



**REDUKSI RESISTANSI PENTANAHAN DENGAN ZAT ADITIF
ELEKTRODA BATANG TUNGGAL**

(Studi Kasus : Transformator Distribusi PN-246 PT. PLN (Persero) ULP Panam)

TUGAS AKHIR

Ditentukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi
Teknik Elektro Fakultas Sains Dan Teknologi

Hak cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang menjiplak sebagian atau seluruhnya
a. Pengutipannya untuk kepentingan pribadi
b. Pengutipannya untuk kepentingan akademik yang tidak berkaitan dengan kegiatan belajar mengajar di UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



antumkan dan menyebutkan sumber:
tulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan terhadap suatu masalah.

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



Oleh :

FANNI NURFADILLAH

11950521607

UIN SUSKA RIAU

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU

PEKANBARU

2023

LEMBAR PERSETUJUAN

REDUKSI RESISTANSI PENTANAHAN DENGAN ZAT ADITIF ELEKTRODA BATANG TUNGGAL

(Studi Kasus : Transformator Distribusi PN-246 PT. PLN (Persero) ULP Panam)

TUGAS AKHIR

Oleh :

FANNI NUREADILLAH

11950521607

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro
di Pekanbaru, pada tanggal 11 Juli 2023

Ketua Program Studi



Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T

NIP. 197210212006022001

Pembimbing



Dr. Lilliana, S.T., M.Eng

NIP. 19781012 2003122204



LEMBAR PENGESAHAN

REDUKSI RESISTANSI PENTANAHAN DENGAN ZAT ADITIF ELEKTRODA BATANG TUNGGAL

(Studi Kasus : Transformator Distribusi PN-246 PT. PLN (Persero) ULP Panam)

TUGAS AKHIR

Oleh :

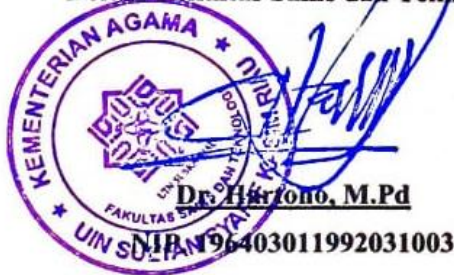
FANNI NUREADILLAH
11950521607

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji Tugas Akhir sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau di Pekanbaru, pada tanggal 11 Juli 2023

Pekanbaru, 11 Juli 2023

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



Dr. Hartono, M.Pd

NIP. 196403011992031003

Ketua Prodi Teknik Elektro

Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T

NIP. 197210212006022001

Dewan Penguji :

Ketua : Sutoyo, S.T., M.T

Sekretaris : Dr. Liliana S.T., M.Eng

Anggota I : Dr. Zulfatri Aini S.T., M.T

Anggota II : Nanda Putri Miefthawati, B.Sc., M.Sc.

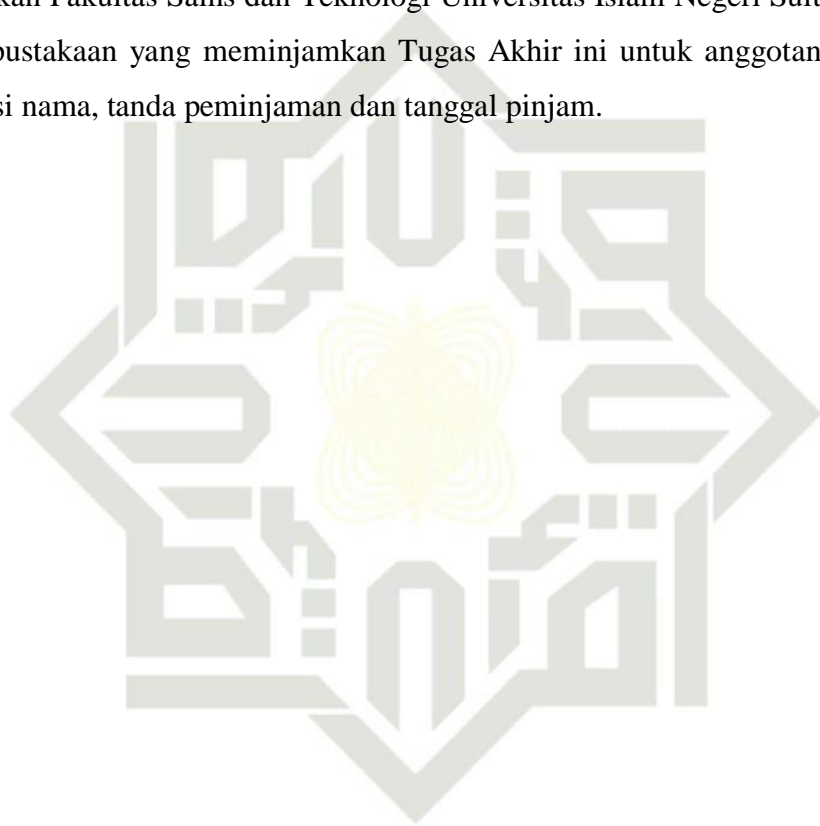


LEMBAR HAK ATAS KELAYAKAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah pengutipan yang berlaku.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus mendapat ijin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 2. Dilarang menyalin, menjiplak atau melakukan tindakan lainnya yang merugikan hak cipta dan hak lain dari penulis.
 a. Mengutipnya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Mengutipnya tidak mengaitkan nama penulis yang bersangkutan.
 3. Dilarang mengkomersialkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka. Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 14 Juli 2023

Yang membuat pernyataan



Fanni Nurfadillah
NIM.11950521607



LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, Alhamdulillahirabbil'alamiin...

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip atau menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengizinkan penerbitan atau penyalinan kembali.
 a. Pengutipan hanya untuk keperluan pengajaran, penelitian, atau karya ilmiah.
 b. Pengutipan tidak boleh menimbulkan kerugian atau pelanggaran hak cipta.
 2. Dilarang mengutip dan menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Siskariau.

© Hacıptaminik UIN Siskariau State Islamic University of Sunan Pajajaran

Sujud syukur kupersembahkan padaMu Tuhanku, Tuhan Yang Maha Agung nan Maha Tinggi, Maha Adil dan Maha Penyayang. Atas kasih sayang-Mu memberiku kekuatan dan membekali ku dengan ilmu, atas karunia dan kemudahan yang telah Engkau limpahkan pulalah akhirnya Tugas Akhir yang sederhana ini dapat terselesaikan. Shalawat dan Salam semoga selalu terlimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya menjadi manusia-manusia yang beradab, berfikir dan berilmu pengetahuan.

Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang yang sangat kukasihi dan kusayangi.

Ayahanda tercinta,

Terima kasih atas perjuangan yang tak kenal lelah untukku. Terima kasih atas limpahan kasih sayang, atas bimbingan, atas semangat yang engkau berikan kepadaku.

Terima kasih atas segala pengorbanan yang engkau lakukan wahai ayahanda tercinta.

Akan selalu ku ingat dan engkau akan selalu aku banggakan.

Maafkan aku ayah sampai hari ini aku masih banyak menyusahkanmu.

Tetaplah do'akan aku ayah, Tetaplah disisiku sampai aku bisa membahagiakanmu di masamu.

Ibunda Tercinta,

Terima kasih atas segala perjuangan tak kenal lelahmu dalam merawat dan mendidik ku.

Terima kasih untuk selalu mendo'akanku, Tugas Akhir ini dapat selesai berkat do'a mu yang menembus langit ibu. Terima kasih telah memberikan motivasi dan semangat untukku

dan terima kasih atas semua pengorbanan yang engkau lakukan untukku ibu.

Maafkan aku ibu sampai hari ini aku masih banyak menyusahkanmu. Tetaplah do'akan aku

Ibu, Tetaplah disisiku sampai aku bisa membahagiakanmu di masa tuamu.

Partner Seperjuanganku

Hidup terlalu berat untuk kujalani sendiri tanpa campur tangan Tuhan dan orang lain.

Tak ada tempat terbaik untuk berkeluh kesah bersama sahabat-sahabat terbaikku.

Terima kasih banyak kuucapkan kepada partnerku yang selalu ada, sahabat yang banyak

membantu, dan kawan-kawan seperjuangan Teknik Elektro Angkatan 2019. Semangat untuk kita semua!



REDUKSI RESISTANSI PENTANAHAN DENGAN ZAT ADITIF ELEKTRODA BATANG TUNGGAL

(Studi Kasus : Transformator Distribusi PN-246 PT. PLN (Persero) ULP Panam)

FANNI NURFADILLAH

11950521607

Tanggal Sidang : 11 Juli 2023

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Pentanahan merupakan proteksi sistem tenaga listrik untuk melindungi komponen listrik dari lonjakan sistem. Berdasarkan PUIL 2000, pentanahan yang baik bernilai $\leq 5 \Omega$ atau mendekati nol. Namun, transformator distribusi PN-246, PT. PLN ULP Panam masih memiliki nilai yang tinggi yaitu bernilai 88Ω berdasarkan data inspeksi. Penyebabnya yaitu resistivitas tanah yang tinggi. Dampaknya ialah kinerja sistem menjadi tidak optimal. Upaya untuk menangani hal ini yaitu dengan melakukan *soil treatment* salah satunya yaitu dengan penambahan zat aditif. Arang cangkang kelapa sawit, puing bangunan dan garam menjadi zat aditif yang pernah digunakan untuk mereduksi pentanahan yang tinggi. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui resistivitas tanah, resistansi pentanahan elektroda batang tunggal ketika sebelum dan sesudah penambahan zat aditif, serta mengetahui komposisi pereduksi terbaik. Nilai resistansi awal bernilai $107,6 \Omega$ dan resistivitas tanah $127,98 \Omega\text{m}$ dengan klasifikasi jenis tanah berpasir basah. Resistansi elektroda batang tunggal saat kondisi basah bernilai $106,8 \Omega$ dan $117,16 \Omega$ saat kondisi kering. Setelah penambahan pereduksi, saat kondisi basah resistansi Parit A bernilai $2,74 \Omega$, Parit B $4,36 \Omega$ dan Parit C $5,34 \Omega$. Sedangkan saat kondisi kering, resistansi Parit A bernilai $2,94 \Omega$, Parit B $4,45 \Omega$ dan Parit C $6,11 \Omega$. Jika dibandingkan sebelum dan sesudah penambahan zat aditif, saat kondisi basah Parit A mampu mereduksi sebesar 97,43%, Parit B sebesar 95,91% dan Parit C sebesar 95%. Sedangkan saat kondisi kering, Parit A mampu mereduksi resistansi pentanahan sebesar 97,49%, Parit B sebesar 96,20% dan Parit C sebesar 94,78%. Komposisi pereduksi terbaik ialah komposisi Parit A.

Kata Kunci: sistem pentanahan, *soil treatment*, zat aditif, resistivitas, elektroda batang tunggal

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumbernya.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



REDUCTION OF GROUNDING RESISTANCE WITH A SINGLE ROD ELECTRODE ADDITIVE

(Case Study: Distribution Transformer PN-246 PT. PLN (Persero) ULP Panam)

FANNI NURFADILLA

11950521607

Session Date : 11th July 2023

Department of Electrical Engineering

Faculty of Science and Technology

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. Soebrantas No. 155, Pekanbaru

ABSTRACT

The grounding system is an electric power system protection system to protect electrical components from lightning surges. Based on the 2000 PUIL, good grounding is worth $\leq 5 \Omega$ or close to zero. However, the distribution transformer PN-246, PT. PLN ULP Panam, still has a high value of 88Ω based on inspection data. The cause is high soil resistivity. The impact is that system performance is not optimal. Efforts to deal with this are made by doing soil treatment, one of which is adding additives. Palm kernel shell charcoal, building debris, and salt are additives that have been used to reduce high grounding. The purpose of this study is to determine soil resistivity and grounding resistance of single rod electrodes before and after adding additives and to find out the best reducing composition. The initial resistance value is 107.6Ω , and the soil resistivity is $127.98 \Omega\text{m}$ with a wet sandy soil type classification. The resistance of a single rod electrode in wet conditions is 106.8Ω and 117.16Ω in dry conditions. After the addition of reducing agents, in wet conditions, the resistance of Trench A is 2.74Ω , Trench B is 4.36Ω , and Trench C is 5.34Ω . When conditions are dry, the resistance of Trench A is 2.94Ω , Trench B is 4.45Ω , and Trench C is 6.11Ω . When compared before and after the addition of additives, during wet conditions, Trench A was able to reduce by 77.4%, Trench B by 95.91%, and Trench C by 95%. Meanwhile, during dry conditions, Trench A is able to reduce grounding resistance by 97.49%, Trench B by 96.20%, and Trench C by 94.78%. The best reducing composition is the composition of trench A.

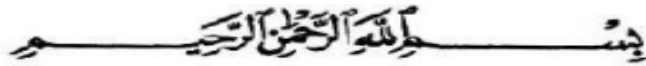
Keywords: grounding system, soil treatment, additives, resistivity, single rod electrode

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumbernya.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan perhatian dan karunia-Nya kepada Penulis, sehingga tugas akhir dapat selesai dengan baik.

Tugas akhir ini dapat selesai atas bantuan dan bimbingan dari semua pihak. Oleh karena itu, Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang ikut membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini, terutama kepada :

1. Allah SWT. yang telah memberikan kesehatan, waktu dan kesempatan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

2. Teristimewa kepada orang tua yang penulis cintai yaitu Bapak Zushawari dan Ibu Reni Yerita yang selalu memberi do'a, nasihat dan dukungan penuh kepada penulis serta menjadi tempat bersandar dan selalu mendengarkan keluh-kesah selama penyusunan tugas akhir ini.

3. Bapak Prof. Dr. H. Khairunnas, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

4. Bapak Dr. Hartono, M.Pd selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

5. Ibu Dr. Zulfatri Aini, S.T.,M.T selaku Ketua Program Studi dan Dosen Penguji 1 Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

6. Bapak Sutoyo, S.T.,M.T selaku Sekretaris Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

7. Ibu Dr. Liliana, S.T.,M.Eng selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir saya yang sudah membimbing saya dari memulai merancang hingga sidang tugas akhir berlangsung.

8. Bapak Hilman Zarory, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberi arahan dan membimbing saya dengan sangat baik selama perkuliahan ini.

9. Ibu Nanda Putri Miefthawati, B.Sc.,M.Sc selaku Dosen Penguji 2

10. Bapak Abdillah, S.Si.,M.I.T selaku Ketua Sidang

11. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip, menyalin, atau seluruhnya tanpa mengizinkan dan menyebutkan sumber.
 2. Dilarang mengutip, menyalin, atau sebagian atau seluruhnya tanpa mengizinkan dan menyebutkan sumber.
 3. Dilarang mengutip, menyalin, atau sebagian atau seluruhnya tanpa mengizinkan dan menyebutkan sumber.
 4. Dilarang mengutip, menyalin, atau sebagian atau seluruhnya tanpa mengizinkan dan menyebutkan sumber.
 5. Dilarang mengutip, menyalin, atau sebagian atau seluruhnya tanpa mengizinkan dan menyebutkan sumber.
 6. Dilarang mengutip, menyalin, atau sebagian atau seluruhnya tanpa mengizinkan dan menyebutkan sumber.
 7. Dilarang mengutip, menyalin, atau sebagian atau seluruhnya tanpa mengizinkan dan menyebutkan sumber.
 8. Dilarang mengutip, menyalin, atau sebagian atau seluruhnya tanpa mengizinkan dan menyebutkan sumber.
 9. Dilarang mengutip, menyalin, atau sebagian atau seluruhnya tanpa mengizinkan dan menyebutkan sumber.
 10. Dilarang mengutip, menyalin, atau sebagian atau seluruhnya tanpa mengizinkan dan menyebutkan sumber.
 11. Dilarang mengutip, menyalin, atau sebagian atau seluruhnya tanpa mengizinkan dan menyebutkan sumber.



Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang telah memberikan dukungan, ilmu serta motivasi kepada penulis dalam menulis proposal Tugas Akhir ini.

12. Bapak Trian Menda, Kak Rina, Bang Amar, Bang Athur, Bapak Mungki dan seluruh jajaran PT. PLN (Persero) ULP Panam yang sudah memberi ilmu dan membantu penulis dengan sangat tulus dan tuntas selama penulis melakukan penelitian hingga tugas akhir selesai.
 13. Allan Hawari Putra, Rahmawati Nasution, Alfath Hawari Baskara, Aldrich Khaled Malikussaleh dan Aldrine Kaffie Malikulhaq yang senantiasa memberi dukungan penuh, menghibur, menjadi pendengar dan penenang penulis di tengah huru-hara penyusunan tugas akhir ini.
 14. Bowo Tasa Anugrah, teman yang sangat hebat selama perkuliahan. Terimakasih sudah banyak berkontribusi dalam pertualangan tugas akhir ini mulai dari waktu, tenaga, pikiran dan berbagi keluh kesah selama penelitian hingga sidang tugas akhir berlangsung.
 15. Sahabat-sahabat penulis tercinta yang tidak dapat ditulis satu persatu, terimakasih telah memberi semangat, saran, mendengar keluh-kesah dan memberi kejutan kecil-kecilan yang sangat berharga kepada penulis selama menyelesaikan tugas akhir ini.
 16. Teman-teman seperjuangan Prodi Teknik Elektro angkatan 19 yang tidak dapat ditulis satu persatu, terimakasih atas dukungan, canda tawa dan nasihat kepada penulis selama menjadi mahasiswa.
- Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini sangat Penulis harapkan. Mudah – mudahan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi Penulis khususnya dan Pembaca pada umumnya.
- Amin Ya Rabbal ‘Alamin.....

