

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam suatu pekerjaan konstruksi, tanah memiliki fungsi yang sangat penting, salah satunya sebagai dasar pendukung suatu bangunan atau sebagai bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri.

Seiring dengan meningkatnya kegiatan pembangunan di wilayah Rokan Hulu, Tanah sebagai lapisan dasar perletakan suatu struktur konstruksi harus mempunyai sifat dan daya dukung yang baik, karena kekuatan suatu struktur secara langsung akan dipengaruhi oleh kemampuan tanah dasar dalam menerima dan meneruskan beban yang bekerja. Tidak semua jenis tanah mempunyai sifat dan daya dukung yang baik, karena tanah pada umumnya bersifat heterogen, dan anisotropis.

Dari berbagai jenis tanah yang terdapat di Indonesia, tanah lempung cukup banyak dijumpai. Lempung merupakan tanah yang secara fisik dan teknis kurang memenuhi persyaratan untuk pekerjaan bangunan. Berdasarkan konsistensi tanah lempung dibagi beberapa jenis yaitu lempung keras (hard clay), lempung sangat kaku (very stiff clay), lempung kaku (stiff clay), lempung sedang (medium clay), lempung lunak (soft clay) dan lempung sangat lunak (very soft clay). Dari jenis-jenis lempung di atas, tanah lempung lunak (soft clay) sering menimbulkan masalah dalam pekerjaan sipil. Hal ini dapat dilihat dari sifat mekanik nilai kuat tekan bebas sebesar 0,25-0,50 kg/cm<sup>2</sup> (Terzaghi dan Peck, 1967 serta Wesley, 1977).

Dari jenis-jenis tanah lempung tersebut, Tanah lempung ini memiliki nilai kelemahan yang cukup besar. Saat musim hujan, tanah lempung akan mengembang cukup besar, dan pada musim kering tanah lempung akan mengalami penyusutan yang cukup besar pula. Apalagi bila pergerakan dan penurunan konstruksi ini tidak merata pada seluruh bangunan konstruksi, maka akan berakibat timbulnya bahaya retak dan bahaya amblas pada konstruksi di atas tanah tersebut.

Hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Imam Malikhi (2016), menunjukkan tanah di desa Troketon, Pedan, Klaten termasuk tanah lempung

lunak dengan nilai PI sebesar 50,20 %. Dengan kondisi tanah tersebut mengakibatkan perkerasan jalan didaerah Pedan mudah bergelombang dan berlubang, serta terjadinya retakan pada dinding bangunan akibat dari penurunan tanah yang berlebihan dan tidak seragam. Untuk mengatasi masalah tanah tersebut, perlu dilakukan stabilisasi tanah. Ada beberapa metode stabilisasi tanah, antara lain mencampur tanah dengan material lain, metode pembebanan, metode vertical drain (kolom pasir), dan lain sebagainya.

Untuk mengurangi kelemahan pada tanah lempung, agar menjadi lebih kuat maka digunakanlah campuran tanah lempung dengan bahan tertentu.

Pada kenyataannya pembangunan sebuah kokturksi di atas tanah Lempung yang kurang baik banyak menimbulkan masalah, untuk itu maka perlu dilakukan sebuah penelitian mengenai perbaikan tanah lempung agar diperoleh kestabilan daya dukung yang cukup sebagai lapisan dasar konstruksi. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian sifat – sifat fisik dan mekanis, dan untuk memperbaiki daya dukung tanah Lempung tersebut agar lebih stabil. Mengingat di provinsi Riau ini memiliki perkebunan kelapa sawit terluas se-indonesia. Mengingat sangat melimpahnya perkebunan kelapa sawit di daerah Riau ini, dan melihat banyaknya Pemanfaatan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), Maka Peneliti mencoba memanfaatkan Abu TKKS tersebut untuk digunakan sebagai campuran dalam Stabilisasi Tanah Lempung. Maka Bertolak dari hal tersebut sehingga peneliti mengambil judul “Analisis Tanah Lempung dengan Penambahan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Terhadap Daya Dukung Pondasi Tapak” sebagai penelitian.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan Latar Belakang maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah jenis tanah lempung yang ada di Desa Rambah Utama, Kec, Rambah Samo, Kabupaten Rokan hulu, dan bagaimana karakteristik tanah lempung setelah distabilisasi dengan penambahan Abu Tandan kosong kelapa sawit?
2. Bagaimana pengaruh campuran tanah (*Clay*) dengan abu tandan kosong kelapa sawit terhadap nilai kapasitas daya dukung pondasi?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari Penelitian ini Adalah Sebagai Berikut :

1. Mengetahui Karakteristik Tanah Lempung Sebelum dan Sesudah di Stabilisas dengan Peabahan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)
2. Menambah Nilai Kapasitas Daya Dukung Pondasi Optimum Tanah Lempug Yang di Stabilisasi dengan Penambahan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Dengan adanya Penelitian ini dapat diperoleh Manfaat antara lain :

1. Menemukan Karakteristik Tanah Lempung dengan Stabilisasi Penambahan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)
2. Memperoleh Nilai Kapasitas Daya Dukung Optimum Tanah Lempung dengan Penambahan Abu TKKS.

### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan Masalah pada Penulisan ini Adalah Sebagai berikut :

1. Pengujian dilakuka di Laboraturum Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UPP.
2. Tanah yang digunakan adalah Tanah Asli (Disturbed) yang Berasal dari Desa Rambah Baru, Kecamatan Rambah Samo, Kabupaten Rokan Hulu.
3. Bahan Stabilisasi yang digunakan adalah Abu TKKS yang terdapat di PKS Surau Tinggi Yang sudah dibakar menjadi Abu TKKS.
4. Variasi Penambahan Abu TKKS Sebesar 0%, 5% Abu TKKS, 7% Abu TKKS, dan Abu TKKS 15%.
5. Pengujian Yang dilakukan terdiri dari :  
Pengujian Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Tanah yang dijadikan Sampel Meliputi Uji Kadar Air, Berat Volume, Berat Jenis, Analisa Saringan, Hidrometer Batas Atterberg.

6. Penelitian ini tidak Membandingkan Nilai Ekonomi yang Dihasilkan antara Abu Sekam Padi, Abu sabut kelapa dan Dengan Material atau Limbah lain Sebagai Material Stabilitas Tanah.
7. Air yang digunakan Diambil dari Saluran Air Bersih Dilaboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Penelitian Terdahulu

1. Riyawati, Yuniar (2018), meneliti tentang Stabilitas tanah lempung menggunakan campuran kapur untuk lapisan tanah dasar konstruksi. Tujuan Penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui apakah tanah yang telah diberikan bahan campuran seperti kapur akan meningkatkan kualitas tanah lempung untuk lapisan dasar konstruksi.

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan terdapat hasil dan kesimpulan :

- a. Dari hasil pengujian, dan pembahasan yang dilakukan pada tanah lempung asli dan tanah lempung dengan campuran bahan Kapur sebesar 0%, 2%, 5%, dan 7%, maka dapat disimpulkan terjadi peningkatan.

- b. Dari pengujian tanah asli didapat nilai berat isi kering maksimum = 1,472 gr/cm<sup>3</sup>;

Kadar air optimum (W<sub>opt</sub>) = 22,85% ; LL = 68,31% ; PL = 29,98% ; SL = 27,10% ; IP = 38,32%, mengandung fraksi halus 72,90%, dengan Specific Gravity = 2,656.

Menurut Unified Soil Classification System (USCS) tanah tersebut termasuk dalam kelompok OH, sedangkan menurut American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) tanah tersebut termasuk dalam kelompok A - 7 - 5.

- c. Hasil uji batas konsistensi (Atterberg Limits) campuran tanah dengan penambahan Kapur dibandingkan tanah asli menunjukkan bahwa batas cair (LL) dan batas plastis (PL) mengalami penurunan dikarenakan terjadi pengikatan antara Kapur dengan butiran tanah. yang mengakibatkan butiran tanah lempung mengikat saat uji batas cair dan batas plastis, yang berarti Indeks Plastisnya (IP) cenderung menurun.

