

STUDI PENGARUH KANDUNGAN AIR TANAH TERHADAP TAHANAN JENIS TANAH LEMPUNG (CLAY)

(Dwi Agus Setiono, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura)

ABSTRAK

Nilai tahanan jenis tanah sangat bergantung pada jenis tanah tersebut. Dalam menentukan sistem pentanahan kita perlu mengetahui nilai tahanan jenis tanah. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran tahanan jenis tanah pada tanah lempung (clay). Pengukuran dilakukan dengan metode tiga titik berdasarkan musim yaitu musim hujan dan musim kemarau dengan variabel kandungan air tanah, suhu dan pH tanah lempung. Alat ukur yang digunakan yaitu earth tester dengan bantuan elektroda uji (E) elektroda bantu arus (C) dan elektroda bantu tegangan (P) dengan jarak terjauh antara elektroda uji dan elektroda bantu tegangan adalah 40 meter dan memindahkan elektroda bantu tegangan (P) setiap lima meter. Hasil pengukuran menunjukkan pada musim kemarau nilai tahanan jenis tanah sebesar 1472,58 $\Omega.m$, kandungan air 8,85%, pH 5-6,7, dan suhu tanah sebesar 31⁰C. Tahanan jenis tanah pada musim hujan 530,13 $\Omega.m$, kandungan air 22.26%, nilai pH 6,7-6,8, dan suhu sebesar 27,5⁰C. Kesimpulan yang dapat diambil dari data-data diatas adalah semakin rendah nilai kandungan air maka nilai tahanan jenis tanah akan semakin tinggi, semakin meningkatnya suhu tanah nilai tahanan tanah juga akan semakin meningkat, nilai pH tanah lempung tidak berpengaruh besar pada nilai tahanan jenis tanah tersebut.

Kata kunci: pentanahan, tanah lempung

1. Pendahuluan

Pengamanan terhadap sistem tenaga listrik tidak dapat terlepas dari sistem pentanahan. Perencanaan sistem pentanahan sangat perlu memperhitungkan nilai tahanan jenis tanah karena salah satu faktor penting dalam sistem pentanahan dipengaruhi oleh harga tahanan jenis tanah. Penyebaran tanah lempung di Kalimantan Barat didominasi di Kabupaten Bengkayang, Sambas dan Kota Singkawang. Untuk setiap lokasi dan jenis tanah yang berbeda pasti akan mempunyai tahanan jenis tanah yang tidak sama.

Table I. Tahanan Jenis Tanah

Jenis Tanah	Tahanan Jenis Tanah ($\Omega.m$)
Tanah rawa	30
Tanah lempung dan tanah lading	100

Pasir basah	200
Kerikil basah	500
Pasir dan kerikil kering	1000
Tanah berbatu	3000

Sumber:PUIL,2000

2. Metode Pengukuran

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode observasi dan analitik. Observasi dilakukan untuk mengumpulkan data primer dan sekunder di lapangan, sedangkan metoda analitik dilakukan untuk mencari hubungan antara kandungan air, temperatur dan pH level terhadap nilai tahanan jenis tanah yang diteliti. Kandungan air tanah didefinisikan sebagai perbandingan antara berat air yang terkandung di dalam tanah basah dan tanah kering yang dinyatakan dalam persen (%).

Berat air itu sendiri adalah selisih antara tanah basah dan tanah kering, dimana tanah kering didapat dengan cara mengeringkan tanah basah sampai pada kondisi yang sudah dianggap tidak mengandung air.

Berat air = berat tanah basah – berat tanah kering(1)

Kandungan air = $\frac{\text{berat air}}{\text{berat tanah kering}} \times 100\%$.. (2)

Nilai tahanan jenis tanah adalah salah satu nilai variable untuk menghitung nilai tahanan elektroda batang. Nilai tahanan tanah yang didapat akan mendapatkan nilai tahanan jenis tanah setelah dimasukan pada persamaan berikut ini.

$$\rho = \frac{2\pi l R}{\ln\left(\frac{8l}{d}\right)} \dots\dots\dots (3)$$

dimana:

R = tahanan pentanahan elektroda batang (Ω)

