

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Tanah Gambut

Tanah gambut merupakan tanah yang terbentuk dari bahan organik pada fisiografi cekungan atau rawa. Akumulasi bahan organik pada kondisi jenuh air (anaerob), menyebabkan proses perombakan bahan organik berjalan sangat lambat, sehingga terjadi akumulasi bahan organik yang membentuk tanah gambut.

Tanah gambut juga dapat didefinisikan sebagai tanah yang mengandung bahan organik lebih dari 20 % (bila tanah tidak mengandung liat), bila tanah mengandung liat 60 % atau lebih maka, kandungan bahan organik tanah lebih dari 30 % dan memiliki ketebalan lebih dari 40 cm.

Gambut terbentuk dari timbunan bahan organik yang berasal dari tumbuhan purba yang berlapis-lapis hingga mencapai ketebalan >40 cm. Proses penimbunan bahan sisa tumbuhan ini merupakan proses geogenik yang berlangsung dalam waktu yang sangat lama.

#### 2.1.1. Penyebaran Gambut

Kalimantan Barat merupakan propinsi yang memiliki luas lahan gambut terbesar di Indonesia yaitu seluas 4,61 juta ha, diikuti oleh Kalimantan Tengah, Riau dan Kalimantan Selatan dengan luas masing-masing 2,16 juta hektar, 1,70 juta hektar dan 1,48 juta hektar.

Table 2.1. Penyebaran lahan gambut di Indonesia menurut provinsi

No.	Provinsi	Luas (Ribuan Hektar)
1	Jawa Barat	25
2	Aceh	270
3	Sumatera Utara	335
4	Sumatera Barat	31
5	Riau	1.704
6	Jambi	900
7	Sumatera Selatan	990
8	Bengkulu	22
9	Lampung	24
10	Kalimantan Barat	4.610
11	Kalimantan Tengah	2.162

No.	Provinsi	Luas (Ribu Hektar)
12	Kalimantan Selatan	1.484
13	Kalimantan Timur	1.053
14	Sulawesi Tengah	15
15	Sulawesi Selatan	1
16	Sulawesi Tenggara	18
17	Kepulauan Maluku	20
18	Irian jaya	4.600
Jumlah		18.480

Sumber: Sagiman, 2007.

### 2.1.2. Sifat-Sifat Tanah Gambut

Sifat tanah gambut dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu sifat fisik dan kimia. Sifat-sifat fisik dan kimia gambut, tidak saja ditentukan oleh tingkat dekomposisi bahan organik tetapi juga oleh tipe vegetasi asal bahan organik.

#### 2.1.2.1. Sifat Fisik

Sifat-sifat fisik dari tanah gambut yang penting untuk diketahui antara lain adalah:

##### 1. Tingkat Kematangan

Karena dibentuk dari bahan, kondisi lingkungan, dan waktu yang berbeda, tingkat kematangan gambut bervariasi. Gambut yang telah matang akan cenderung lebih halus dan lebih subur. Sebaliknya yang belum matang, banyak mengandung serat kasar dan kurang subur. Serat kasar merupakan bagian gambut yang tidak lolos saringan 100 mesh (100 lubang/inci persegi). Berdasarkan tingkat kematangan/dekomposisi bahan organik, gambut dibedakan menjadi tiga yakni:

- a. Fibrik, yaitu gambut dengan tingkat pelapukan awal (masih muda) dan lebih dari  $\frac{3}{4}$  bagian volumenya berupa serat segar (kasar). Cirinya, bila gambut diperas dengan telapak tangan dalam keadaan basah, maka kandungan serat yang tertinggal di dalam telapak tangan setelah pemerasan adalah tiga perempat bagian atau lebih ( $>\frac{3}{4}$ );
- b. Hemik, yaitu gambut yang mempunyai tingkat pelapukan sedang (setengah matang), sebagian bahan telah mengalami pelapukan dan sebagian lagi berupa serat. Bila diperas dengan telapak tangan dalam keadaan basah, gambut agak mudah melewati sela-sela jari-jari dan kandungan serat yang

tertinggal di dalam telapak tangan setelah pemerasan adalah antara kurang dari tiga perempat sampai seperempat bagian atau lebih ( $\frac{1}{4}$  dan  $<\frac{3}{4}$ );