- d. Nilai CBR tanpa perendaman (unsoaked) pada persentase 7% didapat nilai CBR 38,0415 % mencapai titik puncak peningkatan disebabkan karena adanya penggumpalan tanah sehingga meningkatnya daya ikat antar butiran, maka kemampuan kuat dukung tanah meningkat. Dengan penambahan Kapur pada persentase 7% didapat nilai 5,064% mencapai titik puncak peningkatan karena tanah yang telah direndam selama 96 jam dapat menyelimuti butiran tanah dan bekerja efektif sehingga kekuatannya meningkat dan pengembangannya (swelling) menurun.
2. Teknikal, Suriandari, Dananjaya(2016), meneliti tentang Stabilitas tanah gambut menggunakan campuran serbuk bata merah ditinjau dari pengujian CBR. Tujuan penelitian tersebut untuk mencari pengaruh dari penambahan serbuk bata merah dengan beberapa varian prosentase , dengan pengujian CBR laboratorium terendam dan tidak terendam dengan mengacu pada standar ASTM 2002. Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan terdapat hasil dan kesimpulan :
- Dari hasil pengujian penambahan serbuk bata merah terhadap tanah gambut dapat menaikkan nilai CBR baik terendam dan tidak terendam , dimana nilai CBR terendam bisa mencapai titik optimum pada nilai 4,97% dan untuk CBR tidak terendam pada nilai 5,47%. Dimana nilai tersebut didapatkan pada varian campuran 11% serbuk bata merah.
3. Prasenda, Setyanto, Iswan (2015), meneliti tentang pengaruh penambahan pasir terhadap tingkat kepadatan dan daya dukung tanah lempung lunak. Tujuan penelitian untuk meningkatkan daya dukung tanah lempung. Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan terdapat hasil dan kesimpulan :
- Pemakaian kadar pasir sebagai bahan stabilisasi terhadap tanah lempung plastisitas rendah mampu menaikkan nilai berat jenis tanah pada setiap penambahan pasirnya. Pada hasil pengujian batas *Atterberg*, kadar campuran pasir dapat menaikkan nilai batas plastis. Nilai indeks plastisitas pada masing-masing kadar campuran pasir mengalami penurunan.

Sedangkan untuk nilai batas cair untuk kadar pasir mengalami penurunan. Nilai CBR pada

pencampuran kadar pasir mengalami kenaikan nilai CBR meskipun tidak terjadi peningkatan nilai CBR *standart* maupun CBR *Modified* yang tidak terlalu signifikan dengan hasil yang lebih besar pada CBR *modified*.

4. Yudhistira (2014) Analisa pengaruh substitusi abu tandan sawit dan gipsum terhadap nilai CBR pada tanah Lempung Lunak. Tujuan Penelitian untuk mengetahui pengaruh dari penambahan abu tandan sawit dan gipsum dengan variasi masing – masing 5%, 7,5%, dan 10% terhadap nilai CBR pada tanah lempung lunak. Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan terdapat hasil dan kesimpulan bahwa Dari hasil analisis didapatkan penambahan abu tandan sawit dan gipsum dapat meningkatkan nilai CBR pada tanah lempung lunak. Persentase campuran yang dapat meningkatkan nilai CBR paling maksimal ada pada persentase 7,5% abu tandan sawit dan 10% gipsum dengan peningkatan sebesar 126,88% pada masa perawatan 7 hari.
5. Soewigno Agus Nugroho (2012) meneliti tentang stabilitas tanah gambut riau menggunakan campuran tanah non organik dan semen sebagai bahan timbunan jalan (studi kasus daerah Tembilahan dan SungaiPakning). Tujuan penelitian, perbaikan tanah gambut agar diperoleh daya dukung yang kuat. Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan terdapat hasil dan kesimpulan bahwa bahwa penambahan tanah non organik semen dapat merubah sifat-sifat fisik dan mekanik pada tanah gambut. Hal ini terlihat dengan naiknya nilai CBR dan kuat tekan bebas, sehingga kapasitas dukung tanah akan meningkat. Meningkatnya kapasitas dukung tanah dapat mempertipis lapis perkerasan (*subbase*). Semakin tipis lapis perkerasan maka biaya konstruksi akan semakin ekonomis.
6. Arifin B (2008), Meneliti tentang Pengaruh Abu Sabut Kelapa Terhadap Koefisien Konsolidasi Tanah Lempung. Tujuan Penelitian memeriksa pengaruh penambahan abu sabut kulit kelapa terhadap perubahan nilai koefisien konsolidasi (Cc) tanah lempung. Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan terdapat hasil dan kesimpulan :

- a. Tanah asli memiliki batas cair (LL) sebesar 65,05%, batas plastis (PL) sebesar 44,81%, dan indeks plastisitas (PI) sebesar 20,24% sehingga tanah tersebut dapat diklasifikasikan berdasarkan sistem klasifikasi USCS sebagai tanah berlempung anorganik (CH) dengan plastisitas tinggi. Pengujian Atterberg ini pula menunjukkan terjadi penurunan nilai indeks plastisitas dari kondisi tanah asli sebesar 20,24% menjadi 17,08% untuk penambahan abu sabut kelapa 6% (variasi maksimum) serta 15,02% untuk penambahan abu sabut kelapa 6% dan PC Tipe I 3% (variasi maksimum).
  - b. Terjadi penurunan nilai koefisien konsolidasi sebesar 3,12% pada penambahan abu sabut kelapa 6%, serta 5,23% pada penambahan abu sabut kelapa 6% dan PC Tipe-I 3%.
7. Wahyudi, Upomo, 2018. Meneliti tentang Kapasitas Dukung Fondasi Telapak Pada Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Campuran Pasir dan Abu Sekam Padi. Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan terdapat hasil dan kesimpulan bahwa tanah yang distabilisasi dengan campuran pasir dan Abu Sekam Padi (ASP) memiliki kapasitas dukung yang lebih baik dibandingkan dengan tanah yang tidak distabilisasi. Penurunan yang terjadi akibat pembebanan yang diberikan pada tanah yang distabilisasi akan semakin kecil seiring dengan penambahan prosentase Abu Sekam Padi (ASP). Bentuk telapak fondasi memberikan pengaruh pada kapasitas dukung fondasi dan nilai penurunan tanah di bawah fondasi. Komposisi bahan campuran untuk stabilisasi yang optimal yaitu campuran pasir dan 50% ASP, dengan tebal lapisan stabilisasi adalah 0,5B.

## **2.2. Keaslian Penelitian**

Adapun perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah :

1. Tanah yang digunakan adalah tanah asli (*Disturbed*) yang berasal dari desa Rambah Utama, kecamatan Rambah Samo, Kabupaten Rokan Hulu.
2. Penelitian yang dilakukan adalah mencari kapasitas daya dukung optimum tanah lempung dengan penambahan abu tandan kosong kelapa sawit dengan metode *Terzaghi*.



## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Tanah**

Tanah adalah bagian kerak bumi yang tersusun dari mineral dan bahan organik. Tanah sangat vital peranannya bagi semua kehidupan di bumi karena tanah mendukung kehidupan tumbuhan dengan menyediakan hara dan air sekaligus sebagai penopang akar. Struktur tanah yang berongga-rongga juga menjadi tempat yang baik bagi akar untuk bernapas dan tumbuh. Tanah juga menjadi habitat hidup berbagai mikroorganisme. Bagi sebagian besar hewan darat, tanah menjadi lahan untuk hidup dan bergerak. Ilmu yang mempelajari berbagai aspek mengenai tanah dikenal sebagai ilmu tanah. Dari segi klimatologi, tanah memegang peranan penting sebagai penyimpan air dan menekan erosi, meskipun tanah sendiri juga dapat tererosi.

Tanah didefinisikan secara umum adalah kumpulan dari bagian-bagian yang padat dan tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) rongga-rongga diantara material tersebut berisi udara dan air. Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksidaoksida yang mengendap-ngendap diantara partikel-partikel. Ruang diantara partikel-partikel dapat berisi air, udara, ataupun yang lainnya (Hardiyatmo, 2012).