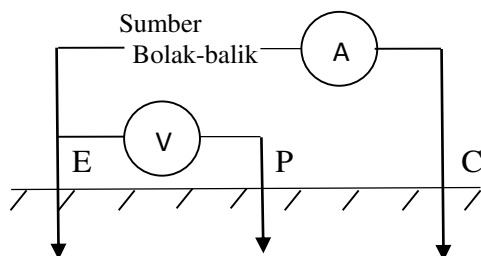
ρ = tahanan jenis tanah ($\Omega.m$)

l = panjang elektroda batang (m)

d = diameter elektroda batang (m)

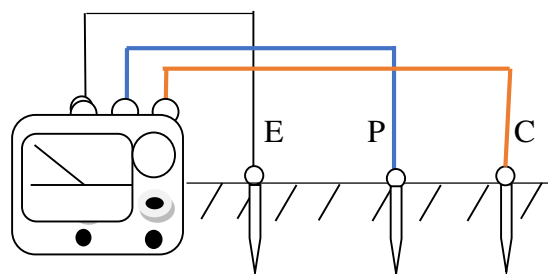
2.1. Pengukuran Tahanan Jenis Tanah

Pengukuran resistansi tanah dapat dilakukan dengan menggunakan metode tiga titik (*three point method*).



Gambar I. Pengukuran resistansi dengan metode harga potensial tanah

Metode pengukuran tahanan jenis tanah dengan metode tiga titik ini adalah menggunakan alat ukur *earthtester* analog maupun digital. Rangkaian pengukuran tahanan jenis tanah menggunakan alat ukur *earthtester* dapat dilihat pada gambar 2 di bawah.



Gambar 2 Rangkaian pengukuran tahanan jenis tanah dengan metode tiga titik

Elektroda E merupakan elektroda uji, pengukuran dilakukan dengan menancapkan elektroda bantu arus (C) dengan jarak 40 meter dari elektroda uji (E) secara garis lurus. elektroda bantu tegangan (P) dipindah mulai dari berhimpit dengan elektroda uji E hingga berhimpit dengan elektroda bantu arus (C) dengan jarak pindah sejauh lima meter.

2.2. Pengukuran Suhu dan pH Tanah

Pengukuran suhu tanah menggunakan termometer dengan menancapkan termometer pada lokasi pengukuran. Pengukuran pH tanah dilakukan dengan menancapkan pH meter pada tanah uji. Tanah uji yang kering pengukuran pH dilakukan dilaboratorium dengan menambahkan air dengan pH netral pada tanah uji. Hasil dicatat setelah ada perubahan angka pada alat ukur.

3. Data Hasil Penelitian

Dari penelitian yang telah dilakukan hasil penelitian disajikan dalam tabel–tabel dibawah ini :

3.1. Pengukuran Pada Musim Kemarau

- Pengukuran pada tanggal 9 september 2015 (7 hari setelah turun hujan terakhir)
 - Suhu udara : 29 °C
 - Suhu tanah : 31 °C
 - pH : 6,7
 - Kandungan air sampel tanah lempung : 9.613 %
 - Berat sampel tanah 65,45 gram
 - Tahanan tanah (lihat tabel berikut) :

Tabel II. Tahanan Tanah Lempung Pada 9 September 2015

No	Jarak elektroda E-P (m)	Jarak elektroda E-P (m)	Tahanan tanah (Ω)
1	0	40	0
2	5	40	1100
3	10	40	1100
4	15	40	1100
5	20	40	1100
6	25	40	1100
7	30	40	1100
8	35	40	1100
9	40	40	1380

- Pengukuran pada tanggal 12 september 2015 (10 hari setelah turun hujan terakhir)
 - Suhu udara : 30 °C
 - Suhu tanah : 30 °C
 - pH : 6.8
 - Kandungan air sampel tanah lempung : 9,48 %
 - Berat sampel tanah 66,27 gram
 - Tahanan tanah (lihat tabel berikut) :

Tabel III. Tahanan Tanah Lempung Pada 12 September 2015

No	Jarak elektroda E-P (m)	Jarak elektroda E-P (m)	Tahanan tanah (Ω)
1	0	40	0
2	5	40	1100
3	10	40	1100
4	15	40	1100
5	20	40	1100
6	25	40	1100
7	30	40	1100
8	35	40	1100
9	40	40	1380

- Pengukuran pada tanggal 17 september 2015 (15 hari setelah turun hujan terakhir)
 - Suhu udara : 29 °C
 - Suhu tanah : 31 °C
 - pH : 6,7
 - Kandungan air sampel tanah lempung : 8,85 %
 - Berat sampel tanah 69.95 gram
 - Tahanan tanah (lihat tabel berikut) :

