

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kabupaten Rokan Hulu, dengan Ibu Kota Pasir Pengaraian, terletak dalam wilayah Provinsi Riau dan terbentuk sebagai hasil pemekaran dari Kabupaten Kampar. Secara juridis formal, Kabupaten Rokan Hulu terbentuk sejak diberlakukannya Undang-undang Nomor 53 Tahun 1999 tentang pembentukan Kabupaten Pelalawan, Kabupaten Rokan Hulu, Kabupaten Rokan Hilir, Kabupaten Siak, Kabupaten Karimun, Kabupaten Natuna, Kabupaten Kuantan Singingi dan Kota Batam. Pada waktu berikutnya Undang-undang dimaksud disempurnakan menjadi Undang-undang Nomor 11 Tahun 2003.

Secara geografis, Kabupaten Rokan Hulu terletak diantara 100°-101° 52' Bujur Timur dan 00 – 10 30' Lintang Utara. Dengan luas wilayah yaitu 7.462,18 Km<sup>2</sup>. Adapun Batas wilayah Kabupaten Rokan Hulu adalah sebagai berikut:

Sebelah Utara : Provinsi Sumatera Utara dan Kabupaten Rokan Hilir

Sebelah selatan : Kabupaten Kampar

Sebelah Barat : Provinsi Sumatera Barat

Sebelah Timur : Kabupaten Kampar

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 (RR. Susi Riwayati, 2018).

Dari berbagai jenis tanah di Indonesia, tanah lempung adalah tanah yang mempunyai partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastisitas pada tanah bila di campur dengan air. Tanah lempung dengan plastisitas tinggi, kohesifitas yang besar berakibat fluktuasi kembang susut yang relatif besar. Kondisi

tanah basah volume tanah akan mengembang sehingga kuat gesernya akan rendah dan tanah akan lengket, sedangkan pada kondisi kering akan mengalami retakan-retakan akibat tegangan susut dan tanah dalam kondisi keras. Selain itu tanah lempung mempunyai volume pori yang besar sehingga mempunyai berat isi dan sudut gesek yang kecil, hal ini menyebabkan penambahan suatu beban dan konstruksi bangunan pada tanah lempung tidak akan stabil.

Pada kenyataannya suatu pembangunan konstruksi di Indonesia berada di atas tanah lempung. Tanah lempung pada umumnya merupakan material tanah dasar yang jelek, hal ini dikarenakan kekuatan gesernya sangat rendah sehingga pembuatan suatu konstruksi di atas lapisan tanah ini selalu menghadapi beberapa masalah seperti daya dukung yang rendah dan sifat kembang susut yang besar. Untuk mengatasi hal ini diperlukan alternatif penanganan yang tersedia antara lain dengan menggunakan teknologi stabilisasi tanah.

Sektor utama bidang pertanian di Kabupaten Rokan Hulu meliputi pertanian padi sawah, padi ladang palawija, sayur-sayuran, dan buah-buahan. Tiga kecamatan penghasil padi terbesar adalah Kecamatan Rambah Samo dengan hasil padi sebanyak 13.852,06 ton (3.378 ha), Kecamatan Bangun Purba sebanyak 7.417,82 ton (2.208 ha) dan Kecamatan Rambah sebanyak 7.121,78 ton (1.758 ha). Dari ketiga kecamatan penghasil padi didapat limbah sekam padi yang banyak. Sekam padi merupakan produk samping yang melimpah dari hasil penggilingan padi. Penanganan sekam padi yang kurang tepat akan menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan. Sekam padi merupakan salah satu biomassa dengan kadar silika yang tinggi, kemudian silika sekam padi mudah diperoleh, berbiaya rendah dan ramah lingkungan.

Desa Rambah Utama adalah desa yang ada di Kecamatan Rambah Samo, Kabupaten Rokan Hulu, Kecamatan Rambah Samo termasuk dalam klasifikasi jenis tanah lempung non organik dengan berat jenis sebesar  $2,751 \text{ gr/cm}^3$  sesuai dengan acuan SNI-03-1964-1990. Meningkatnya pembangunan seperti pembangunan lapangan terbang, pendopo dan pembangunan konstruksi lainnya harus memiliki sifat dan daya dukung yang baik. Di daerah tersebut masih termasuk tanah lempung yang kurang baik digunakan sebagai pembangunan konstruksi,

terutama pada konstruksi jalan raya. Terlihat pada subgrade jalan yang pecah dan bergelombang.

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 di daerah 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.

Dalam kesempatan ini mengingat banyaknya limbah sekam padi, maka timbul pemikiran peneliti untuk memanfaatkan sekam padi, dalam hal ini sekam padi dirubah terlebih dahulu menjadi abu sebagai bahan kimia yang diharapkan dapat menkonsistensikan dan mengurasi sifat buruk dari tanah lempung. Bertolak dari hal tersebut sehingga peneliti mengambil judul “Stabilitas Daya Dukung Tanah Lempung Dengan Penambahan Abu Sekam Padi Pada Fondasi Tapak” sebagai penelitian.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang diatas, diambil rumusan masalah:

1. Dengan memvariasikan kadar campuran abu sekam padi sebesar 0%, 4%, 8%, dan 12% pada tanah lempung dengan bentuk fondasi tapak terhadap kapasitas daya dukungnya dengan beban dan luas penampang yang tetap, apakah mempunyai kapasitas daya dukung tanah yang sama?
2. Bagaimana pengaruh dengan penambahan abu sekam padi sebesar 0%, 4%, 8%, dan 12% terhadap besaran penurunan yang terjadi pada uji pembebanan?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan kapasitas daya dukung fondasi tapak dengan beban dan luas penampang yang tetap terhadap kadar campuran abu sekam padi sebesar 0%, 4%, 8%, dan 12%.
2. Mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan abu sekam padi pada fondasi tapak terhadap kemampuan fondasi dalam menahan beban vertikal.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Dengan adanya penelitian ini dapat diperoleh manfaat antara lain:

1. Dapat mengetahui pengaruh kadar campuran abu sekam padi sebesar 0%, 4%, 8%, dan 12% terhadap kapasitas dukung fondasi tapak dengan beban dan luas penampang yang tetap.
2. Mengetahui hasil pengujian penurunan yang terjadi dengan uji pembebanan yang distabilisasikan terhadap kadar campuran abu sekam padi sebesar 0%, 4%, 8%, dan 12%.

