuji berupa : analisa saringan, berat jenis, CBR rendaman, geser

langsung, konsolidasi, *falling head test*, permeabilitas, *proctor test*, triaksial, dan *UCS test*. (Hasil pengujian terlampir).

3.5.3 Uji Propertis Tanah

A. Kadar Air (Moisture Content)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah, yaitu perbandingan antara berat air yang terkandung dalam dengan berat butir kering tanah tersebut yang dinyatakan dalam persen. Pengujian berdasarkan ASTM D 2216-98.

Bahan - bahan:

- 1) Sampel tanah yang akan diuji seberat 30 – 50 gram sebanyak 2 sampel.
- 2) Air secukupnya

Peralatan yang digunakan:

1. Container sebanyak 3 buah
2. Oven
3. Neraca dengan ketelitian 0,01 gram
4. Desicator

Perhitungan:

- Berat air (W_w) = $W_{cs} - W_{ds}$
- Berat tanah kering (W_s) = $W_{ds} - W_c$
- Kadar air (ω) = $\frac{W_w}{W_s} \times 100\%$

Dimana:

W_c = Berat cawan yang akan digunakan

W_{cs} = Berat benda uji + cawan

W_{ds} = Berat cawan yang berisi tanah yang sudah di oven.

Perbedaan kadar air diantara ketiga sampel tersebut maksimum sebesar 5% dengan nilai rata-rata.



Gambar 3.5. Pengujian kadar air dan Berat volume

B. Berat Volume (Unit Weight)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat volume tanah basah dalam keadaan asli (undisturbed sample), yaitu perbandingan antara berat tanah dengan volume tanah. Pengujian berdasarkan ASTM D 2167.

Bahan-bahan: Sampel tanah gambut.

Peralatan:

- 1) Ring contoh.
- 2) Pisau.
- 3) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram

Perhitungan:

- 1) Berat ring (W_c).
- 2) Volume ring bagian dalam (V).
- 3) Berat ring dan tanah (W_{cs}).
- 4) Berat tanah (W) = $W_{cs} - W_c$.
- 5) Berat Volume (γ).

$$\gamma = \frac{W}{V} \text{ (gr/cm}^3 \text{ atau t/m}^3\text{)}$$

C. Berat Jenis (Specific Gravity)

Percobaan ini dilakukan untuk menentukan kepadatan massa butiran atau partikel tanah yaitu perbandingan antara berat butiran tanah dan berat air suling dengan volume yang sama pada suhu tertentu.

Pengujian berdasarkan ASTM D 854-02.

Bahan-bahan :

- 1) Sampel tanah gambut.
- 2) Air Suling

Peralatan :

- 1) Labu Ukur 100 ml / picnometer.
- 2) Thermometer dengan ketelitian 0,01 ° C.
- 3) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 4) Boiler (tungku pemanas) atau Hot plate

$$\text{Perhitungan : } G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)}$$

Dimana :

G_s = Berat jenis

W_1 = Berat picnometer (gram)

W_2 = Berat picnometer dan tanah kering (gram).

W_3 = Berat picnometer, tanah dan air (gram)

W_4 = Berat picnometer dan air bersih (gram).

D. Pengujian Angka Pori

Perhitungan : Angka Pori (e) = V_v/V_s

$$V = V_a + V_w + V_s$$

$$V_v = V_a + V_w$$

Dimana:

V = volume tanah total (cm³)

V_a = volume udara (cm³)

V_w = volume air (cm³)

V_s = volume butiran padat (cm³)

V_v = volume rongga pori (cm³)

E. Pengujian Kadar Serat Tanah Gambut

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar serat tanah gambut.

Peralatan :

1. Kertas filter
2. Alat pengeluaran contoh tanah dari tabung contoh
3. Bak
4. Timbangan
5. Gelas Ukur
6. Saringan no. 100
7. Sarung tangan steril
8. Alat-alat pemeriksaan kadar air.

Prosedur Pengujian :

1. Bila contoh tanah berupa tanah asli yang berada di dalam tabung, maka sampel tanah dikeluarkan terlebih dahulu dari tabung.
2. Contoh tanah yang sudah dikeluarkan, dimasukkan ke dalam cawan. Sampel tanah gambut yang akan diuji dibersihkan terlebih dahulu dari akar-akar yang berukuran lebih dari 1 cm.
3. Kemudian timbang sampel tanah gambut sebanyak 300 gram.
4. Siapkan larutan HCL sebanyak 20 ml kemudian masukkan ke dalam gelas ukur yang berukuran 1000 ml.
5. Campurkan air ke dalam gelas ukur hingga sepertiga dari volume gelas ukur sehingga air bercampur dengan larutan.