Pekanbaru, 10 Mei 2023

Fanni Nurfadillah



DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR HAK ATAS KELAYAKAN INTELEKTUAL	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1. Latar Belakang.....	I-1
2. Rumusan Masalah.....	I-5
3. Tujuan Penulisan.....	I-6
4. Batasan Masalah.....	I-6
5. Manfaat Penelitian.....	I-7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Penelitian Terkait.....	II-1
2.2. Landasan Teori.....	II-3
2.2.1. Pengertian Transformator.....	II-3
2.2.2. Prinsip Kerja Transformator.....	II-3
2.2.3. Jenis-jenis Transformator.....	II-4
2.2.4. Sistem Pentanahan Pada Transformator.....	II-5
2.2.5. Elektroda Pentanahan.....	II-6
2.2.6. Elektro Bentuk Batang (<i>Rod</i>).....	II-7
2.2.7. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Tahanan Jenis Tanah.....	II-8
2.2.8. Metode <i>Soil Treatment</i>	II-9
2.2.9. Volume dan Massa Jenis Bahan.....	II-12

1. Narasi yang menguraikan seluruh isi karya tulis ini, tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

 2. Narasi yang menguraikan seluruh isi karya tulis ini dalam bentuk paparan tanpa izin UIN Suska Riau.



2.2.10. Metode Pengukuran Pentanahan.....II-13

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3-1. Jenis PenelitianIII-1

3-2. Lokasi PenelitianIII-1

3-3. Tahapan Penelitian.....III-1

3-4. Studi LiteraturIII-3

3-5. Identifikasi Masalah.....III-3

3-6. Pengumpulan Data.....III-4

3-7. Pengukuran Resistansi TanahIII-5

3-8. Perhitungan Nilai Resistivitas TanahIII-6

3-9. Pengukuran Resistansi Pentanahan Menggunakan Elektroda Tunggal Saat Kondisi Basah dan KeringIII-6

3-10. Pembuatan Parit PenelitianIII-7

3-11. Penambahan Arang Cangkang Kelapa Sawit, Puing Bangunan, Garam...III-8

3-12. Pengukuran Setelah Penambahan dan Variasi Arang Cangkang Kelapa Sawit, Puing Bangunan dan Garam Saat Kondisi KeringIII-10

3-13. Pengukuran Setelah Penambahan dan Variasi Arang Cangkang Kelapa Sawit, Puing Bangunan dan Garam Saat Kondisi Basah.....III-10

3-14. Perbandingan Resistansi Pentanahan Sebelum dan Sesudah Penambahan Arang Cangkang Kelapa Sawit, Puing Bangunan dan GaramIII-11

3-15. Perbandingan Resistansi Pentanahan Terhadap 3 Parit dengan Variasi Komposisi Arang Cangkang Kelapa Sawit, Puing Bangunan dan Garam III-11

3-16. Hasil dan Analisa PenelitianIII-12

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1. Hasil Pengukuran Resistansi dan Perhitungan Resistivitas Pentanahan Transformator PN-246.....IV-1

4.2. Hasil Pengukuran Resistansi Pentanahan PN-246 Elektroda Batang TunggalIV-4

4.3. Pengukuran Resistansi Pentanahan PN-246 Dengan Zat Aditif Elektroda Batang Tunggal.....IV-7

4.3.1. Hasil Pengukuran Resistansi Pentanahan PN-246 Dengan Zat Aditif Elektroda Batang Tunggal Saat Kondisi BasahIV-11

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 3-2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



4.3.2. Hasil Pengukuran Resistansi Pentanahan PN-246 Dengan Zat Aditif Elektroda Batang Tunggal Saat Kondisi Kering.....IV-13

4.4. Perbandingan Resistansi Pentanahan PN-246 Dengan Elektroda Batang Tunggal saat Sebelum dan Sesudah Penambahan Zat AditifIV-14

Perbandingan Resistansi Pentanahan PN-246 Berdasarkan Komposisi Zat Aditif pada Elektroda Batang TunggalIV-16

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

KesimpulanV-1

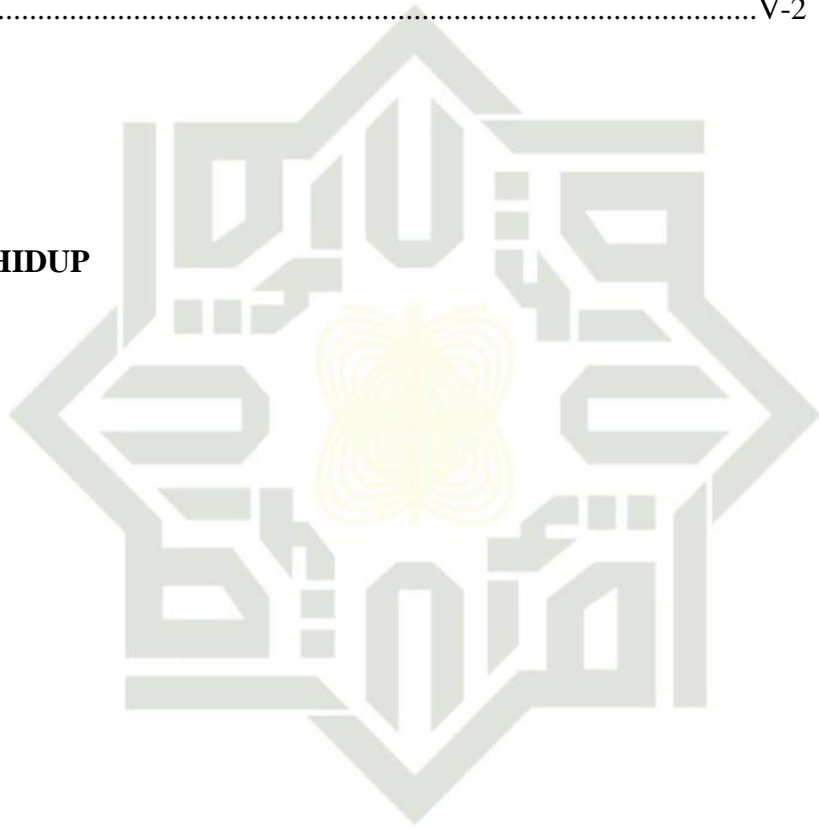
SaranV-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A

LAMPIRAN B

DAFTAR RIWAYAT HIDUP





DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Skema Tranformator.....	II-3
Gambar 2.2. Komponen Tahanan dari suatu Batang Elektroda Pentanahan.....	II-6
Gambar 2.3. Bentuk-bentuk Elektroda Batang.....	II-7
Gambar 2.4. Skema Pengukuran Pentanahan dengan <i>Earth Tester</i>	II-14
Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> Penelitian.....	III-2
Gambar 3.2. Skema Parit Penelitian.....	III-7
Gambar 3.3. Skema Parit Penelitian Setelah Penambahan Zat Aditif.....	III-9
Gambar 4.1. Hasil Pengukuran <i>Grounding</i> PN-246.....	IV-2
Gambar 4.2. Kondisi Tanah pada Transformator PN-246.....	IV-3
Gambar 4.3. Penelitian Menggunakan Elektroda Batang Tunggal	IV-4
Gambar 4.4. Dokumentasi Pengukuran Resistansi PN-246 Kondisi Basah.....	IV-4
Gambar 4.5. Dokumentasi Pengukuran Resistansi PN-246 Kondisi Kering	IV-6
Gambar 4.6. Parit Penanaman Batang Elektroda	IV-7
Gambar 4.7. Jarak Antar Parit Penelitian	IV-7
Gambar 4.8. Bahan Zat Aditif	IV-10
Gambar 4.9. Pencampuran dan Penambahan Zat Aditif	IV-11
Gambar 4.10. Parit Penelitian.....	IV-11
Gambar 4.11. Hasil Ukur Pentanahan PN-246 dengan Zat Aditif Elektroda Batang Tunggal Kondisi Basah.....	IV-12
Gambar 4.12. Hasil Ukur Pentanahan PN-246 dengan Zat Aditif Elektroda Batang Tunggal Kondisi Kering	IV-13
Gambar 4.13. Zat Aditif	IV-17
Gambar 4.14. Media yang akan diukur	IV-17
Gambar 4.15. Dokumentasi Hasil Pengukuran Resistansi Pereduksi	IV-18

DAFTAR TABEL



Tabel

	Halaman
Tabel 2.1. Nilai Resistivitas Jenis Tanah.....	II-8
2. Kandungan Arang Cangkang Kelapa Sawit.....	II-11
1. Data Sekunder dari PT. PLN (Persero) ULP Panam.....	III-4
2. Persentasi Komposisi Penggunaan Zat Aditif.....	III-9
1. Hasil Pengukuran Resistansi Pentanahan PN-246.....	IV-2
2. Hasil Pengukuran dan Perhitungan Resistansi Pentanahan PN-246.....	IV-3
3. Hasil Pengukuran Resistansi Elektroda Batang Tunggal Kondisi Basah....	IV-5
4. Hasil Pengukuran Resistansi Elektroda Batang Tunggal Kondisi Kering ..	IV-6
5. Hasil Timbang Massa Bahan Pereduksi.....	IV-8
6. Volume dan Massa Setiap Kondisi Zat Aditif.....	IV-10
7. Hasil Pengukuran Resistansi dengan Zat Aditif Kondisi Basah.....	IV-13
8. Hasil Pengukuran Resistansi dengan Zat Aditif Kondisi Kering.....	IV-13
9. Perbandingan R Pentanahan PN-246 Sebelum dan Sesudah Penambahan Zat Aditif.....	IV-14
10. Penurunan Persentasi Resistansi Pentanahan Transformator PN-246.....	IV-15
11. Perbandingan Hasil Pengukuran Resistansi Pentanahan PN-246 Berdasarkan Komposisi Terbaik.....	IV-16
12. Resistansi dan Resistivitas Bahan Pereduksi.....	IV-19

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Untuk dipertanggungjawabkan secara akademik, penulisan karya tulis ini harus disertai dengan daftar pustaka yang relevan.
 b. Untuk dipertanggungjawabkan secara akademik, penulisan karya tulis ini harus disertai dengan daftar pustaka yang relevan.
 2. Dilarang menyalin dan memperjualbelikan sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Untuk dipertanggungjawabkan secara akademik, penulisan karya tulis ini harus disertai dengan daftar pustaka yang relevan.
 b. Untuk dipertanggungjawabkan secara akademik, penulisan karya tulis ini harus disertai dengan daftar pustaka yang relevan.

UIN SUSKA RIAU
 Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

UIN SUSKA RIAU

DAFTAR RUMUS

- 2.1 Resistansi Pentanahan
 - a. Resistansi Tanah Pada Elektroda Batang Tunggal
 - b. Resistivitas Tanah
 - c. Resistansi Bahan
 - d. Resistivitas Bahan
 - e. Volume Tabung
 - f. Massa Bahan
 - g. Massa Jenis Bahan
 - h. Persentase Penurunan Resistansi Pentanahan



UIN SUSKA RIAU

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem tenaga listrik tidak lepas dari sistem proteksi, salah satunya yaitu sistem pentanahan (*grounding system*). Sistem pentanahan merupakan sistem proteksi komponen-komponen yang berhubungan dengan listrik sebagai sumber tenaga dari lonjakan listrik terutama petir dan arus abnormal [1]. Sistem pentanahan sebuah hubungan antara perangkaat rangkaian listrik dengan bumi. Pada jaringan distribusi, sistem pentanahan berfungsi sebagai proteksi peralatan dan manusia apabila terjadi gangguan akibat arus abnormal dan tegangan tinggi dari petir [1]. Arus gangguan akan diteruskan ke tanah melalui elektroda pentanahan yang terhubung langsung antara komponen listrik dengan tanah.

Berdasarkan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000, pentanahan yang baik adalah tahanan bernilai kecil. Standar PUIL 2000 nilai tahanan yang berlaku tidak boleh lebih dari 5Ω ($\leq 5\Omega$) atau mendekati nol [2]. Semakin kecil nilai resistansi pentanahan maka kemampuan mengalirkan arus gangguan ke tanah semakin besar sehingga arus gangguan tidak mengalir dan merusak peralatan, ini berarti semakin baik sistem pentanahan tersebut [3]. Begitu sebaliknya, nilai resistansi pentanahan yang buruk adalah resistansi pentanahan bernilai tinggi atau melebihi batas standar.

Beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya nilai resistansi pentanahan yaitu resistivitas tanah dimana resistivitas tanah dipengaruhi oleh keasaman (pH), kandungan air (kelembaban) dan kandungan kimia pada tanah serta temperature tanah [4]. Resistivitas tanah bernilai tinggi memiliki karakteristik tanah yang sedikit kandungan air, temperatur tanah yang tinggi menjadi masalah pada sistem pada pentanahan, keasaman tanah rendah, jenis tanah berbatu dan berpasir dan unsur kimia tanah tidak bagus untuk mereduksi resistansi pentanahan[4]. Terdapat beberapa unsur kimia yang baik sebagai konduktivitas tanah seperti garam, karbon (C), kalium (K) dan unsur logam lainnya [5].

Nilai resistansi pentanahan yang tinggi dapat mempengaruhi kinerja sistem proteksi sebagai pengamanan sistem tenaga listrik saat terjadi gangguan. Hal ini dapat berakibat fatal karena Arus gangguan yang tidak teralirkan ke tanah dapat membahayakan manusia akibat luka-kabar dan efek cidera litrik, merusak peralatan tenaga listrik serta panas yang dihasilkan oleh arus gangguan mengakibatkan kebakaran dan pemadaman [5]. Selain itu,

umur komponen listrik menjadi singkat akibat gangguan-gangguan yang sering terjadi pada sistem.

Berdasarkan IEEE Std. 142-1983, terdapat beberapa cara untuk menurunkan nilai resistansi pentanahan yaitu penambahan jumlah elektroda batang pentanahan, penambahan penanaman elektroda batang dan memberi perlakuan terhadap tanah (*soil treatment*) [6]. Penambahan batang elektroda pentanahan di sekitar sistem pentanahan resistansi tinggi terbukti mampu mereduksi nilai resistansi pentanahan tinggi. Semakin banyak elektroda yang digunakan maka semakin kecil nilai resistansi tanah yang dihasilkan [7]. Penelitian dengan memperdalam penanaman elektroda batang memang dapat menurunkan resistansi pentanahan, semakin dalam dan semakin panjang elektroda batang yang ditanamkan maka semakin kecil nilai resistansi yang dihasilkan [6]. *Soil treatment* yang baik ialah penanganan yang mampu mereduksi resistansi pentanahan sebesar 15 – 90% [6].

Perlakuan khusus terhadap tanah (*soil treatment*) merupakan metode yang cukup efektif untuk menurunkan resistansi pentanahan yang tinggi. *Soil treatment* dilakukan dengan memberi zat aditif atau unsur kimia di sekitar elektroda pentanahan. Hal ini terbukti mampu menurunkan resistansi pentanahan yang tinggi. Penambahan zat aditif yang mengandung unsur kimia seperti kalsium klorida, magnesium klorida, karbon, bentonit, garam dan unsur lainnya yang dapat mereduksi resistansi pentanahan 15 – 90% [6]. Unsur-unsur kimia tersebut terkandung di beberapa bahan seperti arang, garam, bentonit, *gypsum* dan lain-lain.

Garam merupakan larutan elektrolit yang dapat menghantarkan arus listrik ke dalam tanah sehingga dapat meningkatkan konduktivitas di dalam tanah [4]. Penelitian dengan penambahan zat aditif berupa garam terbukti mampu menurunkan resistansi pentanahan yang sangat signifikan yaitu sebesar rata-rata 48% dari nilai semula [8]. Hal ini dikarenakan sifat garam yang mengikat tanah sehingga komposisi tanah menjadi berubah dan menjadi lebih liat dan lengket dengan elektroda pentanahan [8]. Selain itu, garam bersifat higroskopis berarti mudah menyerap air sehingga bagus untuk menjaga kelembaban tanah [4].

Percobaan mereduksi resistansi pentanahan dengan metode *soil treatment* menggunakan limbah puing bangunan terbukti efektif untuk menurunkan resistansi pentanahan. Berdasarkan penelitian, respon terbaik untuk mereduksi resistansi pentanahan antara bentonit, kapur dan puing bangunan yaitu pencampuran tanah dengan limbah puing

bangunan, kemudian diikuti dengan kapur dan bentonit [9]. Limbah puing bangunan mampu mereduksi resistansi pentanahan yang tinggi karena kandungan zat kapur (Ca) dan mineral liat kaolinit pada puing mampu menahan air dan meningkatkan keasaman tanah

sehingga konduktivitas tanah meningkat [9]. Semakin tinggi pH pada tanah maka tahanan jenis tanah yang dihasilkan akan semakin kecil [10]. Batu bata pada puing bangunan juga membantu dalam penyerapan air di dalam tanah sehingga kelembaban tanah terjaga [10].