### **1.5 Batasan Masalah**

Beberapa batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil, Universitas Pasir Pengaraian.
2. Tanah yang digunakan adalah tanah asli yang berasal dari Desa Rambah Utama, Kecamatan Rambah Samo, Kabupaten Rokan Hulu, Riau.
3. Bahan stabilisasi yang digunakan adalah abu sekam padi yang terdapat di jasa penggilingan padi Desa Rambah Utama yang sudah dikeringkan terlebih dahulu kemudian dibakar menjadi abu sekam padi.
4. Variasi penambahan abu sekam padi sebesar 0%, 4%, 8%, dan 12% dari berat sampel.
5. Menggunakan bak percobaan dengan dimensi 60 cm x 60 cm x 80 cm..
6. Model fondasi berada pada permukaan tanah ( $D=0$ ).
7. Pengujian yang dilakukan terdiri dari:

Pengujian karakteristik tanah yang dijadikan sampel meliputi uji kadar air, berat volume tanah, berat jenis, analisis saringan, batas-batas *atterberg*.

8. Air yang digunakan diambil dari saluran air bersih di Laboratorium Mekanika Tanah Program Studi Teknik Sipil Universitas Pasir Pengaraian.
9. Tidak meninjau efek kimia

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Peneliti Terdahulu**

1. Wahyudi, dkk (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. Amran, dkk (2018), meneliti tentang analisis perbaikan tentang sub grade/tanah dasar menggunakan bahan tambahan kapur dan abu sekam padi pada ruas jalan ki hajar dewantara, 38 b banjar rejo lampung timur – batas kota metro. Tujuan penelitian untuk memperbaiki kualitas tanah asli (stabilisasi) dengan bahan tambah (additive) kapur dan abu sekam padi. Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan terdapat hasil dan kesimpulan bahwa dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil pengujian CBR laboratorium diperoleh nilai CBR untuk masing-masing pengujian/penelitian tanah sebagai berikut :
  - a. Hasil Pengujian CBR Tanah Asli Nilai CBR Rata-Rata : 2.66 %, Nilai CBR Design : 1.83 %
  - b. Hasil Pengujian CBR Tanah Dengan Penambahan Kapur Nilai CBR Rata-Rata : 20 % = 6.35 %, 22 % = 9.82 %, 24 % = 7.65 % Nilai CBR Design : 20% = 5.73 %, 22%= 9.30 %, 24 % = 5.55 %.

- c. Hasil Pengujian Tanah Dengan Penambahan Abu Sekam Padi Nilai CBR Rata-Rata : 20 % = 5.59 %, 22 % = 9.09 %, 24 % = 7.24 % Nilai CBR Design : 20 % = 5.06 %, 22 % = 8.79 %, : 24 % = 5.03%.
3. Riyawati, dkk (2018), meneliti tentang Stabilitas tanah lempung menggunakan campuran kapur untuk lapisan tanah dasar konstruksi. Tujuan penelitian ini 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 ( $W_{opt}$ ) = 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.

4. Desanta (2017), meneliti tentang Pemanfaatan abu sekam padi terhadap nilai kuat dukung tanah di Bayat Klaten. Tujuan penelitian ini untuk melakukan pengkajian sifat- sifat fisis dan mekanis tanah agar kuat dukung tanah layak digunakan sebagai dasar bangunan dengan cara stabilisasi menggunakan abu sekam padi dengan variasi 0%, 4%, 8%, 12% dari berat tanah.

Hasil penelitian tanah asli dan campuran diklasifikasi berdasarkan sistem AASHTO, Tanah termasuk ke dalam golongan A-7-5 lalu, menjadi kelompok A-7-6. Sedangkan berdasarkan klasifikasi USCS, tanah campuran termasuk golongan CH dan ML. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai kadar air, nilai specific gravity, nilai liquid limit, nilai plastis limit, plasticity index, nilai finer #200 pada tanah asli yang mengalami penurunan. Penurunan terbesar pada penambahan abu sekam padi 12%. Nilai shrinkage limit cenderung mengalami peningkatan terhadap tanah asli. Peningkatan terbesar pada penambahan abu sekam padi 12%. Untuk pengujian standard Proctor diperoleh  $w_{opt}$  mengalami kenaikan, kenaikan terbesar pada penambahan abu sekam padi 12% sebesar 25% dan  $\gamma_d$  max mengalami penurunan, penurunan terbesar pada penambahan abu sekam padi 12% sebesar 1,31%. Nilai CBR soaked maupun unsoaked mengalami peningkatan. Nilai CBR soaked terbesar terjadi pada penambahan abu sekam padi 12% sebesar 10 % dan CBR unsoaked peningkatan terbesar terjadi pada penambahan abu sekam padi 12% sebesar 25 %.

5. Abdurrozak, dkk (2017), meneliti tentang stabilisasi tanah lempung dengan bahan tambah abu sekam padi dan kapur pada subgrade perkerasan jalan. Tujuan penelitian untuk menyajikan pengaruh penambahan abu sekam padi dan kapur terhadap kapasitas dukung dan sifat kembang susut tanah lempung dari Desa Kebonharjo, Kecamatan Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo. nilai Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan terdapat hasil dan kesimpulan bahwa didapatkan CBR tanah asli sebesar

9,46% untuk CBR Unsoaked, sedangkan untuk CBR tanah asli Soaked sebesar 1,16%. Penambahan Abu sekam padi sebesar 3% + Kapur 4% memberikan kenaikan CBR yang signifikan yakni hingga 212% dari kondisi tanah asli.

6. Tjandrawibawa, dkk (2000). Meneliti tentang Peningkatan Daya Dukung Fondasi Dangkal dengan Menggunakan Cerucuk: Suatu Studi Model. Tujuan penelitian untuk mengetahui perilaku fondasi dengan cerucuk. Hasil percobaan menunjukkan adanya peningkatan daya dukung tanah sebesar 60% oleh cerucuk miring, 37% oleh cerucuk tegak dan 33% bila dipakai kombinasi tegak miring.