6. Masukkan sampel tanah gambut ke dalam gelas ukur sehingga tanah gambut, air dan larutan tercampur rata.
7. Biarkan campuran tersebut selama satu hari.
8. Siapkan larutan HCL sebanyak 20 ml lalu masukkan ke dalam bak kemudian campurkan dengan air sebanyak 2 liter.
9. Siapkan kertas filter kemudian ditimbang.
10. Sampel yang sudah dibiarkan selama satu hari, kemudian disaring dengan saringan no. 100. Sampel tanah yang tertahan di saringan beserta saringan no. 100 kemudian dimasukkan ke dalam bak yang berisi larutan HCL, lalu biarkan sampel tersebut selama 15 menit sambil diaduk-aduk.
11. Kemudian cuci sampel tanah yang berada di dalam saringan dengan air yang mengalir. Sebaiknya air yang mengalir kecepatannya kecil.
12. Sampel tanah yang telah bersih kemudian disaring dengan kertas filter.
13. Tanah kemudian dimasukkan ke dalam oven untuk dikeringkan.
14. Setelah tanah kering kemudian ditimbang.

Perhitungan :

$$M_s = \frac{M}{W+100} \times 100$$

$$\text{Kadar Serat (\%)} = \frac{M_f}{M_s} \times 100$$

Dimana :

M = Massa total tanah awal (gr)

W = Kadar Air (%)

M_s = Massa tanah kering awal (gr)

M_f = Massa serat kering (gr)



Gambar 3.6. Pengujian Kadar Serat Gambut

F. Pengujian Kadar Organik dan Kadar Abu Tanah Gambut

Peralatan :

1. Oven yang dapat diatur pada suhu konstan $105 \pm 5^\circ \text{C}$
2. Muffle Furnace yang dapat menghasilkan suhu konstan 440°C dan 750°C .
3. Timbangan kapasitas minimum 500 gr dan ketelitian 0,01 gr.
4. Cawan Keramik

Prosedur Pengujian :

1. Timbang massa cawan keramik dengan ketelitian 0,01 gr
2. Letak sampel kering oven dari pengujian kadar air ke dalam cawan, kemudian timbang massa cawan + sampel (tanah kering)
3. Letakkan cawan berisi sampel ke dalam muffle furnace. Perlahan-lahan naikkan suhu furnace sampai 440° C. Kemudian biarkan/diamkan sampai sampel sepenuhnya menjadi abu (tidak ada perubahan massa setelah pemanasan lebih lanjut).
4. Keluarkan sampel dari muffle furnace, dinginkan kemudian timbang.

Perhitungan :

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{(C \times 100)}{B}$$

$$\text{Kadar Organik (\%)} = 100 - D$$

Dimana :

C = massa abu (gr)

B = massa tanah kering (gr)

D = Kadar Abu (%)



Gambar 3.7. Pengujian Kadar Abu dan Kadar Organik

G. Pengujian Kuat Geser Vane Shear (ASTM D 2937)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kuat geser *undrained* dari tanah sangat lunak sampai lunak dalam kondisi jenuh air.

Peralatan :

1. Baling-baling 4 daun dengan tinggi sebesar dua kali lebarnya. Bagian bawah dibuat tajam untuk dapat menembus tanah. Bagian bawah dan atas dapat tegak lurus (90°) atau meruncing dengan sudut 45° .
2. Batang penyambung dari baja, yang dapat disambung sesuai dengan kedalaman yang akan diperiksa.
3. Alat pembaca momen torsi pada saat memutar baling-baling.

Prosedur Pengujian :

1. Baling-baling Vane shear dimasukkan ke dalam tanah gambut yang ada di dalam bak pengujian sampai batas kedalaman yang direncanakan. Perlu diperhatikan bahwa pada saat menekan turun baling-baling jangan ada gerakan memutar.
2. Putar baling-baling dengan hati-hati dan jaga jangan ada gerakan ke atas atau ke bawah, kecepatan putar tidak melebihi $0,1^\circ/\text{detik}$. Dengan kecepatan putar ini pada umumnya dibutuhkan waktu sekitar dua sampai lima menit untuk mencapai putusya tanah, kecuali pada tanah lempung yang sangat lunak akan dibutuhkan waktu 10 sampai 15 menit.



Gambar 3.8. *Pengujian Kuat Geser*

3.5.4. Pengujian Utama

A. Pembebanan pada Gambut tanpa Perkuatan

Pengujian dengan model skala laboratorium dibuat kotak yang di atasnya terbuka dengan ukuran 1,5 m x 1,0 m x 0,5 m. Diisi tanah gambut dalam kondisi jenuh dengan ketinggian 50 m dan didiamkan satu hari.