Proses penghancuran dalam pembentukan tanah dari batuan terjadi secara fisis atau kimiawi. Proses fisis antara lain berupa erosi akibat tiupan angin, pengikisan oleh air dan gletsyer, atau perpecahan akibat pembekuan dan pencairan es dalam batuan sedangkan proses kimiawi menghasilkan perubahan pada susunan mineral batuan asalnya. Salah satu penyebabnya adalah air yang mengandung asam alkali, oksigen dan karbondioksida (Wesley, 1977). Pengertian tanah menurut Bowles (1993), tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut.

1. Berangkal (*boulders*) adalah potongan batuan yang besar, biasanya lebih besar dari 250 sampai 300 mm dan untuk ukuran 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (*cobbles/pebbles*).

2. Kerikil (*gravel*) adalah partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm,
3. Pasir (*sand*) adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, yang berkisar dari kasar dengan ukuran 3 mm sampai 5 mm sampai bahan halus yang berukuran  $< 1$  mm.
4. Lanau (*silt*) adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm sampai 0,0074 mm.
5. Lempung (*clay*) adalah partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002mm yang merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.
6. Koloid (*colloids*) adalah partikel mineral yang diam dan berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

Salah satu masalah utama bangunan teknik sipil adalah tanah lempung yang memiliki daya dukung tanah yang sangat rendah dan membuat tanah ini sangat tidak baik digunakan untuk sebagai dasar bangunan sipil. Tanah lempung yang akan dibangun wajib di stabilisasi sehingga memiliki daya dukung yang diizinkan yaitu 15 kN/m<sup>2</sup>. Sehingga dengan tanah yang telah distabilisasi maka tanah tersebut bisa mendukung beban yang ada di atasnya.

Cara mencegah timbulnya persoalan diatas makan beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain sebagai berikut.

1. Tanah dasar berkohesi dan dengan Indeks Plastis sama atau lebih besar dari 25 dilakukan usaha pencampuran dengan kapur atau bahan lain yang sesuai (ditentukan berdasarkan penyelidikan laboratorium).
2. Tanah dengan sifat mengembang yang besar, apabila pertimbangan biaya dan pelaksanaan memungkinkan. Tanah dengan sifat demikian dibuan dan diganti dengan tanah lain yang lebih baik. Apabila tidak maka perlu diselidiki sifat pengembangan tersebut.

**Tabel 3.1** Klasifikasi Jenis Tanah

Klasifikasi <i>Site</i>	$V_s$ (m/dt)	$N$	$S_u$ (kPa)
A. Batuan Keras	$V_s > 1500$	N/A	N/A
B. Batuan	$750 < V_s < 1500$	N/A	N/A
C. Tanah Sangat Padat dan	$350 < V_s < 750$	$N > 50$	$S_u > 100$

Batuan Sedang			
D. Tanah sedang	$175 < V_s < 350$	$15 < N < 50$	$50 < S_u < 100$
E. Tanah lunak	$V_s < 175$	$N < 15$	$S_u < 50$
	Atau setiap profil lapisan tanah dengan ketebalan lebih dari 3 m dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastis, PI . 20, 2. Kadar air (w) > 40%, dan 3. Kuat geser tak terdrainase $S_u < 25$ kPa		

Sumber : BSN 2011

### 3.2 Tanah Lempung

Pemanfaatan tanah sebagai suatu bahan produksi yang menghasilkan keuntungan telah lama dimanfaatkan oleh manusia sejak lama. Pemanfaatan tanah ini dapat dilihat dari penggunaan tanah sebagai bahan pembuatan batu-bata, genting, dan gerabah atau tembikar. Salah satu jenis tanah yang banyak sekali digunakan dalam produksi ini adalah tanah lempung atau tanah liat. Tanah lempung merupakan tanah yang berasal dari pelapukan unsur kimiawi penyusun batuan pada ukuran mikrokonis dan *sub-mikrokonis* dengan rumus kimia  $Al_2O_3.nSiO_2.kH_2O$ . Menurut Bowles (1991), tanah lempung adalah partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm yang merupakan unsur utama dalam proses kohesif dalam tanah.

Tanah lempung dari proses pembentukannya merupakan hasil dari hasil pelapukan batuan silika oleh asam karbonat dan sebgaiian lagi prosesnya berasal dari aktifitas panas bumi atau geothermal. Menurut Mahida (1984) menyatakan bahwa tanah liat merupakan percampuran partikel-partikel pasir dan debu dengan bagian-bagian tanah lempung yang memiliki karakteristik yang berbeda antara satu dengan lainnya. Menurut Das (1988), klasifikasi tanah berdasarkan *unified system*, tanah lempung termasuk dalam tanah berbutir halus, yaitu tanah yang 50^berat totalnya lolos dari saringan No.200.

Selain itu, tanah lempung dapat dibedakan dari jenis tanah lainnya dari ukuran dan kandungan mineraloginya. Menurut Prihatin (2010) mineral lempung adalah

koloid dengan ukuran yang sangat kecil yaitu kurang dari 1 mikron. Koloid itu sendiri jika diamati di bawah mikroskop terlihat seperti lembaran-lembaran kecil yang terdiri dari kristal dengan struktur atom yang berulang. Lembaran-lembaran tersebut meliputi: tetrahedron atau lembaran silika dan octahedron atau lembaran alumina. Selanjutnya, mineral lempung terbentuk di atas permukaan bumi dimana udara dan air berinteraksi dengan mineral silika dan terjadi pelapukan kimiawi batuan yang mengandung feldspar, ortoklas, feldspar plagioklas, dan mika. Sehingga mineral lempung dapat terjadi di hampir setiap jenis batuan yang banyak mengandung banyak alkali dan tanah alkali supaya memungkinkan adanya reaksi kimia dan dekomposisi.

Jika diamati dari struktur mineralnya, tanah lempung memiliki beberapa jenis mineral lempung sebagai berikut ini:

a. *Kaolinite*

Jenis mineral ini merupakan anggota kelompok dari kaolinite serpentin dengan rumus kimia  $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ . Mineral ini memiliki struktur yang kokoh dan menyebabkan sifat plastisitas dan daya kembang susutnya menjadi rendah.

b. *Illinite*

Jenis mineral yang bermika atau mika tanah yang memiliki butiran halus. Mineral ini memiliki rumus kimia  $K_yAl_2(Fe_2Mg_2Mg_3)(Si_4yAl_y)O_{10}(OH)_2$ .

c. *Montmorillonite*

Kandungan mineral ini memiliki plastisitas dan daya kembang susut yang tinggi dengan rumus kimianya yaitu  $Al_2Mg(Si_4O_{10})(OH)_2 \cdot xH_2O$ . Hal ini menyebabkan tanah lempung bersifat plastis pada keadaan basah dan mengeras pada saat dalam keadaan kering.

d. *Halloysite*

e. *Smectite*

f. *Vermiculite*

g. *Chlorite*

h. *Attapulgite*

i. *Allophone*

Lebih lanjut, berdasarkan jenisnya sendiri tanah lempung terdiri dari:

1. Tanah lempung primer

Jenis tanah lempung yang dihasilkan dari pelapukan batuan feldspatik oleh tenaga endogen yang tidak berpindah dari batuan induk yang memiliki karakteristik berwarna putih cerah hingga kusam, cenderung memiliki butiran atau granular yang kasar, tidak plastis, daya lebur yang tinggi, daya susut yang rendah, dan tahan terhadap api atau pembakaran.

2. Tanah lempung Sekunder

Jenis tanah lempung yang terjadi karena hasil pelapukan batuan feldspatik yang berpindah jauh dari batuan induknya karena tenaga eksogen. Karakteristiknya adalah tidak murni, cenderung berbutir halus, plastis, berwarna abu-abu, coklat, merah, kuning, daya susut yang tinggi, titik lebur yang rendah, tahan api. Lebih lanjut, tanah lempung sekunder ini dibedakan menjadi lima kelompok, yaitu tanah lempung tahan api, tanah lempung stoneware, ballclay, tanah lempung earthenware, dan tanah lempung jenis lainnya, misalnya *bentonite*, *common clay*, *Kaolin*.