## **2.2 Keaslian Penelitian**

Dari segi keaslian sebelumnya yang dijadikan perbandingan pada penelitian ini antara lain:

1. Lokasi pengambilan sampel tanah asli yang berasal dari Desa Rambah Utama, Kecamatan Rambah Samo, Kabupaten Rokan Hulu, Riau.
2. Penelitian masalah pengujian kestabilan tanah lempung dengan campuran abu sekam padi.
3. Penelitian untuk mengetahui nilai kapasitas daya dukung fondasi optimum menggunakan metode mayerhof.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Tanah**

Tanah merupakan bagian kerak bumi yang memiliki susunan dari mineral serta bahan organik. Tanah begitu vital peranannya bagi semua kehidupan di bumi sebab tanah mendukung kehidupan tumbuhan dengan adanya hara dan air sekaligus sebagai penopang akar. Bentuk tanah yang memiliki rongga-rongga juga menjadi lokasi yang baik untuk akar untuk bernafas serta tumbuhan. Tanah juga menjadi tempat hidup berbagai mikroorganisme. Untuk sebagian besar hewan darat, tanah menjadi lahan sebagai tempat bergerak dan hidup.

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 bernafas 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.

##### **1. Ukuran Partikel Tanah**

Ukuran partikel tanah sangat beragam dengan variasi yang cukup besar. Tanah urumnya dapat disebut sebagai kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), atau lempung (*clay*), tergantung dari ukuran partikel yang paling dominan pada tanah tersebut. Untuk menerangkan tentang tanah berdasarkan ukuran-ukuran partikelnya, beberapa organisasi telah mengembangkan batasan-batasan ukuran golongan jenis tanah (*soil-separate-size-limit*) yang ditunjukkan pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Batasan-batasan Ukuran Golongan Tanah

Nama Golongan	Ukuran Butiran (mm)			
	Kerikil	Pasir	Lanau	Lempung
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	>2	2 - 0,06	0,06 - 0,002	<0,002
U.S. Department of Agriculture (USDA)	>2	2 - 0,05	0,05 - 0,002	<0,002
American Association Of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)	76,2-2	2 - 0,075	0,075 - 0,002	<0,002
Unified Soil Classification System (USCS)	76,2-4,75	4,75 - 0,075	Halus (yaitu lanau dan lempung) <0,0075	

(Sumber : Das, B.M., 1988)

## 2. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa kedalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya (Das, B.M., 1988).

Sistem klasifikasi tanah yang sering digunakan adalah *Unified Soil Clasification System* (USCS) dan *American Association of State Highway and Transportation* (AASHTO). Sistem-sistem ini menggunakan sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran, batas cair dan indeks plastisitas.

### 3.2 Tanah Lempung

Definisi tanah lempung menurut para ahli:

Bowles, 1991 mendefinisikan tanah lempung sebagai deposit yang mempunyai partikel berukuran lebih kecil atau sama dengan 0,002 mm dalam jumlah lebih dari 50 %.

Hardiyatmo, 1992 mengatakan sifat-sifat yang dimiliki dari tanah lempung yaitu antara lain ukuran butiran halus lebih kecil dari 0,002 mm, permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, bersifat sangat kohesif, kadar kembang susut yang tinggi dan proses konsolidasi lambat.

Terzaghi, 1987 menjelaskan tanah lempung merupakan tanah dengan ukuran mikrokonis sampai dengan sub mikrokonis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah, bersifat plastis pada kadar air sedang. Di Amerika bagian barat, untuk lempung yang keadaan plastisnya ditandai dengan wujudnya yang bersabun atau seperti terbuat dari lilin disebut “gumbo”. Sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (*kohesif*) dan sangat lunak.

Lempung adalah suatu silikat hidraaluminium yang kompleks dengan rumus kimia:  $Al_2O_3 \cdot nSiO_2 \cdot kH_2O$  dimana n dan k merupakan nilai numerik molekul yang terikat dan bervariasi untuk masa yang sama. Mineral lempung mempunyai daya tarik menarik individual yang mampu menyerap 100 kali volume partikelnya. Ada atau tidaknya air (selama pengeringan) dapat menghasilkan perubahan volume dan kekuatan yang besar. Partikel-partikel lempung juga mempunyai gaya tarik antar partikel yang sangat kuat yang untuk sebagian menyebabkan kekuatan yang sangat tinggi pada suatu bongkahan kering (batu lempung), (Risma M. Simanjuntak, 2007).

Karakteristik pengembangan hanya dapat diperkirakan dengan menggunakan indeks plastisitas, (Holtz dan Gibbs, 1962). Secara umum sifat kembang susut tanah lempung tergantung pada sifat plastisitasnya. Semakin plastis mineral lempung semakin potensial untuk menyusut dan mengembang. Hubungan antara indeks plastisitas dengan potensi mengembang (*Swell Potensial*), (Chen, 1988) dapat dilihat dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kriteria Tingkat Pengembangan

Potensi Pengembangan	Persen lolos saringan no. 200	Batas cair (LL) (%)	NSPT	Kemungkinan ekspansi (%)	Tekanan pengembangan (kPa)
Sangat tinggi	>95	>60	>30	>10	>1000
Tinggi	60-95	40-60	20-30	3-10	250-1000
Sedang	30-60	30-40	10-20	1-5	150-250
Rendah	<30	<30	<10	<1	50

(Sumber: Hardiyatmo, H.C, Mekanika Tanah I)

### 3.2.1 Jenis Tanah Lempung

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*.

### 3.2.2 Karakteristik Tanah Lempung

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.

Secara khusus, tanah lempung yang mengalami proses pembakaran dengan api akan menunjukkan beberapa proses sebagai berikut:

1. Terjadi penguapan air pembentuk yang pada suhu pembakaran kurang lebih 150°Celsius;
2. Terjadi penguapan air yang terikat secara kimia dengan zat lainnya pada suhu 400°Celsius hingga 600°Celsius;
3. Terjadi perubahan kristal pada tanah lempung pada suhu di atas 800°Celsius;
4. Senyawa besi akan berubah menjadi senyawa yang stabil; dan
5. Terjadi proses susut bakar.

