

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

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN ARANG TEMPURUNG KELAPA DAN MAGNESIUM SULFAT TERHADAP PENURUNAN RESISTANSI PENTANAHAN

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik
Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



oleh:

DEFRI ALFIAN
12050513780

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2024**

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

LEMBAR PERSETUJUAN

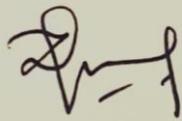
ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN ARANG TEMPURUNG KELAPA DAN MAGNESIUM SULFAT TERHADAP PENURUNAN RESISTANSI PENTANAHAN TUGAS AKHIR

Oleh:

DEFRI ALFIAN
12050513780

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro
di Pekanbaru, pada tanggal 13 Juni 2024

Ketua Program Studi



Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T
NIP. 197210212006022001

Pembimbing



Dr. Liliana, S.T., M.Eng
NIP. 19781012 2003122204

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

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN ARANG TEMPURUNG KELAPA DAN MAGNESIUM SULFAT TERHADAP PENURUNAN RESISTANSI PENTANAHAN

TUGAS AKHIR

Oleh:

DEFRI ALFIAN
12050513780

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 13 Juni 2024

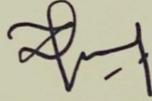
Pekanbaru, 13 Juni 2024

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Hartono, M.Pd
 NIP. 196403011992031003

Ketua Program Studi


Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T
 NIP. 197210212006022001

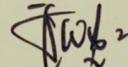
Dewan Penguji :

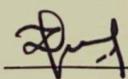
Ketua Sidang : Mulyono, S.T., M.T

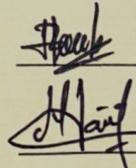
Sekretaris : Dr. Liliana S.T., M.Eng

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

Anggota II : Marhama Jelita, S.Pd, M.Sc.





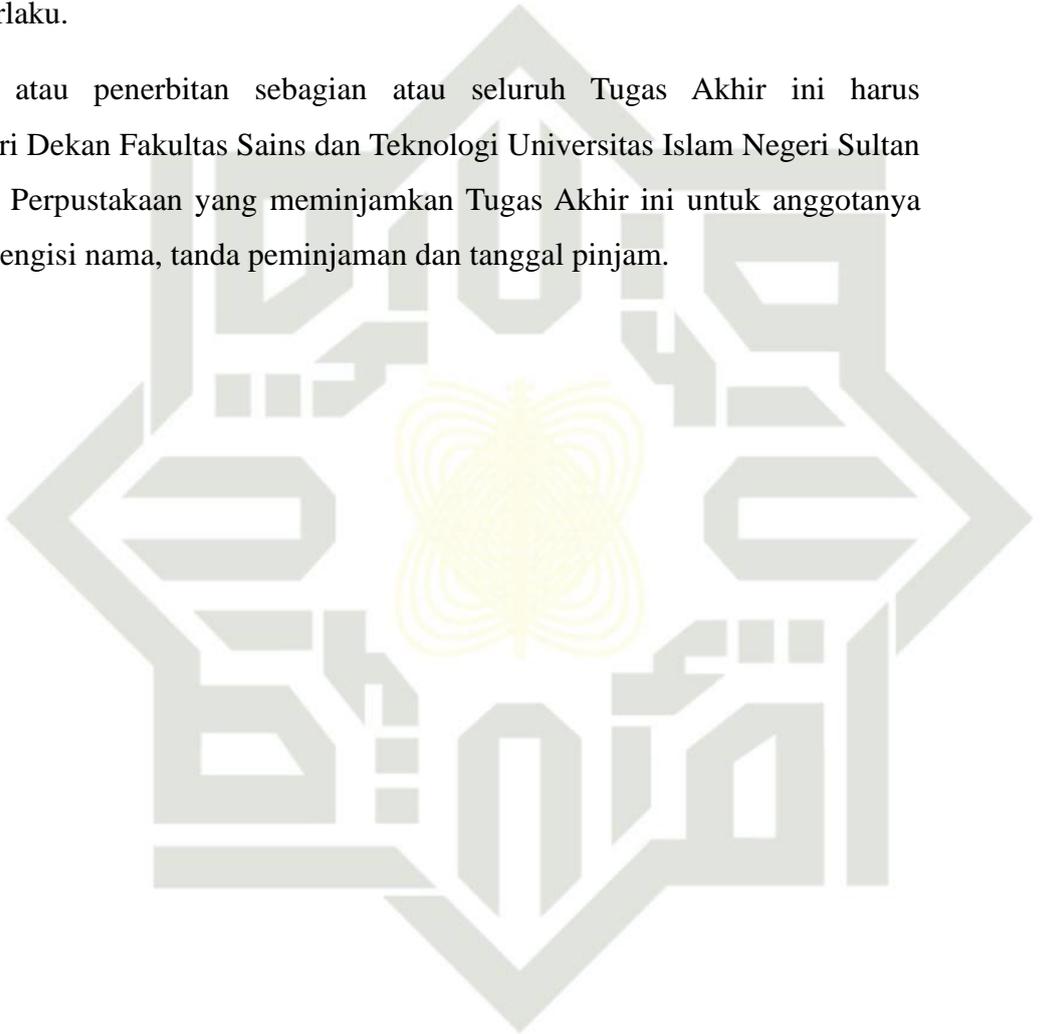




LEMBAR HAK ATAS KELAYAKAN INTELEKTUAL

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, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah pengutipan yang berlaku.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin 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.



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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin 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 mengumumkan 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. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan didalam daftar pustaka.

Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 13 Juni 2024

Yang membuat pernyataan,



DEFRI ALFIAN
NIM. 12050513780



HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmaanirrahiim

Puji syukur ku panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat beserta hidayahnya dan juga sholawatku kepada baginda Nabi Muhammad SAW yang telah menerangi perjalanan hidupku menuju surganya Allah

Akan kupersembahkan hasil karyaku ini untuk kedua orang tua yang paling ku cintai yaitu Bapak Sudirman dan Ibu Ernomi sebagai tanda dan bukti ku yang telah bersungguh-sungguh dalam menggapai impian dengan harapan bisa membuat mereka bangga, serta untuk kedua adikku Laila dan Wulan yang tengah menempuh pendidikan sekolah semoga mereka bisa termotivasi untuk lebih giat belajar

Untuk teman-teman seperjuanganku yang telah memberikan kesan dan pesan yang tak akan pernah terlupakan

Untuk dosen-dosen yang telah mendidik, mendewasakan, serta mencerdaskanku dalam berpikir dan bertindak

Untuk Jurusan Teknik Elektro UIN Suska Riau

Dan untuk INDONESIA

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

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN ARANG TEMPURUNG KELAPA DAN MAGNESIUM SULFAT TERHADAP PENURUNAN RESISTANSI PENTANAHAN

DEFRI ALFIAN
12050513780

Tanggal Sidang: 13 Juni 2024

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

ABSTRAK

Sistem pentanahan berperan penting untuk melindungi sistem dan peralatan listrik dari gangguan arus lebih yang disebabkan oleh gangguan internal maupun eksternal, utamanya akibat petir pada sistem tenaga listrik. Sistem pentanahan haruslah memiliki nilai resistansi yang rendah, namun kenyataannya masih banyak terdapat resistansi pentanahan dengan nilai yang tinggi, salah satunya resistansi pentanahan di UIN Suska Riau sebesar 417,6 Ω dengan resistivitas tanah 496,69 Ω yang termasuk kedalam jenis tanah dengan resistansi tinggi. Apabila tidak segera ditangani masalah tersebut dapat membahayakan peralatan dan keselamatan manusia. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan arang tempurung kelapa dan magnesium sulfat dalam menurunkan resistansi pentanahan dengan metode *soil treatment* menggunakan elektroda batang tunggal dan paralel. Resistansi pentanahan elektroda batang tunggal dan paralel saat kondisi basah 394 Ω dan 211 Ω sedangkan kondisi kering 413 Ω dan 219 Ω . Setelah ditambahkan zat aditif nilai resistansi menurun signifikan dengan resistansi elektroda batang tunggal dan paralel saat kondisi basah 70,6 Ω dan 40 Ω , sedangkan kondisi kering 75 Ω dan 41,3 Ω . Penurunan resistansi terbesar terjadi pada elektroda batang paralel setelah ditambahkan zat aditif yaitu sebesar 89.8 % kondisi basah dan 90% kondisi kering. Dengan persentase penurunan tersebut, maka penelitian dengan metode *soil treatment* dapat dikatakan berhasil.

Kata Kunci: PUIL 2000, resistivitas, sistem pentanahan, *soil treatment*.

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

ANALYSIS OF THE EFFECT OF ADDING COCONUT SHELL CHARCOAL AND MAGNESIUM SULFATE ON REDUCING EARTHING RESISTANCE

DEFRI ALFIAN
12050513780

Session Date: 13th Jun, 2024

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 plays an important role in protecting electrical systems and equipment from overcurrent disturbances caused by internal and external disturbances, especially due to lightning in the electric power system. The grounding system must have a low resistance value, but in reality there are still many grounding resistances with high values, one of which is the grounding resistance at UIN Suska Riau of 417.6 Ω with a soil resistivity of 496.69 Ω which is included in the type of soil with high resistance. If this problem is not handled immediately, it can endanger equipment and human safety. The aim of this research is to determine the effect of adding coconut shell charcoal and magnesium sulfate in reducing grounding resistance using the soil treatment method using single and parallel rod electrodes. The grounding resistance of single and parallel rod electrodes in wet conditions is 394 Ω and 211 Ω while in dry conditions it is 413 Ω and 219 Ω . After adding additives, the resistance value decreased significantly with the resistance of single and parallel rod electrodes in wet conditions being 70.6 Ω and 40 Ω , while in dry conditions it was 75 Ω and 41.3 Ω . The largest decrease in resistance occurred in parallel rod electrodes after adding additives, namely 89.8% in wet conditions and 90% in dry conditions. With this percentage reduction, research using the soil treatment method can be said to be successful.