- c. Saprik, yaitu gambut yang tingkat pelapukannya sudah lanjut (matang). Bila diperas, gambut sangat mudah melewati sela jari-jari dan serat yang tertinggal dalam telapak tangan kurang dari seperempat bagian ( $<\frac{1}{4}$ ).

## 2. Warna

Mekipun bahan asal gambut berwarna kelabu, coklat atau kemerahan tetapi setelah dekomposisi, muncul senyawa-senyawa yang berwarna gelap sehingga gambut umumnya berwarna coklat sampai kehitaman. Warna gambut menjadi salah satu indikator kematangan gambut. Semakin matang, gambut semakin berwarna gelap. Fibrik berwarna coklat, hemik berwarna coklat tua, dan saprik berwarna hitam. Dalam keadaan basah, warna gambut biasanya semakin gelap.

## 3. Bobot Jenis (*Bulk Density*/BD)

Gambut memiliki berat jenis yang jauh lebih rendah dari pada tanah aluvial. Makin matang gambut, semakin besar berat jenisnya. Akibat berat jenisnya yang ringan, gambut kering mudah tererosi/terapung terbawa aliran air.

## 4. Kapasitas menahan air

Gambut memiliki porositas yang tinggi sehingga mempunyai daya menyerap air yang sangat besar. Apabila jenuh, kandungan air pada gambut saprik, hemik dan fibrik berturut-turut adalah  $<450\%$ ,  $450 - 850\%$ , dan  $>850\%$  dari bobot keringnya atau  $90\%$  volumenya. Oleh sebab itu, gambut memiliki kemampuan sebagai penambat air (reservoir) yang dapat menahan banjir saat musim hujan dan melepaskan air saat musim kemarau sehingga intrusi air laut saat kemarau dapat dicegahnya.

## 5. Kering Tak Balik (*Hydrophobia Irreversible*)

Tanah gambut jika di drainase secara berlebih akan menjadi kering dan kekeringan gambut ini disebut sebagai *irreversible* artinya gambut yang telah

mengering tidak akan dapat menyerap air kembali atau dengan kata lain gambut juga bersifat kering tak balik. Perubahan menjadi kering tidak balik ini disebabkan gambut yang suka air (*hidrofilik*) berubah menjadi tidak suka air (*hidrofobik*) karena kekeringan, akibatnya kemampuan menyerap air gambut menurun.

Berkurangnya kemampuan menyerap air menyebabkan volume gambut menjadi menyusut dan permukaan gambut menurun (*kempes*). Perbaikan drainase akan menyebabkan air keluar dari gambut kemudian oksigen masuk kedalam bahan organik dan meningkatkan aktifitas mikroorganisme, akibatnya terjadi dekomposisi bahan organik dan gambut akan mengalami penyusutan (*subsidence*) sehingga permukaan gambut mengalami penurunan.

#### 6. Daya Hantar Hidrolik

Gambut memiliki daya hantar hidrolik (penyaluran air) secara horizontal (mendatar) yang cepat sehingga memacu percepatan pencucian unsur-unsur hara ke saluran drainase. Sebaliknya, gambut memiliki daya hidrolik vertikal (ke atas) yang sangat lambat. Akibatnya, lapisan atas gambut sering mengalami kekeringan, meskipun lapisan bawahnya basah.

#### 7. Daya Tumpu

Gambut memiliki daya dukung atau daya tumpu yang rendah karena mempunyai ruang pori yang besar sehingga kerapatan tanahnya rendah dan bobotnya ringan.