### **3.3 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 memenuhi 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):

1. Stabilisasi Tanah – Semen
2. Stabilisasi Tanah – Kapur
3. Stabilisasi Tanah – Aspal
4. Stabilisasi Tanah – Abu Terbang

## 5. Stabilisasi Tanah – Kimia Pabrik.

### 3.4 Fondasi

Fondasi merupakan bagian paling bawah dari suatu struktur yang mempunyai fungsi sebagai mediator yang meneruskan beban konstruksi ke lapisan tanah yang berada di bawah fondasi. Suatu struktur fondasi dikatakan dapat berfungsi dengan baik jika struktur fondasi tersebut mampu meneruskan beban konstruksi yang diterimanya ke tanah dengan tidak melampaui kekuatan tanah yang bersangkutan.

Tanah di bawah fondasi akan mengalami tekanan geser (*shear stresses*) jika tanah tersebut berada dalam kondisi menerima beban. Nilai tekanan geser ini sangat dipengaruhi oleh besarnya beban yang diterima oleh tanah tersebut, dan dimensi geometrik fondasi. Kuat geser (*shear strength*) adalah kemampuan tanah untuk menerima tekanan geser akibat pembebanan yang terjadi. Jika nilai tekanan geser yang dialami oleh tanah di bawah fondasi melebihi kuat geser tanah maka, tanah tersebut akan mengalami keruntuhan. Menurut Vesic (dalam Hardiyatmo, 2011), ada tiga macam tipe keruntuhan geser, yaitu :

#### a. Keruntuhan Geser Umum (*General Shear Failure*)

Keruntuhan geser umum terjadi pada tanah yang padat dan kaku, atau dapat juga terjadi pada tanah lempung yang terkonsolidasi normal atau jenuh yang terbebani dalam kondisi tak terdrainase. Keruntuhan geser umum mulai terjadi dari satu ujung fondasi sampai permukaan tanah sehingga fondasi menjadi miring, keruntuhan geser umum juga ditandai dengan naiknya permukaan tanah di sekitar fondasi. Pada keruntuhan geser umum, kondisi kesetimbangan plastis terjadi penuh diatas *failure plane*, dan kapasitas dukung batas ( $q_u$ ) bisa diamati dengan baik.

#### b. Keruntuhan Geser Setempat (*Local Shear Failure*)

Pada kondisi keruntuhan geser setempat, bidang runtuh yang terjadi tidak sampai mencapai permukaan tanah. Kondisi tanah disekitar fondasi mengalami pengembangan tetapi tidak sampai berakibat terjadi penggulingan fondasi, hal ini disebabkan karena tekanan ke bawah tanah dasar fondasi lebih besar dibandingkan tekanan ke arah samping. Pada keruntuhan geser setempat, kondisi kesetimbangan plastis hanya terjadi pada sebagian tanah saja, sedangkan kapasitas dukung batas ( $q_u$ ) sulit dipastikan sulit dianalisis, hanya bisa diamati penurunannya saja.

Keruntuhan geser setempat biasa terjadi pada tanah dengan kompresibilitas tinggi yang ditunjukkan dengan penurunan yang relatif besar.

c. Keruntuhan Geser Penetrasi (*Punching Shear Failure*)

Pola keruntuhan geser penetrasi ini adalah pola keruntuhan yang terjadi secara perlahan-lahan, dan terjadi pada tanah dengan kompresibilitas tinggi dan kompresibilitas rendah jika kedalaman fondasi agak dalam. Pola keruntuhan ini terjadi akibat desakan di bawah dasar fondasi disertai pergeseran arah vertikal sepanjang tepi. Penurunan yang terjadi pada kasus keruntuhan geser penetrasi mempunyai nilai yang besar. Penurunan merupakan istilah yang digunakan untuk menunjukkan aktifitas gerakan titik tertentu suatu bangunan terhadap titik referensi yang tetap. Penurunan terjadi jika ada perubahan susunan tanah dan berkurangnya rongga pori di dalam tanah. Lempung, dalam Hardiyatmo 2011 didefinisikan sebagai tanah berbutir halus yang lolos saringan no. 200 (0,075 mm), lempung mempunyai sifat plastis dalam kisaran kadar air tertentu dan kekuatannya tinggi bila berada pada kondisi kering udara. Tanah granuler (tanah pasir) adalah butiran tanah yang dapat mengendap pada suatu larutan suspensi secara individu, tidak tergantung pada butiran yang lain. Kemampuan untuk mengendap tersebut dikarenakan berat butiran itu sendiri. Susunan partikel-partikelnya mungkin padat atau mungkin tidak padat (Hardiyatmo, C.H, 2001).

1. Fondasi Tapak

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

a. Kelebihan Fondasi Tapak

Berikut adalah kelebihan dari menggunakan fondasi ini:

1. Biaya pembuatannya jauh lebih murah dibandingkan dengan pembuatan fondasi 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 fondasi lain apabila proses pengecoran dilakukan langsung di lubang galian.
  5. Daya dukungnya sangat baik dan tahan lama.
- b. Kekurangan Fondasi Tapak
1. Apabila pembuatan fondasi dibuat di luar lubang galian fondasi, maka waktu pembuatannya dapat berlangsung lama karena fondasi harus dibuat menggunakan cetakan terlebih dahulu.
  2. Diperlukan waktu cukup lama untuk menunggu beton kering agar dapat dipindahkan ke posisi lubang fondasi.
  3. Pengerjaannya tidak bisa sembarangan sehingga harus dilakukan oleh orang ahli atau orang yang telah memahami ilmu struktur, segi pembesian, dan desain penulangan fondasi.
  4. Waktu pengerjaan fondasi harus lebih dini dibandingkan dengan pengerjaan bangunan karena membutuhkan waktu pengeringan selama 28 hari sebelum dapat digunakan.
- c. Jenis-jenis Fondasi Tapak
1. Fondasi Setempat  
Fondasi setempat atau fondasi 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. Fondasi Tapak Dinding  
Sesuai dengan namanya, fondasi ini dibuat untuk menahan beban dinding. Keberadaan fondasi ini dapat menjaga beban dinding yang bertumpu di fondasi dan juga bagian-bagian dinding lainnya.

### 3. Fondasi Tapak Gabungan

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

### 4. Fondasi Tapak Pelat

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

## 3.5 Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk memikul tekanan atau beban maksimum yang diizinkan untuk bekerja pada fondasi. Untuk mendapat tegangan yang dipakai dalam perencanaan fondasi, besarnya beban dibagi dengan faktor keamanan (*safety factor*). Nilai yang diperoleh disebut dengan tegangan tanah yang diizinkan.