Berdasarkan pemaparan tersebut, maka ciri-ciri tanah lempung adalah sebagai berikut:

1. Berukuran kurang dari 0,002 mm.

Ukurannya ini sangat kecil sekali sehingga berbentuk butiran halus

2. Tingkat permeabilitas yang rendah.

Tingkat permeabilitas yang rendah ini memungkinkan jenis tanah lempung tidak dapat menyerap air sehingga tidak cocok untuk digunakan sebagai lahan pertanian dan perkebunan.

3. Tingkat kenaikan air kapiler yang tinggi.

4. Bersifat kohesif.

Pada saat jumlah air yang sangat banyak mengenai jenis tanah ini maka tanah ini akan sangat lengket sekali

5. Tingkat kembang dan susutnya sangat tinggi.

6. Proses konsolidasinya lambat.

7. Memiliki ion positif yang dapat dipertukarkan.
8. Memiliki luas permukaan yang sangat besar.
9. Bertekstur keras jika dibakar.

### **3.3 Teori Daya Dukung Tanah**

Kapasitas dukung menyatakan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan yaitu tahanan geser yang dikeraskan oleh tanah disepanjang bidang-bidang gesernya. Perancangan pondasi harus mempertimbangkan adanya keruntuhan geser dan penurunan yang berlebihan. Untuk itu perlu dipenuhi kriteria-kriteria yaitu: Kriteria stabilitas dan Kriteria penurunan. Persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi dalam perancangan pondasi adalah sebagai berikut: 1. Faktor aman terhadap keruntuhan akibat terlampaunya kapasitas daya dukung tanah harus dipenuhi. Dalam hitungan kapasitas dukung umumnya digunakan faktor aman 3 (tiga). 2. Penurunan pondasi harus masih dalam batas nilai yang ditoleransikan khususnya penurunan yang tidak seragam (*Differential Settlement*) harus tidak mengakibatkan kerusakan pada struktur.

### **3.4 Stabilitas Tanah**

Stabilitas tanah adalah pencampuran tanah dengan bahan tertentu, guna memperbaiki sifat – sifat teknis tanah.

Atau stabilitas tanah merupakan usaha untuk merubah atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memnuhi syarat teknik tertentu

Adapun proses *stabilitas* tanah meliputi :

Pencampuran tanah dengan tanah lain untuk memperoleh gradasi yang diinginkan, Atau Pencampuran tanah dengan bahan tambah buatan pabrik, sehingga sifat-sifat teknis tanah menjadi lebih baik Hal-hal yang perlu dipertimbangkan, bila tanah ditempat tidak memenuhi syarat untuk pembangunan struktur, adalah :

- 1 .Membongkar material tanah dilokasi dan menggantikannya dengan material yang sesuai

2 .Merubah atau memperbaiki sifat-sifat tanah ditempat, sehingga material tersebut memenuhi syarat Pada pembangunan perkerasan jalan, tanah-dasar dengan  $CBR < 2\%$ , umumnya diperlukan STABILISASI.

Stabilisasi Dengan Menggunakan Bahan-Tambah Umumnya (paling sering): - Stabilisasi Tanah – Semen -Stabilisasi Tanah – Kapur -Stabilisasi Tanah – Aspal - Stabilisasi Tanah – Abu Terbang -Stabilisasi Tanah – Kimia Pabrik.

Secara garis besar stabilisasi tanah dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu stabilisasi mekanik, stabilisasi fisik dan stabilisasi kimia ( Ingels and Metcalf, 1977).

a. Stabilisasi Mekanik

Stabilisasi mekanik adalah suatu metode untuk meningkatkan daya dukung tanah dengan merubah struktur atau menambahkan jenis tanah lain yang tidak mempengaruhi sifat tanah tersebut. Cara ini dapat berupa pemadatan, menambahkan dan atau mengganti dengan tanah yang lain, ledakan dan tekanan statis.

b. Stabilisasi Fisik

Stabilitas fisik adalah perubahan sifat-sifat tanah dengan cara pemanasan (*heating*), pendinginan (*cooling*) dan menggunakan arus listrik (*electricity*). Salah satu jenis stabilisasi fisik yang sering digunakan adalah pemanasan, pada pemanasan dengan temperature yang cukup (diatas  $900^{\circ} C$ ), lempung yang sudah mengeras tidak dapat dirubah lagi dan selanjutnya jika direndam air tidak akan mengurangi kekuatsannya (Ingels dan Metcalf, 1977).

c. Stabilisasi Kimia

Stabilitas kimia adalah dengan cara penambahan bahan kimia padat atau cair pada tanah sehingga mengakibatkan perubahan sifat-sifat tanah.

### 3.5 Pengujian Sifat Tanah

#### 3.5.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah

Pengujian Sifat Fisik Tanah Meliputi pengujian Kadar Air, Berat Volume, Berat Jenis, Analisa Saringan, Hidrometer Batas *Atterberg*.

1. Kadar Air Tanah (w)

Perbandingan antara berat air (Ww) yang ada dalam tanah dengan berat kering (Ws), kadar air dinyatakan dalam persamaan 1 berikut.

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Pengujian berdasarkan ASTM D 2216-98.

2 Berat Jenis (Gs)

Adalah nilai banding antara Berat tanah Kering (  $\gamma_s$  ) denga Berat Air (  $\gamma_w$  ) dengan volume yang sama pada temperatur tertentu yaitu biasanya adalah 27,5° C. Berat jenis dinyatakan pada persamaan 2.2 berikut.

$$\text{Berat Jenis (Gs) ( pada } t^\circ \text{ C )} = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \dots\dots\dots(2)$$

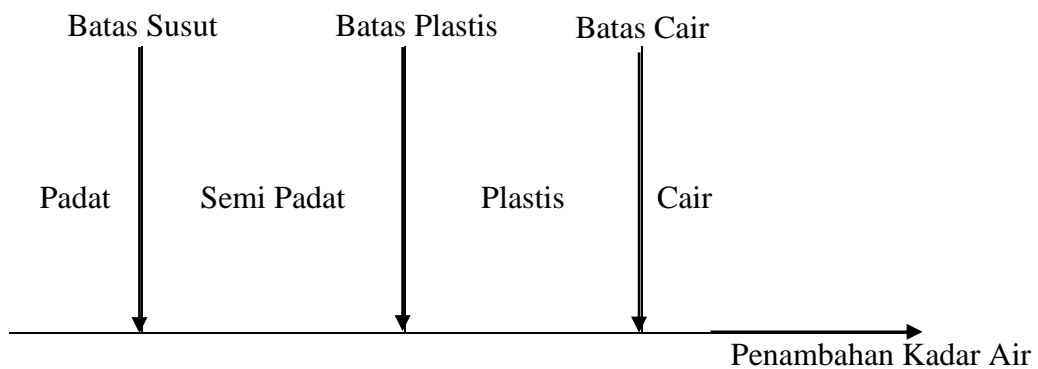
Pengujian bersasarkan ASTM D 854-02.

3 Analisis Saringan

Pengujian yang dilaukan untuk menentukan prosentase ukuran butir tanah yang lolos saringan No.200. pengujian berdasarkan ASTM D 422.

4 Batas Atterberg

Suatu hal yang penting pada tanah berbutir halus adalah sifat plastisitasnya. Plastisitas disebabkan oleh adanya partikel mineral lempung dalam tanah. Istilah plastisitas digambarkan sebagai kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak atau remuk.