Keywords: *grounding system, soil treatment, resistivity, PUIL 2000*

UIN SUSKA RIAU

KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga penulis berhasil menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, utusan Allah yang diutus untuk menjadi rahmat bagi seluruh alam. Skripsi ini berjudul **"Analisis Pengaruh Penambahan Arang Tempurung Kelapa dan Magnesium Sulfat Terhadap Penurunan Resistansi Pentanahan"**. Selama menyelesaikan skripsi ini, penulis seringkali mendapati masalah dan hambatan, namun berkat izin Allah SWT serta bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, akhirnya penulis berhasil menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya. Oleh karena ungkapan terimakasih ingin penulis sampaikan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta Bapak Sudirman dan Ibu Ernomi yang telah menjadi segalanya dalam hidup ini, dan juga kedua adik tercinta laila dan wulan yang selalu memberikan semangat kepada penulis.
2. Ibu Dr. Liliana, S.T.,M.Eng yang telah membimbing saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T. selaku Ketua prodi Teknik Elektro UIN Suska dan sebagai penguji I.
4. Ibu Marhama Jelita, S.Pd., M.Sc, selaku penguji II yang telah memberikan masukan untuk skripsi ini
5. Bapak Indra teknisi listrik UIN Suska yang telah membantu saya dalam melaksanakan penelitian.
6. Kepada keluarga di Pekanbaru Om Dapit, Ama Noni, Julio dan Naysi yang telah menjadi keluarga kedua dan menjaga serta merawat penulis selama berkualiah disini
7. Sahabat dan teman kuliah yang selalu membantu dan memberikan dukungan dalam menghadapi setiap proses dalam menyelesaikan skripsi ini terutama M. Rizky, Rafli, Maiputri, Pintan, Nopi, Hensi, Azizah, Dila, Wan Boih, Jikri, dan Alwahid.
8. DFR yang selalu memberikan semangat, motivasi, nasehat dan bantuan kepada



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

penulis selama menyelesaikan skripsi

Teman sejurusan yang telah menjadi sahabat dan sosok yang selalu hadir dalam setiap langkah, memberikan dukungan, semangat, dan motivasi dalam perjalanan penulisan skripsi ini.

10. Pihak-pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan doa dalam proses penyelesaian skripsi ini. Meskipun tidak bisa disebutkan satu per satu, namun setiap kontribusi dan dorongan yang diberikan telah menjadi bagian tak terpisahkan dalam mencapai kesuksesan ini.

Skripsi ini merupakan sebuah langkah kecil yang ingin penulis sumbangkan bagi ilmu pengetahuan, dengan harapan dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi amal jariyah yang berkah bagi kedua orang tua, serta menjadi bentuk pengabdian kepada bangsa dan agama. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa segala pencapaian dan keberhasilan yang diraih hanyalah berkat kehendak-Nya semata. Oleh karena itu, penulis mengakhiri kata pengantar ini dengan doa semoga karya ilmiah ini menjadi wujud ibadah yang diterima di sisi-Nya, serta menjadi bagian yang berguna dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan kehidupan umat manusia.

Aamiin Yaa Rabbal ‘Alamin.....

Pekanbaru, 13 Juni 2023

Penulis,

Defri Alfian

UIN SUSKA RIAU

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

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR HAK ATAS KELAYAKAN INTELEKTUAL	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR RUMUS	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-5
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-5
1.4 Batasan Masalah.....	I-5
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terkait.....	II-1
2.2 Sistem Pentanahan.....	II-4
2.3 Elektroda	II-5
2.4 Metode <i>Soil Treatment</i>	II-10
2.5 Volume dan Massa Bahan	II-11
2.6 Metode Pengukuran Pentanahan	II-12
2.7 Alat Ukur.....	II-14
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Alur Penelitian.....	III-1
3.2 Studi Literatur.....	III-2
3.3 Identifikasi Masalah	III-2



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

3.4	Pengumpulan Data	III-3
3.5	Pengukuran Resistansi Pentanahan dan Perhitungan Nilai Resistivitas Tanah ..	III-4
3.6	Pengukuran Resistansi Pentanahan Elektroda Batang Tunggal dan Paralel	III-5
3.7	Pengukuran Resistansi Pentanahan Elektroda Batang Tunggal dan Paralel Setelah Ditambahkan Zat Aditif.....	III-7
3.8	Perbandingan Resistansi Pentanahan Elektroda Batang Tunggal dan Paralel Sebelum dan Sesudah Penambahan Zat Aditif.....	III-13
3.9	Hasil dan Analisa Penelitian.....	III-14

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1	Hasil Pengukuran Resistansi Pentanahan dan Perhitungan Resistivitas Tanah di UIN Suska Riau.....	IV-1
4.2	Hasil Pengukuran Resistansi Pentanahan Elektroda Batang Tunggal dan Paralel	IV-3
4.3	Hasil Pengukuran Resistansi Pentanahan Elektroda Batang Tunggal dan Paralel Setelah Ditambahkan Zat Aditif	IV-8
4.4	Perbandingan Resistansi Pentanahan Elektroda Batang Tunggal dan Paralel Sebelum dan Sesudah Penambahan Zat Aditif.....	IV-18

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

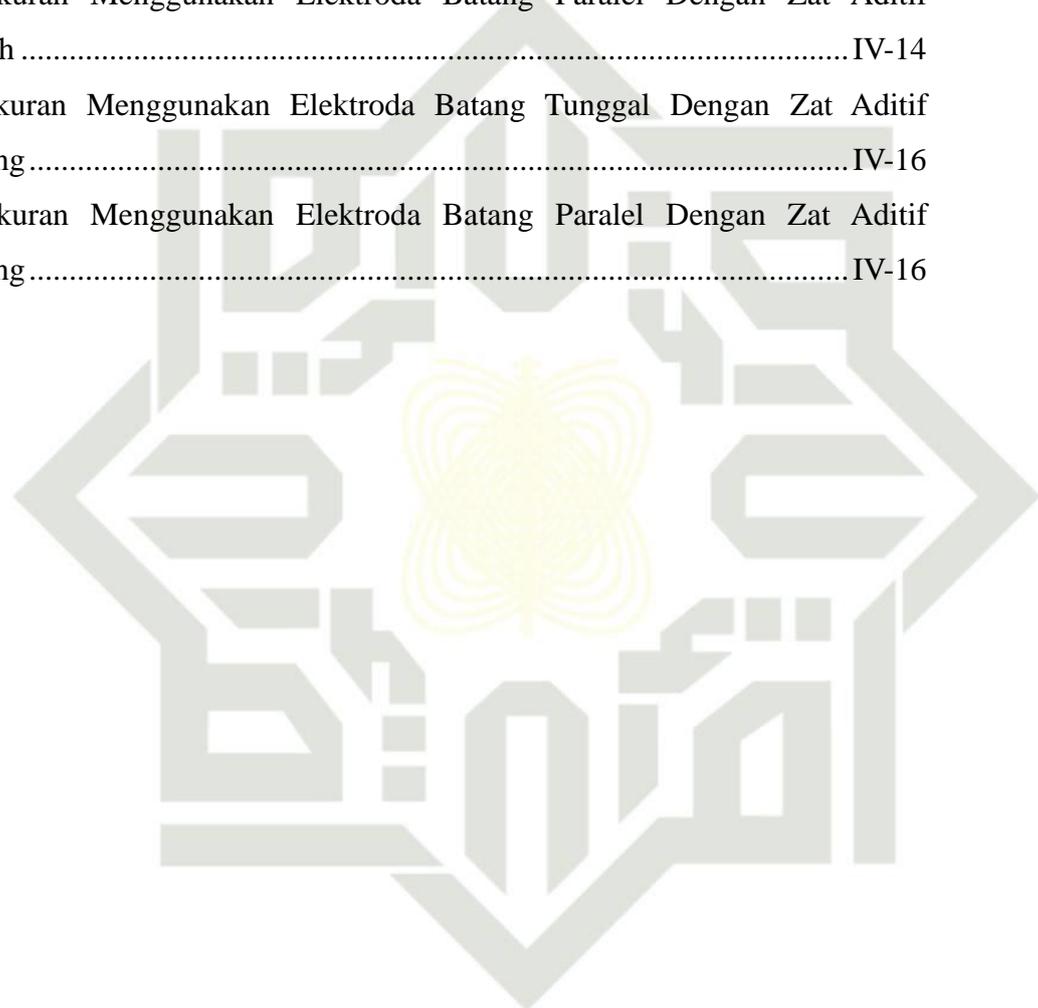
5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran.....	V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A

LAMPIRAN B

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



15	Pengukuran Menggunakan Elektroda Batang Tunggal Setelah Ditambahkan Zat Aditif	IV-13
16	Pengukuran Menggunakan Elektroda Batang Paralel Setelah Ditambahkan Zat Aditif	IV-13
17	Hasil Pengukuran Menggunakan Elektroda Batang Tunggal Dengan Zat Aditif Kondisi Basah	IV-14
18	Hasil Pengukuran Menggunakan Elektroda Batang Paralel Dengan Zat Aditif Kondisi Basah	IV-14
19	Hasil Pengukuran Menggunakan Elektroda Batang Tunggal Dengan Zat Aditif Kondisi Kering	IV-16
20	Hasil Pengukuran Menggunakan Elektroda Batang Paralel Dengan Zat Aditif Kondisi Kering	IV-16

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



DAFTAR TABEL

	Halaman
1 Data dimensi dan ukuran standart elektroda batang.....	II-6
2 Nilai Resistivitas Tanah	II-9
3 Spesifikasi <i>earth tester</i>	II-14
1 Data Sekunder Penelitian	III-3
1 Hasil pengukuran resistansi pentanahan di UIN Suska Riau	IV-2
4.2 Hasil pengukuran resistansi pentanahan elektroda batang tunggal dan paralel kondisi basah.....	IV-5
4.3 Hasil pengukuran resistansi pentanahan elektroda batang tunggal dan paralel kondisi kering.....	IV-7
4.4 Perbandingan Resistansi Tunggal dan Paralel saat Kondisi basah dan Kering	IV-8
4.5 Volume dan Massa Bahan Zat Aditif.....	IV-12
4.6 Hasil pengukuran resistansi pentanahan elektroda batang tunggal dan paralel dengan zat aditif kondisi basah	IV-15
4.7 Hasil pengukuran resistansi pentanahan elektroda batang tunggal dan paralel dengan zat aditif kondisi kering.....	IV-16
4.8 Perbandingan Resistansi Tunggal dan Paralel saat Kondisi basah dan Kering setelah penambahan zat aditif.....	IV-17
4.9 Perbandingan Resistansi Pentanahan Sebelum dan Sesudah Penambahan Zat Aditif	IV-18
4.10 Persentase penurunan resistansi pentanahan sebelum dan sesudah penambahan zat aditif.....	IV-20