Tanah memiliki sifat untuk meningkatkan kepadatan dan kekuatan gesernya apabila mendapat tekanan berupa beban. Apabila beban yang bekerja pada tanah fondasi telah melampaui daya dukung batasnya, tegangan geser yang ditimbulkan di dalam tanah melampaui ketahanan geser fondasi, maka akan terjadi keruntuhan geser pada tanah fondasi. Daya dukung ultimit didefinisikan sebagai tekanan terkecil yang dapat menyebabkan keruntuhan geser pada tanah pendukung tepat dibawah dan di sekeliling fondasi. Daya dukung ultimit suatu tanah terutama di bawah beban fondasi dipengaruhi oleh kuat geser tanah. Nilai kerja atau nilai izin untuk desain akan ikut mempertimbangkan karakteristik kekuatan dan deformasi. (Surya Perdana Syah Putra, 2020)

### 3.5.1 Analisis Mayerhof

Analisis kuat dukung Mayerhof menganggap sudut baji  $\beta$  tidak sama dengan  $\phi$ , tetapi  $\beta > \phi$ . Akibatnya, bentuk baji lebih memanjang kebawah bila dibandingkan dengan analisis Terzaghi. Zona keruntuhan berkembang dari dasar fondasi ke atas mencapai permukaan tanah. Jadi tahanan geser diatas tanah fondasi

diperhitungkan. Karena  $\beta > \phi$ , nilai faktor-faktor kuat dukung mayerhof mempertimbangkan faktor pengaruh kedalaman fondasi, kuat dukungnya menjadi lebih besar.

Mayerhof (1963) menyarankan persamaan kuat daya dukung ditinjau pada kondisi, yaitu:

$$\text{Beban Vertikal: } Q_{ult} = CS_cN_c d_c + P_o N_q S_q d_q + 0,5\gamma B N_\gamma S_\gamma d_\gamma \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana:

$N_c, N_q, N_\gamma$  = Faktor-faktor kapasitas dukung mayerhof

$S_c, S_q, S_\gamma$  = Faktor bentuk fondasi

$d_c, d_q, d_\gamma$  = Faktor kedalaman fondasi

$i_c, i_q, i_\gamma$  = Faktor kemiringan beban

$B'$  = Lebar fondasi efektif (m)

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

$D_f$  = Kedalaman fondasi (m)

$\gamma$  = Berat volume tanah ( $\text{kN/m}^3$ )

$C$  = Kohesi

Tabel 3.3 Faktor Kapasitas Dukung Mayerhof

$\Phi$ (°)	Mayerhof (1963)		
	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
0	5,14	1,00	0
1	5,38	1,09	0,00
2	5,63	1,20	0,01
3	5,90	1,31	0,02
4	6,19	1,43	0,04
5	6,49	1,57	0,07
6	6,81	1,72	0,11
7	7,17	1,88	0,15
8	7,53	2,06	0,21
9	7,92	2,25	0,28
10	8,34	2,47	0,37

(Sumber: Fondasi I (Hary Christady Hardiyatmo, 2014))

Tabel 3.4 Faktor Kedalaman Fondasi

Faktor Bentuk	Nilai	Keterangan
Sc	$1 + 0,2 (B/L) \operatorname{tg}^2 (45 + \varphi/2)$	Untuk sembarang
Sq = Sy	$1 + 0,1 (B/L) \operatorname{tg}^2 (45 + \varphi/2)$ 1	Untuk $\varphi \geq 10^\circ$ Untuk $\varphi = 0$

(Sumber: Surya Perdana Syah Putra, 2020)

Tabel 3.5 Faktor Bentuk Fondasi

Faktor Bentuk	Nilai	Keterangan
dc	$1 + 0,2 (D/B) \operatorname{tg} (45 + \varphi/2)$	Untuk sembarang
dq = dy	$1 + 0,1 (D/B) \operatorname{tg} (45 + \varphi/2)$ 1	Untuk $\varphi \geq 10^\circ$ Untuk $\varphi = 0$

(Sumber: Surya Perdana Syah Putra, 2020)

### 3.6 Kuat Geser Tanah

Kuat geser adalah kemampuan tanah melawan tegangan geser yang terjadi pada saat terbebani, keruntuhan geser (*shear failure*) tanah terjadi bukan disebabkan karena hancurnya butir-butir tanah tersebut tetapi karena adanya gerak relatif (Zakaria Amin, 2019). Kekuatan geser tanah yang dimiliki oleh suatu tanah disebabkan oleh:

1. Pada tanah berbutir halus (*kohesif*) misalnya lempung kekuatan geser yang dimiliki tanah disebabkan karena adanya kohesi atau lekatan antara butir tanah (*C soil*).
2. Pada tanah berbutir kasar (*non kohesif*), kekuatan geser disebabkan karena adanya gesekan antara butir tanah sehingga sering disebut gesek dalam ( $\varphi$  *soil*).
3. Pada tanah yang merupakan campuran antara tanah halus dan tanah kasar (*c dan  $\varphi$  soil*), kekuatan geser disebabkan karena adanya lekatan (karena kohesi) dan gesekan antara butir-butir tanah (karena  $\varphi$ ).

Sudut geser dalam merupakan sudut yang dibentuk dari hubungan antara tegangan normal dan tegangan geser di dalam material tanah atau batuan. Sudut geser dalam adalah rekahan yang dibentuk jika suatu material dikenai tegangan atau gaya terhadapnya yang melebihi tegangan gesernya. Semakin besar sudut geser

dalam suatu material, maka material tersebut akan lebih tahan menerima tegangan luar yang dikenakan terhadapnya (Rio Angga Putra, 2020).

### **3.7 Abu Sekam Padi**

Sekam padi merupakan bahan *berlignoselulosa* seperti biomassa lainnya namun mengandung silika yang tinggi. Kandungan kimia sekam padi terdiri atas 50 % *selulosa*, 25 – 30 % *lignin*, dan 15 – 20 % silika (Ismail and Waliuddin, 1996). Sekam padi saat ini telah dikembangkan sebagai bahan baku untuk menghasilkan abu yang dikenal di dunia sebagai RHA (*rice husk ash*). Abu sekam padi yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi pada suhu 400° – 500° C akan menjadi *silika amorphous* dan pada suhu lebih besar dari 1.000° C akan menjadi *silika kristalin*.