Salah satu jenis garam, percobaan mereduksi nilai resistansi pentanahan menggunakan arang cangkang kelapa sawit juga terbukti mampu menurunkan resistansi pentanahan. Berdasarkan penelitian, persentase penurunan nilai resistansi pentanahan menggunakan arang cangkang kelapa sawit sebesar 72,93% untuk jenis tanah gambut dan 65,08% untuk jenis tanah liat [3]. Semakin banyak arang cangkang kelapa sawit yang digunakan maka semakin baik nilai resistansi tanah yang dihasilkan. Arang merupakan suatu bahan padat organik yang mengandung unsur karbon [11]. Karbon berfungsi sebagai penyerap, karena karbon bersifat *higroskopis* berarti mudah menyerap tanah, artinya kelembaban tanah akan bertambah dan menurun sehingga dapat meningkatkan konduktivitas atau daya hantar listrik pada tanah [1]. Selain itu, arang juga mengandung unsur kalium yang merupakan salah satu unsur larutan garam, dimana garam merupakan zat elektrolit yang dapat menghantarkan listrik sehingga akan meningkatkan daya hantar listrik ke dalam tanah [3]. Arang sendiri juga mengandung abu yang kaya akan kation yang mampu meningkatkan pH tanah sehingga meningkatkan daya tahan tanah [2].

Tanah yang memiliki kelembaban yang tinggi tentu sangat baik untuk sistem pentanahan. Hal ini dibuktikan dari sebuah penelitian sistem pentanahan pada kondisi tanah basah dan kering. Dibuktikan hasil penelitian menggunakan elektroda batang saat kondisi kering resistansi pentanahan memiliki nilai yang tinggi dibanding kondisi tanah basah [12]. Semakin tinggi kadar air atau kelembaban tanah maka resistansi tanah yang dihasilkan akan semakin kecil.

PT. PLN (Persero) ULP Panam merupakan perusahaan yang fokus di bidang kelistrikan khusus di area Panam. Berdasarkan data inspeksi jaringan PLN, masih banyak ditemukan transformator distribusi yang memiliki nilai resistansi pentanahan yang tinggi. Salah satunya yaitu transformator distribusi PN-246. Sistem pentanahan yang digunakan PN-246 adalah elektroda batang tunggal. Alasan PLN menggunakan elektroda batang pada sistem pentanahannya yaitu karena mudah diaplikasikan dan tidak membutuhkan lahan luas serta harganya lebih murah dibandingkan jenis elektroda yang lainnya. Transformator

PN-246 terletak di Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Riau. Transformator PN-246 menyuplai listrik di sekitar lingkungan tersebut sehingga sangat mempengaruhi kegiatan mahasiswa dan masyarakat yang ada di sana jika terjadi gangguan.

Berdasarkan data inspeksi jaringan dan wawancara dengan Bapak Trian Menda selaku Supervisor PLN Panam, transformator PN-246 memiliki nilai resistansi pentanahan yang tinggi yaitu sebesar 88Ω , berarti belum memenuhi standar PUIL 2000. Hal ini disebabkan dan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu resistivitas tanah, temperatur tanah lembaban atau kadar air dan keasaman tanah rendah serta unsur tanah yang bersifat tidak konduktif.

Berdasarkan hasil wawancara yang sudah dilakukan, tindakan yang sudah diterapkan oleh ULP Panam untuk meredam resistansi pentanahan yang tinggi adalah dengan menambahkan elektroda batang tersusun paralel di sekitar pentanahan yang bermasalah. Elektroda akan ditambahkan jumlah dan kedalamannya sampai nilai resistansi pentanahan ke batas normal. Sejauh ini, tindakan yang sudah dilakukan PLN belum dapat meredam resistansi yang rendah dan nilai resistansi pentanahan masih ternilai tinggi di atas standar. Sehingga perlu dilakukan penanganan khusus pada sistem pentanahan agar resistansi yang tinggi tereduksi.

Salah satu metode yang belum diterapkan oleh PLN ULP Panam untuk mereduksi resistansi pentanahan yang tinggi yaitu metode *soil treatment*. Peneliti menggunakan metode ini sebagai pereduksi resistansi pentanahan PN-246 dengan memanfaatkan arang cangkang kelapa sawit, limbah puing bangunan dan garam menggunakan elektroda batang tunggal. Penelitian ini dikembangkan dari beberapa penelitian sebelumnya dengan harapan mampu mengatasi masalah resistansi pentanahan yang tinggi.

Penelitian dilakukan di Provinsi Riau, dimana Riau menjadi daerah yang memiliki potensi kelapa sawit terluas di Indonesia, tercatat di Badan Pusat Statistik (BPS) Riau luas area perkebunan kelapa sawit di Riau seluas 2,53 juta hektar di tahun 2019 [13]. Dengan potensi yang sangat besar dan mudah ditemukan, maka menggunakan arang cangkang kelapa sawit tepatlah kiranya produk ini bisa dijadikan sebagai bahan alternatif untuk bahan pereduksi resistansi pentanahan selain kandungannya yang bagus sebagai pereduksi pentanahan. Pemanfaatan limbah puing bangunan menjadi bahan alternatif pereduksi yang ekonomis dan mudah ditemukan, dimana limbah ini menjadi masalah lingkungan suburban yang tidak termanfaatkan serta unsur yang terdandung pada puing terbukti mampu mereduksi resistansi pentanahan [9]. Selain itu, garam juga sangat baik dijadikan sebagai

peredam resistansi pentanahan yang tinggi karena merupakan larutan elektrolit yang baik sebagai daya hantar listrik. Ketiga bahan *soil treatment* tersebut sudah terbukti di beberapa penelitian sebelumnya untuk dijadikan pereduksi sistem pentanahan yang tinggi.

Penelitian dilakukan dengan memberi perlakuan khusus pada tanah (*soil treatment*) dengan menambahkan dan bervariasi komposisi arang cangkang kelapa sawit, puing bangkai ikan dan garam menggunakan elektroda batang tunggal. Terdapat tiga parit yang mempunyai variabel penelitian dengan diameter 20 cm dan kedalaman 1 meter. Parit diberi nama A, B, dan C dengan jarak antar parit 2 meter, dimana jarak penanaman antar elektroda pada batang ialah dua kali panjang elektroda yang ditanam ke dalam tanah [14]. Masih masing parit berisi bahan zat aditif berupa arang cangkang kelapa sawit, puing bangkai ikan dan garam dengan persentasi komposisi yang sudah ditentukan [4]. Hal ini dilakukan untuk mengetahui komposisi zat aditif terbaik sebagai pereduksi resistansi pentanahan.

Pengukuran dilakukan saat kondisi basah dan kering. Penelitian saat kondisi basah dilakukan setelah terjadinya hujan untuk mengetahui resistansi pentanahan saat tanah dalam kondisi terbaik. Kemudian pengukuran saat kondisi kering dimana tanah dibiarkan kering tanpa terkena hujan. Saat dalam proses pengukuran terjadi hujan, maka dilakukan pengukuran selama 7 hari ke depan agar mendapatkan kondisi tanah yang diinginkan. Pengukuran resistansi tanah saat kondisi kering bertujuan untuk mengetahui resistansi pentanahan saat kondisi tanah terbutuk. Resistansi pentanahan diukur menggunakan *earth tester* dengan metode tiga titik. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga sampai lima kali dalam kali pengukuran untuk mendapatkan hasil yang akurat [6].

Berdasarkan penjelasan dan uraian sebelumnya, penulis tertarik untuk melaksanakan penelitian mengenai “**Reduksi Resistansi Pentanahan dengan Zat Aditif Elektroda Batang Tunggal (Studi Kasus : Transformator Distribusi PN-246 PT. PLN (Persero) ULP Panam**”

2.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang untuk mengetahui hasil penelitian, maka dapat diketahui rumus masalahnya adalah:

1. Berapa nilai resistansi dan resistivitas tanah pada sistem pentanahan PN-246 di PT. PLN (Persero) ULP Panam?
2. Berapa nilai resistansi pentanahan transformator PN-246 saat kondisi basah dan kering menggunakan elektroda batang tunggal?



3. Bagaimana pengaruh penambahan zat aditif berupa arang cangkang kelapa sawit, puing bangunan dan garam sebagai *soil treatment* saat kondisi basah dan kering pada sistem pentanahan PN-246 menggunakan elektroda batang tunggal?

4. Bagaimana perbandingan resistansi pentanahan PN-246 saat sebelum dan sesudah penambahan arang cangkang kelapa sawit, puing bangunan dan garam menggunakan elektroda batang tunggal?

5. Bagaimana perbandingan antara 3 parit penelitian dengan variasi komposisi arang cangkang kelapa sawit, puing bangunan dan garam yang memiliki komposisi terbaik sebagai pereduksi resistansi pentanahan?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menganalisis nilai resistansi dan resisitivitas tanah pada sistem pentanahan PN-246 di PT. PLN (Persero) ULP Panam.
2. Menganalisis nilai resistansi pentanahan transformator PN-246 saat kondisi basah dan kering menggunakan elektroda batang tunggal.
3. Menganalisis pengaruh penambahan arang cangkang kelapa sawit, puing bangunan dan garam terhadap resistansi pentanahan saat kondisi basah dan kering menggunakan elektroda tunggal.
4. Menganalisis perbandingan resistansi pentanahan PN-246 saat sebelum dan sesudah penambahan arang cangkang kelapa sawit, puing bangunan dan garam menggunakan elektroda batang tunggal.
5. Menganalisis komposisi terbaik antara arang cangkang kelapa sawit, puing bangunan dan garam sebagai pereduksi resistansi pentanahan PN-246.

1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini fokus untuk membahas resistansi sistem pentanahan pada transformator distribusi sehingga penulisan ini penulis batasi hanya pada topik yang penulis bahas ialah antara lain:

1. Resistansi pentanahan sesuai dengan ketentuan Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) tahun 2000.
2. *Soil treatment* berupa arang cangkang kelapa sawit, limbah puing bangunan dan garam sebagai pereduksi resistansi pentanahan.
3. Elektroda batang tunggal berbahan tembaga dengan panjang yang sama.



4. Pentanahan pada transformator distribusi PN-246 di PT. PLN (Persero) ULP Panam.

5. Pengujian dilakukan saat tanah berkondisi basah dan kering.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini ialah antara lain:

- 1. Sebagai bahan rujukan untuk pembuatan sistem pentanahan yang baik.
- 2. Sebagai rujukan penelitian selanjutnya dan untuk praktek di lapangan.
- 3. Bisa menjadi bahan pereduksi alternatif sebagai pengganti bahan pereduksi yang sulit didapat.
- 4. Memanfaatkan limbah agar memiliki nilai jual dan bermanfaat bagi dunia kelistrikan serta menjaga lingkungan tetap baik.

Hak cipta dimiliki UIN Suska Riau
 State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
 Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.





BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait

Pada penelitian untuk mereduksi resistansi pentanahan dengan zat aditif menggunakan elektroda batang tunggal di transformator distribusi PN-246, perlu beberapa penelitian terkait sebagai pedoman dan acuan untuk terlaksanakannya penelitian ini dengan menjadi sebuah solusi untuk resistansi pentanahan yang tinggi pada transformator ULP Panam. Penelitian ini menggunakan metode *soil treatment*, artinya melakukan khusus pada tanah dimana mengubah komposisi kimia tanah dengan menambahkan zat aditif [4]. Zat aditif dapat berupa bentonit, arang, garam, *gypsum* dan lain-

Salah satu bahan yang mengandung zat aditif adalah arang cangkang kelapa sawit. Berdasarkan penelitian sebelumnya, arang cangkang kelapa sawit mampu mereduksi resistansi pentanahan sebesar 72,93% pada tanah gambut dan 65,08% pada tanah liat [3]. Alasan arang cangkang kelapa sawit bagus digunakan menjadi pereduksi sistem pentanahan ialah karena arang cangkang kelapa sawit mengandung unsur karbon aktif yang berfungsi sebagai penyerap (*higroskopis*) sehingga mampu mempertahankan kelembaban tanah dan dapat meningkatkan konduktifitas listrik atau daya hantar listrik pada tanah [3]. Arang cangkang kelapa sawit memiliki unsur karbon aktif sekitar 48% serta mengandung unsur kalium. Kalium merupakan salah satu unsur larutan garam, dimana garam merupakan zat elektrolit yang dapat menghantarkan listrik sehingga akan meningkatkan daya hantar listrik ke dalam tanah [3]. Arang sendiri juga mengandung abu yang kaya akan kation yang mampu meningkatkan pH tanah sehingga meningkatkan daya hantar tanah [2]. Semakin banyak arang cangkang kelapa sawit yang digunakan maka semakin baik nilai resistansi yang dihasilkan [3].

Bukan arang cangkang kelapa sawit saja yang terbukti baik sebagai pereduksi resistansi pentanahan, garam juga dikenal sangat baik digunakan sebagai pereduksi nilai tahanan yang tinggi. Garam merupakan zat elektrolit yang dapat menghantarkan listrik ke dalam tanah sehingga dapat meningkatkan konduktivitas atau daya hantar listrik di dalam tanah [4]. Garam menjadi zat aditif yang baik sebagai pereduksi resistansi pentanahan berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya. Garam bersifat higroskopis sehingga mudah menyerap air sehingga dapat menjaga kelembaban pada tanah [4]. Selain itu, garam



Hak Cipta Ditanggung
Dilindungi Undang-undang
a. Pengunaan diperuntukan
b. Pengunaan hak cipta
c. Pengunaan hak cipta
d. Pengunaan hak cipta
e. Pengunaan hak cipta
f. Pengunaan hak cipta
g. Pengunaan hak cipta
h. Pengunaan hak cipta
i. Pengunaan hak cipta
j. Pengunaan hak cipta
k. Pengunaan hak cipta
l. Pengunaan hak cipta
m. Pengunaan hak cipta
n. Pengunaan hak cipta
o. Pengunaan hak cipta
p. Pengunaan hak cipta
q. Pengunaan hak cipta
r. Pengunaan hak cipta
s. Pengunaan hak cipta
t. Pengunaan hak cipta
u. Pengunaan hak cipta
v. Pengunaan hak cipta
w. Pengunaan hak cipta
x. Pengunaan hak cipta
y. Pengunaan hak cipta
z. Pengunaan hak cipta

bersifat mengikat tanah sehingga komposisi tanah menjadi lebih liat dan lengket dengan elektroda [8].

Selain garam dan arang cangkang kelapa sawit, limbah puing bangunan mampu mereduksi resistansi pentanahan dan terbukti efektif untuk menurunkan resistansi pentanahan. Berdasarkan penelitian sebelumnya, respon terbaik untuk mereduksi resistansi pentanahan antara bentonit, kapur dan puing bangunan yaitu pencampuran tanah dengan limbah puing bangunan, kemudian diikuti dengan kapur dan bentonit [9]. Limbah puing bangunan mampu mereduksi resistansi pentanahan yang tinggi karena kandungan zat kapur dan mineral liat kaolinit pada puing mampu menahan air dan meningkatkan keasaman tanah sehingga konduktivitas tanah meningkat [9]. Semakin tinggi pH pada tanah maka akan jenis tanah yang dihasilkan akan semakin kecil [10]. Batu bata pada puing bangunan juga membantu dalam penyerapan air di dalam tanah sehingga kelembaban tanah terjaga [9].

Kelembaban tanah menjadi hal yang sangat mempengaruhi nilai baik atau buruknya nilai resistansi pentanahan. Berdasarkan penelitian sebelumnya, nilai resistansi pentanahan ini didapat pada kondisi tanah basah. Sebaliknya, jika dibandingkan dengan kondisi tanah yang kering, nilai resistansi bernilai tinggi. Dapat disimpulkan, resistansi pentanahan pada kondisi tanah basah dan kering dipengaruhi oleh kelembaban atau kandungan air pada tanah [12]. Semakin tinggi kandungan air atau kelembaban tanah, maka resistansi pentanahan yang dihasilkan akan semakin baik.

Dalam melakukan reduksi resistansi pentanahan transformator PN-246, jurnal penelitian yang paling mendekati sebagai pedoman peneliti ialah jurnal dengan judul Analisis Penggunaan Bentonit *Gypsum* dan Garam Sebagai Zat Aditif untuk *Soil Treatment* Pada Sistem Pentanahan Menggunakan Elektroda Batang” [4]. Penelitian ini menjadi pedoman utama saat dilakukan penambahan dan menentukan variasi komposisi zat aditif sebagai variabel penelitian. Kemudian, peneliti menggabungkan beberapa variabel dari penelitian-penelitian sebelumnya seperti bahan penggunaan bahan zat aditif sebagai pereduksi resistansi pentanahan transformator distribusi PN-246.

Pengembangan yang dilakukan pada penelitian ini adalah penggunaan sistem pentanahan yang ada pada transformator distribusi, dimana penelitian ini melakukan percobaan penambahan arang cangkang kelapa sawit, limbah puing bangunan dan garam sebagai *soil treatment* dengan menggunakan elektroda batang tunggal. Ketiga bahan zat



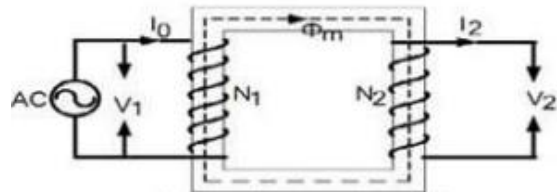
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber atau dengan cara lain.
 2. Dilarang menggunakan sebagian atau seluruh karya tulis ini untuk tujuan komersial atau untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 3. Dilarang mengutip, menyalin, menjiplak, menduplikasi, atau melakukan tindakan lain yang melanggar hak cipta tanpa izin UIN Suska Riau.

aditif ini dipilih sebagai bahan pereduksi karena berdasarkan penelitian sebelumnya bahan-bahan tersebut terbukti efektif digunakan sebagai pereduksi resistansi pentanahan. Penelitian ini dilakukan dengan menambahkan dan bervariasi arang cangkang Kelapa Sawit, puing bangunan dan garam sebagai *soil treatment* pada tanah dengan elektroda batang tunggal. Penambahan dan variasi zat aditif ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan zat aditif terhadap resistansi pentanahan dengan elektroda batang tunggal dan mengetahui komposisi zat aditif terbaik yang digunakan sebagai pereduksi. Namun, tujuan utama penelitian ini yaitu metode *soil treatment* mampu menurunkan resistansi pentanahan sesuai dengan standar penurunan yang telah ditetapkan oleh IEEE (142-1983), yaitu kisaran 15-90% dan PUIL 2000 yaitu dengan resistansi pentanahan kurang atau sama dengan $5 \Omega (\leq 5 \Omega)$ atau mendekati nol [6].