#### 8. Penurunan Permukaan Tanah (*Subsidence*)

Setelah dilakukan drainase atau reklamasi, gambut berangsur akan kempes dan mengalami *subsidence*/ambblas yaitu penurunan permukaan tanah, kondisi ini disebabkan oleh proses pematangan gambut dan berkurangnya kandungan air. Lama dan kecepatan penurunan tersebut tergantung pada kedalaman gambut. Semakin tebal gambut, penurunan tersebut semakin cepat dan berlangsungnya semakin lama. Rata-rata kecepatan penurunan adalah 0,3 - 0,8 cm/bulan, dan terjadi selama 3 - 7 tahun setelah drainase dan pengolahan tanah.

## 9. Mudah Terbakar

Lahan gambut cenderung mudah terbakar karena kandungan bahan organik yang tinggi dan memiliki sifat kering tak balik, porositas tinggi, dan daya hantar hidrolis vertikal yang rendah. Kebakaran di tanah gambut sangat sulit untuk dipadamkan karena dapat menembus di bawah permukaan tanah. Bara api yang dikira sudah padam ternyata masih tersimpan di dalam tanah dan menjalar ke tempat-tempat sekitarnya tanpa disadari. Bara di lahan gambut dalam biasanya hanya dapat dipadamkan oleh air hujan yang lebat.

### 2.1.2.2. Sifat Kimia

Secara umum kemasaman tanah gambut berkisar antara 3 - 5 dan semakin tebal bahan organik maka kemasaman gambut meningkat. Gambut pantai memiliki kemasaman lebih rendah dari gambut pedalaman. Kondisi tanah gambut yang sangat masam ini akan menyebabkan kekahatan hara N, P, K, Ca, Cu, Zn, Mg, Bo dan Mo. Unsur hara Cu, Bo dan Zn merupakan unsur mikro yang seringkali sangat kurang.

## 2.2. Sistem Pentanahan

Salah satu faktor utama dalam setiap usaha pengamanan (perlindungan) rangkaian listrik adalah pentanahan. Apabila suatu tindakan pengamanan/perlindungan yang baik akan dilaksanakan, maka harus ada sistem pentanahan yang dirancang dengan benar.

Sistem pentanahan yang baik adalah sistem pentanahan yang memiliki nilai tahanan pentanahan yang kecil. Semakin kecil nilai tahanan pentanahan, maka semakin baik sistem pentanahan tersebut.

Agar sistem pentanahan dapat bekerja efektif, harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut:

1. Membuat jalur impedansi rendah ke tanah untuk pengamanan personil dan peralatan dengan menggunakan rangkaian yang efektif.
2. Dapat melawan dan menyebarkan gangguan berulang dan arus akibat surja hubung (*surge currents*).

3. Menggunakan bahan tahan korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah, untuk menyakinkan kontinuitas penampilannya sepanjang umur peralatan yang dilindungi.
4. Menggunakan sistem mekanik yang kuat namun mudah dalam pelayanan.

### **2.2.1. Pentanahan Sistem**

Pentanahan sistem adalah pengadaan hubungan dengan tanah untuk suatu titik penghantar dari suatu sistem. Pada umumnya titik tersebut adalah titik netral dari mesin-mesin listrik seperti generator, motor dan transformator.

Tujuan yang hendak dicapai dari pentanahan sistem adalah:

1. Pada sistem yang besar yang tidak diketanahkan, arus gangguan relatif besar ( $> 5 \text{ A}$ ), sehingga busur listrik yang timbul tidak dapat padam sendiri yang mana akan menimbulkan busur tanah. Pada sistem yang diketanahkan gejala ini hampir tidak ada.
2. Untuk membatasi tegangan lebih transien pada fasa-fasa yang tidak terganggu pada sistem.