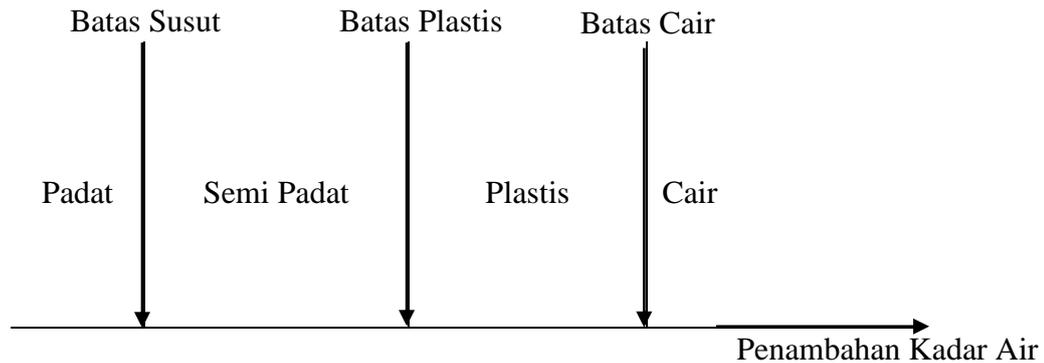
Sekam padi adalah bagian terluar dari butir padi, yang merupakan hasil sampingan saat proses penggilingan padi dilakukan. Sekitar 20% dari bobot padi adalah sekam padi (hara, 1986) dan 15% berat abu akan diperoleh dari total berat sekam padi yang dibakar (Chen et al, 1991). Abu sekam padi merupakan bahan buangan dari padi yang mempunyai sifat khusus yaitu mengandung senyawa kimia yang dapat bersifat pozolan, yaitu mengandung *silica* (SiO<sub>2</sub>) (Herina, 2005). Nilai paling umum kandungan *silica* dari abu sekam adalah 94-96% dan apabila nilainya mendekati atau dibawah 90% kemungkinan disebabkan oleh sampel sekam yang telah terkontaminasi dengan zat lain yang kandungan silikanya rendah (Houston, 1972).

### **3.8 Batas-batas Atterberg Limits**

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.

Tergantung pada kadar airnya, tanah mungkin berbentuk cair, plastis, semi padat, atau padat. Kedudukan kadar air transisi bervariasi pada berbagai jenis tanah. Kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu disebut konsistensi. Konsistensi tergantung pada gaya tarik antara partikel mineral lempungnya. Sembarang pengurangan kadar air menghasilkan berkurangnya tebal lapisan kation

dan terjadi penambahan gaya tarik antarpartikelnya. Bila tanah dalam kedudukan plastis, besarnya jaringan gaya antarpartikel akan sedemikian hingga partikelnya bebas untuk relatif menggelincir antara satu dengan yang lainnya, dengan kohesi antaranya tetap terpelihara. Pengurangan kadar air juga menghasilkan pengurangan volume tanah. Sangat banyak tanah berbutir halus yang ada di alam dalam kedudukan plastis.



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:

1. 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.

2. 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.

3. 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 3:

$$SL = \left\{ \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} - \frac{(v_1 - v_2)}{m_2} \right\} \times 100\% \dots\dots\dots (3.2)$$

dengan:

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

$m_2$  = berat tanah kering oven (gr)

$v_1$  = 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.

4. 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.

5. 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.

6. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastisitas (PI) adalah selisih batas cair dan batas plastis. Indeks plastisitas dinyatakan dalam persamaan 4:

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots(3.3)$$

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 3.6.

Tabel 3.6 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

Sumber : Hardiyatmo. H.C (1992)

7. 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 5:

$$LI = \frac{w_N - PL}{LL - PL} = \frac{w_N - PL}{PI} \dots\dots\dots (3.4)$$

dengan  $w_n$  adalah kadar air asli.

## **BAB IV**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **4.1 Umum**

Dalam bab ini peneliti menjelaskan langkah-langkah yang akan dilakukan selama penelitian tentang “Stabilitas Daya Dukung Tanah Lempung dengan Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Daya Dukung Fondasi 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 di laboratorium mekanika tanah Universitas Pasir Pengaraian, baik pengujian pendahuluan maupun utama. Dalam pengujian ini sampel tanah yang digunakan diambil dari Desa Rambah Utama, Kecamatan Rambah Samo, Kabupaten Rokan Hulu, pada titik koordinat 0.903782,100.408554. Pengambilan sampel tanah dilakukan di Desa Rambah Utama karena di desa tersebut memiliki tanah lempung yang digunakan sebagai pembuatan batu bata.

#### **4.3 Alat dan Bahan Penelitian**

##### **4.3.1 Alat**

Alat yang digunakan untuk uji pemodelan terdiri dari:

##### **a. Bak Pengujian**

Alat ini memiliki dimensi 60 cm x 60 cm x 80 cm. Kemudian bak uji di sekat menjadi 4 bagian, sehingga memiliki dimensi 30 cm x 30 cm x 80 cm.

Bak pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3.



Gambar 4.1 Bak Pengujian



Gambar 4.2 Bentuk Sekat Bak Pengujian

b. Model plat berbentuk persegi

Plat berbentuk persegi ini memiliki ukuran panjang 20 cm dan lebar 20 cm.

Gambar berikut menunjukkan model plat berbentuk persegi.



Gambar 4.3 Model 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 pembebanan dan alat pendukung lainnya seperti palu, sekop, penggaris, tempat pencampur tanah, dan alat pemadat tanah.