Landasan Teori

2.1.1 Pengertian Dasar Transformator

Transformator adalah salah satu komponen sistem tenaga listrik yang berperan sebagai mengubah dan menaikkan atau menurunkan tegangan sesuai dengan kebutuhan [15]. Transformator digunakan dalam bidang kelistrikan maupun elektronika. Pada sistem tenaga listrik, transformator berperan sebagai memiliki tegangan, menaik dan menurunkan tegangan sesuai dengan kebutuhan. Misalnya, kebutuhan akan tegangan tinggi dalam pengiriman daya listrik jarak jauh. Dengan kondisi transformator yang handal akan dipipinya tegangan yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan. Selain itu transformator berfungsi untuk merubah atau mentransfer arus bolak-balik ke arus searah ataupun sebaliknya sehingga transformator banyak digunakan untuk pembangkit dan penyaluran tegangan listrik [15].



Gambar 2.1. Skema Tranformator [15]

2.2.1 Prinsip Kerja Transformator

Prinsip kerja transformator didasarkan pada hukum Lorentz dan hukum Faraday, dimana arus listrik dapat menimbulkan medan magnet dan sebaliknya medan magnet dapat menimbulkan arus listrik [15]. Ketika arus bolak-balik diterapkan pada salah satu belitan transformator, jumlah garis gaya magnet berubah, sehingga induksi terjadi pada sisi primer

dan sisi sekunder menerima garis gaya magnet dari sisi primer, yang jumlahnya . juga berubah. Artinya, sisi sekunder juga timbul induksi dan kedua ujung kumparan terdapat beda tegangan [15].

2.2.3. Jenis-jenis Transformator

Terdapat beberapa jenis transformator tergantung dengan keperluan serta kegunaan dari transformator tersebut. Diantaranya transformator yang berguna untuk pembangkit tenaga listrik sebagai distribusi dan transmisi tenaga listrik. secara umum, ada beberapa jenis transformator yang digunakan antara lain sebagai berikut [15].

Jenis Transformator Berdasarkan Level Tegangan

Jenis transformator berdasarkan tegangan memiliki klasifikasi berdasarkan jumlah lilitan kumparan primer dan sekunder.

a. Transformator *Step-up*

Transformator *step-up* merupakan trafo yang berperan menaikkan tegangan AC yang memiliki tegangan rendah menjadi tegangan yang lebih tinggi. Untuk menaikkan tegangan, jumlah lilitan pada kumparan harus diperbanyak dari kumparan primer [15]. Pada pembangkit listrik jenis trafo ini digunakan untuk meningkatkan tegangan yang dihasilkan oleh generator atau pembangkit, transmisi, dan inverter. Besar tegangan outputnya yaitu 220 V, 11 kV, atau lebih.

b. Transformator *Step-Down*

Transformator *step-down* merupakan trafo yang berperan untuk menurunkan tegangan listrik dari tegangan tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah. Untuk menurunkan tegangan, jumlah lilitan kumparan primer harus lebih banyak dibanding lilitan kumparan sekunder [15]. Transformator jenis ini digunakan pada perangkat elektronik. Besar tegangan outputnya yaitu antara 5 V hingga 110 V.

Jenis Transformator Berdasarkan Penggunaannya

Pada jenis transformator ini klasifikasi yang digunakan adalah dari penggunaan transformator tersebut. Diantaranya yaitu sebagai berikut.

1. Transformator Daya

Transformator daya merupakan trafo yang berperan dalam menyalurkan daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya. Jenis transformator ini biasanya berada pada gardu induk.



2. Transformator Distribusi

Transformator distribusi dikenal juga dengan transformator *step-down* penurunan tegangan dari transmisi ke jaringan distribusi. transformator jenis ini menyalurkan tenaga listrik ke konsumen dari tegangan tinggi atau menengah ke tegangan rendah melalui saluran transmisi.

2.4. Sistem Pentanahan Pada Transformator

Sistem pentanahan merupakan suatu penghantar yang berguna menyalurkan arus lebih atau abnormal ke dalam tanah dan berperan sebagai proteksi terhadap manusia dari tenaga listrik [4]. Sistem pentanahan yang baik memiliki nilai yang sekecil-kecilnya atau mendekati angka nol. Semakin kecil nilai resistansi pentanahan maka kemampuan menyalurkan tenaga listrik ke tanah semakin besar sehingga arus gangguan tidak merusak komponen atau peralatan listrik, artinya semakin baik sistem pentanahan tersebut [1].

Sistem pentanahan pada jaringan distribusi berguna sebagai proteksi langsung terhadap peralatan dan manusia bila terjadi gangguan atau kebocoran arus akibat kegagalan isolasi dan tegangan lebih yang berasal dari petir [1]. Petir dapat menimbulkan arus gangguan dan tegangan lebih yang dapat mengalir ke sistem, dengan adanya sistem pentanahan yang baik maka arus dan tegangan gangguan dapat dialirkan langsung ke tanah.

Ada beberapa jenis sistem pentanahan pada transformator yaitu sebagai berikut.

1. Pentanahan Titik Netral Sistem

Pada sistem tenaga yang semakin besar dengan panjang saluran dan besarnya tegangan, akan menimbulkan arus gangguan yang semakin besar pula. Jika gangguan tanah lebih besar, busur listrik tidak dapat padam dengan sendirinya dan gejala busur tanah lebih menonjol [17]. Hal ini memiliki dampak besar terhadap peralatan dan dapat membahayakan manusia sekitar karena terjadi tegangan sentuh. Oleh karena itu, pada sistem tenaga besar (pada sistem Y) titik netral sistem ditanahkan melalui tahanan [17].

Beberapa tujuan dari pentanahan titik netral sistem, yaitu:

- a. Menghilangkan busur api pada sistem.
- b. Memproteksi tegangan fasa yang sehat.
- c. Meningkatkan *reliability* dalam penyaluran tenaga listrik.
- d. Mengurangi tegangan lebih yang disebabkan oleh penyalan bunga api muncul berulang kali.
- e. Membantu dalam menentukan lokasi gangguan.

2. Pentanahan *Arrester*

Pentanahan *arrester* berperan penting dalam sistem koordinasi instalasi sistem tenaga listrik sehingga sistem ini harus diaplikasikan memenuhi syarat teknis. Umumnya

arrester diaplikasikan dengan pentanahan pentanahan lokal, yaitu *Rod* yang ditanamkan dalam tanah dekat dengan *arrester*. Dari terminal pentanahan *arrester* dihubungkan ke *Rod* menggunakan konduktor, nilai tahanan dibuat sekecil mungkin dengan batas tidak boleh lebih 5 Ω [17]. *Expulsion Type Lightning Arrester* merupakan jenis *arrester* yang serupanya digunakan sebagai tabung untuk peralatan listruk yang berfungsi menangkas

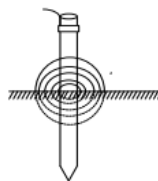
2. Pentanahan Peralatan

Pentanahan Peralatan merupakan pentanahan bagian dari peralatan dimana pada kerja normal tidak dilalui oleh arus [17]. Tujuan dari pentanahan peralatan adalah untuk membatasi tegangan antara bagian-bagian ini dengan tanah sampai pada batas nilai aman untuk semua kondisi operasi normal atau tidak normal. Selain itu, untuk memperoleh impedansi yang kecil dari jalan balik arus hubung singkat ke tanah [17].

2.1. Elektroda Pentanahan

Elektroda pentanahan adalah suatu penghantar yang ditanamkan ke dalam tanah dan memiliki kontak langsung dengan tanah. Kontak langsung ini bertujuan sebagai jalur arus yang mengalir apabila terjadi gangguan sehingga arus tersebut disalurkan ke tanah [17]. Elektroda Batang (*Rod*) merupakan elektroda yang terbuat dari tembaga yang ditanamkan ke dalam tanah yang digunakan untuk pentanahan berfungsi menghasilkan arus gangguan ke tanah [11].

Konduktor digunakan sebagai elektroda pentanahan yang terbuat dari besi, aluminium dan tembaga. Dari ketiga jenis bahan tersebut memiliki sifat mekanis, listrik dan kimiawi maka tembaga mempunyai keunggulan yang lebih tinggi dibanding bahan yang lainnya. Dari segi harga cenderung lebih mahal, tetapi mengingat kesulitan yang timbul bila elektroda tersebut mengalami kerusakan baik pengaruh listrik, kekanis dan kimiawi maka tembaga lebih unggul serta tembaga tahan dari korosi [17].



Gambar 2.2. Komponen Tahanan dari suatu Batang Elektroda Pentanahan [17]

Untuk mendapatkan resistansi pentanahan yang kecil, diperlukan elektroda pentanahan. Prinsip dasar untuk memperoleh tahanan yang kecil adalah dengan membuat permukaan elektroda bersentuhan dengan tanah sebesar mungkin. Perhitungan besar nilai tahanan pentanahan peralatan dapat dicari menggunakan persamaan berikut [18].

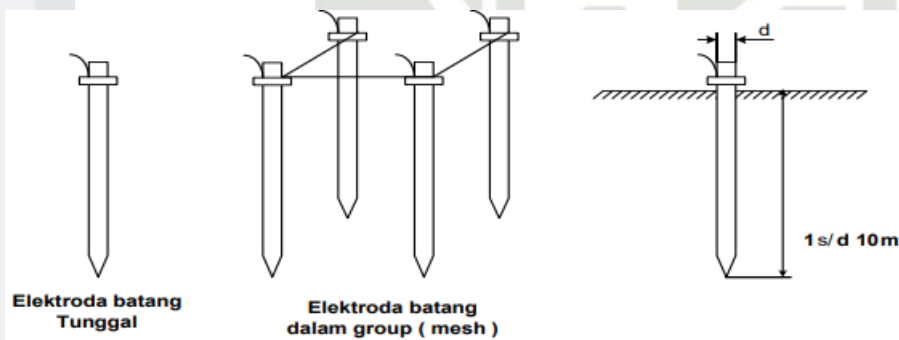
$$(2.1)$$

Resistansi Pentanahan (Ω)

Tahanan Jenis Tanah (Ω)

3. Elektroda Bentuk Batang (Rod)

Elektroda Batang (Rod) merupakan jenis elektroda yang paling umum digunakan yang berbentuk batangan atau pipa yang ditanamkan tegak lurus ke dalam tanah dengan kedalaman antara 1 – 10 meter [17]. Elektroda ini terbuat dari bahan tembaga, *stainless steel* atau *galvanis steel*. Pada pemilihan bahan sangat diperhatikan agar terhindar dari galvanic couple yang dapat menyebabkan korosi [4]. Dalam penggunaannya, jumlah serta ukuran elektroda batang yang dipilih akan disesuaikan dengan kebutuhan sistem pentanahan itu sendiri [12].



Gambar 2.3. Bentuk-bentuk Elektroda Batang [17]

Semakin banyak jumlah elektroda yang ditanam tegak lurus ke dalam tanah maka resistansi pentanahannya semakin kecil dan distribusi tegangan akan lebih merata [17]. Secara teknis elektroda batang mudah dalam pengaplikasiannya, yaitu dengan menancapkannya ke dalam tanah. Kelebihan elektroda ini tidak membutuhkan lahan yang luas dan perawatannya sederhana [11].

Persamaan resistansi pentanahan untuk elektroda batang tunggal dapat dihitung dengan Persamaan 2.2. sebagai berikut [14]:

$$R = \frac{\rho}{2\pi a} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) \quad (2.2)$$

Definisi:

- ρ = Tahanan Jenis Tanah (Ωm)
- R = Tahanan Pentanahan (Ω)
- L = Panjang Elektroda yang ditanam ke dalam tanah (m)
- a = Jari-jari Elektroda Pentanahan (m)

2.1.1 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Tahanan Jenis Tanah

Harga tahanan jenis tanah pada daerah kedalam yang terbatas tergantung dari beberapa faktor, yaitu [11]:

1. Jenis tanah
2. Lapisan tanah
3. Kandungan air/kelembaban tanah
4. Temperatur tanah
5. Keasaman (pH) tanah

Dalam sistem pentanahan jenis tanah sangat mempengaruhi baik atau buruknya sistem pentanahan tersebut, hal itu disebabkan karena tidak semua jenis tanah ini memiliki nilai resistansi pentanahan yang baik [2]. Nilai resistansi tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor yang sudah dipaparkan sebelumnya. Seain itu, nilai resistansi tanah dipengaruhi oleh tinggi atau rendahnya resistivitas tanah itu sendiri [4]. Berdasarkan PUIL tahun 2000, nilai tahanan jenis tanah dapat ditunjukkan pada Tabel 2.1. berikut [4].

Tabel 2.1. Nilai Resistivitas Tanah [2]

No	Jenis Tanah	Resistansi Jenis Tanah (Ωm)
1.	Tanah Rawa	30
2.	Tanah Liat dan Tanah Ladang	100
3.	Pasir Basah	200
4.	Kerikil Basah	500
5.	Pasir dan Kerikil Kering	1000
6.	Tanah Berbatu	3000

Resistivitas tanah dapat dihitung menggunakan persamaan berikut [8]:

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

Dengan :

ρ tahanan jenis tanah (Ωm)

R tahanan pentanahan elektroda (Ω)

L panjang elektroda yang ditanam (m)

r jari-jari elektroda (m)

Nilai tahanan dalam sistem pentanahan diharapkan serendah mungkin. Dalam sistem pentanahan, semakin kecil nilai resistansi pentanahan maka kemampuan untuk menyalurkan arus ke tanah semakin besar sehingga arus gangguan tidak mengalir dan peralatan, ini berarti semakin baik sistem pentanahan tersebut. Sistem pentanahan yang baik memiliki nilai resistansi mendekati nol [1]. Berdasarkan standar Peraturan Instalasi Listrik (PUIL) tahun 2000, nilai resistansi pentanahan yang bagus adalah sebesar $\leq 5\Omega$ [2].

Hal yang berpengaruh besar terhadap tinggi dan rendahnya nilai pada pentanahan adalah kandungan air atau kelembaban tanah. pada kondisi kering air yang ada pada tanah berkurang sehingga daya hantar yang diberikan menjadi kecil [16]. Sedangkan pada kondisi basah dimana air pada tanah mengalami kenaikan dan kondisi tanah lembab, sehingga nilai resistansi menjadi lebih rendah dan daya hantar listrik menjadi besar [6]. Dapat disimpulkan semakin tinggi nilai kandungan air dalam tanah maka tahanan jenis tanah semakin rendah dan begitu sebaliknya.

2.2.8 Metode *Soil Treatment*

Nilai resistansi tanah sangat dipengaruhi oleh nilai resistansi jenisnya [4]. Maka perlu dilakukan pengukuran secara akurat dari karakteristik tanah yang ada dan biasanya dalam pengukuran keadaan makin dalam elektroda ditanam akan ditemukan kendala dalam pengukuran resistansi jenis tanah, karena akan membutuhkan waktu dan peralatan yang lebih kompleks sehingga tidak efisien dan ekonomis [4].

Namun untuk mendapatkan pentanahan yang serendah mungkin sulit untuk didapatkan adanya upaya khusus menurunkan resistansi pentanahan [9]. Upaya untuk mendapatkan nilai resistansi jenis tanah yang kecil dengan merubah diameter elektroda batangnya hanya berpengaruh sedikit terhadap penurunan nilai resistansi pentanahan. Upaya lain dilakukan perlakuan khusus pada tanah dengan mengubah komposisi kimia tanah dengan (*soil treatment*) dengan menambahkan zat aditif [4].

Berdasarkan standar IEEE (142-1983), dalam menurunkan resistansi pentanahan yaitu kisaran 15-90% [6]. Memberikan perlakuan terhadap tanah (*soil treatment*)



UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Dikuasai Masyarakat
Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
Dilarang menyalin, mendistribusikan, atau memperjualbelikan sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
Dilarang menyalin, mendistribusikan, atau memperjualbelikan sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Dikuasai Masyarakat
Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
Dilarang menyalin, mendistribusikan, atau memperjualbelikan sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

merupakan metode yang cukup efektif dalam menurunkan tahanan pentanahan pada tanah jenis tanah tinggi [6]. Metode ini dapat dilakukan dengan pemberian unsur kimia seperti sodium klorida, kalsium klorida, magnesium klorida atau tembaga sulfat, dan bentonit dapat mereduksi nilai resistansi pentanahan antar 15% sampai dengan 90% [6].

Penerapan perlakuan terhadap tanah dengan menambahkan unsur kimia memang telah terbukti dapat menurunkan nilai resistansi pentanahan [6].

