

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### II.1 Tinjauan Pustaka

Dalam penelitian ini dengan judul “Studi pengaruh penambahan garam terhadap resistansi pembumian di tanah gambut” penulis akan melakukan percobaan terhadap 3 sampel elektroda pembumian dengan panjang 100 cm, 200 cm, dan 300 cm yang ditanam di area tanah gambut kering dan tanah gambut basah. Data yang akan didapatkan pada percobaan ini adalah nilai resistansi pembumian pada saat sebelum penambahan zat adiktif berupa larutan garam dan sesudah penambahan zat adiktif berupa larutan garam. Pengukuran dilakukan dengan metode 3 titik dengan alat ukur *Digital Earth Tester Kyoritsu* model KEW4105A.

Terdapat beberapa penelitian yang pembahasannya menyangkut tentang studi pengaruh penambahan garam terhadap resistansi pembumian namun, ada beberapa metode dan objek yang penerapannya berbeda seperti :

*Ishak Kasim, David Hana dan Dean Corio* dengan judul “Analisis Penambahan Larutan Bentonite dan Garam Untuk Memperbaiki Tahanan Pembumian Elektroda Pelat Baja dan Batang” pada tahun 2016. Penelitian dilakukan dengan menggunakan 2 buah elektroda yaitu elektroda batang dan elektroda pelat, penambahan larutan garam dan bentonite pada masing-masing elektroda divariasikan menjadi 3 kg, 5 kg dan 8 kg yang dilakukan secara terpisah dengan variasi kedalaman 20cm-100 cm. Hasil penelitian menunjukkan pemakaian larutan bentonite lebih baik dari larutan garam karena laju penurunan resistansi pada larutan bentonite mencapai 54% sedangkan larutan garam hanya 47%<sup>[1]</sup>.

*Devy Andini, Yul Martin dan Herri Gusmedi* dengan judul “Perbaikan Tahanan Pembumian dengan Menggunakan Bentonit Teraktivasi” pada tahun 2016. Penelitian dilakukan dengan mengaktivasi bentonite untuk memurnikan bentonite dari pengotornya. Aktivasi bentonite dilakukan dengan menjadikan bentonite terpillar ferrioksida ( $Fe_2O_3$ ). Bentonit yang telah teraktivasi

ditanam Bersama batang elektroda, kemnudian tahanan pembumian diukur dengan menggunakan *earth tester* dengan metode 3 titik. Pengukuran dilakukan selama 2 kali setiap hari pada pukul pagi dan siang. Hasil penelitian bentonite teraktivasi memiliki nilai tahanan pembumian lebih kecil dibandingkan saat diberikan bentonite yang belum teraktivasi. Persentasi perubahan bentonite yang telah teraktivasi yaitu sebesar 79,44% - 85,07% sedangkan persentasi perubahan tahanan pembumian pada saat diberikan bentonite yang belum teraktivasi sebesar 21,97% - 60%<sup>[2]</sup>.

**R Pratama** dan **WS Saputra** dengan judul “*Analysis of additional Bentonite and Salt for Improving the Resistance of Electrode Rods*” pada tahun 2017. Penelitian ini dilakukan pada tanah liat dengan melakukan perbandingan antara pemberian zat aditif dengan tidak memberikan zat aditif. Penelitian dilakukan dengan memvaraisikan kedalam sistem pembumian yaitu 80 cm dan 110 cm dari permukaan tanah. Serta waktu pengukuran yang dilakukan menjadi tiga sesi yaitu siang jam 12.00, sore jam 16.00 dan malam jam 20.00. hasil penelitian ini menunjukkan kedalaman elektroda sistem pembumian dan penggunaan zat aditif berpengaruh terhadap nilai resistansi sistem pembumian<sup>[3]</sup>.

**Managam Rajagukguk**, dalam jurnalnya meneliti tentang “Studi Pengaruh Jenis Tanah dan Kedalaman Pembumian *Driven rod* terhadap Resistansi Jenis Tanah” melakukan penelitian perhitungan lengkap nilai resistansi pembumian yaitu : dengan bantuan metode/teknik perkiraan nilai resistansi jenis tanah, keterbatasan dari alat ukur resistansi jenis dalam menyelidiki kondisi spesifik tanah pada keadaan lebih dalam dapat digantikan, karena pada metode perkiraan resistansi jenis tanah ini hanya dilakukan pengukuran pada kedalaman beberapa meter sebagai titik acuan atau referensi dalam memperkirakan nilai resistansi jenis tanah pada keadaan lebih dalam<sup>[4]</sup>.