Gambar 3.1 Batas-batas Atterberg



Atterberg (1911), memberikan cara untuk menggambarkan batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan mempertimbangkan kandungan kadar airnya, yaitu:

b. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair (LL), didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis.

c. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis (PL), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung.

d. Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Batas susut (SL), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu persentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah. Batas susut dinyatakan dalam persamaan:

$$SL = \left\{ \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} - \frac{(v_1 - v_2)}{m_2} \right\} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

dengan:

$m_1$  = berat tanah basah dalam cawan percobaan (g)

$m_2$  = berat tanah kering oven (g)

$v_1$  = volume tanah basah dalam cawan ( $\text{cm}^3$ )

$v_2$  = volume tanah kering oven ( $\text{cm}^3$ )

$\gamma_w$  = berat volume air

Kedudukan batas konsistensi dari tanah kohesif disajikan dalam **Gambar 3.1**.

e. Batas Lengket (*Sticky Limit*)

Kadar air dimana suatu tanah kehilangan sifat adhesinya dan tidak dapat lagi lengket kepada obyek-obyek lainnya seperti jari atau permukaan yang halus dari logam spatula.

f. Batas Kohesi (Cohesion Limit)

Batas kohesi adalah kadar air dimana butir-butir tanah tidak dapat bersatu lagi, yaitu dimana pengambilan tanah tidak dapat menghasilkan lempengan-lempengan yang bersatu.

g. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastisitas (PI) adalah selisih batas cair dan batas plastis :

$$PI = LL - PL \dots \dots \dots (4)$$

Indeks plastisitas (PI) merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Karena itu indeks plastisitas menunjukkan keplastisan tanah. Jika tanah mempunyai PI tinggi maka tanah banyak mengandung butiran lempung. Jika PI rendah, seperti lanau, sedikit pengurangan kadar air maka tanah menjadi kering (Hardiyatmo, H.C, 1992). Batasan mengenai indeks plastisitas, sifat, macam tanah, dan kohesi diberikan Atterberg terdapat dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Nilai indeks plastisitas dan macam tanah.

<b>PI</b>	<b>Sifat</b>	<b>Macam Tanah</b>	<b>Kohesi</b>
0	Non plastis	Pasir	Non kohesif
<7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7-17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
>17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

h. Indeks Cair (Liquidity Index)

Kadar air tanah asli relatif pada kedudukan plastis dan cair dapat didefinisikan oleh indeks cair (liquidity index), LI, dan dinyatakan menurut persamaan:

$$LI = \frac{w_N - PL}{LL - PL} = \frac{w_N - PL}{PI} \dots \dots \dots (5)$$

dengan w<sub>n</sub> adalah kadar air asli.

### **3.6 Pondasi Tapak**

Pondasi tapak adalah pondasi yang terbuat dari beton bertulang yang dibentuk menyerupai papan atau telapak. Pondasi ini biasanya digunakan di bangunan bertingkat atau bangunan di atas tanah lembek sebagai tumpuan struktur kolom. Pondasi ini terbuat dari beton bertulang yang dibentuk seperti sebuah telapak yang letaknya berada di bawah kolom atau tiang. Biasanya dimensi pondasi sengaja dibuat lebih besar daripada ukuran kolom di atasnya agar dapat meneruskan beban ke lapisan tanah dengan baik. Kedalaman pondasi kemudian akan disesuaikan dengan keberadaan tanah keras.

#### **3.6.1 Kelebihan Pondasi Tapak**

Berikut adalah kelebihan dari menggunakan pondasi ini:

1. Biaya pembuatannya jauh lebih murah dibandingkan dengan pembuatan pondasi jenis lainnya.
2. Tidak perlu menggali tanah terlalu dalam, cukup menggali sampai menemukan tanah keras saja.
3. Bisa digunakan untuk menahan beban bangunan yang mempunyai 1 hingga 4 lantai.
4. Proses pengerjaannya cukup sederhana dan lebih mudah dibandingkan dengan pondasi lain apabila proses pengecoran dilakukan langsung di lubang galian.
5. Daya dukungnya sangat baik dan tahan lama.

#### **3.6.2 Kekurangan Pondasi Tapak**

1. Apabila pembuatan pondasi dibuat di luar lubang galian pondasi, maka waktu pembuatannya dapat berlangsung lama karena pondasi harus dibuat menggunakan cetakan terlebih dahulu.
2. Diperlukan waktu cukup lama untuk menunggu beton kering agar dapat dipindahkan ke posisi lobang pondasi.

3. Pengerjaannya tidak bisa sembarangan sehingga harus dilakukan oleh orang ahli atau orang yang telah memahami ilmu struktur, segi pembesian, dan desain penulangan pondasi.
4. Waktu pengerjaan pondasi harus lebih dini dibandingkan dengan pengerjaan bangunan karena membutuhkan waktu pengeringan selama 28 hari sebelum dapat digunakan.

### 3.6.3 Jenis-jenis Pondasi Tapak

#### 1. Pondasi Setempat

Pondasi setempat atau pondasi telapak kolom memiliki telapak yang berbentuk persegi untuk mengefektifkan ruang dan menjamin keseimbangan bangunan. Namun, telapak juga dapat diubah menjadi berbentuk persegi panjang jika dibuat di lahan terbatas.

#### 2. Pondasi Tapak Dinding

Sesuai dengan namanya, pondasi ini dibuat untuk menahan beban dinding. Keberadaan pondasi ini dapat menjaga beban dinding yang bertumpu di pondasi dan juga bagian-bagian dinding lainnya.

#### 3. Pondasi Tapak Gabungan

Jenis pondasi ini merupakan dua pondasi yang digabungkan memakai balok pengikat untuk menyokong dua kolom sekaligus atau lebih. Pondasi ini juga sering disebut sebagai pondasi tapak kantilever. Biasanya pondasi ini akan berbentuk persegi panjang atau trapesium.

#### 4. Pondasi Tapak Pelat

Jenis pondasi ini umumnya dilengkapi dengan telapak yang berukuran cukup besar dan luas. Kegunaan dari pondasi ini adalah dapat menahan beban seluruh kolom dan dinding bangunan. Biasanya pondasi ini digunakan pada bangunan yang beralaskan tanah labil.

## 3.7 Analisis Terzaghi

Analisis Terzaghi (1943) menganggap bahwa dasar fondasi kasar, sehingga menahan gerakan tanah arah lateral di dasar fondasi dan mengikat tanah tersebut

seolah – olah merupakan satu kesatuan dengan fondasinya. Jadi, semua beban fondasi dipindahkan langsung lewat bagian biji ke tanah dibawahnya. Sudut biji dengan bidang horizontal (yang besarnya =  $\beta$ ) dianggap sama dengan  $\phi$ . Zona geser dianggap bergerak keatas hanya smpa ketnggan dasar fondai dangkal dengan  $D_f < B$ . Untuk bentuk – bentuk fondasi terzaghi memberikan pengaruh faktor bentuk terhadap daya dukung ultimit yang didasarkan pada analisis fondasi memanjang sebagai berikut :

- a. Untuk fondasi bujur angkar

$$Q_{ult} = 1.3 c N_c + P_o N_q + 0,4 \gamma B N_\gamma \dots\dots\dots(\text{Pers.1.})$$

- b. Untuk fondasi lingkaran

$$Q_{ult} = 1.3 c N_c + P_o N_q + 0,3 \gamma B N_\gamma \dots\dots\dots(\text{Pers.2.})$$

- c. Untuk fondasi persegi panjang

$$Q_{ult} = c N_c (1+0,3B/L) + P_o N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma (1-0,2 B/L)\dots\dots\dots(\text{Pers.3.})$$

Dimana :

$Q_{ult}$  = daya dukung ultimit ( $\text{kN/m}^2$ )

$C$  = kohesi tanah ( $\text{KN/m}^2$ )

$\gamma$  = berat volume tanah ( $\text{kN/m}^2$ )

$D_f$  = kedalaman Fondasi (m)

$P_o$  =  $\gamma \cdot D_f$  = tekanan overburden pada dasar fondasi ( $\text{kN/m}^2$ )

$B$  = lebar atau diameter fondas (m)

$L$  = panjang fondasi (m)

$N_c, N_q, N_\gamma$  = faktor daya dukung terzaghi

Tabel 4.3. Nilai Faktor Daya Dukung Tanah Terzaghi

$\Phi$	Keruntuhan Geser Umum		
	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0	5,7	1	0
5	7,3	1,6	0,5
10	9,6	2,7	1,2
15	12,9	4,4	2,5
20	17,7	7,4	5
25	25,1	12,7	9,7