Beberapa zat aditif yang ditambahkan di dalam tanah terbukti mampu menurunkan tahanan jenis tanah. beberapa jenis garam yang secara alamiah di dalam tanah cenderung bersifat konduktif dan menurunkan tahanan jenis tanahnya [9]. Penerapan metode *soil treatment* ini dapat dilakukan dengan penambahan arang cangkang kelapa sawit, limbah bangunan dan garam, dimana ketiga bahan ini dapat merubah kandungan tanah. Berikut kandungan dan fungsi dari bahan tambahan ini:

Kelapa Sawit

Kelapa sawit merupakan tanaman penghasil minyak nabati yang dapat diandalkan. Dalam pengolahan minyak kelapa sawit menghasilkan limbah padat, limbah cair dan limbah gas [3]. Salah satu limbah yang dapat dimanfaatkan sebagai zat aditif sistem pentanahan adalah cangkang kelapa sawit berupa limbah padat. Cangkang kelapa sawit diolah menjadi arang agar dapat diaplikasikan menjadi zat aditif sistem pentanahan. Provinsi Riau menjadi daerah yang memiliki lahan perkebunan kelapa sawit terluas di Indonesia [3]. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2019, Provinsi Riau memiliki lahan seluas 2,53 juta hektar [13] sehingga potensi kelapa sawit yang besar di daerah ini dapat dijadikan bahan alternatif pereduksi resistansi pentanahan yang mudah ditemukan dan murah.

Arang Cangkang Kelapa Sawit

Arang adalah suatu bahan padat berpori yang merupakan hasil pembakaran bahan yang mengandung unsur karbon [3]. Permukaan arang yang memiliki pori yang luas memiliki daya serap terhadap bahan gas atau bahan cairan [3]. Arang cangkang kelapa sawit merupakan arang yang berasal dari limbah cangkang sawit yang telah dibakar. Arang cangkang kelapa sawit memiliki beberapa kandungan di dalamnya. Berikut beberapa kandungan arang cangkang kelapa sawit.

Tabel 2.2. Kandungan Arang Cangkang Kelapa Sawit [3]

Varabel	Persentase (%)
Organik total	37,53
Asam humat	2,1
Asam sulfat	2,36
Kadar abu	10,04
Kadar N	1,09
C/N ratio	34
Kadar P	0,09
Kadar K	0,01

Karbon aktif adalah senyawa hasil pembakaran yang mempunyai luas permukaan yang sangat besar yaitu 200 sampai 2000 m²/g dan mengandung 85,95% karbon [3]. Karbon memiliki pori-pori yang mampu menahan air dalam tanah untuk meningkatkan kesuburan tanah [2]. Arang sendiri juga mengandung abu yang kaya akan kation yang mampu meningkatkan pH tanah sehingga meningkatkan daya tahan tanah [2].

Sumber utama kalium yaitu air laut bentuk silvit (KCl) dan kaolinit (mineral lempung). Mineral dari air laut akan menguap dan garamnya akan menguap sebagai mineral. Larutan garam dalam air merupakan larutan elektrolit yang dapat menghantarkan arus listrik [11]. Dalam tabel periodik kalium adalah salah satu logam alkali. Daya hantar listrik logam alkali ditentukan oleh pergerakan elektron valensi bebasnya. Semakin mudah elektron valensi ini bergerak maka semakin besar pula daya hantar listrik dan panasnya [3].

Puing Bangunan

Puing bangunan merupakan salah satu bentuk limbah sub-urban yang menjadi masalah lingkungan dan tidak termanfaatkan. Limbah puing bangunan terdiri dari pasir, batu, bata, gips dan semen. Puing bangunan mengandung kandungan zat kapur (Ca) dalam gips, batu bata dan semen. Zat kapur mampu meningkatkan pH tanah, meningkatkan ketersediaan unsur hara tanah sehingga tanah menjadi lembab. Semakin tinggi pH tanah maka tahanan jenis tanah yang dihasilkan akan semakin kecil sehingga baik dalam mengalirkan muatan listrik [10]. Batu bata yang memiliki pori-pori juga membantu dalam menyerap air di dalam tanah [9].

4. Garam



Garam (NaCl) bersifat higroskopis yang berarti mudah menyerap air. Larutan garam yang merupakan suatu elektrolit yang dapat menghantarkan arus listrik ke dalam tanah

sehingga dapat meningkatkan konduktivitas atau daya hantar listrik di dalam tanah [4]. Selain itu garam memiliki sifat yang dapat mengikat tanah sehingga dapat mengubah komposisi tanah menjadi lebih padat dan membantu meningkatkan konduktivitas listrik dari suatu tanah [4].

2. Dilarang menggunakan bahan penambah zat aditif (pereduksi) pada sistem pentanahan, hal itu tak lepas dari resistivitas bahan pereduksi itu sendiri. Tinggi rendahnya resistansi yang dihasilkan dipengaruhi oleh resistivitas bahan yang digunakan. Resistansi dan resistivitas bahan dapat dicari dengan menggunakan Persamaan (2.4) dan (2.5) sebagai berikut.

$$(2.4)$$

$$(2.5)$$

Dengan :

ρ = Hambatan Jenis (Ωm)

R = Resistansi (Ω)

L = Panjang Penghantar (m)

A = Luas Penampang Penghantar (m^2)

2.2.9 Volume dan Massa Bahan

Jika ingin melakukan sebuah penelitian yang membutuhkan sebuah bahan yang memiliki massa, tentu perlu dilakukan perhitungan secara teoritis untuk mengetahui berapa massa yang dibutuhkan agar mendapatkan hasil yang akurat selain mendapatkan nilai dari penimbangan. Dalam menghitung nilai massa pada suatu wadah atau ruang, perlu menghitung volume dari wadah yang ditempati oleh bahan.

Jika ingin menghitung nilai massa bahan yang terdapat pada sebuah tabung, maka perlu mencari nilai volume dari tabung tersebut dengan menggunakan persamaan berikut.

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot t \quad (2.6)$$

Dengan :

r = Jari-jari tabung (cm)

t = Tinggi tabung (cm)

Jika nilai volume dari bahan sudah diketahui, maka dapat mencari nilai massa bahan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$m = \rho \cdot V \quad (2.7)$$

Dengan
 $V =$ Volume bahan (cm^3)

$\rho =$ Massa jenis bahan (g/cm^3)

Jika massa jenis bahan belum diketahui, maka dapat menggunakan persamaan

$$V = \frac{m}{\rho} \quad (2.8)$$

Dengan
 $V =$ Volume bahan (cm^3)

$m =$ Massa bahan (g)

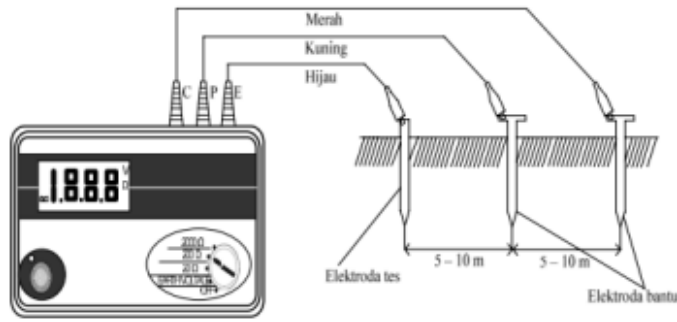
Persamaan yang digunakan untuk mencari volume tergantung wadah atau bentuk bahan yang digunakan. Jika menggunakan wadah berbentuk kubus, maka cari nilai volume menggunakan persamaan volume kubus. Begitu juga dengan yang lainnya.

2.2.10. Metode Pengukuran Pentanahan

Pengukuran pentanahan bertujuan untuk mendapatkan hasil nilai resistansi pada pentanahan. Pengukuran harus dilakukan beberapa kali untuk mendapatkan nilai resistansi yang tepat, ketika melakukan pengukuran dilakukan sebanyak tiga hingga lima kali pengukuran agar mendapatkan nilai resistansi pentanahan yang akurat [6]. Alat yang digunakan untuk mengukur nilai resistansi pentanahan adalah *earth tester*. Pada sistem pengukuran pentanahan, ada beberapa metode yang dapat dilakukan untuk pengukuran salah satunya yaitu pengukuran metode tiga titik (*three-point method*). Metode ini sering digunakan dalam pengukuran resistansi pentanahan. Waktu pengukuran terbaik dilakukan pada pukul 14.00 – 15.00 WIB dimana waktu ini nilai pentanahan mengalami kenaikan akibat panas sinar matahari atau tanah dikatakan berkondisi ekstrim[17].

Metode tiga titik (*three-point method*) adalah metode pengukuran pentanahan yang menggunakan tiga titik pengukuran. Pengukuran ini menggunakan tiga buah elektroda bataang, yang terdiri dari satu buah elektroda utama dan dua buah elektroda bantu [1].

Berikut skema pengukuran pentanahan menggunakan *earth tester* dengan metode tiga titik.



Gambar 2.4. Skema Pengukuran Pentanahan dengan *Earth Tester* [19]

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Langkah-langkah dalam melakukan pengukuran pada metode ini yaitu sebagai berikut [19]:

1. Hubungkan kabel berwarna hijau pada elektroda pentanahan yang akan diukur, kabel berwarna kuning dihubungkan ke elektroda bantu 1 dan kabel berwarna merah dihubungkan ke elektroda bantu lainnya.
2. Penanaman elektroda utama dan elektroda bantu sata pengukuran disusun sejajar dengan masing-masing jarak elektroda 5 meter.
3. Pastikan bahwa baterai masih dapat digunakan, baterai dapat dicek dengan cara melihat indikator baterai pada layar *earth tester*. Jika pada layar LCD muncul indikator baterai maka baterai harus diganti.
4. Periksa kabel penghubung atau penjepit pada elektroda utama dan elektroda bantu dengan *setting range switch* ke posisi yang diinginkan dan tekan tombol “*PRESS TO TEST*”. Jika tahanan elektroda utama terlalu tinggi atau menunjukkan simbol “...” yang berkedip-kedip maka perlu dicek penghubung atau penjepit pada elektroda utama.
5. Melakukan pengukuran pentanahan selama 1-3 detik dan diulang selama 3 kali pengukuran untuk mendapatkan hasil yang akurat.
6. Catat nilai hasil pengukuran yang tercatat pada alat ukur.

Pada penelitian ini mengalami penurunan nilai resistansi pentanahan ketika setelah diberi penanaman khusus (*soil treatment*) berupa penambahan zat aditif. Adapun persamaan untuk menghitung laju persentasi penurunan resistansi pentanahan sebagai berikut [4]:

$$\text{Persentasi (\%)} = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100\%$$

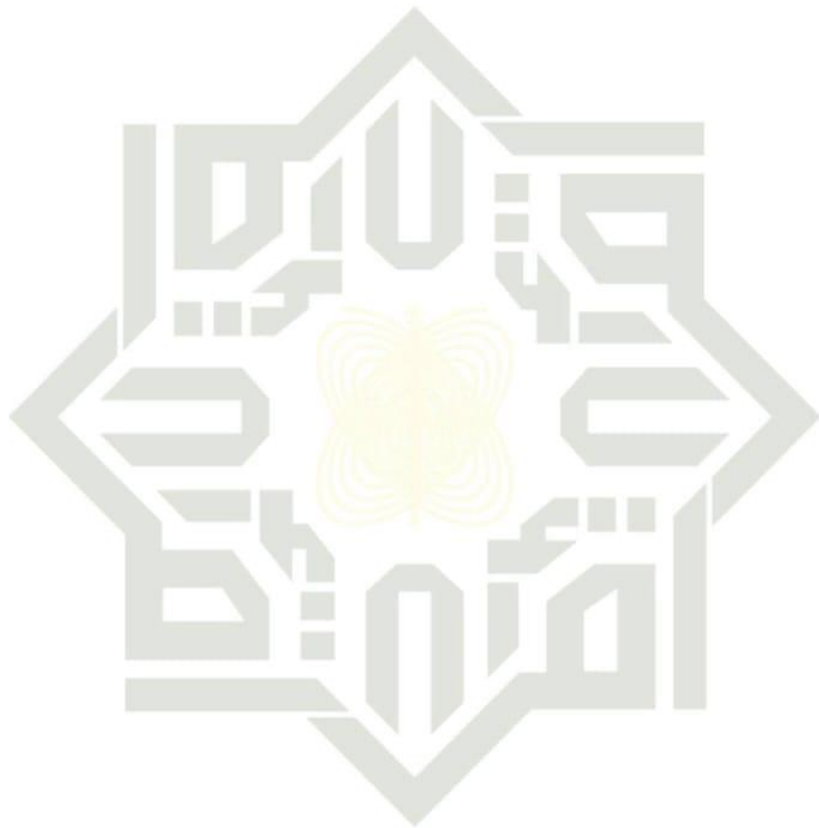
(2.9)

Keterangan:

- R₁ = Resistansi Awal (Ω)
 - R₂ = Resistansi Akhir (Ω)
2. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 3. Dilarang mengurnungkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hikmah cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau



UIN SUSKA RIAU



BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dan deskriptif. Penelitian kuantitatif merupakan metode penelitian yang spesifikasinya meliputi suatu struktur terencana, jelas dan cepat. Sedangkan metode deskriptif adalah metode dengan mendeskripsikan atau memberikan gambaran tentang objek penelitian melalui data atau gambar yang dikumpulkan tanpa rekayasa. Metode ini bertujuan untuk mendeskripsikan objek penelitian atau hasil penelitian.

3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. PLN (Persero) ULP Panam, Pekanbaru, Riau. Penelitian menggunakan salah satu transformator distribusi yang berada pada lingkungan Universitas Riau dengan kode PN-246. Adapun alasan memilih lokasi ini sebagai penelitian adalah sebagai berikut:

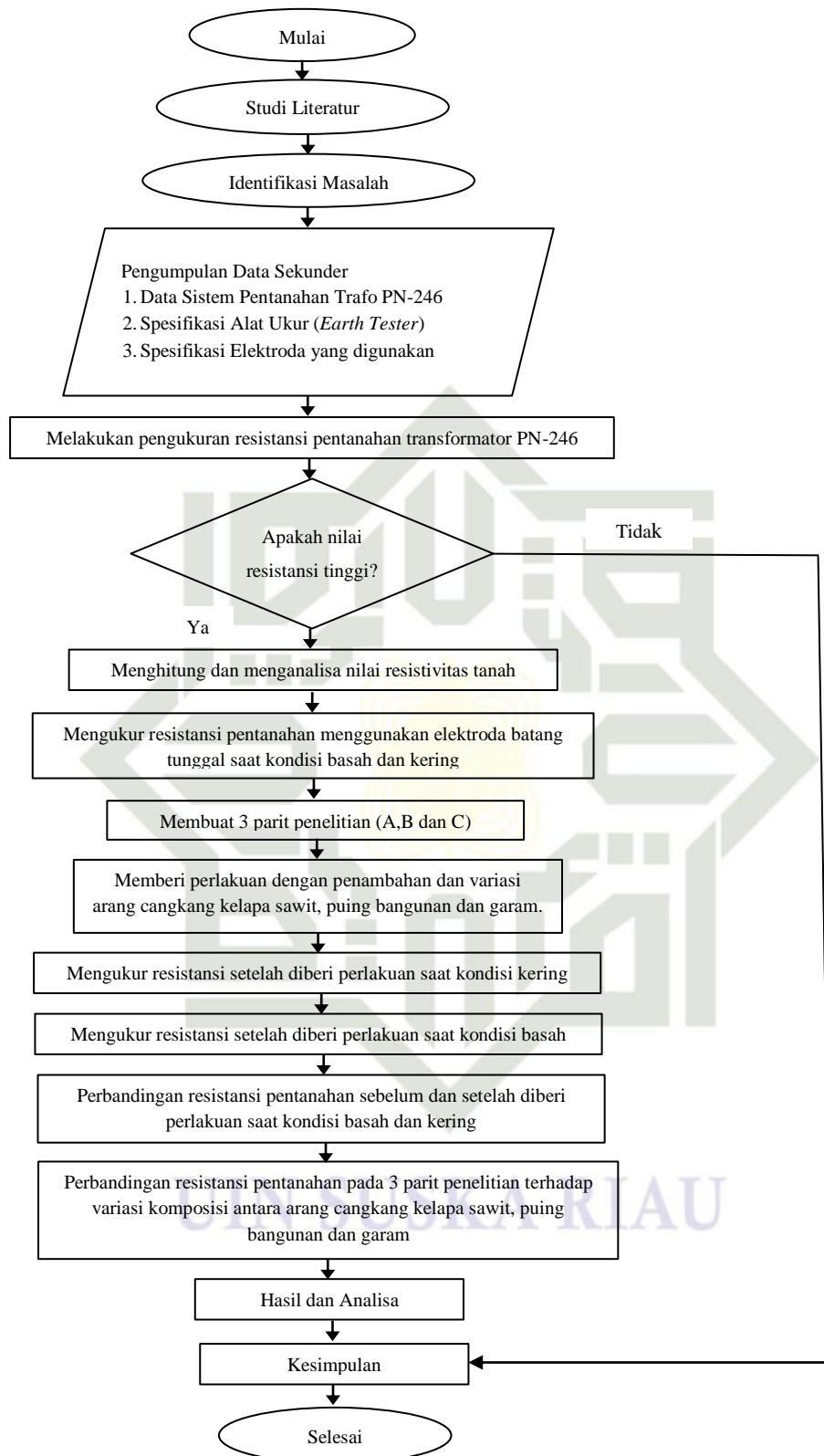
1. Berdasarkan hasil wawancara dengan Bapak Trian Menda selaku supervisor teknik PT. PLN (Persero) ULP Panam saat melakukan inspeksi Jaringan Tegangan Menengah (JTM), banyak ditemukan sistem pentanahan yang bermasalah pada transformator distribusi, terutama pada wilayah transformator distribusi PN-246.
2. Berdasarkan data hasil inspeksi rutin PLN ULP Panam, nilai resistansi pentanahan transformator PN-246 memiliki nilai yang tinggi, yaitu sebesar 88 Ω artinya belum sesuai dengan standar yang sudah ditentukan. Tranformator ini berada di Universitas Riau dengan kondisi tanah berpasir basah.