**Mukmin Mirwan,Agustinus Kali,danBaso Mukhlis**, dalam jurnalnya meneliti tentang “Perbandingan Nilai Tahanan Pertanahan Pada Area Reklamasi Pantai (CITRALAND)” yaitu : pertanahan adalah sistem hubungan penghantar yang menghubungkan sistem, badan peralatan dan instalasi dengan bumi atau tanah sehingga dapat mengamankan manusia dari sengatan listrik, dan mengamankan komponen-komponen instalasi dari bahaya tegangan atau arus

abnormal. Oleh karena itu, sistem pembumian menjadi bagian esensial dari sistem tenaga listrik<sup>[5]</sup>.

*Yuniarti Erliza, Abdul Majid, dan Faisal Faisal* dalam jurnalnya meneliti tentang “Studi Perlakuan Terhadap Tanah Untuk Menentukan Nilai Resistansi dan Tahanan Jenis Pembumian” yaitu : pembumian tidak terbatas pada sistem tenaga saja, namun mencakup juga sistem peralatan elektronik, seperti telekomunikasi, komputer, dan lain-lain. Secara umum, tujuan sistem pembumian adalah menjamin keselamatan orang dari sengatan listrik baik dalam keadaan normal atau tidak dari tegangan sentuh dan tegangan langkah, menjamin kerja peralatan listrik atau elektronik, mencegah kerusakan peralatan elektronik, dan menyalurkan energi serangan petir ke tanah<sup>[6]</sup>.

## **II.2 Sistem Pembumian**

Sistem pembumian yang digunakan baik untuk pembumian netral dari suatu sistem tenaga listrik, pembumian sistem penangkal petir dan pembumian untuk suatu peralatan khususnya dibidang telekomunikasi dan elektronik perlu mendapatkan perhatian yang serius, karena pada prinsipnya pembumian tersebut merupakan dasar yang digunakan untuk suatu sistem proteksi. Tidak jarang orang umum atau awam maupun seorang teknisi masih ada kekurangan dalam memprediksikan nilai dari suatu resistansi pembumian. Besaran yang sangat dominan untuk diperhatikan dari suatu sistem pembumian adalah resistansi sistem suatu sistem pembumian tersebut. Adapun tujuan dari sistem pembumian antara lain.

1. Melindungi manusia dari peralatan yang dalam kondisi normal tidak dialiri arus listrik namun berpotensi mengalirkan arus listrik jika terjadi gangguan.
2. Mengalihkan arus gangguan supaya masuk kedalam tanah yang bersal dari surja hubung atau surja petir Membatasi gangguan dari fasa-fasa yang tidak terganggu ketika terjadi gangguan.
3. Menjaga kinerja peralatan agar sistem dapat berjalan dengan baik.

PUIL (Peraturan Umum Instalasi Listrik) menetapkan standar nilai resistansi dalam berbagai ukuran stasiun sistem tenaga listrik. Ketentuan yang ditetapkan dalam PUIL 2000 tersebut sebagai berikut (PUIL 2000)<sup>[7]</sup>:

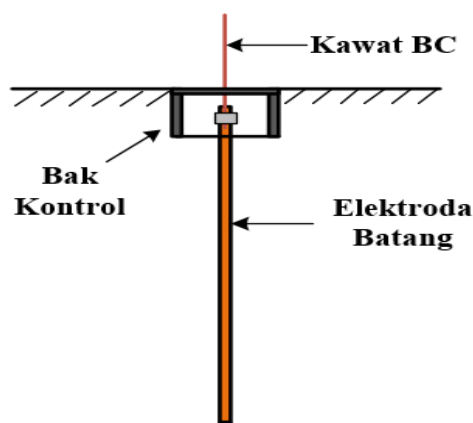
1. Untuk stasiun tenaga yang besar, ( $\geq 10$  kilovolt) nilai R harus  $\leq 25$  Ohm.
2. Untuk stasiun tenaga yang kecil, ( $\leq 10$  kilovolt) termasuk menara transmisi, nilai R harus  $\leq 10$  Ohm.
3. Untuk peralatan listrik dan elektronika, nilai R harus  $\leq 5$  Ohm.
4. Untuk sistem penangkal petir, nilai R harus  $\leq 25$  Ohm.