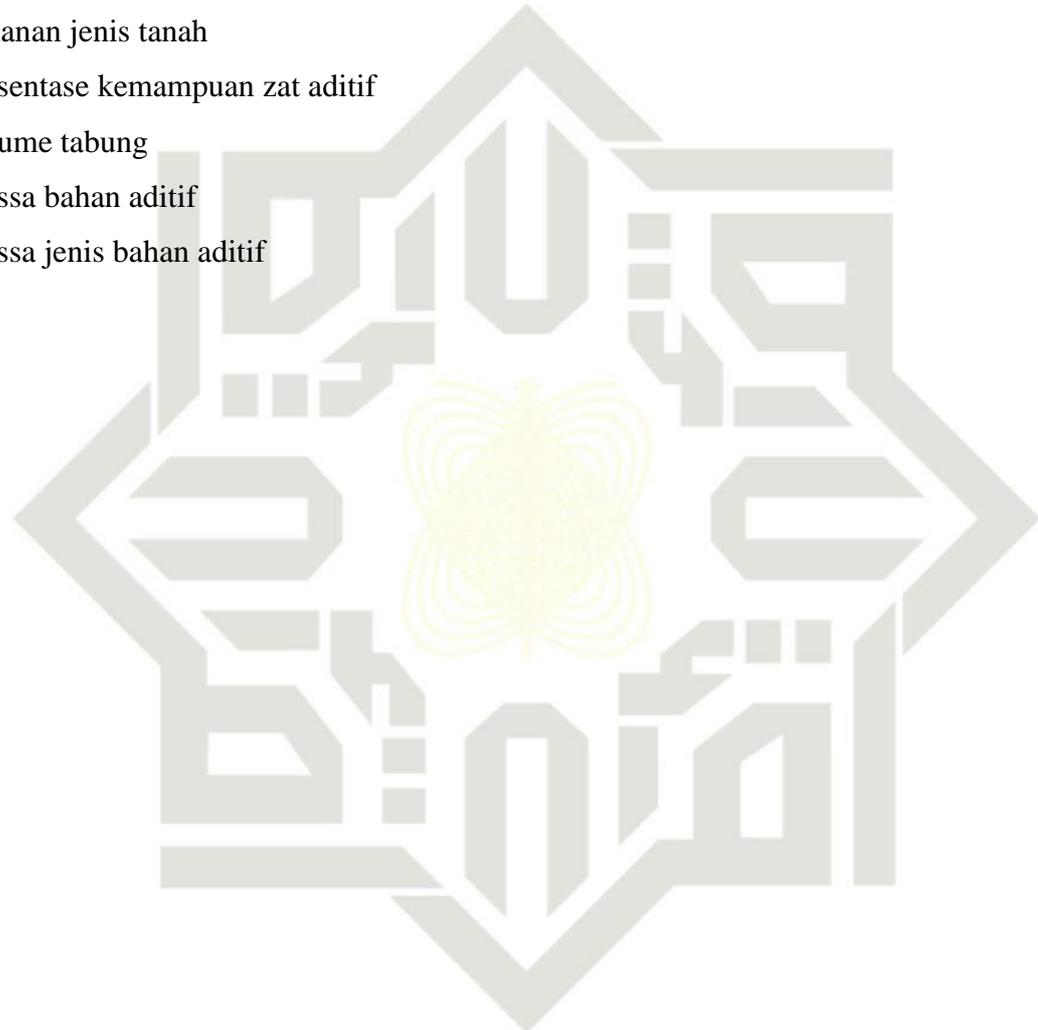
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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



DAFTAR RUMUS

- Persamaan 2. 1 Tahanan pentanahan elektroda tunggal
- Persamaan 2. 2 Tahanan pentanahan elektroda batang paralel $s > L$
- Persamaan 2. 3 Tahanan pentanahan elektroda batang paralel $s < L$
- Persamaan 2. 4 Tahanan pentanahan elektroda batang paralel
- Persamaan 2. 5 Tahanan jenis tanah
- Persamaan 2. 6 Persentase kemampuan zat aditif
- Persamaan 2. 7 Volume tabung
- Persamaan 2. 8 Massa bahan aditif
- Persamaan 2. 9 Massa jenis bahan aditif



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



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem pentanahan memiliki peranan penting untuk melindungi sistem dan peralatan listrik dari gangguan. Gangguan tersebut berupa arus lebih yang disebabkan oleh gangguan internal maupun eksternal, utamanya akibat petir pada sistem tenaga listrik. Gangguan ini dapat membahayakan peralatan elektronik, menurunkan stabilitas sistem, dan membahayakan nyawa manusia. Arus lebih yang terjadi akibat gangguan ini kemudian dialirkan oleh sistem pentanahan ke tanah. Untuk mengalirkan arus gangguan dengan baik perlu sistem pentanahan yang sesuai standart, hal tersebut sudah diatur dalam PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) 2000 [1].

Berdasarkan PUIL 2000, sistem pentanahan yang baik harus memiliki resistansi pentanahan maksimum yang diperbolehkan yaitu tidak lebih dari 5Ω [2]. Untuk mendapatkan nilai resistansi pentanahan yang diharuskan tersebut ada beberapa faktor yang mempengaruhinya antara lain resistivitas tanah, kelembaban tanah, suhu tanah, bentuk sistem pentanahan, serta diameter elektroda yang dipakai [3]. Dari beberapa faktor tersebut hal yang paling menentukan nilai dari resistansi tanah adalah kelembaban dari tanah. Tanah dengan tingkat kelembaban tinggi sangat bagus untuk sistem pentanahan, hal ini didasarkan pada sebuah penelitian yang menunjukkan bahwa resistansi pentanahan dengan menggunakan elektroda batang cenderung memiliki resistansi pentanahan lebih rendah pada saat kondisi basah dibandingkan pada saat kondisi kering. Jika kelembaban pada tanah rendah maka resistansi pentanahan akan semakin tinggi, oleh sebab itu diperlukan upaya untuk menurunkan nilai resistansi tanah yang tinggi sehingga sesuai dengan standart PUIL 2000 [4].

Upaya atau tindakan yang sering dilakukan untuk menurunkan nilai tahanan pentanahan bila resistansinya tinggi, antara lain dengan mengganti elektroda pentanahan dengan yang lebih besar, menambah kedalaman penanaman elektroda, menambah jumlah elektroda kemudian memparalelkannya [5], dan ataupun bisa dengan menambahkan zat aditif pada tanah (*soil treatment*) [6]. Menurut standar IEEE (142-1983), penambahan zat aditif pada tanah dapat dikatakan berhasil ketika nilai tahanan pentanahan dapat berkurang



- 15% hingga 90% dari nilai keadaan tahanan semula sebelum diberikan penambahan zat [7].
- Metode *Soil Treatment* dapat menurunkan resistansi pentanahan dengan merubah komposisi tanah menggunakan zat aditif yang dimasukkan kedalam sebuah parit yang berbentuk tabung atau parit melingkar. Metode ini mampu menjaga kelembaban tanah dan mereduksi tahanan pentanahan sehingga nilai tahanan pentanahan dapat turun hingga 15%-90% dari nilai tahanan aslinya [8]. Zat aditif atau unsur kimia yang digunakan dalam metode ini dapat ditemukan ke dalam beberapa contoh bahan seperti bentonit, gypsum, semen, konduktivitas, garam, dan arang. Arang adalah suatu bahan yang memiliki karakteristik hitam, ringan, dan mudah hancur serta memiliki kandungan karbon hingga 85% sehingga mampu menjaga kelembaban dan meningkatkan konduktivitas tanah. Biasanya arang dihasilkan dengan cara memanaskan kayu, tulang, atau bahan lainnya seperti tempurung kelapa [9].
- Arang tempurung kelapa adalah salah satu bahan yang dapat digunakan untuk menurunkan nilai tahanan pentanahan karena memiliki pori-pori yang dapat menyimpan dan menyerap air sehingga dapat menjaga kelembapan tanah serta memiliki sifat konduktif [10]. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan persentase penurunan nilai resistansi pentanahan dengan menggunakan arang tempurung kelapa sebesar 44,3% [11]. Untuk mendapatkan hasil terbaik, arang tempurung kelapa biasanya dikombinasikan dengan elektrolit, yaitu zat yang mampu menghantarkan listrik dengan baik. Salah satu elektrolit yang mudah didapat dan harganya terjangkau adalah Garam. Garam adalah bahan yang bisa meningkatkan daya hantar listrik ke tanah [12]. Terdapat banyak sekali jenis garam seperti natrium klorida, kalsium klorida, natrium sulfat, magnesium sulfat dan berbagai jenis garam lainnya.
- Magnesium sulfat disebut juga garam inggris yang terdiri dari unsur magnesium, sulfat, dan oksigen. Magnesium sulfat memiliki kemampuan untuk untuk menetralkan tanah dari zat-zat beracun berupa alumunium, besi, dan tembaga, selain itu magnesium sulfat juga mampu mengubah pH tanah. Oleh karena itu magnesium sulfat bagus digunakan sebagai zat aditif karena mampu memperlambat korosi elektroda dengan menetralkan tanah dari zat-zat beracun yang menempel pada bahan elektroda serta dapat menurunkan keasaman tanah [13]. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan persentase
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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

penurunan nilai resistansi pentanahan dengan menggunakan magnesium sulfat mampu menurunkan resistansi pentanahan sebesar 41,2 % [14].

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau memiliki banyak gedung mulai dari gedung rektorat, gedung fakultas, gedung perpustakaan dan fasilitas lainnya. Contohnya saja fakultas Sains dan Teknologi yang memiliki dua gedung belajar dan satu gedung laboratorium. Pada gedung-gedung tersebut tentu saja memiliki banyak perangkat elektronik di dalamnya, sehingga memerlukan proteksi yang baik pada sistem pentanahannya agar saat arus gangguan terjadi dapat dialirkan dengan baik ke dalam tanah sebagai upaya untuk melindungi instalasi dan peralatan listrik pada gedung tersebut. Sistem pentanahan yang baik harus memiliki resistansi pentanahan yang rendah, yaitu tidak lebih dari 5 Ω . Besarnya nilai resistansi pentanahan dipengaruhi oleh resistivitas jenis tanah. Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan menggunakan elektroda batang dengan kedalaman 1 meter, kawasan UIN Suska Riau memiliki nilai resistivitas jenis tanah sebesar 495,97 Ω m yang tergolong ke dalam jenis tanah pasir dan kerikil kering [15]. Berdasarkan pengukuran tersebut, maka dapat dikatakan bahwa tingginya nilai resistivitas tanah dapat menyebabkan resistansi pentanahan menjadi tinggi yang membuat sistem pentanahan yang terpasang di kawasan UIN Suska Riau tidak dapat berfungsi dengan baik jika terjadi gangguan.

Berdasarkan penelitian 8 yang pernah dilakukan di UIN Suska Riau untuk menurunkan resistansi pentanahan dengan menggunakan abu cangkang sawit, penelitian ini mampu menurunkan resistansi pentanahan hingga 15% sampai 21% [8]. Selain itu ada juga penelitian 15 dengan menggunakan arang, garam, dan abu tandan kosong kelapa sawit. Penelitian ini melakukan percobaan dengan memparalelkan dua hingga lima batang elektroda dengan penambahan arang, garam, dan abu tandan kosong kelapa sawit. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah penurunan resistansi pentanahan sebesar 24,5% sampai 27,7% [15]. Dari hasil penelitian 8 dan 15 yang pernah dilakukan ini menunjukkan bahwa nilai resistansi pentanahan UIN Suska Riau masih tergolong tinggi dan belum memenuhi standar, untuk itu perlu dilakukan upaya atau metode lain yang lebih baik untuk menurunkan resistansi pentanahannya agar sesuai dengan standar yang berlaku.