Gambar 4.4 *Dial Gauge*

4.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari:

a. Tanah Lempung

Sampel tanah yang di uji menggunakan material tanah lempung yang disubstitusikan dengan limbah abu sekam padi. Dimana sampel tanah yang digunakan sebagai penelitian di ambil dari Desa Rambah Utama, Kec. Rambah Samo, Kabupaten Rokan Hulu, pada titik koordinat 0.903782,100.408554.

b. Abu sekam padi

Sekam padi yang digunakan sebagai bahan substitusi pada penelitian ini diperoleh dari tempat penggilingan padi di Desa Rambah Utama kemudian di bakar untuk mendapatkan abu sekam padi.

c. Air

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

#### 4.4 Pengujian Sampel Tanah

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

##### 4.4.1 Cara pengambilan sampel tanah

Sampel tanah lempung yang berada di tempat pembuatan batu bata Desa Rambah Utama di ambil menggunakan alat sederhana berupa cangkul. Terlebih dahulu membersihkan permukaan tanah lalu di cangkul sampai mencapai kedalaman 50 cm, kemudian tanah pada kedalaman 50 cm tersebut di ambil, kemudian tanah yang sudah di ambil dimasukan kedalam plastik untuk menjaga kadar air aslinya. Sampel tanah yang sudah diambil tersebut digunakan sebagai sampel untuk pengujian awal, dimana tanah ini termasuk tanah terganggu.

Selanjutnya pengambilan sampel tanah untuk uji pemodelan di lakukan dengan cara pengambilan tanah yang sudah disediakan untuk pembuatan batu bata menggunakan cangkul kemudian di masukkan ke dalam karung.

##### 4.4.2 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-pengujian yang dilakukan antara lain :

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

Kadar air didefinisikan sebagai perbandingan berat antara air dan tanah dengan bagian yang padat (*solid*). Pengujian kadar air dalam penelitian ini menggunakan standar ASTM D2216-92(1996).

##### a. Benda uji

Sampel tanah yang di uji di ambil dari lapangan pada titik koordinat 0.903782,100.408554.

##### 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

$$\text{Kadar Air (w)} = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3} \times 100\% \dots\dots\dots(4.1)$$

2. Berat volume (*Unit Weight*)

Berat volume merupakan perbandingan antara berat tanah basah dengan volumenya. Pada penelitian ini menggunakan standar SNI 03-3637-1994.

a. Benda uji

Sampel tanah yang di uji di ambil dari lapangan pada titik koordinat 0.903782,100.408554.

b. Prosedur pengujian

1. Timbang mold dan catat beratnya ( $W_1$ )
2. Ukur volume bagian dalam mold
3. Masukkan benda uji kedalam mold, padatkan 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 ( $W$ ) =  $W_2 - W_1$  .....(4.2)
5. Berat volume =  $\frac{W}{v}$  (gr/m<sup>3</sup> atau t/m<sup>3</sup>) .....(4.3)

3. Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Berat jenis adalah perbandingan antara butiran tanah dengan air suling (*destilasi*) dengan volume yang sama pada temperatur tertentu. Pada penelitian ini, berat jenis di tentukan menggunakan standar SNI 03-1964-1990.

a. Benda uji

Sampel tanah yang di uji di ambil dari lapangan pada titik koordinat 0.903782,100.408554.

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 dalam 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), faktor koreksi dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Faktor koreksi ( K )

Temp. ( $^{\circ}$ C)	K	Temp. ( $^{\circ}$ 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

(Sumber : Modul Pratikum Mekanika Tanah I, Rismalinda, 2014)

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

Perhitungan:

$$G_s = \frac{w_2 - w_1}{(w_4' - w_1) - (w_3 - w_2)} \dots\dots\dots(4.4)$$

Dimana :

G<sub>s</sub> = Berat jenis

W<sub>1</sub> = Berat piknometer (gram)

W<sub>2</sub> = Berat piknometer dan tanah kering (gram)

W<sub>3</sub> = Berat piknometer, tanah dan air (gram)

W<sub>4</sub> = Berat piknometer dan air bersih (gram)

W<sub>4</sub>' = W<sub>4</sub> × 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*)

Batas cair (LL) didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaab plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis. Batas cair biasanya di tentukan dari uji *Casagrande* (1948) berdasarkan SNI 03-1967-1990.

a. Benda uji

Sampel tanah yang di uji di ambil dari lapangan pada titik koordinat 0.903782,100.408554.

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 container
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 ( $110 \pm 5$ ) $^{\circ}\text{C}$
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 titik koordinat 0.903782,100.408554.

### 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 3 mm 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 :

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots(4.5)$$

Dimana :

IP = Indeks Plastisitas

LL = Batas Cair

PL = Batas Plastis

#### 6. Analisis Saringan (*Sieve Analysis*)

##### a. Benda uji

Sampel tanah yang di uji di ambil dari lapangan pada titik koordinat 0.903782,100.408554.

##### 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 pada masing-masing ayakan ditimbang dan dicatat beratnya

##### c. Perhitungan

Perhitungan benda uji yang tertahan pada setiap ayakan :

$$\% \text{ Berat Tertahan} = \frac{\text{Jumlah Berat Tertahan}}{\text{Berat Tanah Semula}} \times 100 \% \dots\dots\dots(4.6)$$

$$\% \text{ Berat Lolos} = 100 \% - \% \text{ Berat Tertahan} \dots\dots\dots(4.7)$$

### 4.5 Pengujian Utama

#### 4.5.1 Pencampuran Sampel Tanah

Tanah yang telah diketahui karakteristiknya dan sesuai dengan karakteristik tanah lempung akan digunakan dalam penelitian dan di campur dengan abu sekam

padi. 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 4 kali tahap pembebanan yang bertujuan untuk melihat pengaruh dari jumlah komposisi tanah dengan campuran abu sekam padi untuk melihat daya dukung yang terjadi pada variasi campuran tanah dengan abu sekam padi tersebut pada pembebanan yang diberikan.

Pencampuran dan uji pemodelan dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian. Untuk kebutuhan bahan tanah lempung dan abu sekam padi pada masing-masing campuran didapat dari volume bak uji penelitian. Didapat volume bak uji penelitian persekat dengan lebar 0,3 m, panjang 0,3 m dan tinggi 0,3 m sebesar  $0,027 \text{ m}^3$ . Kemudian dikalikan dengan BJ tanah sehingga didapat berat tanah didalam bak uji masing-masing persekat sebesar  $45,9 \text{ kg/cm}^3$ . Berikut ini adalah jumlah kebutuhan bahan pada masing-masing campuran persekat pada bak uji.