### II.3 Jenis-jenis Sistem Pembumian

Suatu sistem pembumian menjadi bagian esensial dari sistem tenaga listrik untuk mencegah potensi bahaya listrik terhadap manusia, peralatan maupun sistem pelayanannya. Terdapat 3 macam elektroda pembumian yaitu bentuk batang (*rod*), bentuk pita, dan bentuk pelat.

#### II.3.1 Sistem Pembumian Vertikal (*Driven rod*)

Elektroda batang terbuat dari batang logam bulat atau dari baja profil yang dipancangkan/ditancapkan kedalam tanah dan salah satu ujungnya lancip dengan kelancipan ( $45^\circ$ ) serta harus dilengkapi dengan klem dan baut klem yang mampu menjepit penghantar seperti yang terlihat pada gambar 1 dibawah ini. Cara penanaman sistem pembumian vertikal secara tegak lurus dengan tanah, dimana arus akan mengalir dari elektroda tersebut ke tanah sebelumnya<sup>(4)</sup>.



Sumber: carailmu.com

**Gambar II.1** Elektroda Vertikal

Rumus resistansi pembumian untuk elektroda batang dapat dihitung dengan Persamaan I.1, sebagai berikut <sup>[4]</sup>:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left\{ \ln \frac{8L}{d} - 1 \right\} \dots\dots\dots (II.1)$$

Keterangan:

R = Resistansi pembumian untuk batang tunggal (Ohm)

$\rho$  = Resistansi jenis tanah (Ohm – meter)

L = tinggi elektroda (meter)

d = Diameter elektroda (meter)

$\pi$  = 3.14 atau (22/7)

Rumus tahanan jenis pembumian untuk elektroda vertikal dapat dihitung dengan persamaan II.2. sebagai berikut <sup>[10]</sup>:

$$\rho = \frac{2\pi LR}{\ln\left(\frac{8L}{d}\right) - 1} \dots\dots\dots (II.2)$$

Keterangan :

$\rho$  = Resistansi jenis tanah ( $\Omega$ -m)

R = Resistansi pembumian terukur ( $\Omega$ )

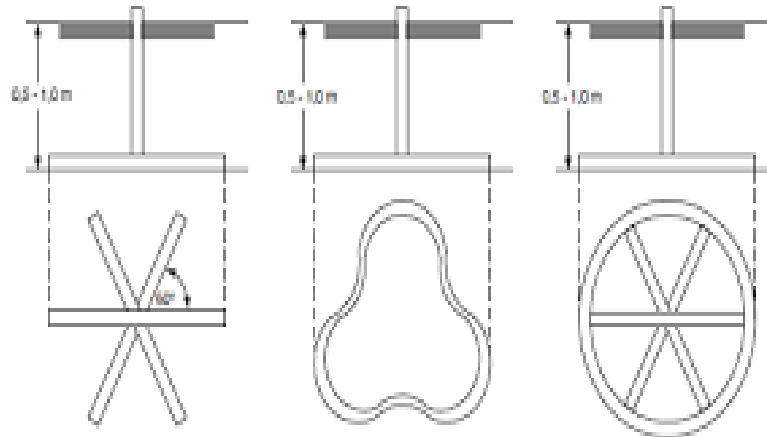
L = kedalaman penanaman elektroda pembumian (m)

d = diameter elektroda pembumian (m)

$\pi$  = konstanta ( $\pi = 3,14$ )

### II.3.2 Sistem Pembumian Horizontal (*Counterpoise*)

Sistem pembumian horizontal terbuat dari hantaran pita atau penampang bulat atau hantaran pilin yang umumnya ditanam secara dangkal. sebagai pengganti pemancangan secara vertikal kedalam, dan dapat dilakukan dengan menanam batang hantaran secara mendatar. Elektroda ini dapat ditanam sebagai pita lurus, radial, melingkar, jala-jala atau kombinasi dari bentuk tersebut. Sistem pembumian horizontal (*counterpoise*) adalah dengan menanamkan elektroda beberapa puluh cm dan di tanam dengan posisi sejajar permukaan tanah dan direntangkan menjauhi sistem yang dilindungi.