Metode *Soil Treatment* dengan memanfaatkan arang tempurung kelapa dan magnesium sulfat sejauh ini terbukti mampu menurunkan resistansi pentanahan dengan lebih baik yaitu sebesar 38,9 %. Penelitian ini pernah dilakukan di Universitas Jambi

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



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

Kecamatan Muaro Jambi Pondok Meja pada jenis tanah liat. Penelitian ini menganalisa pengaruh yang timbul pada saat pengukuran nilai tahanan tanah pada tanah liat sebelum dan sesudah dilakukannya penambahan magnesium sulfat dan arang tempurung kelapa atau campuran dari keduanya. Hasil yang didapat dari penelitian ini yaitu campuran magnesium sulfat dan arang tempurung kelapa mampu menurunkan tahanan pentanahan yang sebelumnya nilai tahanan pentanahannya 84 Ohm turun menjadi 51 Ohm [14].

Berdasarkan penelitian 14 di atas, maka peneliti ingin melakukan penelitian dengan menggunakan metode *Soil Treatment* dengan menggunakan arang tempurung kelapa dan magnesium sulfat sebagai bahan pereduksi resistansi pentanahannya pada jenis tanah lain yang memiliki resistansi lebih tinggi seperti tanah berpasir dan kerikil yang terdapat di UIN Suska Riau. Metode ini menggunakan parit berbentuk tabung untuk memasukkan zat aditifnya dengan menggunakan elektroda batang tunggal dan paralel. Untuk massa bahan yang digunakan berdasarkan ketinggian parit dengan variasi massa yang sama untuk semua parit. Penelitian ini dikembangkan dari penelitian 14 dengan harapan mampu menurunkan tahanan pentanahan UIN Suska Riau dengan lebih baik.

Pengujian pada penelitian ini akan dilakukan pada kondisi tanah basah dan kering. Pengujian pada kondisi basah dilakukan pada saat setelah terjadinya hujan sedangkan pengujian pada saat kondisi kering dilakukan saat tanah dibiarkan kering tanpa terkena hujan selama 7 hari kedepan. Pengujian pada dua kondisi ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar resistansi tanah saat kondisi tanah terbaik dan terburuk. Pengujian resistansi tanah menggunakan alat *earth tester* dengan metode tiga titik dengan beberapa tahapan, yaitu dari elektroda yang ditanam kedalam tanah tanpa tambahan zat aditif, elektroda yang dimasukkan kedalam tanah yang sudah ditambahkan zat aditif dan elektroda yang sudah ditambahkan dengan zat aditif lalu diparalelkan dengan elektroda lainnya. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga sampai lima kali untuk mendapatkan hasil pengujian yang akurat [8].

Setelah menjelaskan latar belakang diatas, penulis tertarik untuk melaksanakan penelitian mengenai **“Analisis Pengaruh Penambahan Arang Tempurung Kelapa dan Magnesium Sulfat Terhadap Penurunan Resistansi Pentanahan Menggunakan Elektroda Batang Tunggal dan Paralel dengan Metode *Soil Treatment*”**

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- Berapakah nilai resistansi pentanahan dan resistivitas tanah di UIN Suska Riau?
- Berapakah nilai resistansi pentanahan di UIN Suska Riau dengan menggunakan elektroda batang tunggal dan paralel saat kondisi basah dan kering?
- Bagaimana pengaruh penambahan zat aditif berupa arang tempurung kelapa dan magnesium sulfat terhadap nilai resistansi pentanahan dengan menggunakan elektroda batang tunggal dan paralel pada saat kondisi basah dan kering?
- Bagaimana perbandingan resistansi pentanahan di UIN Suska Riau saat sebelum dan sesudah penambahan zat aditif berupa arang tempurung kelapa dan magnesium sulfat menggunakan elektroda batang tunggal dan paralel?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis nilai resistansi pentanahan dan jenis tanah di UIN Suska Riau.
 2. Menganalisis nilai resistansi pentanahan di UIN Suska Riau dengan menggunakan elektroda batang tunggal dan paralel saat kondisi basah dan kering.
 3. Menganalisis pengaruh penambahan zat aditif berupa arang tempurung kelapa dan magnesium sulfat terhadap nilai resistansi pentanahan dengan menggunakan elektroda batang tunggal dan paralel pada saat kondisi basah dan kering
- Menganalisis perbandingan resistansi pentanahan di UIN Suska Riau saat sebelum dan sesudah penambahan zat aditif berupa arang tempurung kelapa dan magnesium sulfat menggunakan elektroda batang tunggal dan paralel

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

- Penelitian dilakukan pada tanah saat kondisi basah dan kering
- Elektroda yang digunakan berbahan tembaga dengan panjang dan diameter yang sama
- Untuk standart R tanah sesuai dengan ketentuan pada PUIL 2000
- Kepadatan tanah saat pengujian dianggap sama

Penelitian dilakukan di UIN Suska Riau

Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

Meningkatkan pemahaman dan keahlian mengenai sistem pentanahan khususnya bagi peneliti

Memahami tentang sistem pentanahan menggunakan zat aditif berupa magnesium sulfat dan arang tempurung kelapa

Sebagai pedoman atau solusi dalam menciptakan sistem pentanahan yang lebih baik

Pemanfaatan limbah arang tempurung kelapa yang tidak digunakan



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



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

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1. Penelitian Terkait

Pada penelitian untuk menganalisis pengaruh penambahan arang tempurung kelapa dan magnesium sulfat terhadap penurunan resistansi pentanahan dengan metode *soil treatment* menggunakan elektroda batang tunggal dan paralel memerlukan beberapa penelitian terkait untuk dijadikan sebagai rujukan sekaligus acuan untuk melaksanakan penelitian ini dengan maksud menjadi sebuah solusi untuk menurunkan resistansi pentanahan yang tinggi pada tanah berpasir di kawasan UIN Suska Riau. Berikut ini beberapa penelitian terkait yang dikumpulkan dari berbagai sumber sebagai referensi teori dan acuan dalam melaksanakan penelitian ini.

Pada penelitian 14 yang berjudul Penggunaan Campuran Magnesium Sulfat dan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Upaya Perbaikan Resistansi Pentanahan Elektroda Jenis Batang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh yang timbul pada saat pengukuran nilai resistansi tanah pada tanah liat sebelum dan sesudah penambahan magnesium sulfat dan arang tempurung kelapa atau campuran dari magnesium sulfat dan arang tempurung kelapa. Metode yang dilakukan pada penelitian ini dengan menggunakan elektroda tembaga dan pipa besi galvanis kemudian ditambahkan bahan magnesium sulfat dan arang tempurung kelapa. Hasil yang didapat dari penelitian ini yaitu magnesium sulfat yang dicampur dengan arang tempurung kelapa mampu menurunkan resistansi pentanahan sebesar 25,88% hingga 38,9% [14].

Pada penelitian 2 yang berjudul Analisis Pengaruh Elektroda Hubung Paralel Dengan Media Arang Terhadap Nilai Tahanan Pentanahan. Penelitian ini bertujuan menganalisis seberapa besar pengaruh elektroda yang diparalel dengan *soil treatment* arang terhadap tahanan pembumian. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan elektroda batang tunggal, elektroda batang paralel, dan elektroda batang paralel yang dibantu dengan media arang. Pengukuran pada penelitian ini menggunakan metode tiga titik selama sembilan hari. Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini yaitu elektroda hubung paralel mampu menurunkan resistansi pentanahan sebesar 52%, sedangkan

elektroda hubung paralel yang dibantu media arang mampu menurunkan resistansi pentanahan hingga 60% [2].

Pada penelitian 9 yang berjudul Pengaruh Campuran Garam dan Arang dalam Menurunkan Tahanan Pembumian pada Elektroda Plat. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui nilai tahanan pentanahan yang ditambahkan campuran arang dan garam sebagai *soil treatment* dengan menggunakan elektroda plat tembaga yang ditanam secara horizontal. Metode penelitian yang dilakukan yaitu dengan menggunakan elektroda plat tembaga yang ditanam secara horizontal kemudian ditambahkan *soil treatment* berupa arang kayu 0,5 kg dan garam 1,5 kg. Penelitian ini dilakukan di lokasi dengan jenis tanah liat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai tahanan tanah yang menggunakan elektroda plat yang ditambahkan arang dan garam mampu menurunkan tahanan tanah dari 740 Ohm menjadi 64 Ohm [9].

Pada penelitian 16 yang berjudul Analisis Pengaruh Penambahan Zat Aditif Untuk Menurunkan Nilai Tahanan Pentanahan, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan elektroda batang tunggal dan paralel sebelum dan sesudah ditambahkan zat aditif berupa arang tempurung kelapa dan garam. Penelitian ini dilakukan di jenis tanah berpasir dan kerikil kering. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *soil treatment* dengan parit melingkar yang ditambahkan zat aditif berupa arang tempurung kelapa dan garam. Hasil penelitian ini menunjukkan arang tempurung kelapa yang dicampur dengan garam mampu mereduksi resistansi pentanahan sebesar 34,16% hingga 38,43% pada tanah berpasir dan kerikil kering [16].

Pada penelitian 13 yang berjudul Penggunaan Gypsum dan Magnesium Sulfat Sebagai Upaya Menurunkan Nilai Resistansi Pentanahan, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa efektif penggunaan gypsum dan magnesium sulfat untuk menurunkan tahanan pentanahan. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan magnesium sulfat yang penggunaannya dicampur *gypsum* dengan parit berbentuk persegi dengan kedalaman 1 meter menggunakan elektroda batang tunggal. Penelitian ini dilakukan di jenis tanah lempung. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *gypsum* yang dicampur dengan magnesium sulfat mampu menurunkan tahanan pentanahan dari 336 Ohm menjadi 1 ohm [13].

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



Pada penelitian 17 yang berjudul Reduksi Resistansi Pentanahan dengan Zat Aditif Elektroda Batang Tunggal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai resistansi pentanahan dan resistivitas tanah dengan menggunakan elektroda batang tunggal ketika sebelum dan sesudah penambahan zat aditif saat kondisi basah dan kering. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu menggunakan arang cangkang kelapa sawit, garam dan puing bangunan dengan metode *soil treatment* menggunakan elektroda batang tunggal. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah ketiga bahan tersebut mampu menurunkan reasitansi pentanahan hingga 97,49% dengan variasi bahan 10% arang cangkang kelapa sawit, 50% puing bangunan dan 10% garam [17].