30	37,2	22,5	19,7
34	52,6	36,5	35
35	57,8	4,4	42,4
40	95,7	81,3	100,4
45	172,3	173,3	297,5
48	258,3	287,9	780,1
50	374,6	415,1	1153,2

Sumber : I W. Redana (2010)

### 3.8 Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

Abu kosong kelapa sawit sebagai limbah padat dapat dibakar dan menghasilkan abu tandan. Abu tersebut mengandung 30 – 40 %  $K_2O$ , 7%  $P_2O_5$ , 9%  $CaO$  dan 3% $MgO$ . Selain itu juga mengandung unsur hara mikro yaitu 1.200 ppm Cu (Avit Santoso, 2013). Selain itu Abu sawit yang disebut juga dengan Palm Oil Fuel Ash (POFA) dihasilkan dari limbah padat kelapa sawit pada suhu sekitar 800 - 1.000°C pada pembangkit listrik tenaga uap di pabrik kelapa sawit (Tangchirapat, 2009). Industri kelapa sawit menghasilkan limbah padat seperti serat, cangkang dan tandan kosong. Proses ekstraksi 100 ton tandan buah segar akan menghasilkan 20 ton cangkang, 7 ton serat, dan 25 ton tandan kosong (Tay,1995). POFA dapat digunakan sebagai pozzolan, yaitu bahan halus yang mengandung silica dan alumina yang dapat bereaksi dan membentuk bahan semen (ASTM, 2001).POFA mengandung silikon dioksida yang tinggi dan berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pengganti semen.POFA adalah bahan pozzolanic yang menjanjikan dan banyak tersedia di seluruh bagian dunia (Tangchirapat, 2009).Pemanfaatan POFA yang tepat dapat mengurangi penggunaan semen dan mengurangi volume limbah sehingga sangat bermanfaat bagi kelestarian lingkungan (Tangchirapat, 2009). Tangkos kelapa sawit biasanya dibuang di sekitaran pabrik sebagai limbah padat dan tidak dimanfaatkan.

## BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

### 4.1. Umum

Dalam bab ini peneliti menjelaskan langkah – langkah yang akan dilakukan selama penelitian tentang “ Analisis tanah lempung dengan penambahan abu tandan kosong kelapa sawit (TKKS) terhadap daya dukung pondasi tapak “. Penelitian ini dilakukan dengan 2 tahap yaitu penelitian secara eksperimental dan analisis data hasil pengujian. Sebelum dilaksanakan penelitian eksperimental (penelitian utama), dilakukan pengujian pendahuluan untuk mengetahui sifat dan karakteristik dari media yang dipakai. Pelaksanaan pengujian sampel tanah dilakukan melalui prosedur-prosedur laboratorium yang sesuai standar ASTM (*American Society for Testing Material*).

### 4.2. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan dilaboratorium mekanika tanah universitas pasir pangaraian, baik pengujian pendahuluan maupun utama. Dalam pengujian ini sampel tanah yang digunakan diambil dari Desa Rambah Utama, Kec. Rambah Samo, Kab. Rokan Hulu. Pengambilan sampel tanah dilakukan di Desa Rambah Utama karena di desa tersebut memiliki tanah lempung yang digunakan sebagai pembuatan batu bata.



Gambar 4.1 Lokasi pengambilan sampel tanah

### 4.3. Alat dan Bahan Penelitian

#### 4.3.1. Alat

Alat yang digunakan untuk uji pemodelan terdiri dari :

a. Satu unit alat model 3 dimensi

Alat ini memiliki panjang 0,60 m lebar 0,60 m dan tinggi 0,30 m kemudian di skat atau dibag menjadi 4 ruangan dan memiliki panjang 0,30 m lebar 0,30 m dan tinggi 0,30 m Gambar berikut ini menunjukkan alat model 3 dimensi.



Gambar 4.2 Bak Pengujian pada pembebanan

b. Model plat berbentuk persegi

Penelitian dilakukan dengan membebani suatu model pondasi yang mempunampang bujur sangkar berukuran 20 x 20 cm<sup>2</sup>. Gambar berikut ini menunjukkan plat pondasi berbentuk bujur sangkar



Gambar 4.3 Plat berbentuk persegi

c. Dial gauge

Dial gauge yang digunakan berjumlah 1 buah dengan ketelitian 0,01 mm, alat ini digunakan untuk mengukur permukaan plat terhadap tanah



agar benar-benar rata secara horizontal. Satu unit alat pembenanan dan alat pendukung lainnya seperti palu, sekop, penggaris, tempat pencampur tanah, dan alat pemadat tanah.



Gambar 4.4 Dial Gangue

#### 4.3.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari :

a. Tanah Lempung

Sampel tanah yang di uji menggunakan material tanah lempung yang disubsituskan dengan limbah abu tandan kosong kelapa sawit. Dimana sampel tanah yang digunakan sebagai penelitian di ambil dari Desa Rambah Utama.

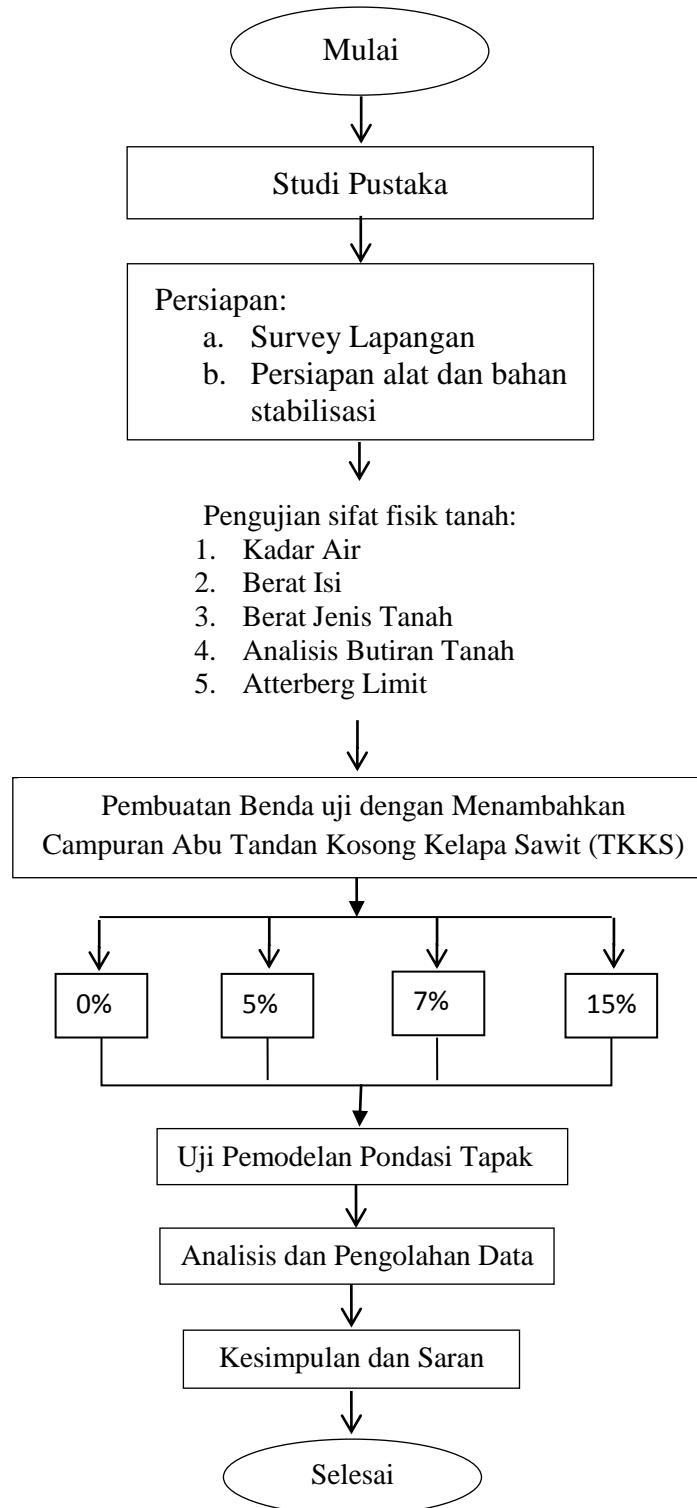
b. Abu tandan kosong kelapa sawit (TKKS)

Sedangkan abu tandan kosong kelapa sawit yang digunakan sebagai bahan substitusi pada penelitian ini diperoleh dari PKS Surau Tinggi.

c. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini merupakan air bersih yang berasal dari laboratorium mekanika tanah jurusan Teknik Universitas Pasir Pangarain.