3.3. Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini tentu dibutuhkan sebuah proses untuk mendapatkan *output* yang diinginkan. Penelitian ini diawali dengan studi literatur dari jurnal penelitian terkait dan buku untuk mendapatkan informasi dari penelitian sebelumnya. Kemudian melakukan identifikasi masalah, diantaranya menentukan masalah yang akan diangkat dan melakukan wawancara langsung dengan instansi terkait untuk mendapatkan informasi terkait objek penelitian serta melakukan observasi pada objek. Pada proses ini, peneliti akan melakukan pengumpulan data sekunder yang diperlukan dalam penelitian, serta pengukuran awal pada kondisi objek saat ini. Adapun diagram alur penelitian ini adalah sebagai berikut.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3.1. Flowchart Penelitian

3.4. Studi Literatur

Dalam studi literatur dilakukan pengumpulan sejumlah referensi terkait, baik skripsi dan jurnal penelitian sebelumnya serta buku. Jurnal penelitian sebelumnya akan dianalisa untuk mendapatkan informasi, baik teori dan metode yang digunakan oleh peneliti sebelumnya. Sedangkan buku akan diambil teori-teori sebagai pendukung dalam penelitian ini.

Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan sebelumnya, terdapat beberapa permasalahan pada sistem pentanahan dimana sistem pentanahan memiliki nilai yang buruk sehingga sistem tidak beroperasi dengan baik sebagai proteksi sistem tenaga listrik. Hal ini juga diteliti oleh instansi kelistrikan milik negara, yaitu PT. PLN ULP Panam. Berdasarkan wawancara dan data inspeksi, PLN ULP Panam memiliki beberapa transformator distribusi yang memiliki nilai resistansi yang tinggi, salah satunya yaitu pada transformator distribusi PN-246. Hal ini dipengaruhi beberapa faktor, yaitu nilai resistivitas tanah yang tinggi, unsur atau komposisi tanah yang kurang bagus menjaga resistansi tanah tetap stabil atau rendah, keasaman tanah dan kadar air tanah yang rendah. Oleh karena itu, peneliti mengangkat masalah ini menjadi topik penelitian.

Setelah mengetahui masalah yang menjadi topik penelitian, maka perlu merumuskan masalah ini untuk mengetahui tujuan yang akan dicapai dari sebuah penelitian yang akan dilakukan dan dikembangkan hingga menentukan judul penelitian yang akan digunakan untuk menggambar sebuah penelitian.

1. Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang ada, peneliti melakukan penelitian untuk memberi sebuah solusi untuk mengatasi masalah pada objek penelitian. Penelitian yang akan dilakukan ialah penambahan dan variasi zat aditif berupa arang cangkang kelapa sawit, puing bangunan dan garam sebagai pereduksi resistansi pentanahan transformator distribusi PN-246. Rumusan masalah pada penelitian ini sudah dirangkum pada BAB I.

2. Menentukan Tujuan Penelitian

Penelitian dilakukan untuk mencapai menangani masalah pada sistem pentanahan pentanahan transformator PN-246. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah menganalisis pengaruh penambahan dan variasi komposisi zat aditif berupa arang cangkang kelapa sawit, puing bangunan dan garam



sebagai pereduksi pentanahan transformator PN-246. Tujuan penelitian ini sudah dirangkum pada BAB I.

3. Menentukan Judul Penelitian

Dalam suatu penelitian perlu direpresentasikan ke dalam sebuah judul untuk menggambarkan sebuah penelitian. Berdasarkan permasalahan dan tujuan maka peneliti menetapkan judul “**Reduksi Resistansi Pentanahan dengan Zat Aditif Elektroda Batang Tunggal (Studi Kasus : Transformator Distribusi PN-246 PT. PLN (Persero) ULP Panam)**”.

Pengumpulan Data

Dari sebuah penelitian, tentu memerlukan beberapa data dari objek penelitian yang digunakan untuk menjalankan penelitian hingga tahap akhir. Terdapat beberapa data sekunder yang didapat langsung dari objek penelitian yaitu data transformator PN-246, spesifikasi alat ukur yang digunakan dan spesifikasi elektroda yang digunakan pada PN-

1. Data Sekunder dari PT. PLN (Persero) ULP Panam

Komponen	Keterangan	Spesifikasi
Transformator Distribusi PN-246	Merk	Trafoindo
	Feeder	Nila
	Rayon	Panam
	Lokasi Gardu	Universitas Riau
	Jumlah Jurusan PHBTR	3
	Jumlah Jurusan Aktif	3
	Daya Nominal	250 kVA
	Nilai <i>Grounding</i>	88 Ω
Alat Ukur (<i>Earth Tester</i>)	Merk	Kyoritsu tipe 4105A
	Standar yang Berlaku	IEC 60529 IP54
	Rentang Pengukuran	Resistansi Tanah : 0~20Ω/ 0~200Ω/ 0-2000Ω Tegangan Tanah : 0~200V AC
	Akurasi	Resistansi Tanah : ± 2%rdg ± 0.1Ω (rentang 20Ω) ± 2%rdg ± 3dgt (rentang 200Ω/2000Ω)

Komponen	Keterangan	Spesifikasi
		Tegangan Tanah : $\pm 1\%rdg \pm 4dgt$
Elektroda	Jenis	Batang (<i>Rod</i>)
	Jumlah	1 (Tunggal)
	Bahan Elektroda	Tembaga
	Panjang	1 meter
	Diameter	15 mm

Hak cipta milik UIN Suska Riau
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruhnya tulisan ini tanpa pencatutan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang menggunakan dan memperbarui hak cipta ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Pengukuran Resistansi Tanah

Dalam pengukuran resistansi pentanahan transformator PN-246 diukur menggunakan *earth tester* dengan metode tiga titik. Pengukuran dilakukan saat tanah berkeadaan kering. Waktu pengukuran dilakukan sekitar pukul 14.00 - 15.00 WIB karena pada waktu tersebut merupakan waktu pengukuran terbaik dimana resistansi pentanahan mengalami kenaikan akibat panas sinar matahari berarti tanah dikatakan berkeadaan kering.

Langkah-langkah dalam melakukan pengukuran untuk mendapatkan nilai resistansi pentanahan transformator distribusi PN-246 dengan metode pengukuran tiga titik sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat ukur pentanahan yaitu menggunakan *earth tester* tipe 4105A merk Kyoritsu,
2. Hubungkan masing-masing kabel pada *earth tester* ke elektroda atau sistem pentanahan transformator distribusi PN-246. Kabel hijau dihubungkan ke elektroda utama, sedangkan kabel kuning dan merah dihubungkan ke elektroda bantu.
3. Periksa kabel penghubung atau penjepit pada elektroda utama dan elektroda bantu dengan *setting range switch* dan tekan tombol "*PRESS TO TEST*". Jika tahanan elektroda utama terlalu tinggi atau menunjukkan simbol "... " yang berkedip-kedip maka perlu dicek penghubung atau penjepit pada elektroda utama.
4. Lakukan pengukuran sebanyak 3 – 5 kali dalam satu waktu pada elektroda pentanahan transformator untuk mendapatkan hasil yang akurat.



5. Catat hasil yang didapatkan dari hasil pengukuran resistansi pentanahan dari transformator.

Nilai resistansi pentanahan transformator distribusi PN-246 yang didapatkan dari hasil pengukuran akan dianalisa apakah nilai tahanan PN-246 sudah sesuai dengan standar PUII 200.

Perhitungan Nilai Resistivitas Tanah

Menghitung nilai resistivitas tanah tentu diperlukan beberapa variabel yaitu diantaranya:

1. Panjang elektroda yakni 1 meter

2. Diameter elektroda yakni 15 mm

3. Nilai resistansi tanah

Variabel di atas diolah dan dimasukkan ke dalam Persamaan (2.3) Kemudian masukkan nilai hasil perhitungan ke dalam tabel pengukuran. Analisa nilai resistivitas tanah dilakukan perbandingan dengan Tabel 2.1. untuk mengetahui jenis tanah pentanahan. Analisa nilai resistivitas tanah apakah nilai resistivitas tanah memiliki nilai tinggi atau rendah dan mempengaruhi nilai resistansi pentanahan yang dihasilkan oleh transformator distribusi PN-246.

3.9. Pengukuran Resistansi Pentanahan dengan Elektroda Batang Tunggal Saat Kondisi Basah dan Kering

Pengukuran resistansi pentanahan dengan elektroda batang tunggal dilakukan saat kondisi basah dan kering. Berikut langkah-langkah dalam melakukan pengukuran resistansi pentanahan.

1. Siapkan elektroda sepanjang 1 meter dengan diameter 15 mm sesuai dengan jenis dan ukuran elektroda yang digunakan pada sistem pentanahan PN-246. Elektroda ditanamkan sedalam 1 meter ke dalam tanah.
2. Pengukuran saat kondisi basah yakni dilakukan sesudah terjadinya hujan.
3. Pengukuran saat kondisi kering tanah dibiarkan kering selama 7 hari tanpa terkena hujan setelah dilakukan pengukuran resistansi pentanahan kondisi basah. Jika selama proses pengukuran terjadi hujan, maka dilakukan pengukuran kembali selama 7 hari ke depan agar mendapatkan kondisi tanah yang kering.
4. Pengukuran dilakukan menggunakan *earth tester* tipe 4105A merk Kyoritsu dengan metode pengukuran tiga titik. Pengukuran dilakukan sama persis dengan



pengukuran sebelumnya. Pengukuran dilakukan sebanyak 5 kali dalam satu waktu untuk mendapatkan hasil yang akurat.

5. Hasil pengukuran dicatat dan dirangkum dalam bentuk tabel hasil pengukuran untuk melihat resistansi yang didapatkan dari tiap pengukuran yang dilakukan.

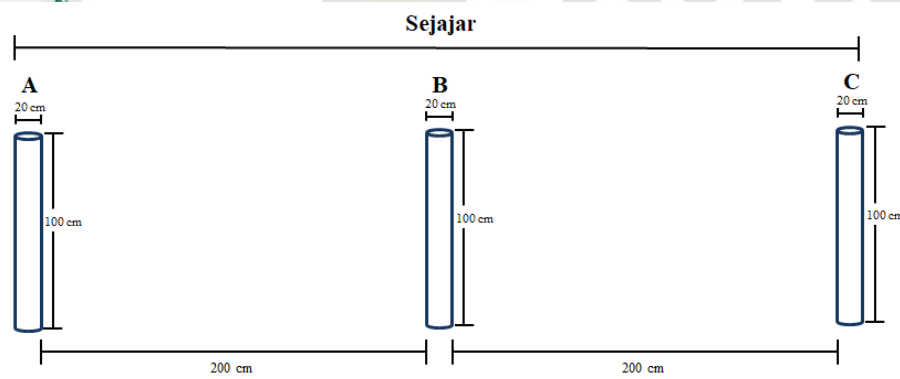
saat pengukuran kondisi basah tetapi tidak terjadi hujan, maka dilakukan penyiraman air secara langsung di sekitar elektroda penelitian. Banyak air yang digunakan didasarkan dari debit air hujan Kota Pekanbaru untuk merepresentasikan keadaan hujan di lokasi penelitian sehingga pengukuran dapat dilakukan untuk tanah saat kondisi basah. Pengukuran dilakukan antara pukul 14.00 sampai 15.00 WIB, dimana waktu itu lahan penelitian mengalami kenaikan akibat panas sinar matahari yang berarti tanah akan kondisi ekstrim.

3.10 Pembuatan Parit Penelitian

Dalam penelitian ini, menggunakan tiga buah parit sebagai variabel penelitian. Masing-masing parit dibuat dengan spesifikasi yang sama dan diberi nama A, B dan C dan disusun sejajar. Berikut spesifikasi parit yang menjadi variabel penelitian yaitu:

1. Tinggi parit yaitu 100 cm (1 meter)
2. Diameter parit yaitu 20 cm
3. Jarak antar parit yakni 200 cm (2 meter)

Skema parit penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2. sebagai berikut.



Gambar 3.2. Skema Parit Penelitian

Parit penelitian dilakukan di lahan luas yang berada di dekat transformator distribusi PN 246 ULP Panam. Parit diberi nama A, B dan C dimana parit ini nanti menjadi variabel penelitian serta akan diisi dengan zat aditif sesuai dengan komposisi yang sudah ditentukan untuk masing-masing parit. Jarak antar elektroda tergantung dari panjang

elektroda batang yang ditanam. Jarak antar elektroda terbaik adalah minimal harus dua kali panjang elektroda yang ditanam ke dalam tanah.

3.11 Penambahan Arang Cangkang Kelapa Sawit, Puing Bangunan dan Garam

Penambahan zat aditif terhadap sistem merupakan perlakuan khusus terhadap pentanahan yang bertujuan untuk mereduksi resistansi pentanahan yang tinggi. Penambahan zat aditif diharapkan mampu menurunkan resistansi pentanahan sesuai standar penurunan yang telah ditetapkan oleh IEEE (142-1983), yaitu kisaran 15-20%. Dalam penambahan arang cangkang kelapa sawit, puing bangunan dan garam ini perlu menyebutkan beberapa persiapan dan langkah-langkah untuk mengaplikasikan ke dalam tanah, diantaranya sebagai berikut:

1. Alat dan Bahan Penelitian
 - a. Alat penelitian
 1. Alat ukur *earth tester* tipe 4105A merk Kyoritsu
 2. Alat pelubang tanah
 3. Sekop
 4. Cangkul
 5. Meteran
 6. Palu
 7. Timbangan
 - b. Bahan Penelitian
 1. Arang Cangkang Kelapa Sawit
 2. Puing bangunan
 3. Garam
 4. Air
 5. 3 buah elektroda batang dengan panjang 1 meter dan diameter 15 mm
 6. Kabel penghubung elektroda
2. Proses Penanaman Elektroda dengan Penambahan dan Variasi Zat Aditif
 - a. Siapkan alat dan bahan penelitian untuk penanaman elektroda batang tunggal.
 - b. Buat 3 parit galian yang diberi nama A, B dan C dengan kedalaman 1 meter dan diameter 20 cm. Parit disusun sejajar dengan masing-masing jarak antar elektroda 2 meter karena jarak susunan elektroda yang baik ialah dua kali panjang elektroda yang ditanam.
 - c. Masukkan elektroda batang tunggal ke dalam masing-masing parit.



d. Parit diisi dengan arang cangkang kelapa sawit, puing bangunan dan garam sesuai dengan komposisi yang sudah ditentukan dimana zat aditif yang dimasukkan ke dalam tanah sebanyak 70% dari tinggi parit. Berikut komposisi zat aditif yang digunakan dalam penelitian ini.

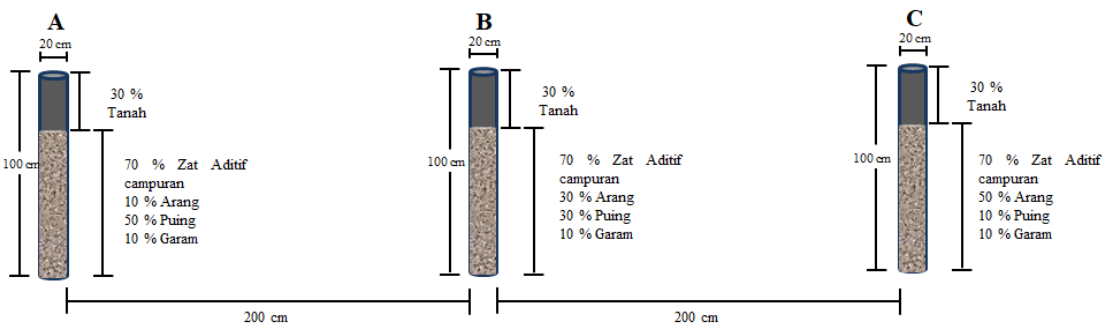
Tabel 3.2. Persentasi Komposisi Penggunaan Zat Aditif

No.	Penggunaan Zat Aditif	Komposisi			Parit
		Arang Cangkang Kelapa Sawit	Limbah Puing Bangunan	Garam	
1	70 %	10%	50%	10%	A
		30%	30%		B
		50%	10%	C	

Setelah zat aditif dimasukkan ke dalam parit, tutup sisa ruang parit dengan tanah. Kemudian dilakukan penambahan air sebanyak 3 liter air untuk melarutkan garam dan mempercepat penyerapan zat aditif ke dalam tanah.

Jika parit A, B dan C sudah dimasukkan zat aditif sesuai dengan takaran yang sudah ditentukan dan tertutupi oleh tanah, maka pengukuran tahanan tiap parit dapat dilakukan.

Berikut skema komposisi parit penelitian saat diberi zat aditif ke dalam masing-masing parit.



Gambar 3.3. Skema Parit Penelitian Setelah Penambahan Zat Aditif

Komposisi zat aditif antara arang cangkang kelapa sawit, puing bangunan dan garam pada tiap parit ditimbang sesuai dengan volume parit yang akan diisi oleh bahan. Penelitian ini menggunakan media parit yang berbentuk tabung sehingga volume dapat dicari menggunakan Persamaan (2.6). Kemudian massa bahan dapat diketahui melalui alat ukur berat (timbangan). Untuk membuktikan massa bahan yang ditimbang memang benar

dan tepat sesuai dengan volume yang digunakan, maka massa dapat dicari menggunakan Persamaan (2.7). Jika massa jenis bahan tidak diketahui, maka massa jenis bahan dapat dicari dengan metode perhitungan dengan Persamaan (2.8).