Pada penelitian 18 yang berjudul Analisa Perbandingan Penambahan Serbuk Besi, Serbuk Tembaga, Dan Garam Terhadap Nilai Tahanan Pembumian, Dan Pengaruh Terhadap Kelembaban, Ph Pada Tanah Pasir. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui perbandingan nilai resistansi tanah, kelembaban tanah, dan Ph tanah pada jenis tanah pasir dengan penambahan zat aditif berupa serbuk besi, serbuk tembaga dan garam sebanyak 800 gram. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan zat aditif berupa serbuk besi, serbuk tembaga dan garam masing-masing 800 gram pada tanah pasir, dapat menurunkan nilai resistansi tanah. Penurunan maksimal nilai tahanan pembumian pada serbuk tembaga dari 1541 Ω sampai 332 Ω , pada serbuk besi dari 1607 Ω sampai 751 Ω , pada garam dari 1633 Ω sampai 510 Ω [18].

Berdasarkan penelitian yang telah dijelaskan di atas, penulis ingin mengajukan penelitian untuk mengurangi resistansi pentanahan yang dikembangkan dari penelitian 2 dan penelitian 14. Berdasarkan penelitian tersebut penulis ingin mengujikan metode *soil treatment* yang memanfaatkan zat aditif berupa arang tempurung kelapa dan magnesium sulfat kepada jenis tanah lain yang memiliki resistansi lebih tinggi dengan tambahan variasi elektroda paralel dan komposisi bahan berdasarkan ketinggian parit. Arang dengan kandungan karbon yang tinggi yang dapat menyerap dan menampung air dengan baik sehingga mampu menjaga kelembaban tanah sedangkan magnesium sulfat dapat menentralkan tanah dan menurunkan keasaman tanah sehingga memperlambat pengkorosian elektroda. Dari kedua bahan yang mengandung zat aditif tadi akan dimasukkan kedalam parit yang sudah tertanam batang elektroda dengan massa yang sama antar parit dengan variasi massa bahan berdasarkan ketinggian parit. Penelitian akan mencoba menggunakan elektroda batang tunggal dan elektroda batang paralel dengan

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

dalam penanaman yang sama. Diharapkan kombinasi ini mampu bekerja dengan lebih baik dalam menurunkan resistansi dari penelitian sebelumnya pada jenis tanah pasir dan kerikil kering.

2.2 Sistem Pentanahan

Sistem pentanahan merupakan sebuah sistem kelistrikan yang dirancang untuk memproteksi komponen atau peralatan listrik ataupun individu dari resiko penyimpangan arus atau tegangan akibat gangguan. Sistem ini dilakukan dengan cara menghubungkan sistem, badan peralatan, dan instalasi ke bumi atau tanah. Biasanya sistem proteksi ini digunakan pada infrastruktur, instalasi industri, gedung, dan fasilitas kelistrikan dengan sistem kelistrikan yang kompleks [3].

Dalam melakukan pengamanan, sistem pentanahan yang terpasang harus sesuai standart yaitu [10]:

1. Sistem pembumian harus berfungsi sebagaimana mestinya untuk tujuan tertentu.
2. Elektroda pentanahan harus tahan korosi dan bersifat konduktor.
3. Sistem pentanahan harus bekerja dengan baik di segala jenis cuaca.
4. Biaya pemasangan murah

2.2.1 Tujuan Sistem Pentanahan

Secara garis besar tujuan dari sistem pentanahan sebagai berikut, yaitu [19]:

Menyebarkan arus gangguan yang berasal dari petir dan lonjakan arus ke bumi.

Untuk melindungi individu dari perangkat yang biasanya tidak mengalirkan listrik namun dapat mengalirkan listrik jika terjadi kerusakan.

Jika terjadi gangguan, mekanisme grounding juga berfungsi untuk membatasi tegangan fasa utuh.

Menjaga tingkat kinerja peralatan untuk pengoperasian sistem yang optimal.

Sedangkan menurut IEEE Std 142™-2007, sistem pentanahan memiliki tujuan sebagai berikut [20]:

Untuk menjaga tegangan ke tanah dalam batas yang diijinkan.

Menawarkan aliran arus yang mampu mengidentifikasi pembentukan koneksi yang tidak diinginkan antara konduktor *grounding* dengan sistem. Sebagai hasil

dari deteksi ini, peralatan otomatis akan hidup dan memutus pasokan listrik konduktor.

2.2.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Sistem Pentanahan

Berdasarkan PUIL 2000, sistem pentanahan yang baik harus memiliki resistansi pentanahan maksimum yang diperbolehkan yaitu tidak lebih dari 5 Ω , akan tetapi sering kali didapat nilai resistansi pentanahan tidak sesuai standart, itu disebabkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhinya. Berikut beberapa faktor yang dapat mempengaruhi nilai resistansi pentanahan [10]:

1. Faktor internal, faktor ini bisa dipengaruhi oleh bentuk elektroda, ukuran dan jenis elektroda, jumlah dan konfigurasi elektroda, serta kedalaman penanaman elektroda.
2. Faktor eksternal, faktor ini bisa dipengaruhi oleh resistivitas atau karakteristik tanah, kelembaban dan temperatur tanah, serta kandungan zat kimia yang terdapat di dalam tanah.

2.3 Elektroda

Elektroda merupakan bagian dari sistem pentanahan yang paling diperlukan. Baja, besi krom, dan tembaga merupakan bahan yang sering digunakan untuk membuat elektroda. Karakteristik penting dari elektroda pentanahan adalah memiliki konduktivitas yang tinggi, kokoh secara mekanis terhadap tekanan atau benturan, dan tidak mudah berkarat (logam non-korosif) serta memiliki resistansi yang rendah sehingga arus gangguan yang terjadi bisa mengalir cepat ke dalam tanah.

2.3.1 Jenis-Jenis Elektroda

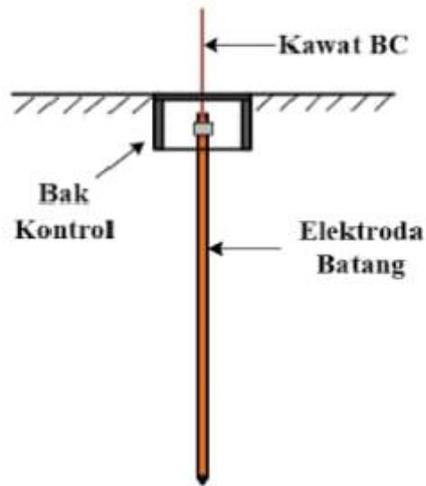
Berdasarkan PUIL, elektroda pentanahan terbagi kedalam beberapa jenis yaitu:

1. Elektroda Batang

Jenis elektroda yang paling sering digunakan adalah elektroda batang. Elektroda ini berbentuk pipa atau batang yang dimasukkan tegak lurus ke dalam tanah dengan kedalaman satu hingga sepuluh meter. Elektroda ini bisa terbuat dari tembaga, pipa baja

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

alvans, atau batangan logam lainnya. Besarnya ukuran dan jumlah elektroda batang yang digunakan harus sesuai dengan kebutuhan sistem pentanahan itu sendiri [10].



Gambar 2. 1 Elektroda Batang [10]

Menurut *Elliot* elektroda batang memiliki dimensi dan ukuran standart sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Data dimensi dan ukuran standart elektroda batang [21]

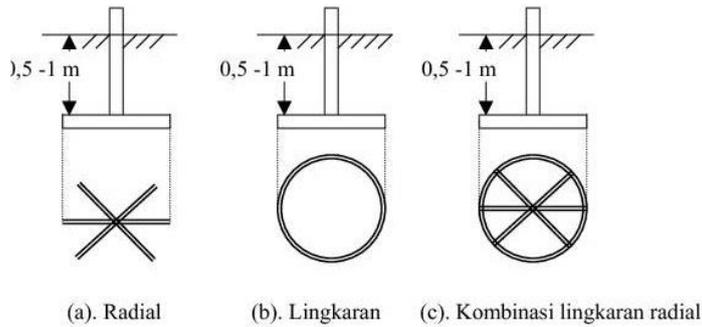
No	Elektroda Batang				
	Diameter (inch)	Panjang (ft)	Diameter (mm)	Panjang (m)	Ukuran Klem (mm ²)
1	3/8	5/40	9,53	1,5-12,2	6-10
2	1/2		12,7		6-16
3	5/8		15,88		6-16
4	3/4		19,05		25-50
5	1		25,4		25-50

2. Elektroda Pita

Elektroda pita merupakan elektroda yang berbentuk seperti pita, penampang melingkar, pita terpilin, atau kawat terpilin. Elektroda ini biasanya ditanam dangkal pada kedalaman 0,5 meter hingga 1 meter dari permukaan tanah. Elektroda pita biasanya ditanam dalam bentuk lingkaran ataupun radial memanjang [10].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

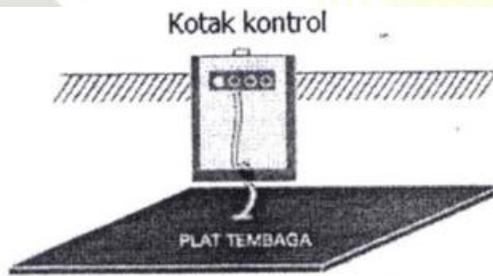
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



Gambar 2. 2 Elektroda Pita [10]

3. Elektroda Plat

Elektroda plat merupakan elektroda yang terbuat dari lempengan plat dengan bentuk persegi/persegi panjang. Lempengan ini terbuat dari logam utuh atau berlubang. Elektroda plat biasanya ditanam secara vertikal maupun horizontal sesuai dengan penggunaannya pada kedalaman 0,5 m sampai 1 m dibawah permukaan tanah. Luas dan ketebalan plat harus disesuaikan dengan besarnya sistem pentanahan itu sendiri. Biasanya elektroda plat memiliki ukuran minimum tebal 3 mm, luas 0.5 m² - 1 m² untuk plat dari besi dan tebal 2 mm, luas 0.5 m² - 1 m² untuk plat dari tembaga [10].