Tabel IV. Tahanan Tanah Lempung Pada 17 September 2015

No	Jarak elektroda E-P (m)	Jarak elektroda E-P (m)	Tahanan tanah (Ω)
1	0	40	0
2	5	40	1250
3	10	40	1250
4	15	40	1250
5	20	40	1250
6	25	40	1250
7	30	40	1250
8	35	40	1250
9	40	40	1450

3.2. Pengukuran Pada Musim Hujan

- Pengukuran pada tanggal 3 Oktober 2015 (3 jam setelah turun hujan terakhir)
 - Suhu udara : 27°C
 - Suhu tanah : 26°C
 - pH : 5
 - Kandungan air sampel tanah lempung : 24,92%
 - Berat sampel tanah : 66,37 gram
 - Tahanan tanah (lihat tabel berikut) :

Tabel V. Tahanan Tanah Lempung Pada 3 Oktober 2015

No	Jarak elektroda E-P (m)	Jarak elektroda E-P (m)	Tahanan tanah (Ω)
1	0	40	0
2	5	40	450
3	10	40	450
4	15	40	450
5	20	40	450
6	25	40	450
7	30	40	450
8	35	40	450
9	40	40	500

- Pengukuran pada tanggal 4 Oktober 2015 (21 jam setelah turun hujan terakhir)
 - Suhu udara : 27°C
 - Suhu tanah : 26°C
 - pH : 5
 - Kandungan air sampel tanah lempung : 24,41%
 - Berat sampel tanah : 64,88 gram
 - Tahanan tanah (lihat tabel berikut) :

Tabel VI. Tahanan Tanah Lempung Pada 4 Oktober 2015

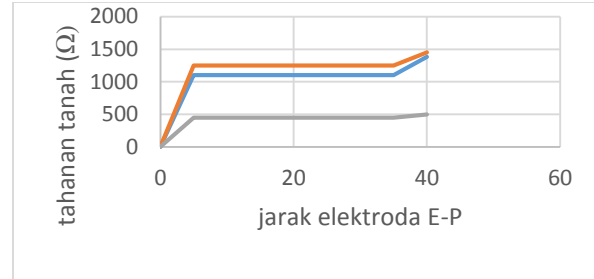
No	Jarak elektroda E-P (m)	Jarak elektroda E-P (m)	Tahanan tanah (Ω)
1	0	40	0
2	5	40	450
3	10	40	450
4	15	40	450
5	20	40	450
6	25	40	450
7	30	40	450
8	35	40	450
9	40	40	500

- Pengukuran pada tanggal 16 Oktober 2015 (24 jam setelah turun hujan terakhir)
 - Suhu udara : 29°C
 - Suhu tanah : 30°C
 - pH : 6,7
 - Kandungan air sampel tanah lempung : 20,61 %
 - Berat sampel tanah : 64,88 gram
 - Tahanan tanah (lihat tabel berikut) :

Tabel VII. Tahanan Tanah Lempung Pada 16 September 2015

No	Jarak elektroda E-P (m)	Jarak elektroda E-P (m)	Tahanan tanah (Ω)
1	0	40	0
2	5	40	450
3	10	40	450
4	15	40	450
5	20	40	450
6	25	40	450
7	30	40	450
8	35	40	450
9	40	40	500

- Pengukuran pada tanggal 17 Oktober 2015 (43 jam setelah turun hujan terakhir)
- Suhu udara : 27°C
- Suhu tanah : 27°C
- pH : 6,5
- Kandungan air sampel tanah lempung : 19,12 %
- Berat sampel tanah : 68,06 gram
- Tahanan tanah (lihat tabel berikut) :



Gambar 3. Grafik hasil pengukuran tahanan tanah pada beberapa kondisi cuaca

Tabel VIII. Tahanan Tanah Lempung 17 Oktober 2015

No	Jarak elektroda E-P (m)	Jarak elektroda E-P (m)	Tahanan tanah (Ω)
1	0	40	0
2	5	40	450
3	10	40	450
4	15	40	450
5	20	40	450
6	25	40	450
7	30	40	450
8	35	40	450
9	40	40	500

Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa nilai tahanan tanah lempung yang didapat berturut-turut yaitu 450, 1100, dan 1250 Ω pada pengukuran musim hujan dan musim kemarau. Nilai yang signifikan pada saat elektroda bantu tegangan (P) berhimpit dengan elektroda bantu arus (C) disebabkan oleh nilai potensial listrik yang ditimbulkan tidak merata pada saat elektroda p berhimpit dengan elektroda bantu C maupun dengan elektroda uji E.