3.12. Pengukuran Setelah Penambahan dan Variasi Arang Cangkang Kelapa Sawit, Puing Bangunan dan Garam saat Kondisi Basah

Pengukuran resistansi pentanahan kondisi basah ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan pereduksi saat kondisi terbaik (kondisi tanah basah). Berikut proses pengukuran yang dilakukan setelah penambahan arang cangkang kelapa sawit, puing bangunan dan garam saat kondisi basah.

1. Lakukan penambahan dan variasi zat aditif yang sudah ditentukan pada masing-masing parit penelitian.
2. Pengukuran saat kondisi basah dilakukan setelah terjadinya hujan.
3. Pengukuran dilakukan menggunakan *earth tester* tipe 4105A merk Kyoritsu dengan metode pengukuran tiga titik. Dilakukan 5 kali pengukuran dalam satu waktu untuk mendapatkan hasil yang akurat.
4. Hasil pengukuran ini dicatat ke dalam tabel hasil untuk melihat nilai resistansi yang didapatkan dari masing-masing parit penelitian.

Pengukuran saat kondisi basah dilakukan setelah terjadinya hujan. Jika selama penelitian tidak terjadi hujan, maka dilakukan penyiraman air secara langsung di sekitar elektroda penelitian. Banyak air yang digunakan saat penyiraman didasarkan dari debit air hujan Kota Pekanbaru untuk mempresentasikan keadaan hujan di lokasi penelitian sehingga pengukuran dapat dilakukan untuk tanah kondisi basah. Pengukuran dilakukan antara pukul 14.00 sampai 15.00 WIB, dimana waktu ini nilai pentanahan mengalami kenaikan akibat panas sinar matahari berarti tanah berkondisi ekstrim.

3.13. Pengukuran Setelah Penambahan dan Variasi Arang Cangkang Kelapa Sawit, Puing Bangunan dan Garam saat Kondisi Kering

Pengukuran saat kondisi kering ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan pereduksi saat kondisi terburuk. Berikut proses pengukuran yang dilakukan setelah penambahan arang cangkang kelapa sawit, puing bangunan dan garam saat kondisi kering.

1. Lakukan penambahan dan variasi zat aditif yang sudah ditentukan pada masing-masing parit penelitian.



2. Pengukuran saat kondisi kering tanah dibiarkan kering selama 7 hari berturut-turut tanpa terkena hujan setelah dilakukan pengukuran pentanahan saat kondisi basah. Jika terjadi hujan saat pengukuran maka pengukuran diulang kembali setelah 7 hari ke depan.

Pengukuran dilakukan menggunakan *earth tester* tipe 4105A merk Kyoritsu dengan metode pengukuran tiga titik. Dilakukan 5 kali pengukuran dalam satu waktu untuk mendapatkan hasil yang akurat. Pengukuran dilakukan antara pukul 14.00 sampai 15.00 WIB, dimana waktu ini nilai pentanahan mengalami kenaikan akibat panas sinar matahari.

Hasil pengukuran ini dicatat ke dalam tabel hasil untuk melihat nilai resistansi yang didapatkan dari masing-masing parit penelitian dan dianalisa.

3.14 Perbandingan Resistansi Pentanahan Ketika Sebelum dan Sesudah Penambahan Arang Cangkang Kelapa Sawit, Puing Bangunan dan Garam

Setelah mendapatkan data hasil pengukuran resistansi pentanahan setelah penambahan arang cangkang kelapa sawit, puing bangunan, dan garam terhadap 3 parit pada kondisi kering dan basah, maka dapat dilakukan perbandingan. Nilai resistansi yang dibandingkan ialah ketika nilai resistansi sebelum dan sesudah diberi perlakuan khusus berupa penambahan zat aditif saat kondisi basah dan kering yang diukur dalam rentang waktu yang sama. Lakukan perhitungan menggunakan Persamaan (2.9) untuk mengetahui besaran kenaikan atau penurunan resistansi pentanahan sesudah penambahan zat aditif.

3.15 Menentukan Resistansi Pentanahan Terbaik dari Variasi Komposisi Zat Aditif Terhadap 3 Parit Penelitian

Terdapat 3 parit yang menjadi variabel penelitian dimana masing-masing parit diberi komposisi yang bervariasi antara arang cangkang kelapa sawit, puing bangunan dan garam. Hal ini bertujuan untuk mengetahui komposisi zat aditif terbaik untuk dijadikan pereduksi resistansi pentanahan yang tinggi pada transformator distribusi PN-246. Perbandingan resistansi pentanahan dilakukan pada masing-masing parit yang diukur saat kondisi basah dan kering.

Masing-masing bahan zat aditif tentu memiliki nilai resistivitas yang berbeda, sehingga jika terjadi penurunan nilai resistansi saat penambahan zat aditif artinya bahan pereduksi memiliki nilai tahanan jenis yang rendah. Oleh karena itu, untuk mengetahui nilai resistivitas masing-masing bahan yang digunakan, perlu dilakukan pengukuran



UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
UIN SUSKA RIAU
Satelit
Syarif
Kam
Riau

resistansi pada arang cangkang sawit, puing bangunan dan garam. Berikut prosedur dalam pengukuran resistansi bahan.

1. Siapkan kotak berukuran kecil dengan panjang 10 cm, lebar 3 cm dan tinggi 3 cm sebagai wadah bahan zat aditif yang akan diukur tahanannya. Selain itu, siapkan tembaga kecil berdiameter 10 mm serta zat aditif berupa arang cangkang kelapa sawit, puing bangunan dan garam yang sudah dihaluskan. Masukkan bahan ke dalam kotak atau wadah dan bahan dipadatkan. Tiap bahan diukur dikotak yang berbeda-beda. Tambahkan air secukupnya ke dalam wadah yang sudah berisi zat aditif sampai bahan sudah terasa lembab. Kemudian tutup kotak tersebut hingga semua sisi keadaan tertutup.
2. Batang tembaga ditusukkan ke bagian tengah sisi atas kotak yang sudah berisi bahan hingga menembus bagian bawah kotak. Sisakan batang elektroda bagian atas dan bawah kotak sekitar 2 – 3 cm sebagai tempat ukur.
3. Kemudian ukur resistansi masing-masing bahan dengan multimeter. Hubungkan kabel hitam dan merah ke masing-masing sumbu tembaga.
4. Catat hasil pengukuran masing-masing bahan yang sudah diukur.
5. Lakukan perhitungan resistivitas bahan menggunakan persamaan (2.5).

3.16 Hasil dan Analisa Penelitian

- Ada 5 hasil utama yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:
1. Menganalisis nilai resistivitas tanah pada sistem pentanahan PN-246 di PT. PLN (Persero) ULP Panam.
 2. Menganalisis nilai resistansi pentanahan transformator PN-246 saat kondisi basah dan kering menggunakan elektroda batang tunggal.
 3. Menganalisis pengaruh penambahan arang cangkang kelapa sawit, puing bangunan dan garam terhadap resistansi pentanahan saat kondisi kering dan basah menggunakan elektroda tunggal.
 4. Menganalisis perbandingan resistansi pentanahan PN-246 saat sebelum dan sesudah penambahan arang cangkang kelapa sawit, puing bangunan dan garam menggunakan elektroda batang tunggal.
 5. Menganalisis komposisi terbaik antara arang cangkang kelapa sawit, puing bangunan dan garam sebagai pereduksi resistansi pentanahan PN-246.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan terhadap pengaruh penambahan bahan aditif yakni arang cangkang kelapa sawit, limbah puing bangunan dan garam pada sistem pentanahan elektroda batang tunggal didapatkan beberapa hasil yaitu sebagai berikut.

Berdasarkan hasil pengukuran, transformator distribusi PN-246 memiliki nilai resistansi pentanahan sebesar 107,6 Ω . Terhitung resistivitas tanah senilai 127,98 Ω dengan klasifikasi jenis tanah berpasir basah.

Resistansi pentanahan transformator distribusi PN-246 dengan sistem pentanahan elektroda batang tunggal bernilai 106,8 Ω saat kondisi basah dan 117,16 Ω saat kondisi kering.

Penambahan zat aditif berupa arang cangkang kelapa sawit, puing bangunan dan garam ke sistem pentanahan elektroda batang tunggal mampu menghasilkan resistansi pentanahan yang rendah. Masing-masing variasi komposisi zat aditif menghasilkan nilai tahanan yang berbeda. Saat kondisi basah, Parit A menghasilkan nilai tahanan sebesar 2,74 Ω , Parit B sebesar 4,36 Ω dan Parit C sebesar 5,34 Ω . Sedangkan saat kondisi kering, Parit A menghasilkan nilai tahanan sebesar 2,94 Ω , Parit B sebesar 4,45 Ω dan Parit C sebesar 6,11 Ω . Namun, komposisi yang mampu menghasilkan resistansi pentanahan sesuai dengan PUIL 2000 ($\leq 5 \Omega$ atau mendekati nol) yaitu Parit A dan B.

Resistansi pentanahan antara elektroda batang tunggal saat sebelum dan sesudah penambahan zat aditif memiliki nilai perbandingan yang sangat signifikan. Saat kondisi basah, sistem pentanahan sebelum diberi zat aditif bernilai 106,8 Ω . Ketika sesudah penambahan zat aditif, resistansi pentanahan mengalami penurunan yang sangat signifikan. Parit A mampu mereduksi resistansi pentanahan sebesar 97,4%, Parit B sebesar 95,91% dan Parit C sebesar 95%. Saat kondisi kering, sebelum penambahan zat aditif pada sistem pentanahan, Parit A memiliki nilai tahanan sebesar 117,16 Ω . Setelah penambahan zat aditif, resistansi pentanahan mengalami penurunan yang sangat signifikan yaitu Parit A sebesar 97,49%, Parit B sebesar 96,20% dan Parit C sebesar 94,78%.

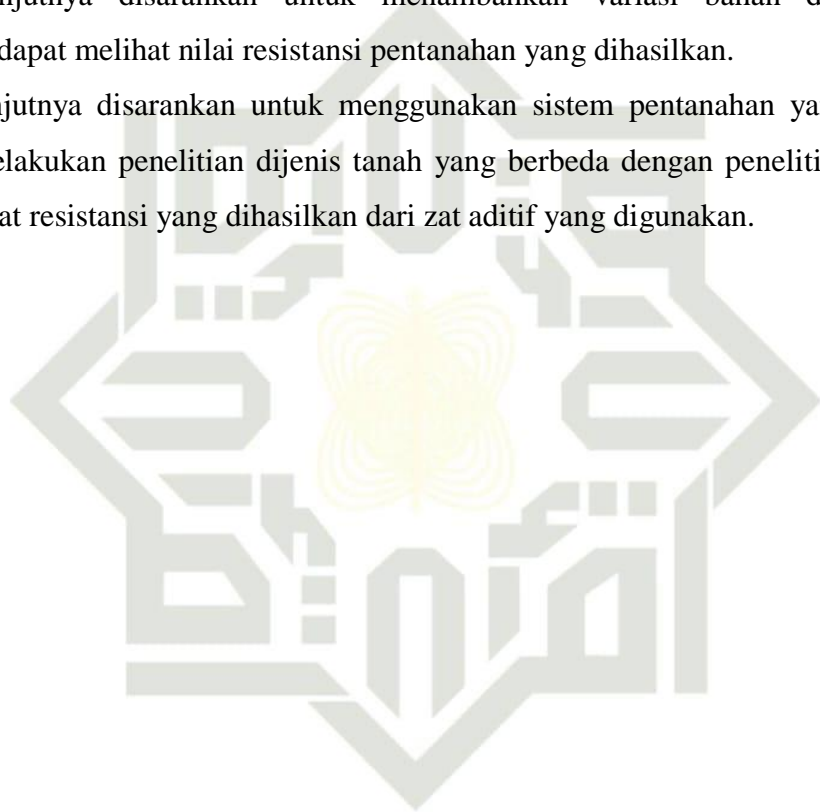


5. Berdasarkan hasil pengukuran dan perbandingan, komposisi terbaik untuk mereduksi resistansi pentanahan yang tinggi pada sistem pentanahan transformator distribusi PN-246 ialah Parit A dengan komposisi 10% arang, 50% puing bangunan dan 10% garam. Parit A menghasilkan resistansi pentanahan terendah yaitu 2,74 Ω saat kondisi basah dan 94 Ω kondisi kering.

Berikut beberapa saran dari penulisan skripsi ini ialah:

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan variasi bahan dan komposisi agar dapat melihat nilai resistansi pentanahan yang dihasilkan.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan sistem pentanahan yang berbeda dan melakukan penelitian di jenis tanah yang berbeda dengan penelitian ini untuk melihat resistansi yang dihasilkan dari zat aditif yang digunakan.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. dkk Wahyuningsih, "Pemanfaatan limbah sekam padi terhadap penurunan resistansi pentanahan menggunakan elektroda plat berbentuk persegi," *Univ. Tanjungpura*, hal. 11, 2021.
- [2] D. Andhika, "Studi Tentang Efektivitas Beberapa Macam Zat Terhadap Nilai Resistansi Sistem Pentanahan (Grounding)," *Tek. Elektro*, vol. 09, no. 03, hal. 501–510, 2020.
- [3] Herriyansyah dan M. I. Arsyad, "Analisa Penurunan Resistansi Pentanahan Menggunakan Arang Cangkang Sawit Dengan Elektroda Batang Dilokasi Jenis Tanah Lat dan Gambut," 2021.
- [4] Junardi, R. Gianto, dan M. I. Arsyad, "Analisis Penggunaan Bentonit Gypsum Dan Garam Sebagai Zat Aditif Untuk Soil Treatment Pada Sistem Pentanahan Menggunakan Elektroda Batang," *Univ. Tanjungpura*, 2021.
- [5] Abidin, "Karakteristik Batang Pentanahan Sistem Arang-Garam (Sigarang) Sebagai Upaya Perbaikan Sistem Pentanahan," *J. ECOTIPE*, vol. 4, no. 1, hal. 12–16, 2019, doi: 10.33019/ecotipe.v4i1.13.
- [6] W. Liliana, "Soil Treatment Terhadap Tahanan Pentanahan dengan Abu Cangkang Sawit," *Semin. Nas. Teknol. Informasi, Komun. dan Ind.* 12, hal. 318–324, 2020.
- [7] A. H. Fani, "Pengaruh Penambahan dan Variasi Zat Aditif Pada Elektroda Batang Paralel di UIN SUSKA Riau dengan Metode Soil Treatment," hal. 6, 2021.
- [8] A. Sunawar, "Analisis Pengaruh Temperatur dan Kadar Garam Terhadap Hambatan Jenis Tanah," *Setrum Sist. Kendali-Tenaga-elektronika-telekomunikasi-komputer*, vol. 2, no. 1, hal. 16, 2018, doi: 10.36055/setrum.v2i1.233.
- [9] S. dkk Kusriani, N. Bakri, "Pemanfaatan bentonit, kapur dan limbah puing bangunan untuk meningkatkan kapasitas tanah tropika dalam menurunkan resistansi grounding," *Diaspora Eksata*, vol. 1, no. 1, hal. 21–30, 2018, [Daring]. Tersedia pada: <http://digilib.unila.ac.id/38082/>
- [10] I. Seputra, I. Wijaya, dan I. Janardana, "Pengaruh Potensial Hidrogen (pH) Tanah terhadap Tahanan Jenis Tanah untuk Mendapatkan Bentuk Sistem Pembumian," *J. Spektrum*, vol. 6, no. 4, hal. 29–35, 2019.



[11] Debit, M. I. Arsyad, dan Purwoharjono, "Studi Pemanfaatan Arang Batok Kelapa Untuk Perbaikan Resistansi Pentanahan Menggunakan Jenis Elektroda Plat Berbentuk ersegi," *J. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, hal. 1–11, 2021.

[12] H. Nawar, M. R. Djalal, dan S. Sonong, "Rancang Bangun Sistem Pentanahan Penangkal Petir Pada Tanah Basah dan Tanah Kering pada Laboratorium Teknik Konversi Energi," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.)*, vol. 2, no. 2, hal. 1–39, 2018, doi: 10.21070/jeee-u.v2i2.1581.

[13] Statistics of Riau Province, "Produksi Perkebunan," *Badan Pusat Statistik Riau*.

[14] Y. K. Raharja, "Analisis Perbaikan Pentanahan (Grounding) Guna Mencegah Kerusakan Peralatan Listrik pada Gardu Distribusi PT. PLN (Persero) Rayon Dukuh Kupang," *Dr. Diss. Univ. Muhammadiyah Surabaya*, no. titik CD, hal. 12–26, 2021.

[15] M. D. Tobi, "Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Transformator Distribusi Di Pt Pln (Persero) Area Sorong," *Electro Educate*, vol. 4, no. 1, hal. 5, 2018, doi: 10.32531/jelekn.v4i1.80.

[16] A. Fitriyanto dan Firdaus, "Analisis Sistem Pentanahan Transformator Distribusi Di Fakultas Teknik Universitas Riau," *Jom FTEKNIK*, vol. 6, hal. 1–8, 2019.

[17] E. M. Rizki dan D. E. Putra, "Pengaruh Paralel Pentanahan Transformator dan Pentanahan Arrester Terhadap Kinerja Resistansi Pentanahan Transformator Distribusi 250 kVA Gardu BA 005 di PT. PLN (Persero) UP3 Bengkulu ULP Teluk Segara," *J. Ampere*, vol. 5, no. 2, hal. 48, 2020, doi: 10.31851/ampere.v5i2.5057.