Gambar 2. 3 Elektroda Plat [10]

2.3.2 Tahanan dan Konfigurasi Sistem Pentanahan Elektroda Batang

1. Tahanan Pentanahan Elektroda Batang Tunggal

Untuk menentukan besarnya tahanan pentanahan elektroda batang tunggal dapat dihitung menggunakan persamaan berikut: [10]

$$R = \frac{\rho}{\pi L} \left(\ln \left(\frac{4L}{a} \right) - 1 \right) \tag{2.1}$$

Dimana:

R = Tahanan pentanahan elektroda tunggal (Ω)

ρ = Tahanan jenis tanah (Ωm)

L = Panjang elektroda batang yang tertanam (m)

a = jari-jari elektroda batang (m)

Tahanan Pentanahan Elektroda Batang Paralel

Menambah jumlah elektroda dan menghubungkannya secara paralel akan menurunkan resistensi pentanahan. Elektroda yang lebih dari satu ditanam dan dihubungkan secara paralel dengan menggunakan kabel. Cara ini sering dilakukan untuk mendapatkan sistem pentanahan yang sesuai standart. Untuk menghitung nilai resistansi pentanahan elektroda batang paralel dapat menggunakan persamaan berikut: [10]

a. Untuk elektroda dua batang dengan $s > L$; s (jarak)

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} - 1 \right) + \frac{\rho}{4\pi s} \left(1 - \frac{L^2}{3s^2} + \frac{2L^2}{5s^4} \right) \quad (2.2)$$

b. Untuk elektroda dua batang dengan $s < L$; s (jarak)

$$R = \frac{\rho}{4\pi L} \left(\ln \frac{4L}{a} + \ln \frac{4L}{a} - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^2} \right) \quad (2.3)$$

Rumus mencari tahanan pentanahan untuk elektroda yang dihubungkan secara paralel adalah: [10]

$$R = \frac{R_1 \times \dots \times R_n}{R_1 + \dots + R_n} \quad (2.4)$$

Dimana:

R = Tahanan pentanahan elektroda paralel (Ω)

ρ = Tahanan jenis tanah (Ωm)

L = Panjang elektroda batang yang tertanam (m)

a = jari-jari elektroda batang (m)

s = Jarak (m)

R_n = Tahanan pentanahan elektroda batang paralel sebanyak jumlah elektroda (Ω)

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 mengemukakan 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
 Nilai Resistivitas Tanah

HAK Cipta Dilindungi Undang-Undang

Baik atau buruknya suatu sistem pentanahan sangat dipengaruhi oleh jenis tanah, hal ini disebabkan karena tidak semua jenis tanah memiliki nilai resistansi tanah yang rendah. Nilai resistansi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis tanah, kelembaban tanah, temperatur tanah, dan tingkat keasaman tanah. Berdasarkan PUIL 1987, nilai resistivitas dapat digolongkan menjadi beberapa macam yaitu sebagai berikut: [17]

Tabel 2.2 Nilai Resistivitas Tanah [7]

No	Jenis Tanah	Resistansi Jenis Tanah (Ωm)
1	Tanah Rawa	10-40
2	Tanah Liat/Ladang	20-100
3	Pasir Basah	30-200
4	Kerikil Basah	200-300
5	Pasir dan Kerikil Kering	<1000
6	Tanah Berbatu	2000-3000

Tabel 2.2 diatas menunjukkan bahwa tanah berbatu mempunyai nilai resistivitas tertinggi yaitu sebesar 2000-3000 Ωm, sedangkan tanah rawa mempunyai nilai resistivitas terendah sebesar 10-40 Ωm. Nilai resistivitas tanah juga dapat dihitung dengan persamaan berikut: [17]

$$\rho = \frac{2\pi LR}{\ln\left(\frac{4L}{a}\right)-1} \tag{2.5}$$

Dimana :

- ρ = tahanan jenis tanah (Ωm)
- R = tahanan pentanahan elektroda (Ω)
- L = panjang elektroda yang ditanam (m)
- a = jari-jari elektroda (m)

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

Perhitungan presentase kemampuan zat aditif dalam menurunkan resistansi pentanahan

Dari hasil pengukuran secara langsung, maka dapat ditentukan persentase kemampuan dari zat aditif dalam menurunkan resistansi pentanahan. berikut persamaan dalam menghitung persentase kemampuan zat aditif dalam menurunkan resistansi pentanahan: [7]

$$\text{Persentase}(\%) = \frac{R1-R2}{R1} \times 100\% \quad (2.6)$$

4.4 Metode Soil Treatment

Baik atau buruknya suatu sistem pentanahan sangat dipengaruhi oleh jenis tanah, hal ini disebabkan karena tidak semua jenis tanah memiliki nilai resistansi tanah yang rendah. nilai resistansi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kelembaban tanah, temperatur tanah, dan tingkat keasaman tanah [12]. Salah satu cara untuk menurunkan nilai resistansi pentanahan adalah dengan menggunakan metode *soil treatment*. *Soil Treatment* adalah sebuah metode yang memberikan perlakuan khusus terhadap tanah berupa penambahan zat aditif atau unsur kimia seperti kalsium klorida, magnesium klorida, sodium klorida, tembaga sulfat, bentonit, dan garam yang dapat mereduksi tahanan pentanahan dan menjaga kelembaban tanah sehingga nilai tahanan pentanahan dapat menurun hingga 15%-90% dari nilai tahanan aslinya [8]. Zat aditif atau unsur kimia tersebut dapat ditemukan ke dalam beberapa contoh bahan seperti bentonit, gypsum, semen konduktivitas, garam, dan arang. Pada penelitian ini menggunakan nilai tahanan pentanahan dengan menambahkan arang tempurung kelapa dan magnesium sulfat sebagai media campur tanah. Berikut kandungan dan fungsi dari bahan ini:

1. Arang Tempurung Kelapa

Arang umumnya didapatkan dengan memanaskan kayu, tulang, atau benda lainnya. Tempurung kelapa juga dapat dijadikan sebagai bahan pembuatan arang. Komponen arang tempurung kelapa bermacam-macam, antara lain fixed C (83,89%), kadar abu (5,4%), kadar air (7,31%), nilai kalor (6601 kal/gram), zat terbang (11,1%). Arang tempurung kelapa dapat digunakan untuk menurunkan nilai tahanan pentanahan karena memiliki pori-pori yang dapat menyimpan dan menyerap air sehingga dapat menjaga kelembaban tanah serta memiliki sifat konduktif [10].

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

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



Magnesium Sulfat

HAK Cipta Dilindungi Undang-Undang

Magnesium adalah satu dari banyaknya jenis logam ringan yang ada di bumi yang jumlahnya sangat melimpah dan sekitar 2% nya terdapat di lapisan kerak bumi. Magnesium terkandung kedalam 60 jenis mineral yaitu carnalit, magnesit, dan dolomit. Magnesium memiliki karakteristik mudah terbakar, ringan, serta sensitif terhadap logam, oleh karena itu magnesium sering kali dicampur dengan berbagai zat kimia lai, seperti magnesium sulfat [13].

Stafab Isamirah Universitas Sarif Kasim Riau

Magnesium sulfat disebut juga garam inggris yang terdiri dari unsur magnesium, sulfat dan oksigen [22]. Magnesium sulfat memiliki kemampuan untuk untuk menetralkan tanah dari zat-zat beracun berupa alumunium, besi, dan tembaga, selain itu magnesium sulfat juga mampu mengubah pH tanah. Oleh karena itu magnesium sulfat bagus digunakan sebagai zat aditif karena mampu memperlambat korosi elektroda dengan menetralkan tanah dari zat-zat beracun yang menempel pada bahan elektroda serta dapat menurunkan keasaman tanah [13].

2.5 Volume dan Massa Bahan

Wadah atau bentuk ruang yang digunakan dalam penelitian menentukan rumus yang akan digunakan untuk menghitung volume dan massa bahan. Karena penelitian ini menggunakan parit yang berbentuk tabung maka gunakan persamaan volume tabung untuk menentukan volume bahan yang akan digunakan. Untuk menghitung volume parit dapat menggunakan persamaan berikut: [7]

$$V = \pi r^2 t \tag{2.7}$$

Dimana:

V = Volume (cm³)

r = Jari-jari tabung (cm)

t = Tinggi tabung (cm)

Setelah volume parit didapat, selanjutnya mencari massa bahan. Untuk mencari massa bahan dapat dilakukan dengan cara menimbang bahan dengan dimasukkan ke wadah yang berbentuk tabung namun dengan dimensi yang lebih kecil, kemudian

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

melakukan perbandingan massa tabung percobaan dengan massa parit penelitian menggunakan persamaan berikut: [7]

$$\frac{V_{parit}}{V_{tabung}} = \frac{m_{bahan\ parit}}{m_{bahan\ tabung}} \quad (2.8)$$

Dimana:

m = Massa bahan (kg)

V = Volume bahan (cm³)

Jika massa jenis bahan belum diketahui, maka dapat menggunakan persamaan berikut: [7]

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.9)$$

Dimana:

p = massa jenis bahan (kg/cm³)

m = Massa bahan (kg)

V = Volume bahan (cm³)

2.6 Metode Pengukuran Pentanahan

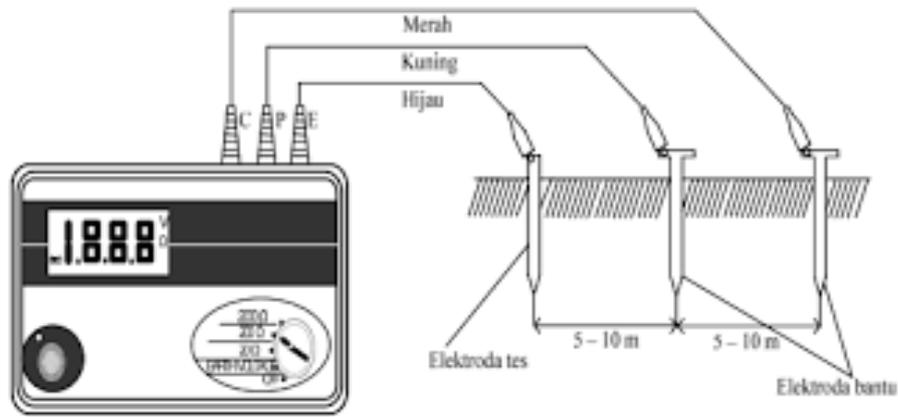
Penentuan nilai tahanan pentanahan yang terpasang merupakan tujuan dari pengukuran pentanahan. Perlu dilakukan banyak pengukuran agar dapat mencapai nilai resistansi yang akurat. Untuk mendapatkan nilai resistansi pentanahan yang akurat, sering dilakukan tiga hingga lima pengukuran [8]. Salah satu instrumen atau alat untuk mengukur nilai tahanan pentanahan adalah *Earth Tester*. Dalam sistem pengukuran tahanan tanah, ada beberapa teknik yang dapat digunakan, termasuk pengukuran dengan metode tiga titik. Pengukuran resistansi pentanahan sering kali menggunakan teknik ini. Dalam melakukan pengukuran sebaiknya dilakukan pada waktu tertentu seperti jam 14.00 WIB hingga 15.00 WIB, Waktu ini baik dilakukan penelitian karena pada saat itu tanah dianggap dalam kondisi parah atau suhu bumi meningkat akibat panas matahari [23].