Sumber :kelistrikanu.com

**Gambar II.2** Elektroda Horizontal (pita)

Rumus elektroda pita merupakan rumus resistansi pembumian untuk elektroda pita adalah sebagai berikut:

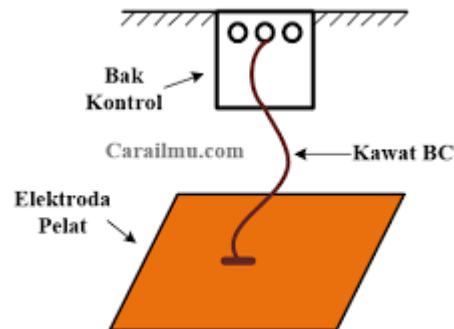
$$R = \frac{\rho}{\pi Lw} \left[ \ln \left( \frac{2Lw}{\sqrt{dwzw}} \right) + \frac{1,4Lw}{\sqrt{Aw}} - 5,6 \right] \dots \dots \dots (II.3)$$

Dimana:

- R = Resistansi pembumian elektroda pita (ohm)
- $\rho$  = Resistansi jenis tanah (ohm-meter)
- dw = Diameter kawat (meter)
- Lw = Panjang total *grid* kawat (meter)
- zw = Kedalaman penanaman (meter)
- Aw = Luasan yang dicakup oleh *grid* (meter<sup>2</sup>)

### II.3.3 Sistem Pembumian Pelat (*Grid*)

Sistem pembumian pelat merupakan elektroda dari bahan pelat logam (utuh atau berlubang) atau dari kawat kasa. Pada umumnya elektroda ini ditanam cukup dalam. Elektroda ini digunakan apabila diinginkan resistansi pembumian yang kecil dan yang sulit diperoleh dengan menggunakan jenis-jenis elektroda yang lain. Sistem pembumian pelat biasanya digunakan untuk mendapatkan nilai impedansi yang kecil dan untuk mendapatkan distribusi gradient tegangan yang lebih merata disekitar pembumian sehingga manusia yang berada disekitar lebih aman dari bahaya tegangan langkah.



Sumber: carailmu.com

**Gambar II.3** Elektroda Pelat

Rumus elektroda pelat merupakan resistansi pembumian untuk elektroda bentuk pelat sebagai berikut:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L_p} \left[ \ln \left( \frac{8W_p}{0,5W_p T_p} \right) - 1 \right] \dots\dots\dots (II.4)$$

Dimana :

- R = Resistansi pembumian elektroda pelat (Ohm)
- P = Resistansi jenis tanah (Ohm-meter)
- W<sub>p</sub> = Lebar pelat (meter)
- L<sub>p</sub> = Panjang elektroda pelat (meter)
- T<sub>p</sub> = Tebal pelat (meter)

#### II.4 Faktor Faktor Yang Berpengaruh Pada Pembumian

Resistansi pembumian merupakan besaran yang memiliki pengaruh besar terhadap resistansi pembumian jika dibandingkan dengan resistansi elektroda. Nilai resistansi dalam sistem pembumian diharapkan serendah mungkin. Elektroda pembumian yang ditanam dalam tanah langsung memberikan nilai resistansi pembumian serendah mungkin. Ada 2 faktor yang mempengaruhi nilai resistansi pembumian<sup>[10]</sup>.

##### 1. Faktor Internal

###### a. Bentuk elektroda

Bentuk elektroda terbagi menjadi tiga yaitu elektroda batang, elektroda pelat dan elektroda pita.

b. Bahan dan Ukuran Elektroda

Pemilihan elektroda pembedaan berdasarkan konduktivitas serta sifat korosi bahan. Ukuran elektroda yang dipilih mempunyai kontak paling efektif dengan tanah. Sedangkan prinsip dasar untuk memperkecil resistansi tanah adalah dengan membuat permukaan elektroda bersentuhan dengan tanah sebesar mungkin sesuai dengan persamaan:

$$R = P \cdot L/A \dots\dots\dots (II.5)$$

Dengan

R = Resistansi Pembedaan

P = Resistansi Jenis Tanah

L = Panjang Lintasan arus pada tanah

A = Luas penampang lintasan arus pada tanah

c. Jumlah Pemasangan Elektroda

Pemasangan pembedaan bisa dilakukan dengan memvariasikan jumlah elektroda yaitu dengan cara memparalelnya. Penambahan elektroda dilakukan jika penggunaan satu buah elektroda hasil nilai resistansinya tidak memenuhi standar.

d. Kedalaman Penanaman elektroda

Kedalaman penanaman elektroda sendiri tergantung dari jenis dan sifat-sifat tanah diantaranya yaitu kondisi tanah kering dan berbatuan membutuhkan kedalaman yang tinggi namun adapula ada yang cukup ditanam secara dangkal untuk jenis tanah seperti tanah rawa, tanah liat dan pertanian/sawah.