#### 4.4. Bagan Alir Penelitian



Gambar 4.5 Bagan Alir Penelitian

## 4.5. Pengujian Sampel Tanah

Sampel tanah yang di uji berupa material tanah lempung yang berasal dari Desa Rambah Utama.

### 4.5.1. Cara pengambilan Sampel tanah

Sampel tanah lempung di ambil menggunakan alat berupa tabung besi. Terlebih dahulu membersihkan permukaan tanah lalu tabung besi di tekan secara perlahan – lahan sampai mencapai kedalaman 50 cm, kemudian tabung di angkat kepermukaan sehingga tabung terisi penuh oleh tanah, kemudian tanah yang sudah terangkat dimasukan kedalam plastik untuk menjaga kadar air aslinya. Sampel tanah yang sudah diambil tersebut digunakan sebagai sampel untuk pengujian awal, dimana tanah ini disebut tanah tidak terganggu.

Selanjutnya pengambilan sampel tanah untuk uji pemodelan di lakukan dengan cara penggalian menggunakan cangkul kemudial di masukkan ke dalam karung .

### 4.5.2. Pengujian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan pada sampel tanah. Pengujian yang dilakukan pada sampel tanah bertujuan untuk mengetahui parameter tanah dan untuk mengidentifikasi jenis tanah tersebut. Pengujian dilakukan mengikuti prosedur prosedur laboratorium sesuai dengan standar ASTM.

Pengujian – pengujian yang dlakukan antara lain :

#### 1. **Kadar Air ( *Moisture Content* )**

##### a. Benda uji

Sampel tanah yang di uji di ambil dari lapangan pada koordinat

##### b. Prosedur pengujian

1. Timbang cawan dan catat beratnya ( $W_3$ )
2. Masukkan benda uji kedalam cawan, lalu timbang dan catat beratnya ( $W_1$ )
3. Masukkan cawan berisi sampel benda uji kedalam oven selama selama  $\pm 24$ Jam ( $110 \pm 5$ ) $^{\circ}$ C
4. Setelah  $\pm 24$  Jam, keluarkan cawan dari oven lalu timbang dan catat beratnya ( $W_2$ )

c. Perhitungan

$$\text{Kadar Air (w)} = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3} \times 100\% \dots \dots \dots (6)$$

**2. Berat volume (*Unit Weight*)**

a. Benda uji

Sampel tanah yang di uji di ambil dari lapangan pada koordinat.

b. Prosedur pengujian

1. Timbang mold dan catat beratnya ( $W_1$ )
2. Ukur volume bagian dalam mold
3. Masukkan benda uji kedalam mold, padat dan ratakan permukaan mold, lalu timbang dan catat beratnya ( $W_2$ )

c. Perhitungan:

- 1) Berat mold ( $W_1$ ).
- 2) Volume ring bagian dalam ( $V$ ).
- 3) Berat mold + tanah ( $W_2$ ).
- 4) Berat tanah ( $W$ ) =  $W_2 - W_1$
- 5) Berat volume =  $\frac{W}{V}$  (gr/m<sup>3</sup> atau t/m<sup>3</sup>).....(7)

**3. Berat jenis (*Specific Gravity*)**

a. Benda uji

Sampel tanah yang di uji di ambil dari lapangan pada koordinat.

b. Prosedur pengujian

1. Siapkan sampel tanah yang akan di uji
2. Keringkan benda uji dalam oven selama  $\pm 24$  Jam ( $110 \pm 5$ ) $^{\circ}$ C, setelah itu dinginkan dan tumbuk lalu saring dengan saringan no.40
3. Cuci dan keringkan piknometer, lalu timbang dan catat beratnya ( $W_1$ )
4. Masukkan benda uji kedalam piknometer sampai 1/3 volume piknometer, lalu timbang dan catat beratnya ( $W_2$ )
5. Tambahkan air suling kedalam piknometer yang berisi benda uji sampai 2/3 volume piknometer
6. Panaskan piknometer yang berisi rendaman benda uji dengan hati-

hati selama 10 menit atau lebih sehingga udara dalam benda uji keluar seluruhnya. Untuk mempercepat proses pengeluaran udara, piknometer dapat di miringkan sekali-kali

7. Rendamlah piknometer dalm bak perendam, sampai temperaturnya tetap. Tambahkan air suling secukupnya sampai leher piknometer. Keringkan bagian luar, lalu timbang dan catat beratnya ( $W_3$ )
8. Ukur temperatur isi piknometer, untuk mendapatkan faktor koreksi (K)

Tabel 4.1 Faktor koreksi ( K )

Temp. (°C)	K	Temp. (°C)	K
25	1.0000	18	1.0016
26	0.9997	19	1.0014
27	0.9995	20	1.0012
28	0.9992	21	1.0010
29	0.9989	22	1.0007
30	0.9986	23	1.0005
31	0.9983	24	1.0003

1. Kosongkan dan bersihkan piknometer dari tanah sampel
2. Isi kembali piknometer dengan air suling yang temperaturnya sama, kemudian keringkan bagian luarnya, lalu timbang dan catat beratnya ( $W_4$ )

Perhitungan :

$$G_s = \frac{w_2 - w_1}{(w_4 - w_1) - (w_3 - w_2)} \dots\dots\dots (8)$$

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)
- $W_4`$  =  $W_4 \times$  Faktor koreksi sahu (K)

Tabel 4.2 Berat Jenis Tanah

Jenis Tanah	Berat jenis (GS)
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau Non Organik	2,62 – 2,68
Lempung Organik	2,58 – 2,65
Lempung Non Organik	2,68 – 2,75
Humus	2,37
Gambut	1,25 – 1,80

Sumber : Harycristiady, Mekanika Tanah 1, 1992

#### 4. Batas Cair (*Liquid Limit*)

##### a. Benda uji

Sampel tanah yang di uji di ambil dari lapangan pada koordinat.

##### b. Prosedur pengujian

1. Ambil 4 atau 5 buah cawan, bersih dan kosongkan serta beri kode pada cawan, lalu timbang dan catat beratnya ( $W_1$ )
2. Masukkan contoh tanah ke dalam mangkok pengaduk dan tambahkan air suling sedikit demi sedikit sambil diaduk memakai spatula sampai adonan merata dan terlihat plastis
3. Masukkan tanah ke dalam kontainer alat casagrande dan ratakan
4. Buat alur pada adonan didalam kontainer secara tegak lurus dengan dasar kontainer
5. Putar tuas pemutar berlawanan arah jarum jam dengan kecepatan putaran 2 putaran (ketukan) perdetik dan hitung jumlah putaran sampai kedua dinding alur adonan menyatu atau menutup sepanjang 1,27 cm.
6. Ambil contoh tanah dan masukkan ke dalam cawan, lalu timbang dan catat beratnya ( $W_2$ )
7. Masukkan cawan berisi sampel benda uji kedalam oven

selama  $\pm 24$  Jam ( $110 \pm 5$ ) $^{\circ}$ C

8. Ulangi langkah 2 sampai 7 pada sampel tanah dengan kadar air yang berbeda, hingga didapat 2 contoh adonan tanah yang menutup pada kurang 25 pukulan dan 2 lebih dari 25 pukulan
9. Setelah  $\pm 24$  Jam, keluarkan cawan dari oven lalu timbang dan catat beratnya ( $W_3$ )

c. Perhitungan

1. Menghitung kadar air ( $w$ ) masing-masing sampel sesuai dengan jumlah ketukan
2. Membuat hubungan antara kadar air dan jumlah ketukan pada grafik semi logaritma, yaitu sumbu x sebagai jumlah pukulan dan sumbu y sebagai kadar air.
3. Menarik garis lurus dari keempat titik yang tergambar.
4. Menentukan nilai batas cair pada ketukan ke-25 atau  $x = \log 25$