Metode tiga titik adalah sebuah metode pengukuran resistansi pentanahan dengan menggunakan 3 batang elektroda, dimana 1 elektroda sebagai elektroda inti dan 2

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

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

elektroda lainnya sebagai elektroda bantu [7]. Berikut ini adalah metode pengukuran resistansi pentanahan dengan metode tiga titik menggunakan *earth tester*.



Gambar 2. 4 Skema Pengukuran Pentanahan dengan Earth Tester [24]

Pengukuran resistansi pentanahan dengan menggunakan metode tiga titik memiliki langkah-langkah sebagai berikut: [24]

1. Hubungkan kabel hijau pada elektroda inti, kabel kuning pada elektroda bantu pertama, dan kabel merah pada elektroda bantu kedua.
2. Dalam melakukan pengukuran, penanaman elektroda inti dengan elektroda bantu harus sejajar dengan jarak masing-masing 5 meter.
3. Pastikan baterai masih dalam kondisi baik. Baterai *earth tester* dapat dicek dengan melihat indikator baterai pada layar. Jika indikator baterai muncul maka baterai harus diganti.
4. Pastikan baterai dalam kondisi baik. Periksa indikasi baterai di layar memungkinkan Anda menentukan kondisi baterai *Earth Tester*. Baterai harus diganti jika indikator baterai muncul.
5. Pastikan kabel penghubung dan penjepit pada elektroda inti dan elektroda bantu terpasang dengan baik, kemudian setting range switch ke posisi yang diinginkan lalu tekan tombol "press to test". Jika keluar simbol yang berkedip-kedip seperti ini "...", berarti tahanan elektroda inti terlalu tinggi maka lakukan pengecekan ulang pada penghubung dan penjepit pada elektroda.
6. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, usahakan pengukuran dilakukan sebanyak 3 sampai 5 kali dengan lama pengukuran 1 sampai 3 detik
7. Catat hasil nilai resistansi pengukuran yang keluar pada *earth tester*.

4.7 Alat Ukur

Alat ukur yang digunakan untuk mengetahui nilai tahanan tanah adalah Earth Tester. Earth Tester yang digunakan peneliti dalam penelitian ini adalah *Earth Tester* merk Kyoritsu 4105A.



Gambar 2. 5 *Earth Tester* KyoritsuDY4105 [10]

Earth Tester Kyoritsu 4105A terdapat tiga buah terminal dengan kode E,P, dan C. Untuk terminal E dihubungkan dengan kabel hijau yang sudah terhubung dengan elektroda utama, terminal P dihubungkan dengan kabel kuning yang sudah terhubung dengan elektroda bantu satu dan terminal C dihubungkan dengan kabel merah yang sudah terhubung dengan elektroda bantu dua. *Earth Tester* Kyoritsu 4105A memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 2. 3 Spesifikasi *earth tester* [7]

Rentang		Rentang Pengukuran	Akurasi
<i>Earth Tester</i>		0-199,9 V	±1,0% rdg ± 4 dgt
Tahanan Pentanahan	20 Ω	0-19,9 V	± 2,0% rdg ± 0,1 Ω (0 – 19,99Ω) ± 2,0% rdg 3 dgt (above 20 Ω)
	200 Ω	0-199,9 V	
	2000 Ω	0-1999,9 V	

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

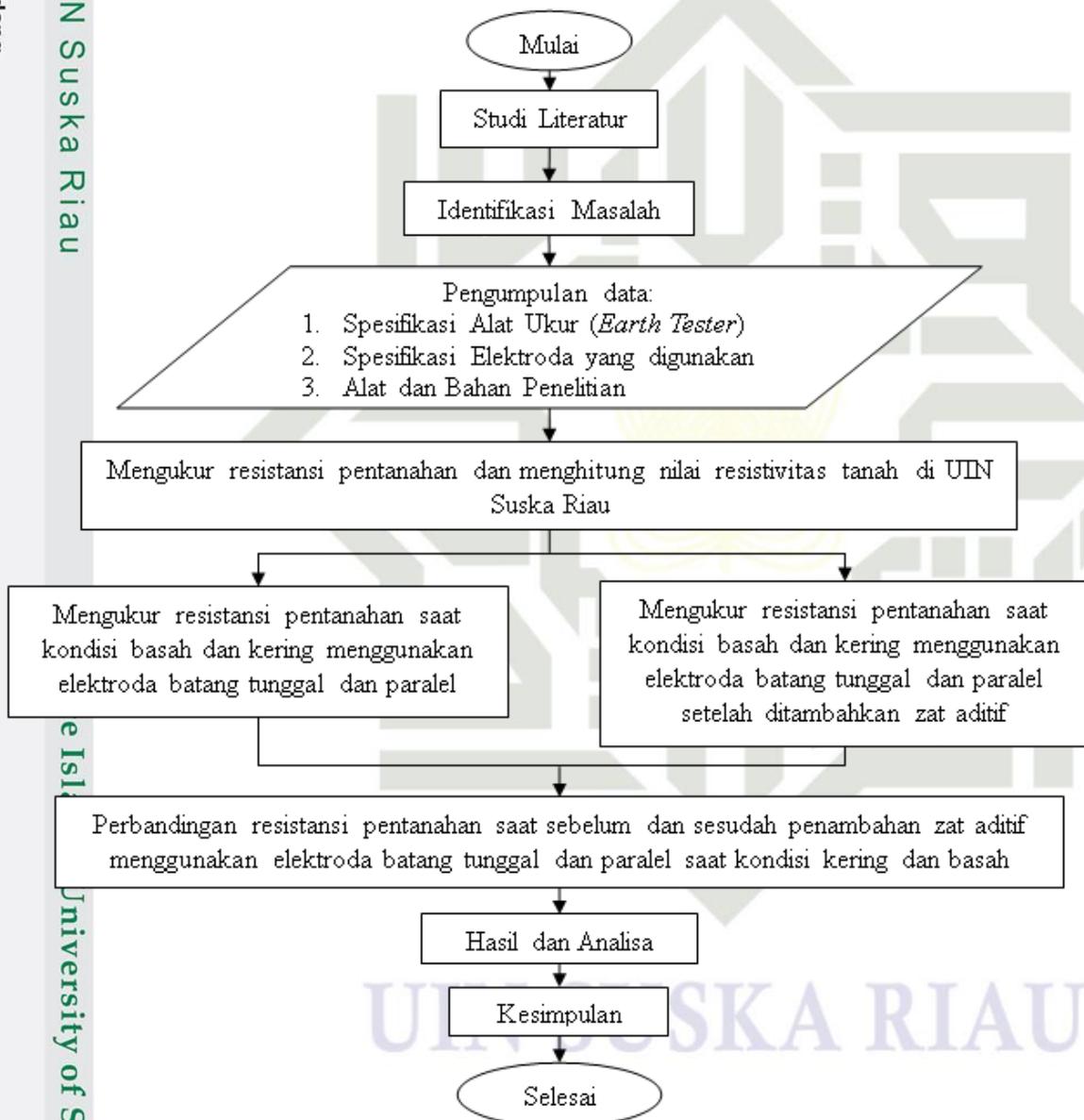
BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan yaitu 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Penelitian



2.2 Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mengumpulkan referensi terkait berupa jurnal, skripsi ataupun buku. Dari referensi inilah didapatkan informasi berupa teori ataupun metode yang dapat digunakan sebagai pedoman atau rujukan oleh peneliti untuk melakukan penelitian.

2.3 Identifikasi Masalah

Penelitian ini akan dilaksanakan di UIN Suska Riau. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjawab permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini, yaitu untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan arang tempurung kelapa dan magnesium sulfat terhadap penurunan resistansi pentanahan menggunakan elektroda batang tunggal dan paralel dengan metode *soil treatment*. UIN Suska Riau terdapat beberapa gedung yang memiliki banyak perangkat elektronik didalamnya, berdasarkan penelitian sebelumnya yang juga pernah dilakukan di kawasan ini, UIN Suska Riau memiliki nilai resistansi pentanahan yang tinggi yang tergolong kedalam jenis tanah berpasir. Nilai resistansi yang tinggi inilah yang dapat membahayakan orang maupun perangkat elektronik saat terjadinya arus gangguan seperti saat terjadinya sambaran petir. Nilai resistansi yang tinggi dapat diturunkan dengan metode *soil treatment*, yaitu penambahan zat aditif pada tanah sehingga nilai resistansi tanah dapat menurun. Berdasarkan masalah tersebut, maka perlu dilakukan perumusan masalah untuk mengetahui tujuan yang akan dicapai dari penelitian yang akan dilakukan ini.

Rumusan masalah

Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis melakukan penelitian untuk menawarkan solusi terhadap permasalahan pada objek penelitian, yaitu dengan menambahkan zat aditif berupa arang tempurung kelapa dan magnesium sulfat sebagai bahan pereduksi resistansi pentanahan dengan metode *Soil Treatment* di UIN Suska Riau.

Menentukan Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan guna memberikan solusi terkait permasalahan yang ada. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji pengaruh penambahan arang tempurung kelapa dan magnesium sulfat terhadap penurunan resistansi pentanahan agar sesuai dengan standart yang telah ditentukan.

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

4.4 Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Pengumpulan Data

Dalam sebuah penelitian memerlukan sejumlah data untuk mendukung pelaksanaan penelitian. Beberapa data sekunder yang dimasukkan dalam penelitian ini antara lain nilai data penelitian. Beberapa data sekunder yang dimasukkan dalam penelitian ini antara lain nilai data penelitian. Beberapa data sekunder yang dimasukkan dalam penelitian ini antara lain nilai data penelitian. Beberapa data sekunder yang dimasukkan dalam penelitian ini antara lain nilai data penelitian.