2. Faktor Eksternal

a. Karakteristik Tanah

Resistansi jenis lapisan tanah mempunyai pengaruh langsung dalam sistem pembedaan. Ketika merencanakan sistem pembedaan, sebaiknya dicari lokasi yang mempunyai resistansi jenis tanah yang terkecil agar tercapai instalasi pembedaan yang paling ekonomis. Berdasarkan Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000) resistansi jenis tanah dari berbagai jenis tanah dapat dilihat pada tabel dibawah II.1<sup>[7]</sup>:



**Tabel II.1** Resistansi Jenis Pembumian

No	Jenis Tanah	Resistansi Jenis Tanah
1	Tanah Rawa	10 – 40 $\Omega$
2	Tanah pertanian	20 – 100 $\Omega$
3	Pasir Basah	50 – 200 $\Omega$
4	Kerikil Basah	200 – 300 $\Omega$
5	Kerikil kering	< 1000 $\Omega$
6	Tanah Berbatu	2000 - 3000 $\Omega$

Sumber : PUIL 2000

## II.5 Tanah Gambut

Pada penelitian ini menurut kematangannya, lokasi tanah gambut yang diteliti merupakan jenis tanah gambut hemik (setengah matang), ialah gambut setengah lapuk, sebagian bahan asalnya masih bisa dikenali, berwarna hitam agak gelap, dan bila diremas kandungan serat yang tertinggal dalam telapak tangan kurang dari tiga perempat sampai seperempat bagian atau lebih <sup>[11]</sup>.

Untuk mengetahui kematangan tanah gambut di lapangan biasanya di gunakan metode Von Post yaitu Fibrik, Hemik dan Saprik.

**Tabel II.2** Skala Humifikasi Von Post

Simbol	Deskripsi	Setara
H 1	Tahap dekomposisi sangat awal, bila diperas akan mengeluarkan air berwarna coklat bening. Sisa-sisa tanaman dapat dengan mudah diidentifikasi dan masih dapat dibedakan dengan jelas antara sisa batang, akar, dan daun.	Fibrik
H 2	Tahap dekomposisi masih pada tingkat awal, bila diperas mengeluarkan air yang bening kecoklatan, dan sebagian bahan organik masih lebih besar dari 2/3 bagian dalam kepalan tangan. Sisa-sisa tanaman masih dengan mudah dapat diidentifikasi.	Fibrik

H 3	Tahap dekomposisi awal, dan ditandai dengan perubahan struktur bahan organik. Bila diperas mengeluarkan air dengan suspensi bahan organik, dan sebagian bahan organik ( $< 1/3$ ) keluar dari sela-sela jari tangan. Sisa-sisa tanaman masih dapat diidentifikasi.	Fibrik
H 4	Tahap dekomposisi mulai lebih jelas dan mengarah pada tahap berikutnya (pertengahan). Bila diperas akan keluar air yang mengandung bahan organik dan berwarna kehitaman ; sebagian bahan organik keluar melalui sela-sela jari, dan sebagian kecil seperti pasta. Struktur bahan organik mulai berubah, dan semakin sulit diidentifikasi.	Fibrik
H 5	Tahap dekomposisi memasuki tahap pertengahan-awal (early intermediate). Bila diperas mengeluarkan air yang mengandung suspensi bahan organik, dan sebagian melalui sela-sela jari tangan. Struktur sisa-sisa tanaman mulai meluruh, meskipun masih dimungkinkan pengenalan asal usulnya. Sisa bahan organik dalam kepalan tangan lebih besar dari $2/3$ bagian, dan masih dapat diidentifikasi.	Hemik
H 6	Tahap dekomposisi pertengahan-sedang. Dengan struktur tanaman yang makin meluruh. Ketika diperas, kira-kira $1/3$ dari gambut tersebut lepas lewat sela jari tangan bercampur dengan air. Residu bahan organik masih dapat diidentifikasi.	Hemik
H 7	Tahap dekomposisi pertengahan-akhir. Struktur bahan organik meluruh dan cukup sulit diidentifikasi. Bila diperas, antara $1/3$ sampai kurang lebih separuh bagian bahan organik seperti pasta keluar dari sela-sela jari.	Hemik
H 8	Tahap dekomposisi lanjut-awal (Early Sapis). Bahan organik semakin meluruh dan sulit diidentifikasi asal-usulnya. Bila diperas, kira-kira separuh bahan organik seperti pasta akan keluar dari sela-sela jari. Bahan organik yang masih tersisa di tangan terdiri dari residu – residu seperti akar dan serat yang tahan terhadap dekomposisi.	Saprik