### **2.2.2. Pentanahan Peralatan**

Pentanahan peralatan berbeda dengan pentanahan sistem. Pentanahan peralatan adalah pengadaan hubungan dengan tanah bagian-bagian yang pada kerja normal tidak membawa arus dari sistem. Bagian-bagian ini adalah semua logam yang dekat dengan sistem yang membawa arus. Pentanahan peralatan berfungsi sebagai pengaman terhadap kemungkinan kebocoran arus dari suatu sistem.

Adapun tujuan dari pentanahan peralatan adalah:

1. Untuk membatasi tegangan antara bagian-bagian peralatan yang tidak dialiri arus dan antara bagian-bagian ini dengan tanah sampai pada suatu harga yang aman untuk semua kondisi operasi normal maupun tidak normal.
2. Untuk memperoleh impedansi yang kecil/rendah dari jalan balik arus hubung singkat ke tanah.

### 2.3. Tahanan Jenis Tanah

Tahanan jenis tanah yang direpresentasikan dengan  $\rho$  didefinisikan sebagai tahanan listrik dari tahanan tanah yang berbentuk kubus dari tanah yang diukur 1 meter antara dua permukaan yang berlawanan. Unit itu biasanya dinyatakan dengan ohm-meter.

Tanah mempunyai tahanan yang dapat ditentukan oleh jenis dan tipe tanah, kandungan air tanah, kelembaban tanah, gradient tegangan, besar arus, garam konduktif, kandungan bahan kimia dan temperatur tanah. Untuk mengetahui harga tahanan jenis tanah yang akurat diperlukan pengukuran secara langsung pada lokasi, karena struktur tanah yang sesungguhnya tidak sesederhana yang diperkirakan.

### 2.4. Faktor-faktor yang mempengaruhi Tahanan jenis tanah

Harga tahanan jenis tanah pada daerah kedalaman yang terbatas tergantung dari beberapa faktor, yaitu;

#### 1. Jenis Tanah

Jenis-jenis tanah dimuka bumi ini bervariasi antara lain tanah liat, tanah gambut, tanah berpasir, berbatu dan lain sebagainya. Daerah dengan struktur tanah berpasir, berbatu dan cenderung berstruktur tanah padas mempunyai tahanan jenis tanah yang tinggi.

Untuk setiap lokasi dan jenis tanah yang berbeda pasti akan mempunyai tahanan jenis tanah yang tidak sama seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.2. Tahanan jenis tanah

Jenis Tanah	Tahanan Jenis Tanah ( $\Omega$ -m)
Tanah rawa	30
Tanah liat dan tanah ladang	100
Pasir basah	200
Kerikil basah	500
Pasir dan kerikil kering	1000
Tanah berbatu	3000

Sumber: PUIL, 2000.

## 2. Lapisan Tanah

Profil tanah pada umumnya tidak mempunyai tekstur dan struktur yang sama, melainkan terdiri dari lapisan-lapisan yang berbeda susunan fisiknya. Lapisan-lapisan tersebut ada yang bersifat permeabel maupun impermeabel. Kondisi lapisan demikian sangat mempengaruhi pergerakan air dalam tanah. Lapisan keras tidak tembus air, sehingga memperlambat pergerakan air. Lapisan berpasir juga menghalangi pergerakan air dari lapisan yang bertekstur halus.

## 3. Kandungan Air Tanah

Kandungan air tanah didefinisikan sebagai perbandingan antara berat air yang terkandung di dalam tanah basah dan berat tanah kering yang dinyatakan dalam persen (%). Berat air itu sendiri adalah selisih antara berat tanah basah dan berat tanah kering, dimana tanah kering ini diperoleh dengan mengeringkan tanah basah sampai pada kondisi yang sudah dianggap tidak mengandung air.

$$\text{Berat Air} = \text{Berat Tanah Basah} - \text{Berat Tanah Kering} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\text{Kandungan Air} = \frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat Tanah Kering}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Tanah yang kering atau tanah yang mempunyai kandungan air yang rendah biasanya mempunyai tahanan jenis tanah yang tinggi, sebaliknya tanah yang basah atau tanah dengan kandungan air yang tinggi biasanya mempunyai tahanan jenis tanah yang rendah. Namun demikian, tanah yang basah juga dapat mempunyai tahanan jenis yang tinggi apabila tidak mengandung garam-garam yang dapat larut.