Nilai tahanan jenis rata-rata dan nilai tahanan jenis tanah dari masing-masing data tersebut dapat kita hitung menggunakan persamaan (3).

4. analisis

4.1. Pengaruh Kandungan Air Terhadap Resistivitas Jenis Tanah Lempung

Dari yang didapatkan hubungan antara tahanan tanah dengan jarak elektroda bantu tegangan (P) terhadap elektroda uji (E) dan elektroda bantu arus (C) ditunjukkan pada gambar 4.1.

$$\begin{aligned}
 R_{\text{rata-rata}} &= \frac{\sum \text{besar tahanan pentanahan}}{\text{jumlah data}} \\
 &= \frac{1250 + 1250 + 1250 + 1250 + 1250}{5} \\
 &= 1250 \, \Omega
 \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan nilai tahanan jenis tanah sebesar:

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{2\pi LR}{\ln\left(\frac{8L}{d}\right)} \\
 &= \frac{2\pi(1,2).1250}{\ln\left(\frac{8.1,2}{0,016}\right)} \\
 &= 1472,58 \, \Omega.m
 \end{aligned}$$

Grafik kedua yang menggambarkan data yang diperoleh dari pengukuran musim kemarau tujuh dan sepuluh hari setelah hujan terakhir mendapatkan nilai tahanan tanah sebesar 1100 Ω.

$$\begin{aligned}
 R_{\text{rata-rata}} &= \frac{\sum \text{besar tahanan pentanahan}}{\text{jumlah data}} \\
 &= \frac{1100+1100+1100+1100+1100}{5} \\
 &= 1100 \, \Omega
 \end{aligned}$$

Dari tahanan tanah yang didapatkan dapat dihitung tahanan jenis tanah tersebut adalah:

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{2\pi l R}{\ln\left(\frac{8l}{d}\right)} \\
 &= \frac{2\pi \cdot (1,2) \cdot 1100}{\ln\left(\frac{8 \cdot 1,2}{0,016}\right)} \\
 &= 1295,87 \, \Omega \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

Rentang waktu pengukuran dari 7,10 dan 15 hari setelah turun hujan terakhir terjadi perubahan nilai tahanan pada hari ke-15 yaitu dari 1100 Ω menjadi 1250 Ω yang artinya terjadi kenaikan sebesar 150 Ω .

Persentase kandungan air tanah lempung yang diuji menunjukkan perubahan yaitu antara 9,613 %, 9,48 % dan 8,85 % berturut-turut pada 7,10, dan 15 hari setelah hujan terakhir.

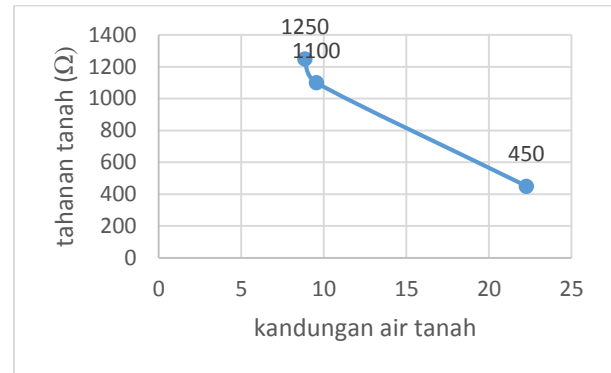
Dari pengukuran ketiga pengukuran yang dilakukan pada musim hujan dengan kandungan air sebesar 22,26%, nilai tahanan tanah yang terukur adalah sebesar 450 Ω .

$$\begin{aligned}
 R_{\text{rata-rata}} &= \frac{\sum \text{besar tahanan pentanahan}}{\text{jumlah data}} \\
 &= \frac{450+450+450+450+450+450+450}{7} \\
 &= 450 \, \Omega
 \end{aligned}$$

Berdasarkan tahanan tanah diatas tahanan jenis tanah dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