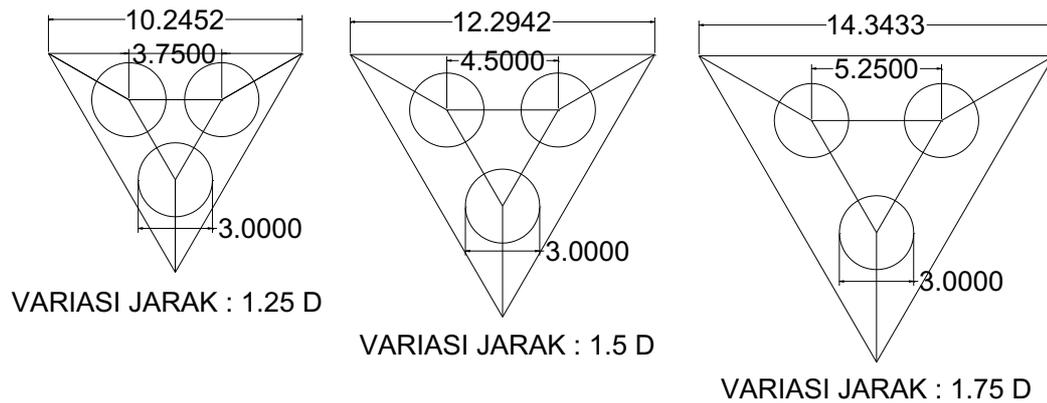
Pelat diletakkan pada permukaan gambut, lalu diberi beban dengan menggunakan alat dongkrak hidrolis (*hydraulic jack*). Dial indikator (*dial gauge*) di letakkan diatas pelat membaca penurunan.

B. Pembebanan dengan Perkuatan Kolom Memakai Pola Segitiga

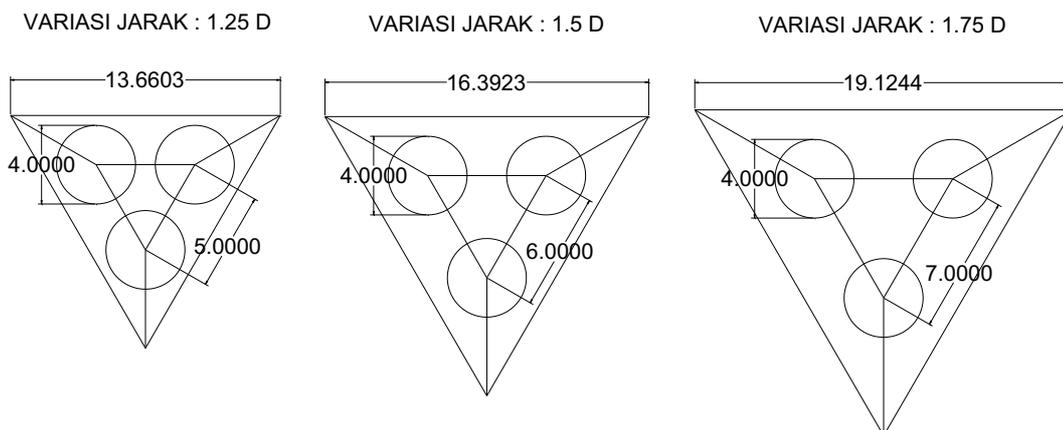
Setelah dilakukan pengujian tanpa perkuatan, gambut di bak diaduk kembali lalu didiamkan selama satu hari (hal ini terus dilakukan setiap selesai melakukan pengujian pada masing-masing variasi).

Selanjutnya dipasang perkuatan kolom-kolom yang berisi campuran *fly ash* dan *bottom ash* (yang sudah dipadatkan dan diperam