## 4. Temperatur Tanah

Iklim pada suatu daerah tempat pengujian dipengaruhi oleh curah hujan dan temperatur. Kedua faktor ini menentukan reaksi-reaksi kimia dan sifat fisis di dalam tanah. Secara tidak langsung curah hujan juga mempengaruhi reaksi tanah. Temperatur akan berpengaruh langsung terhadap tahanan jenis tanah, dengan demikian akan berpengaruh juga terhadap performa tegangan permukaan tanah. Pada musim dingin, struktur fisik tanah akan menjadi sangat keras dan air di

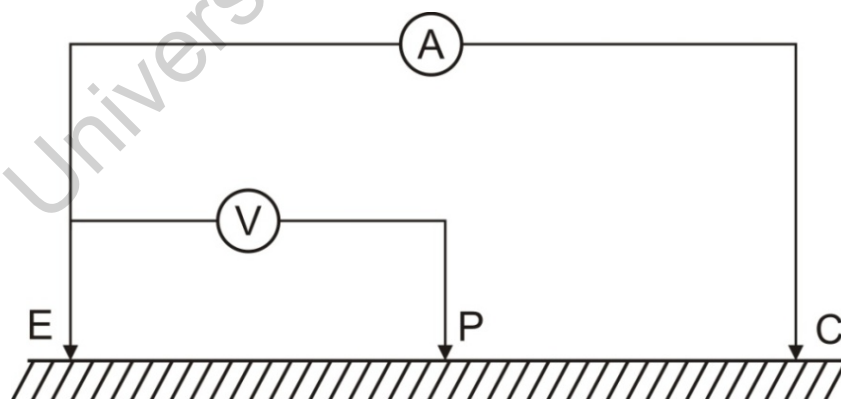


dalam tanah akan membeku pada suhu di bawah  $0^{\circ}\text{C}$  dan hal ini menyebabkan tahanan jenis tanah meningkat.

Untuk mengurangi variasi tahanan jenis tanah akibat pengaruh musim, pentanahan dapat dilakukan dengan menanamkan elektroda pentanahan sampai mencapai kedalaman di mana terdapat air tanah yang konstan. Pada sistem pentanahan yang tidak mungkin atau tidak perlu untuk ditanam lebih dalam sehingga mencapai air tanah yang konstan, variasi tahanan jenis tanah sangat besar, karena kadangkala penanaman memungkinkan kelembaban dan temperature bervariasi, harga tahanan jenis tanah harus diambil untuk keadaan yang paling buruk yaitu tanah kering dan dingin.