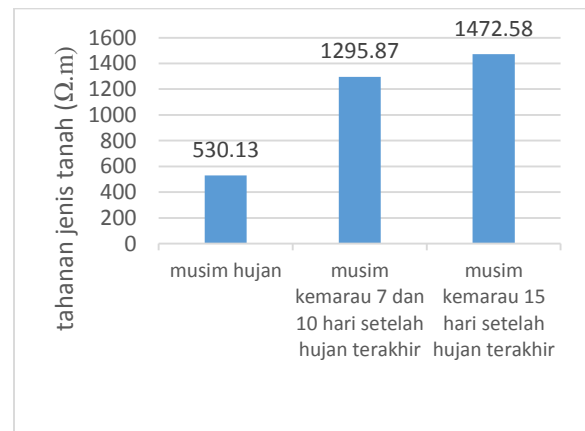
$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{2\pi l R}{\ln\left(\frac{8l}{d}\right)} \\
 &= \frac{2\pi \cdot (1,2) \cdot 450}{\ln\left(\frac{8 \cdot 1,2}{0,016}\right)} \\
 &= 530,13 \, \Omega \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

Dari data diatas dapat kita buat grafik pengaruh kandungan air tanah terhadap tahanan tanah lempung.



Gambar 4. Grafik pengaruh kandungan air tanah terhadap tahanan jenis tanah

Perhitungan tahanan jenis tanah menghasilkan grafik sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik nilai tahanan jenis tanah pada beberapa kondisi cuaca

Grafik diatas menggambarkan pada musim kemarau nilai perhitungan tahanan jenis tanah dari nilai pengukuran tahanan tanah musim kemarau lebih tinggi dibandingkan nilai tahanan jenis tanah pada musim hujan. Kenaikan nilai tahanan jenis tanah tersebut dapat dipersentasekan sebagai berikut.

Persentase tahanan jenis tanah

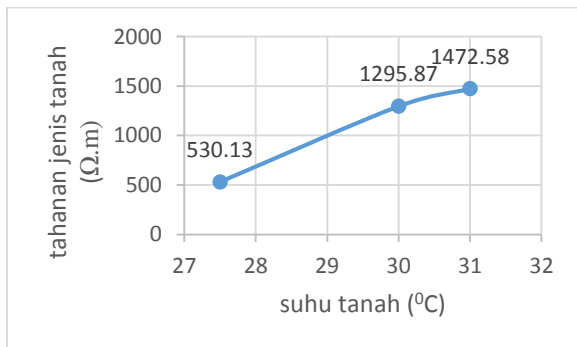
$$\begin{aligned}
 &= \frac{1472,58 - 530,13}{530,13} \times 100\% \\
 &= \frac{942,45}{530,13} \times 100\% \\
 &= 177,77\%
 \end{aligned}$$

4.2 pengaruh Suhu

Pada musim kemarau yaitu 7 dan 10 hari setelah hujan terakhir suhu tanah yang terukur sebesar 30°C dan 31°C. Pengukuran musim kemarau yaitu 15 hari setelah hujan terakhir didapatkan nilai suhu tanah sebesar 31°C. Sedangkan pada pengukuran musim hujan suhu tanah berkisar antara 26°C-30°C. Sehingga dapat dihitung persentase kenaikan suhu tanah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase} &= \frac{31 - 27,5}{27,5} \times 100\% \\
 &= 12,72\%
 \end{aligned}$$

Hubungan antara hasil pengukuran suhu tanah dan tahanan jenis tanah dapat dilihat pada gambar 4.9 berikut:

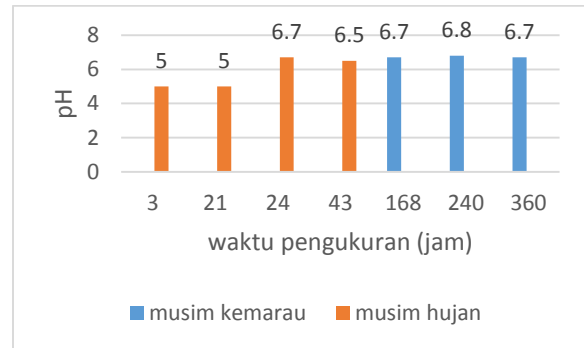


Gambar 6. Grafik hubungan antara suhu tanah dengan tahanan jenis tanah

Dari grafik di atas dapat kita lihat bahwa nilai suhu tanah berbanding lurus dengan nilai nilai tahanan jenis tanah.