[18] Jamari, Y. Ginting, dan P. Tamba, "Sistem Pentanahan Pada Jaringan Distribusi Di Pt. Pln (Persero) Rayon Medan Helvetia," *J. Tek. Elektro*, vol. VIII, no. 2, hal. 81–86, 2019.

[19] J. Arifin, "Pengukuran Nilai Grounding Terbaik Pada Kondisi Tanah Berbeda," *J. ELTIKOM*, vol. 5, no. 1, hal. 40–47, 2021, doi: 10.31961/eltikom.v5i1.251.

[20] M. Mahmud, "Studi Kelayakan Sistem Grounding Pada Instalasi Listrik Gedung Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan Uin Ar – Raniry Banda Aceh Proposal Skripsi," hal. 1–34, 2022.

Hak cipta © UIN Suska Riau
 Dilarang mengutip dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LAMPIRAN A

Penulis melakukan wawancara secara langsung kepada Supervisor Teknik PT. PLN (Persero) ULP Panam terkait mengatasi nilai resistansi pentanahan yang tidak sesuai standar.

Wawancara Fanni Nurfadillah, Prodi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN SUSKA Riau

Narasumber Trian Menda (Supervisor Teknik PT. PLN (Persero) ULP Panam)

Fanni: Permisi pak, maaf sebelumnya. Perkenalkan nama saya Fanni Nurfadillah, mahasiswa Teknik elektro, UIN SUSKA Riau, pak. Izin pak, apa boleh saya minta waktu bapak sebentar?

Menda: Iya, boleh Fanni.

Fanni: Izin pak, saya ingin mewawancarai bapak mengenai sistem pentanahan yang bermasalah di PT. PLN ULP Panam pak. Saya mulai dari pertanyaan pertama, yaitu apa penyebab dan tindakan PLN untuk mengatasi nilai tahanan yang tidak sesuai standar.

Menda: Baik. Penyebab nilai pentanahan tidak sesuai standar dan bermasalah itu ada banyak faktor. Bisa karena elektroda pentanahan yang hilang, jenis tanah yang memiliki tahanan yang tinggi juga mempengaruhi nilai tahanan pentanahan. Tindakan dari PLN ULP Panam untuk menangani ini dengan menambahkan elektroda pentanahan dan menambahkan elektroda pentanahan yang ditanam ke dalam tanah dengan ukuran yang lebih panjang di dekat sistem pentanahan yang memiliki tahanan yang tinggi.

Fanni: Apakah solusi tersebut sudah efektif untuk mereduksi resistansi pentanahan yang tinggi? Dan apakah mampu mempertahankan nilai resistansi pentanahan agar tetap rendah?

Menda: Bisa dikatakan cukup efektif. Namun, belum mampu mempertahankan resistansi pentanahan.

Fanni: Baik pak. Selanjutnya, bagaimana sistem pentanahan yang digunakan oleh PLN ULP Panam saat ini pak?

Menda: Untuk sistem pentanahan PLN ULP Panam saat ini menggunakan jenis elektroda batang tunggal.

Fanni : Transformator distribusi mana menurut bapak yang memiliki nilai resistansi tinggi di wilayah ULP Panam?

Menda: Menurut saya untuk saat ini masih banyak ya transformator distribusi yang memiliki nilai resistansi pentanahan yang tinggi. Salah satunya dikawasan *Feeder* N-246. Kawasanya memiliki tahanan jenis tanah yang tinggi karena jenis tanahnya berbatu dan berpasir kering.

Apakah ada tindakan lain selain penambahan jumlah elektroda pada sistem pentanahan? seperti penggunaan zat aditif untuk mereduksi resistansi pentanahan.

Menda: sejauh ini hanya itu saja tindakan PLN dalam menurunkan resistansi pentanahan yang tinggi. Seperti penambahan zat aditif untuk mereduksi nilai pentanahan sampai sata ini belum ada dilakukan.

Fanni: Baik pak. Terimakasih atas waktu dan penjelasannya.

Menda: Iya sama-sama, Fanni.

Pewawancara

Narasumber

Fanni Zulfadillah

Trian Menda



LAMPIRAN B PERHITUNGAN

A. Mencari massa bahan yang digunakan menggunakan persamaan (2.5). Komposisi yang digunakan dalam penelitian ini ialah arang cangkang kelapa sawit, puing bangunan dan pasir. Berikut perhitungan massa masing-masing bahan yang digunakan adalah:

$$V_{\text{arang}} = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$= 3,14 \cdot 10^2 \cdot 10$$

$$= 3.140 \text{ cm}^3$$

$$m_{\text{arang}} = \rho \cdot V$$

$$= 0,153 \text{ g/cm}^3 \cdot 3.140 \text{ cm}^3$$

$$= 480,42 \text{ g}$$

$$V_{\text{pasir}} = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$= 3,14 \cdot 10^2 \cdot 10$$

$$= 3.140 \text{ cm}^3$$

$$m_{\text{pasir}} = \rho \cdot V$$

$$= 1.201 \text{ g/cm}^3 \cdot 3.140 \text{ cm}^3$$

$$= 771,14 \text{ g}$$

$$V_{\text{puing}} = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$= 3,14 \cdot 10^2 \cdot 50$$

$$= 15.700 \text{ cm}^3$$

Diketahui berat puing bangunan seberat 2.200 gram untuk tinggi parit 10 cm (10% dari tinggi parit) dengan diameter 20 cm. Jadi, komposisi puing bangunan 50% setara dengan 11.000 gram. Berikut perhitungan massa jenis puing bangunan.

$$\rho_{\text{puing}} = \frac{m}{v}$$

$$= \frac{1.000 \text{ g}}{15.700 \text{ cm}^3}$$

$$= 0,7006 \text{ g/cm}^3$$

Sehingga massa secara matematis dapat dicari dalam perhitungan sebagai berikut.



$$m_{\text{puing}} = \rho \cdot V$$

$$m_{\text{puing}} = 0,7006 \text{ g/cm}^3 \cdot 15.700 \text{ cm}^3$$

$$m_{\text{puing}} = 11.000 \text{ g}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengizinkan penulisan kembali, baik untuk keperluan pendidikan, penelitian, penulisan, atau pengutipan yang merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 UIN Suska Riau
 State Islamic University of Sultan Saifuddin
 Sultan Saifuddin

$$V_{\text{parit}} = \pi r^2 \cdot t$$

$$V_{\text{parit}} = 3,14 \cdot 10^2 \cdot 30$$

$$V_{\text{parit}} = 9.420 \text{ cm}^3$$

$$m_{\text{parit}} = \rho \cdot V$$

$$m_{\text{parit}} = 0,153 \text{ g/cm}^3 \cdot 9.420 \text{ cm}^3$$

$$m_{\text{parit}} = 1.441,26 \text{ g}$$

$$V_{\text{parit}} = \pi r^2 \cdot t$$

$$V_{\text{parit}} = 3,14 \cdot 10^2 \cdot 10$$

$$V_{\text{parit}} = 3.140 \text{ cm}^3$$

$$m_{\text{parit}} = \rho \cdot V$$

$$m_{\text{parit}} = 1,201 \text{ g/cm}^3 \cdot 3.140 \text{ cm}^3$$

$$m_{\text{parit}} = 3.771,14 \text{ g}$$

$$V_{\text{puing}} = \pi r^2 \cdot t$$

$$V_{\text{puing}} = 3,14 \cdot 10^2 \cdot 30$$

$$V_{\text{puing}} = 9.420 \text{ cm}^3$$

Diketahui berat puing bangunan seberat 2.200 gram untuk tinggi parit 10 cm (10% dari tinggi parit) dengan diameter 20 cm. Jadi, komposisi puing bangunan 30% setara dengan 6.600 gram. Berikut perhitungan massa jenis puing bangunan.

$$\rho_{\text{puing}} = \frac{m}{V}$$

$$\rho_{\text{puing}} = \frac{6.600 \text{ g}}{9.420 \text{ cm}^3}$$

$$\rho_{\text{puing}} = 0,7006 \text{ g/cm}^3$$

Sehingga massa secara matematis dapat dicari dalam perhitungan sebagai berikut.

$$m_{\text{puing}} = \rho \cdot V$$

$$m_{\text{puing}} = 0,7006 \text{ g/cm}^3 \cdot 9.420 \text{ cm}^3$$

$$m_{\text{puing}} = 6.600 \text{ g}$$

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$V_{\text{arang}} = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$= 3,14 \cdot 10^2 \cdot 50$$

$$= 15.700 \text{ cm}^3$$

$$m_{\text{arang}} = \rho \cdot V$$

$$= 0,153 \text{ g/cm}^3 \cdot 15.700 \text{ cm}^3$$

$$= 2.402,1 \text{ g}$$

$$V_{\text{parit}} = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$= 3,14 \cdot 10^2 \cdot 10$$

$$= 3.140 \text{ cm}^3$$

$$m_{\text{parit}} = \rho \cdot V$$

$$= 1,201 \text{ g/cm}^3 \cdot 3.140 \text{ cm}^3$$

$$= 3.771,14 \text{ g}$$

$$V_{\text{tabung}} = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$= 3,14 \cdot 10^2 \cdot 10$$

$$= 3.140 \text{ cm}^3$$

Diketahui berat puing bangunan seberat 2.200 gram untuk tinggi parit 10 cm (10% dari tinggi parit) dengan diameter 20 cm. Berikut perhitungan massa jenis dan massa puing bangunan.

$$\rho_{\text{puing}} = \frac{m}{V}$$

$$\rho_{\text{puing}} = \frac{2.200 \text{ g}}{3.140 \text{ cm}^3}$$

$$\rho_{\text{puing}} = 0,7006 \text{ g/cm}^3$$

Sehingga massa secara matematis dapat dicari dalam perhitungan sebagai berikut.

$$m_{\text{puing}} = \rho \cdot V$$

$$m_{\text{puing}} = 0,7006 \text{ g/cm}^3 \cdot 3.140 \text{ cm}^3$$

$$m_{\text{puing}} = 2.200 \text{ g}$$

B. Menghitung penurunan persentasi resistansi pentanahan setelah diberi zat aditif saat

kondisi basah

$$\%A = \frac{106,8 - 2,74}{106,8} \times 100\% = 97,43\%$$

$$\%B = \frac{106,8 - 4,36}{106,8} \times 100\% = 95,91\%$$

$$\%C = \frac{106,8 - 5,34}{106,8} \times 100\% = 95\%$$

C. Menghitung penurunan persentasi resistansi pentanahan setelah diberi zat aditif saat

kondisi kering

$$\%A = \frac{117,16 - 2,94}{117,16} \times 100\% = 97,49\%$$

$$\%B = \frac{117,16 - 4,45}{117,16} \times 100\% = 96,20\%$$

$$\%C = \frac{117,16 - 6,11}{117,16} \times 100\% = 94,78\%$$

D. Menghitung Resistivitas Arang Cangkang Kelapa Sawit

$$\rho = \frac{R \times A}{l} = \frac{3,28 \times 0,0009}{0,1}$$

$$= \frac{0,00295}{0,1} = 0,0295 \Omega m$$

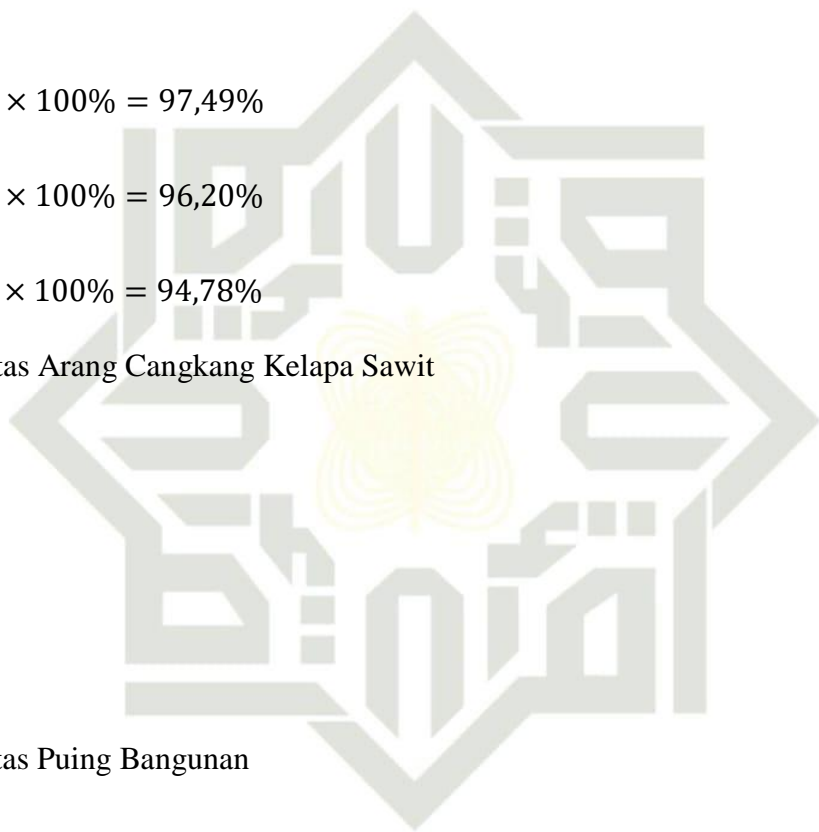
E. Menghitung Resistivitas Puing Bangunan

$$\rho = \frac{R \times A}{l} = \frac{1,13 \times 0,0009}{0,1}$$

$$= \frac{0,00102}{0,1} = 0,0102 \Omega m$$

F. Menghitung Resistivitas Garam

$$\rho = \frac{R \times A}{l} = \frac{2,60 \times 0,0009}{0,1}$$



0,00234

0,1

0,0234 Ω m

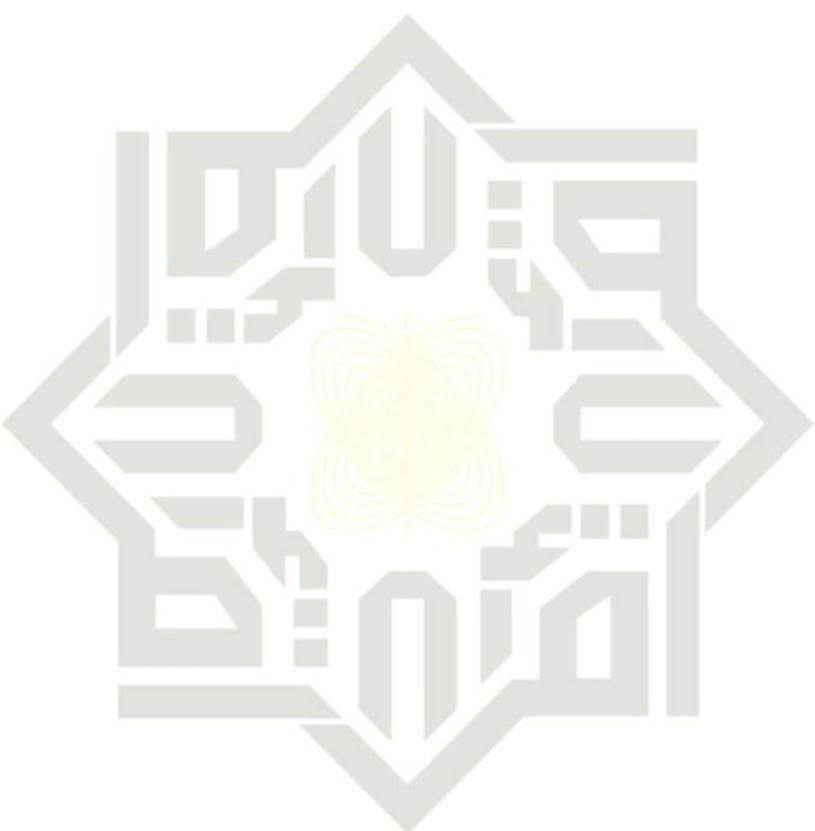


© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Fanni Nurfadillah, lahir di Provinsi Riau, Kota Pekanbaru pada tanggal 11 Maret 2001. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara yakni Allan Hawari Putra dan Alfath Hawari Baskara dari pasangan Zushawari dan Reni Yerita. Ketika tahun 2007 penulis masuk pendidikan dasar di SDN 9 Pekanbaru. Kemudian lulus pada tahun 2013, lanjut menempuh pendidikan di SMPN 6 Pekanbaru dan lulus tahun 2016. Selanjutnya, penulis meneruskan pendidikan di SMAN 3 Pekanbaru dan

lulus pada tahun 2019. Di tahun 2019, penulis berhasil menjadi mahasiswa di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Berkat rahmat dan karunia Allah SWT, ketekunan serta rasa motivasi yang tinggi terus berusaha dan belajar, Alhamdulillah penulis telah berhasil menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga tugas akhir ini mampu memberikan manfaat untuk siapa saja yang membutuhkan dan dipergunakan sebagaimana mestinya untuk penelitian selanjutnya.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang tak terhingga kepada Allah SWT atas rahmat, rezeki, kelimpahan berkah dan karunia-Nya Tugas Akhir yang berjudul **“Reduksi Resistansi Pentanahan Dengan Zat Aditif Elektroda Batang Tunggal (Studi Kasus : Transformator Distribusi PN-246 PT. PLN (Persero) ULP Panam)”** dapat terselesaikan pada tepat waktu.

Nomor Telepon

085274097129

Email

11950521607@students.uin-suska.ac.id

Judul Tugas Akhir

“Reduksi Resistansi Pentanahan Dengan Zat Aditif Elektroda Batang Tunggal (Studi Kasus : Transformator Distribusi PN-246 PT. PLN (Persero) ULP Panam)”