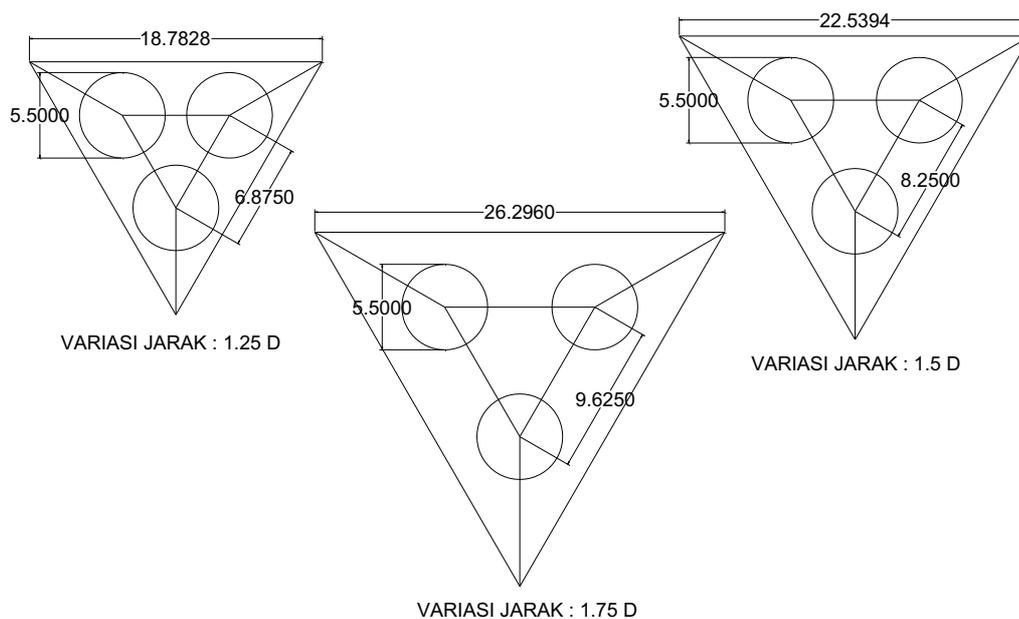
satu hari) dengan kedalaman 20 cm. Diameter kolom yang dimodelkan adalah 3 cm, 4 cm dan 5,5 cm yang disusun dengan variasi jarak 1,25D; 1,5D dan 1,75D berbentuk pola segitiga, seperti gambar berikut :



Gambar 3.9. Plat dan Susunan Kolom Diameter 3,0 Cm



Gambar 3.10. Plat dan Susunan Kolom Diameter 4,0 Cm



Gambar 3.11. Plat dan Susunan Kolom Diameter 5,5 Cm

Kolom –kolom tersebut seluruh permukaannya dibungkus plastik agar tidak terkontaminasi dengan air gambut. Karena jika tercampur dengan air maka kekuatan dari kolom akan terganggu. Kolom ditanamkan seluruhnya ke dalam gambut sampai rata dengan permukaan tanah gambut. Aplikasi kolom di lapangan nanti plastik dapat diganti dengan geotekstil jenis geomembran yang kedap air.

Pelat bearing sesuai dengan pola susunan kolom diletakkan pada permukaan tanah gambut dengan posisi diatas kolom-kolom yang sudah disusun. Plat kemudian diberi beban dengan menggunakan alat dongkrak hidrolis (hydraulic jack). Dial indikator (dial gauge) di letakkan pada posisi diatas pelat untuk membaca penurunan. Selama pengujian, beban ditambahkan secara perlahan-lahan sambil membaca

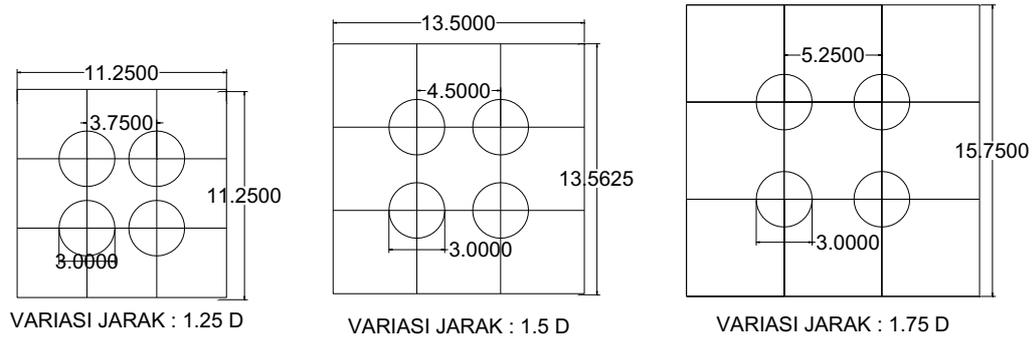
pergerakan dial ukur, mengamati besar penurunan. Sehingga diperoleh data hubungan beban dan penurunan.