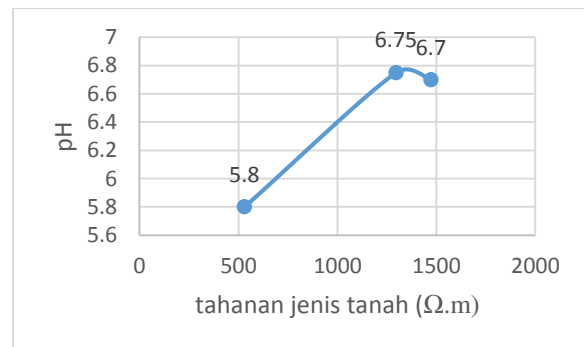
4.3. Perbandingan Hasil pengukuran PH

Nilai pH dari setiap pengukuran ditampilkan pada grafik dibawah ini.



Gambar 7. Grafik pH tanah lempung

Grafik diatas menggambarkan bahwa nilai pH lempung pada musim kemarau relatif sama, sedangkan nilai pH lempung pada pengukuran musim penghujan bervariasi antara 5 - 6,7.



Gambar 8. Grafik hubungan pH lempung terhadap tahanan jenis tanah lempung

Dari grafik diatas dapat kita lihat bahwa hasil dari pengukuran keasaman tanah lempung membentuk grafik yang tidak berpola. Nilai pH baik pada musim penghujan ataupun musim kemarau terjadi perubahan yang sangat kecil. Nilai pH disini tidak mempengaruhi nilai tahanan jenis tanah, bahkan pada musim hujan dengan nilai tahanan jenis tanah yang rendah kita mendapatkan nilai pH yang tinggi bahkan menyamai nilai pH pada musim kemarau yaitu pada pengukuran 24 jam, 168 jam dan 360 jam didapatkan nilai pH yang sama yaitu 6,7.

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan dan analisis terhadap data yang didapat, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kandungan air tanah lempung berpengaruh terhadap nilai tahanan jenis tanah lempung. Dari hasil analisis hubungan antara nilai tahanan jenis dan kandungan air tanah adalah sebagai berikut: 530,13 $\Omega.m$ pada 22,26%, 1295,87 $\Omega.m$ pada 9,54% serta 1472,58 $\Omega.m$ pada 8,85%.
2. Kondisi cuaca di sekitar pengukuran yang mempengaruhi suhu berpengaruh terhadap nilai tahanan jenis tanah lempung. Semakin tinggi temperatur tanah nilai tahanan jenis tanah lempung juga semakin tinggi.
3. Dari hasil pengukuran dan analisa, untuk range pH level tanah antara 3 hingga 360 jam tidak terdapat hubungan yang tegas antara pH level dan nilai tahanan jenis tanah.
4. Kandungan air tanah pada tanah lempung cenderung lebih cepat hilang, dalam waktu 18 jam kandungan air telah berkurang 4,31 %.