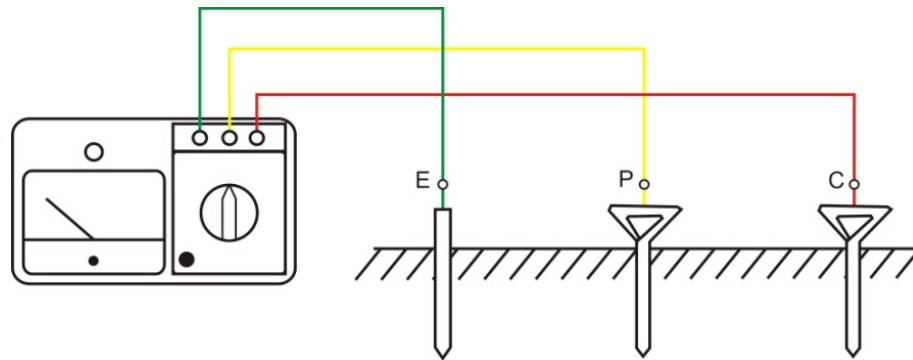
## 2.5. Pengukuran Tahanan Jenis Tanah

Pengukuran tahanan jenis tanah dapat dilakukan dengan menggunakan Metode tiga titik (*three-point method*). Pengukuran tahanan jenis tanah dengan menggunakan Metode tiga titik (*three-point method*) dimaksudkan untuk mengukur tahanan tanah. Dengan mengasumsikan tiga buah batang pentanahan di mana batang E yang tahananannya hendak diukur dan batang P dan C sebagai batang pentanahan bantu yang juga belum diketahui tahananannya, seperti pada gambar 2.1 di bawah.



Gambar 2.1. Metode tiga titik

Cara pengukuran menggunakan metode tiga titik ini adalah dengan menggunakan alat ukur *earthtester* analog maupun digital seperti gambar rangkaian yang diperlihatkan pada gambar 2.2 di bawah.

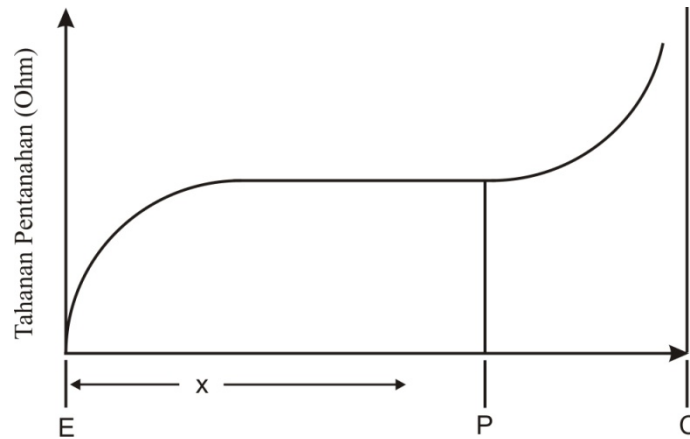


Gambar 2.2. Rangkaian pengukuran tahanan tanah dengan metode tiga titik

Pengukuran menggunakan metoda tiga titik ini diperoleh kurva hubungan antara tahanan dengan jarak dari elektroda uji E, seperti terlihat pada gambar 2.3. Terlihat bahwa tahanan akan mengecil dengan kedudukan elektroda bantu P mendekati elektroda uji E (menjauh dari elektroda bantu C) dan akan membesar dengan kedudukan elektroda bantu P semakin menjauh dari elektroda uji E (mendekati elektroda bantu C). Perubahan nilai tahanan ini terjadi karena adanya saling mempengaruhi antara elektroda bantu P dengan elektroda uji E dan elektroda bantu C.

Dari pengukuran dengan menggunakan metode ini, persyaratan yang harus diperhatikan dalam melakukan pengukuran adalah:

- a) Elektroda P harus cukup jauh dari elektroda uji E, sehingga daerah tahanan tidak saling mempengaruhi.
- b) Elektroda P harus ditempatkan di luar dua daerah tahanan, dalam hal ini ditempatkan pada daerah datar dari kurva.
- c) Elektroda P harus terletak di antara elektroda-elektroda E dan P pada garis penghubungnya.



Gambar 2.3. Tahanan sebagai fungsi jarak terhadap elektroda E

Persamaan yang digunakan untuk menghitung tahanan jenis tanah menggunakan metode tiga titik dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left( \ln \frac{4L}{a} - 1 \right) \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\rho = \frac{2\pi LR}{\left( \ln \frac{4L}{a} - 1 \right)} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

- $R$  = tahanan pentanahan elektroda batang [ $\Omega$ ]
- $\rho$  = Tahanan jenis tanah [ $\Omega.m$ ]
- $L$  = Panjang batang yang tertanam [m]
- $a$  = Jari-jari elektroda batang [m]