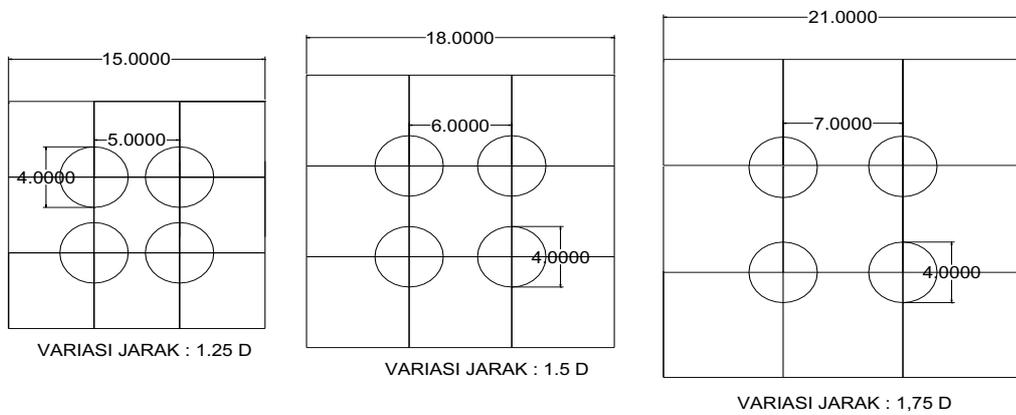
Gambar 3.12. *Pembebanan dan penurunan dengan pola segitiga*

C. Pembebanan dengan Perkuatan Kolom Memakai Pola Segiempat

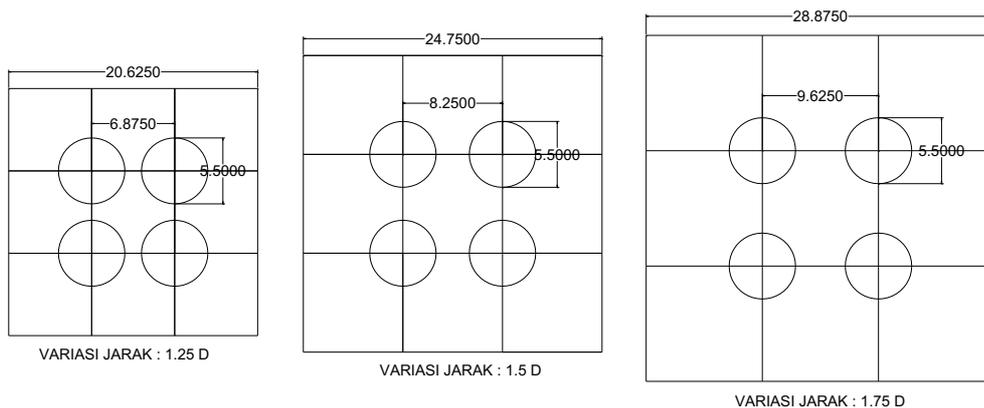
Komposisi dan perlakuan terhadap kolom yang akan digunakan pada pengujian pembebanan gantungan yang diperkuat kolom dengan pola segiempat sama saja dengan kolom pada pola segitiga. Variasi diameter kolom yang diuji tetap 3,0 Cm, 4,0 Cm dan 5,5 Cm. Variasi spasi yang digunakan pada pola segiempat ini juga tetap 1,25D; 1,5D dan 1,75D. Pemberian beban dan pembacaan penurunan plat bearing akibat penambahan beban pada kolom dengan pola segiempat ini caranya sama dengan pengujian pola segitiga. Hanya bentuk dan ukuran platnya berubah disesuaikan dengan susunan kolomnya.



Gambar 3.13. Plat dan Susunan Kolom Diameter 3,0 Cm



Gambar 3.14. Plat dan Susunan Kolom Diameter 4,0 Cm



Gambar 3.15. Plat dan Susunan Kolom Diameter 5,5 Cm



Gambar 3.16. Pembebanan dan penurunan dengan pola segiempat

D. Pembebanan Dinamik

Setelah uji pembebanan pada semua variasi kolom yang ditanam dengan pola segitiga dan pola segiempat, lalu dianalisa untuk mendapatkan daya dukung kolom tersebut. Variasi yang paling besar daya dukungnya ditanam pada gambut yang sudah dipindah ke dalam kotak pengujian dinamik.

Pembuatan model skala laboratorium dibuat dari kotak kaca yang di atasnya terbuka dengan ukuran 1 m x 0,5 m x 0,5 m. Gambut diisi setinggi 30 Cm. Kolom disusun dengan pola segitiga dan segiempat secara group. Lalu diberi goyangan secara horizontal seperti fenomena terjadinya gempa. Sumber goyangan dibuat dari dinamo atau motor listrik. Percepatan dinamo atau motor listrik diatur dari yang terendah sampai kolom tenggelam seluruhnya.



Gambar 3.17 *Susunan kolom pada pengujian dinamik*