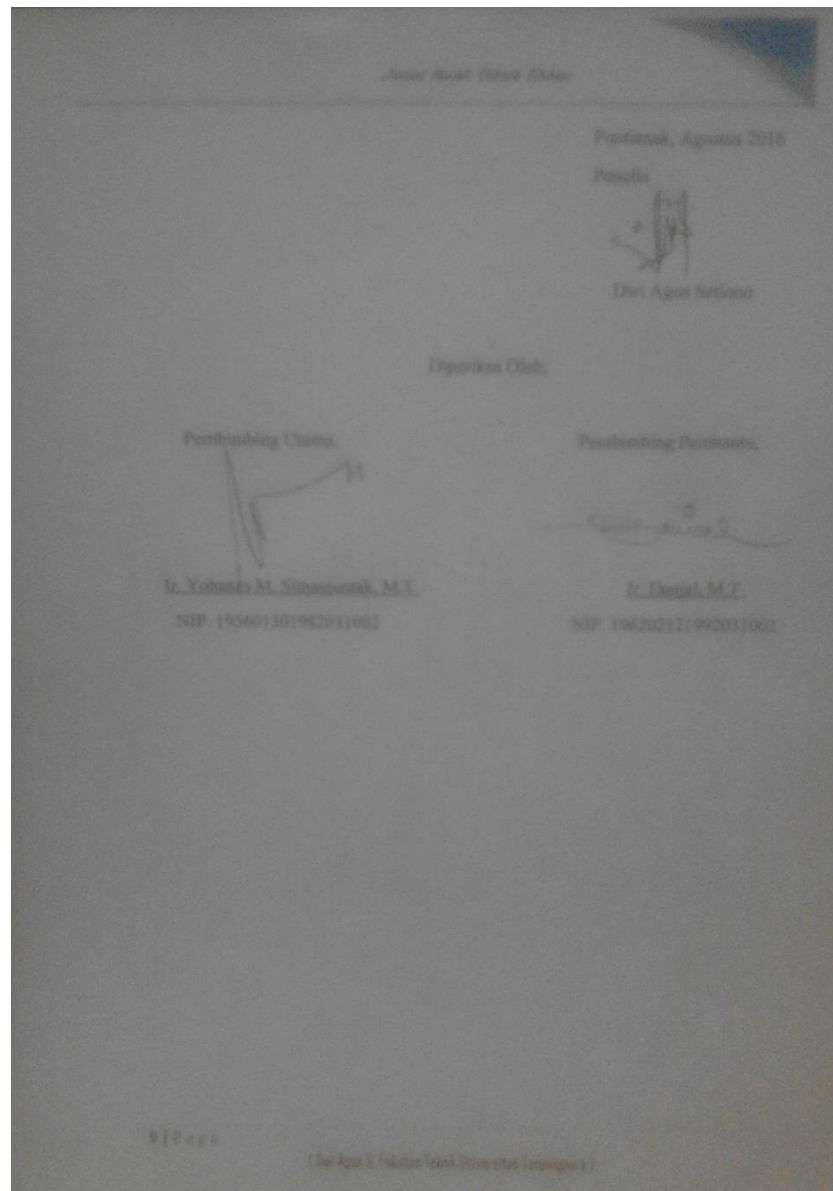
Beberapa hal yang bias disarankan dari data penelitian dan analisis antara lain.

1. Nilai tahanan jenis tanah merupakan faktor penting untuk perencanaan sistem kelistrikan, oleh sebab itu disarankan bagi semua pihak untuk memperhatikan nilai tahanan jenis tanah pada perencanaan kelistrikan. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan pengukuran dengan pengambilan sampel tanah dengan ke dalaman tertentu sehingga didapatkan kandungan air pada tanah lempung yang lebih stabil. Dalam daerah ini nilai tahanan jenis tanah lempung diperkirakan lebih stabil.

2. Sebagaimana ditemukan dalam penelitian ini, kandungan air tanah lempung cenderung cepat hilang sehingga perlu dicari solusi sistem pentanahan yang cocok untuk tanah lempung yang memberikan nilai tahanan pentanahan yang rendah dan ekonomis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dadi.2010.*Tahanan Pentanahan Elektroda Batang Tunggal (ground rod) Terpasang Pada Tiang Listrik UPJ Ambarawa*.Semarang.Politeknik Negeri Semarang
2. Zulfikar,dkk.2007.*Eksplorasi Umum Endapan Ballclay di Kabupaten Bengkayang, Provinsi Kalimantan Barat*.Pontianak.Pusat Sumber Daya Geologi.
3. Badan Standarisasi Nasional.2000.*Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (puil 2000)*.
4. Hendra.2010.*Studi Pengaruh Kandungan Air Tanah Terhadap Tahanan Jenis Tanah Gambut*.Pontianak.Universitas Tanjungpura.
5. Pemetaan potensi mineral industri.1981.dinas pertambangan dan sumberdaya energi provinsi Kalimantan Barat.
6. Foth, Hendry,dkk.1994.*Dasar - Dasar Ilmu Tanah*.Jakarta.Erlangga
7. Pabla,A.S.1991.*Sistem Distribusi Daya Listrik*.Jakarta.Erlangga
8. Suswanto,deman.2009.*Sistem Distribusi Tenaga Listrik*.Padang.Universitas Negeri Padang
9. Endriani,D.2012.*Tanah Lempung dan Mineral Lempung*. Universitas Sumatra Utara
10. Madjid,A.2007.*Dasar-Dasar Ilmu Tanah*.Universitas Sriwijaya



Gambar Lembar Koreksi Oleh Dosen Pembimbing