Tabel 4.3 Jumlah Kebutuhan Bahan Masing-masing Campuran

Variasi Campuran ASP	Kebutuhan Tanah Lempung (kg)	Abu Sekam Padi (ASP) (kg)
0%	45,9	0
4%	45,9	1,836
8%	45,9	3,672
12%	45,9	5,508

(Sumber: Hasil Penelitian, 2021)

#### 4.5.2 Pengujian Kuat Geser Langsung

Tujuan dari percobaan geser langsung adalah untuk menentukan sudut geser ( $\phi$ ) dan nilai kohesi (C). Pengujian menggunakan *Direct Shear Apparatus Tipe 50-520 CV 2-1*.

##### a. Bahan-bahan

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

##### a. 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*

b. 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 vertikal dan tetap menyentuh bidang penekan.
6. Mengatur kecepatan geser pada layer yang telah dikonsolidasikan.
7. Membuka cincin geser dan memberikan beban pertama sebesar 3.300 gram dan mengisi *shear box* dengan air sampai penuh hingga benda uji terendam. Untuk pengecekan, dilakukan juga pengujian tanpa rendaman.
8. Menekan tombol *start/run* dan setiap 5 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 pembaca *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 (6.925 gram) dan sampel ketiga seberat tiga kali beban pertama (13.630 gram).

4.5.3 Pengujian Pembebanan Fondasi Tapak

Pengujian utama dilakukan setelah semua pengujian pendahuluan selesai. Untuk setiap percobaan, fondasi tapak diletakkan di atas tanah lempung dan *dial gauge* sebagai pendeteksi penurunan fondasi seperti yang terlihat pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 berikut.



Gambar 4.5 Pemodelan Pengujian Pembebanan



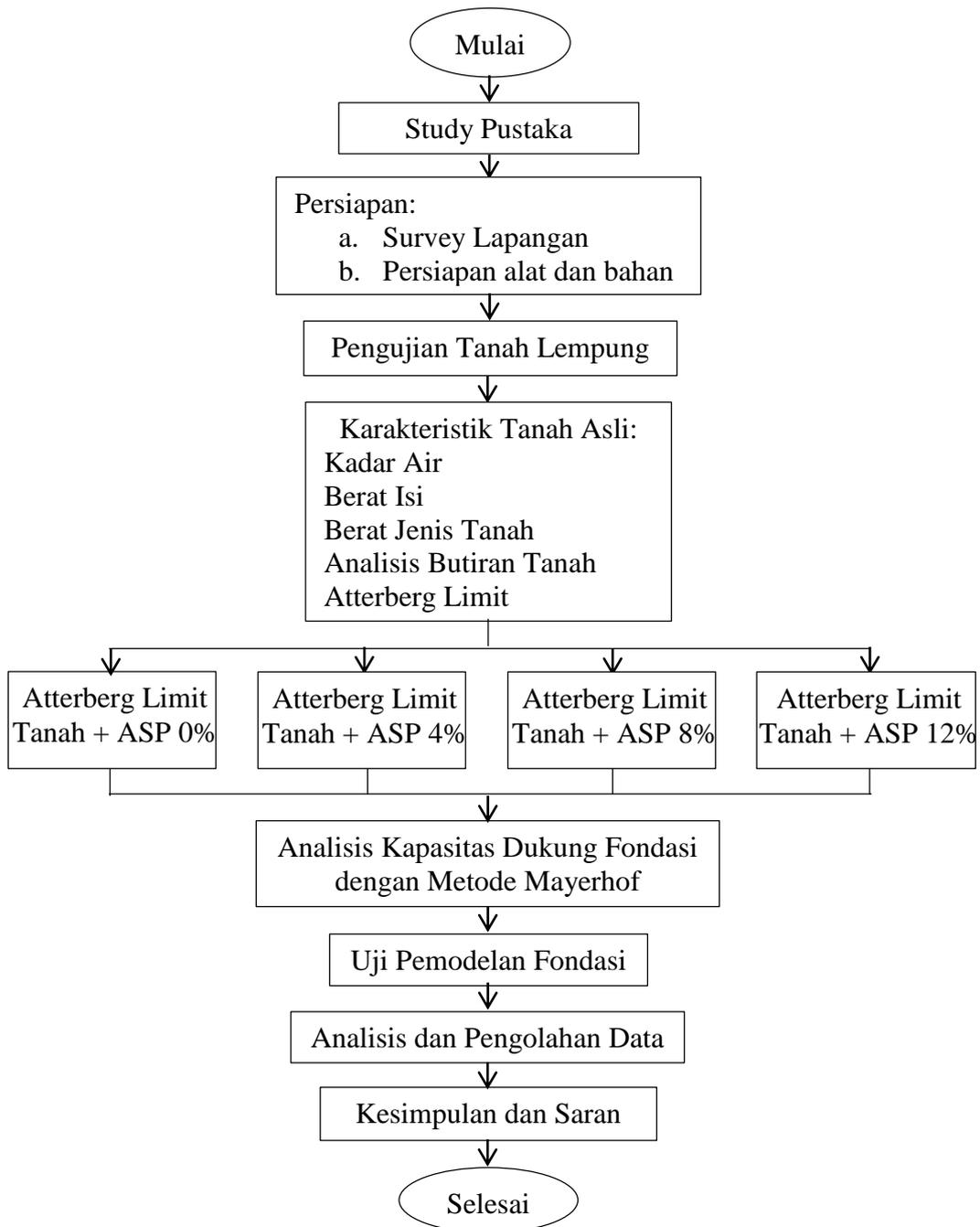
Gambar 4.6 Bentuk Tapak Fondasi diatas Permukaan

Tanah yang telah siap untuk uji pembebanan kemudian dimodelkan sesuai ketentuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Model fondasi yaitu fondasi tapak dengan luas penampang yaitu  $400 \text{ cm}^2$  dan diletakkan pada permukaan tanah pengujian. Kemudian dilakukan pengujian secara bergantian dengan variasi penambahan abu sekam padi yang telah ditetapkan. Tahap pembebanan dengan menggunakan alat perhitungan penurunan serta model beban yang sudah ditentukan selama pengujian, penambahan beban dilakukan secara bertahap

selama rentang waktu 5 menit dan pembebanan dihentikan setelah mencapai waktu 25 menit.

#### 4.6 Bagan Alir Penelitian

Secara garis besar langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada bagan alur yang tersaji pada Gambar 4.7 berikut.



Gambar 4.7 Bagan Alir Penelitian