H 9	Tahap dekomposisi lanjut-sedang (mid-Saprist). Bahan organik luruh dan sangat sulit diidentifikasi asal-usulnya. Bila diperas $\frac{1}{2}$ sampai $\frac{2}{3}$ bahan organik keluar dari sela-sela jari. Residu bahan organik dalam kepalan tangan sulit diidentifikasi dan berwarna coklat kehitaman.	Saprik
H 10	Tahap dekomposisi lanjut akhir (late Saprist). Struktur tanaman luruh sempurna sehingga kehilangan struktur fisiknya. Bila diperas, lebih dari $\frac{2}{3}$ bagian bahan organik serupa pasta keluar dari sela-sela jari. Residu bahan organik yang tertinggal dalam keadaan luruh dan tidak mudah diidentifikasi dan berwarna coklat kehitaman sampai hitam.	Saprik

Tanah Gambut adalah jenis tanah yang terbentuk dari akumulasi sisa-sisa tumbuhan yang setengah membusuk oleh sebab itu, kandungan bahan organiknya tinggi. Tanah yang terutama terbentuk di lahan-lahan basah ini disebut dalam bahasa Inggris sebagai peat dan lahan-lahan bergambut diberbagai belahan dunia dikenal dengan aneka nama seperti bog, moor, muskeg, pocosin, mire, dan lain-lain<sup>[9]</sup>.

Reaksi tanah merupakan suatu istilah yang digunakan untuk menyatakan reaksi asam atau basa dalam tanah. Sejumlah proses dalam tanah dipengaruhi oleh reaksi tanah dan biokimia tanah yang berlangsung spesifik. Pengaruh langsung terhadap laju dekomposisi mineral tanah dan bahan organik, pembentukan mineral lempung bahkan pertumbuhan tanaman. Pengaruh tidak langsungnya terhadap kelarutan dan ketersediaan haratanaman. Sebagai contoh perubahan konsentrasi fosfat dengan perubahan pH tanah. Konsentrasi ion  $H^+$  yang tinggi dapat meracuni tanaman.



**Gambar II.4** Tanah gambut

Secara teoritis, angka keasaman berkisar antara pH 1 – pH 14. Angka satu berarti kepekatan ion hidrogen didalam tanah ada  $10^{-1}$  atau  $1/10$  gmol/l. Tanah pada kepekatan ini sangat asam. Sementara angka 14 berarti kepekatan ion hidrogennya  $10^{-14}$  gmol/l. Tanah pada angka kepekatan ini sangat basa. Pada umumnya reaksi tanah baik tanah gambut maupun tanah mineral menunjukkan sifat keasaman atau alkalinitas tanah yang dinyatakan dengan nilai pH.

Nilai pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion Hidrogen ( $H^+$ ) didalam tanah. Makin tinggi kadar ion  $H^+$  didalam tanah, semakin asam tanah tersebut. Didalam tanah selain  $H^+$  dan ion-ion lainnya, ditemukan pula ion  $OH^-$ , yang jumlahnya sebanding dengan banyaknya  $H^+$ . Pada tanah-tanah asam jumlah ion  $H^+$  lebih tinggi daripada  $OH^-$ . Sedangkan pada tanah alkalis kandungan  $OH^-$  lebih banyak daripada  $H^+$ . Bila kandungan  $H^+$  sama dengan  $OH^-$  maka tanah bereaksi netral, yaitu mempunyai pH <sup>[9]</sup>.