**5. Batas Plastis (*Plastic Limit*)**

a. Benda uji

Sampel tanah yang di uji di ambil dari lapangan pada koordinat.

b. Prosedur pengujian

1. Bersihkan cawan serta beri kode pada cawan, lalu timbang dan catat beratnya ( $W_1$ )
2. Masukkan contoh tanah ke dalam mangkok pengaduk dan tambahkan air suling sedikit demi sedikit sambil diaduk memakai spatula sampai adonan merata dan terlihat plastis
3. Ambil contoh tanah kira-kira 8 gr dan remas-remas sehingga membentuk seperti kelereng
4. Letakkan tanah tersebut diatas kaca datar kemudian gulung atau gelintir dengan menggunakan telapak tangan berulang kali sampai tanah membentuk silinder dengan diameter 3 mm
5. Amati tekstur tanah dengan seksama, apabila contoh tanah yang membentuk silinder dengan diameter 3 mm, tersebut terlihat mulai retak, maka masukkan tanah tersebut kedalam

cawan lalu timbang dan catat beratnya ( $W_2$ )

6. Jika tanah yang di gulung belum retak sebelum sampai diameter 3 mm maka tanah tersebut terlalu basah begitu juga sebaliknya jika retak sebelum berdiameter 3mm maka terlalu kering.
7. Ulangi langkah 3 sampai 6 hingga mendapat contoh tanah yang berbentuk silinder mulai retak pada diameter
8. Masukkan cawan berisi sampel benda uji kedalam oven selama  $\pm 24$  Jam ( $110 \pm 5$ ) $^{\circ}$ C
9. Setelah  $\pm 24$  Jam, keluarkan cawan dari oven lalu timbang dan catat beratnya ( $W_3$ )

c. Perhitungan

1. Mengetahui kadar air (w) masing – masing sampel
2. Nilai batas platis (PL) adalah kadar air dari ketiga benda uji
3. Indeks plastisitas (PI) adalah selisih batas dan batas plastis tanah yang diuji, dengan rumus :

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots(9)$$

Dimana :

IP = Indeks Plastisitas

LL = Btas Cair

PL = Batas Plastis

**6. Analisa Saringan (*Sieve Analysis*)**

a. Benda uji

Sampel tanah yang di uji di ambil dari lapangan pada koordinat.

b. Prosedur penelitian

1. Bersihkan ayakan
2. Susun (tumpuk) ayakan satu dengan yang lain menurut urutan dari ukuran lubang yang terkecil (PAN, yang tidak berlubang) dibagian paling bawah, dan lubang yang terbesar di bagian paling atas



3. Ambil sampel tanah yang telah yang sudah kering oven, tumbuk jika tanah berbutir kasar sehingga sampel menjadi berbutir halus, lalu timbang dan catat beratnya (berat tanah semula)
  4. Masukkan contoh tanah kedalam ayakan yng paling atas dan tutup kemudian disaring
  5. Tanah yang tertahan paa masing – masing ayakan ditimbang dan dicatat beratnya
- c. Perhitungan

Perhitungan benda uji yang tertahan pada setiap ayakan :

% Berat Tertahan =

$$\frac{\text{Jumlah Berat Tertahan}}{\text{Berat Tanah Semula}} \times 100 \% \dots\dots\dots(10)$$

$$\% \text{ Berat Lolos} = 100 \% - \% \text{ Berat Tertahan}$$

#### 4.6. Pengujian Kuat Geser Langsung

Tujuan dar Pengujian Kuat Geser Langsung adalah untuk menentukan sudut geser ( $\Phi$ ) dan nilai kohesi (C). Pengujian menggunakan *Direct Shear Apparatus Tipe 50-520- CV 2-1*.



Gambar 4.6. *Direct Shear Apparatus Tipe 50-520 CV 2-1*

a. Bahan – bahan

1. Sampel tanah asli yang di ambil melalui tabung.
2. Air secukupnya.

b. Alat – alat yang digunakan

1. *Frame* alat geser langsung beserta *proving ring*.
2. *Shear box* (sel geser langsung)
3. *Extruder*( alat untuk mengeluarkan sampel)
4. Cincin (cetakan benda uji)
5. Pisau pemotong
6. Dial Penggeseran
7. *Stopwatch*

c. Rangkaian Kerja

1. Mengeluarkan sampel tanah dari tabung, memasukkan cetakan benda uji dengan menekan sampel tanah.
2. Memotong dan meratakan kedua permukaan cetakan dengan pisau pemotong.
3. Mengeluarkan benda uji dari cetakan dengan *extruder*, menimbang benda uji dengan timbangan.
4. Memasukkan benda uji ke dalam cincin geser yang masih terkunci dan menutup kedua cincin geser hingga menjadi satu bagian. Posisi benda uji berada diantara dua batu pori.
5. Meletakkan cincin geser serta sampel tanah pada *shear box* dan mengatur stang penekan dalam posisi vertical dan tepat menyentuh bidang penekan.
6. Mengatur kecepatan geser pada layer yang telah dikonsolidasikan.
7. Membuka cincin geser dan memberikan beban pertama sebesar 3320 gram dan mengisi *shear box* dengan air sampai penuh sehingga benda uji terendam. Untuk pengecekan, dilakukan juga pengujian tanpa rendaman.
8. Menekan tombol *start/run* dan setiap 15 detik sambil membaca dial *proving ring* sampai pembacaan terjadi penurunan.
9. Menekan tombol *stop* bila pembacaan *proving ring* maksimum telah

tercapai.

10. Percobaan dihentikan bila pembacaan *proving ring* maksimum dan mulai menurun dua atau tiga kali pembacaan.
11. Membersihkan cincin geser dan *shear box* dari kotoran sampel tanah.
12. Mengulangi langkah kerja 3 sampai 10 untuk melakukan percobaan kedua seberat dua kali beban pertama (6640 gram) dan sampel ketiga seberat tiga kali beban pertama (9960 gram).

#### **4.7. Pengujian Utama**

##### **4.7.1. Pencampuran Sampel Tanah**

Tanah yang telah diketahui karakteristiknya dan sesuai dengan karakteristik tanah lempung akan digunakan dalam penelitian dan di campur dengan Abu tandan kosong kelapa sawit. Pada penelitian ini dilakukan pembentukan benda uji dalam 3 variasi campuran berbeda, yaitu Sampel A, Sampel B, dan Sampel C yang masing – masing pada sampel tersebut dilakukan 1 kali tahap pengujian yang bertujuan untuk melihat pengaruh dari jumlah komposisi tanah dengan campuran abu tandan kosong kelapa sawit untuk melihat daya dukung yang terjadi pada variasi campuran tanah dengan abu tandan kosong kelapa sawit tersebut.

Pencampuran dan uji pemodelan dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Universitas Pasir Pangaraian. Pembebanan dilakukan pada model pondasi berbentuk bujur sangkar dengan persentase campuran tanah lempung dan abu tandan kosong kelapa sawit sebagai berikut :

- a. Tanah lempung saja
- b. Tanah lempung dengan campuran Abu tandan kosong kelapa sawit 5 %
- c. Tanah lempung dengan campuran Abu Tandam Kosong kelapa sawit 7%
- d. Tanah liat dengan campuran Abu tandan kosong kelapa sawit 15%

Tanah lempung yang telah di campur dengan Abu tandan kosong kelapa sawit dan siap untuk dilakukan uji pembebanan kemudian dimodelkan sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Model fondasi berbentuk bujur

sangkar dengan Luasan  $400\text{cm}^2$ , dan diletakkan diatas permukaan tanah yang telah diratakan dan dipadatkan menggunakan alat pemadat. Pengujian dilakukan dengan penambahan beban secara bertahap. Dari pengujian tersebut didapat seberapa besar penurunan yang terjadi akibat beban  $Q_{ult}$ .