Alat dan Bahan Penelitian

- a. Alat penelitian
 - 1. Alat ukur *earth tester* tipe 4105A merk Kyoritsu
 - 2. Penggali tanah
 - 3. Sendok semen
 - 4. Meteran
 - 5. Palu
 - 6. Timbangan
- b. Bahan Penelitian
 - 1. Arang tempurung kelapa
 - 2. Magnesium Sulfat
 - 3. Air
 - 4. 4 buah elektroda batang dengan panjang 110 cm dan diameter 15 mm
 - 5. Kabel penghubung elektroda

Tabel 1 Data Sekunder Penelitian

Komponen	Keterangan	Spesifikasi
Alat Ukur (<i>Earth Tester</i>)	Merk	Kyoritsu tipe 4105A
	Standart 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

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

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

		(rentang 200Ω/2000Ω) Tegangan Tanah : ± 1%rdg ± 4dgt
Elektroda	Jenis	Batang (<i>Rod</i>)
	Jumlah	4 (Tunggal dan Paralel)
	Bahan Elektroda	Tembaga
	Panjang	110 cm
	Diameter	15 mm

3.5 Pengukuran Resistansi Pentanahan dan Perhitungan Nilai Resistivitas Tanah

Dalam penelitian ini pengukuran dilakukan dengan *earth tester* menggunakan metode tiga titik. Pengukuran dilakukan saat kondisi tanah dalam keadaan kering. Waktu pengukuran terbaik dilakukan sekitar pukul 14.00 – 15.00 WIB karena pada waktu inilah kondisi tanah dalam keadaan ekstrim sehingga resistansi tanah biasanya mengalami kenaikan akibat paparan sinar matahari. Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk mendapatkan nilai resistansi pentanahan di UIN Suska Riau dengan menggunakan metode tiga titik sebagai berikut:

1. Siapkan alat ukur resistansi pentanahan *earth tester* tipe 4105A merk Kyoritsu, Hubungkan kabel hijau pada elektroda inti, kabel kuning pada elektroda bantu pertama, dan kabel merah pada elektroda bantu kedua.
Dalam melakukan pengukuran, penanaman elektroda inti dengan elektroda bantu harus sejajar dengan jarak masing-masing 5 meter.
Pastikan baterai *Earth Tester* masih dalam kondisi baik dengan melihat indikator batrai pada layar. Jika indikator baterai muncul maka baterai harus diganti.
Pastikan kabel penghubung dan penjepit pada elektroda inti dan elektroda bantu terpasang dengan baik, kemudian setting range switch ke posisi yang diinginkan lalu tekan tombol "press to test". Jika keluar simbol yang berkedip-kedip seperti ini "...", berarti tahanan elektroda inti terlalu tinggi maka lakukan pengecekan ulang pada penghubung dan penjepit pada elektroda.
Untuk mendapatkan hasil yang akurat, usahakan pengukuran dilakukan sebanyak 3 sampai 5 kali dengan lama pengukuran 1 sampai 3 detik

Hak Cipta Ditanggung 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Catat hasil nilai resistansi pengukuran yang keluar pada earth tester.

Resistansi pentanahan yang didapat kemudian akan dilakukan perhitungan nilai resistivitas tanah untuk menentukan jenis. Untuk menghitung nilai resistivitas tanah perlu beberapa variabel yaitu:

- Panjang elektroda yaitu 1 meter
- Diameter elektroda yaitu 15 mm
- nilai resistansi tanah

Nilai variabel diatas selanjutnya diolah menggunakan persamaan (2.5). setelah didapatkan nilai resistivitas tanah lakukan perbandingan terhadap tabel (2.2) untuk mengetahui jenis tanah. Selanjutnya analisa apakah nilai resistivitas tanah tergolong tinggi atau rendah sehingga mempengaruhi nilai resistansi pentanahan yang dihasilkan.

3.6 Pengukuran Resistansi Pentanahan Elektroda Batang Tunggal dan Paralel

Pengukuran resistansi pentanahan dilakukan saat kondisi basah dan kering dengan menggunakan elektroda batang tunggal dan paralel. Tata cara pengukuran resistansi tanah dengan elektroda batang tunggal dan paralel adalah sebagai berikut.

A. Batang Tunggal

1. Siapkan alat ukur *earth tester* tipe 4105A merk Kyoritsu, 1 buah elektroda sepanjang kurang lebih 110 cm dengan diameter 15 mm, kemudian elektroda ditanam kedalam tanah sedalam 1 meter

Untuk pengukuran kondisi basah dilakukan sesudah terjadinya hujan. Jika tidak terjadi hujan saat pengukuran, lakukan penyiraman air di sekitar elektroda penelitian. Untuk mereplikasikan keadaan hujan di lokasi penelitian, jumlah air yang digunakan untuk penyiraman ditentukan oleh besarnya curah hujan di Kota Pekanbaru, sehingga pengukuran saat kondisi basah dapat dilakukan.

Setelah pengukuran dilakukan pada kondisi basah, selanjutnya melakukan pengukuran pada kondisi kering. Pengukuran pada kondisi kering dilakukan setelah tanah kering selama tujuh hari tanpa terkena air hujan. Jika terjadi hujan selama proses pengeringan, maka tanah harus dikeringkan kembali selama tujuh hari berikutnya untuk mencapai kondisi tanah kering. Untuk pengukuran kondisi kering dilakukan pada waktu terbaik yaitu antara pukul 14,00 sampai 15.00 WIB,

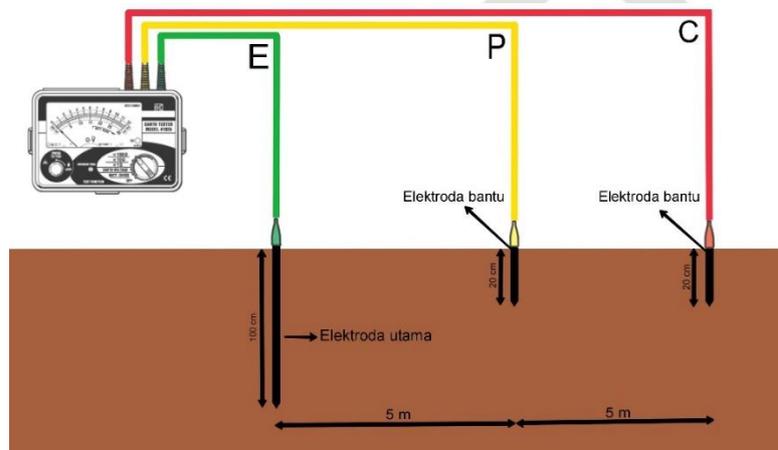
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

karena pada waktu ini tanah berkondisi ekstrim akibat terpapar panas sinar matahari.

Untuk metode pengukuran sama dengan langkah 2 sampai 6 pada langkah pengukuran pada sub bab 3.5

Untuk mengetahui nilai resistansi yang diperoleh dari setiap pengukuran yang telah dilakukan, data pengukuran didokumentasikan dan disusun menjadi tabel hasil pengukuran.



Gambar 3. 2 Skema Pengukuran Resistansi Pentanahan Elektroda Batang Tunggal

B. Batang Paralel

1. Siapkan alat ukur *earth tester* tipe 4105A merk Kyoritsu, 2 buah elektroda sepanjang kurang lebih 110 cm dengan diameter 15 mm, kemudian elektroda ditanam kedalam tanah sedalam 1 meter dengan jarak masing-masing elektroda sejauh 2 meter kemudian hubungkan kedua elektroda secara paralel dengan kabel.

Untuk pengukuran kondisi basah dilakukan sesudah terjadinya hujan. Jika tidak terjadi hujan saat pengukuran, lakukan penyiraman air di sekitar elektroda penelitian. Untuk mereplikasikan keadaan hujan di lokasi penelitian, jumlah air yang digunakan untuk penyiraman ditentukan oleh besarnya curah hujan di Kota Pekanbaru, sehingga pengukuran saat kondisi basah dapat dilakukan.

Setelah pengukuran dilakukan pada kondisi basah, selanjutnya melakukan pengukuran pada kondisi kering. Pengukuran pada kondisi kering dilakukan setelah tanah kering selama tujuh hari tanpa terkena air hujan. Jika terjadi hujan selama proses pengeringan, maka tanah harus dikeringkan kembali selama tujuh

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

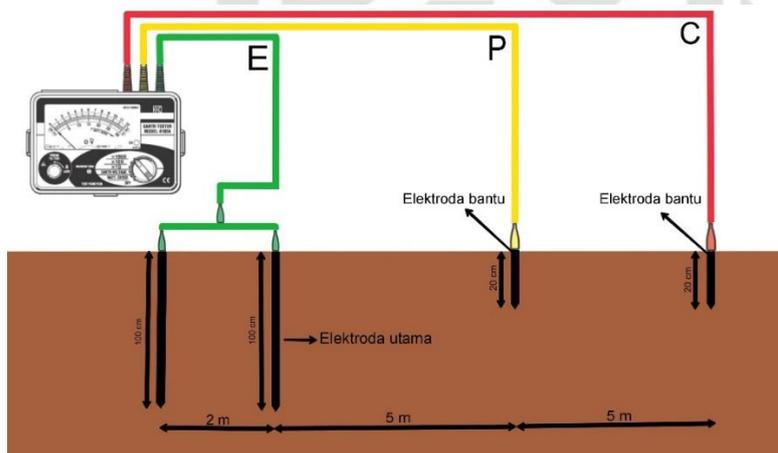
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

hari berikutnya untuk mencapai kondisi tanah kering. Untuk pengukuran kondisi kering dilakukan pada waktu terbaik yaitu antara pukul 14,00 sampai 15.00 WIB, karena pada waktu ini tanah berkondisi ekstrim akibat terpapar panas sinar matahari.

Untuk metode pengukuran sama dengan langkah 2 sampai 6 pada langkah pengukuran pada sub bab 3.5

Untuk mengetahui nilai resistansi yang diperoleh dari setiap pengukuran yang telah dilakukan, data pengukuran didokumentasikan dan disusun menjadi tabel hasil pengukuran.

Lakukan perbandingan hasil antara elektroda batang tunggal dan paralel saat kondisi basah dan kering kemudian analisis



Gambar 3. 3 Skema Pengukuran Resistansi Pentanahan Elektroda Batang Paralel

3.7 Pengukuran Resistansi Pentanahan Elektroda Batang Tunggal dan Paralel Setelah Ditambahkan Zat Aditif

1. Pembuatan Parit Penelitian

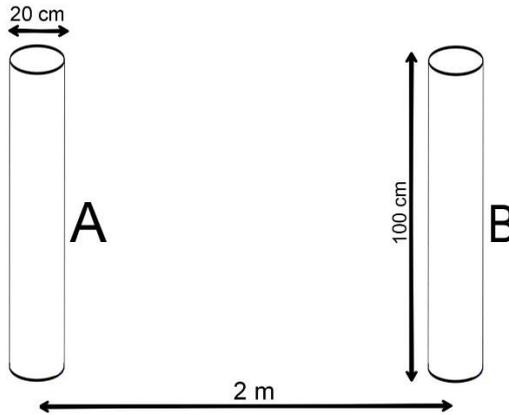
Langkah pertama untuk melakukan pengukuran resistansi pentanahan setelah ditambahkan zat aditif yaitu pembuatan parit penelitian. Penelitian ini menggunakan 2 buah parit sebagai variabel penelitiannya yang mana 1 parit untuk elektroda batang tunggal dan 2 parit untuk elektroda batang paralel. Masing-masing parit dibuat dengan spesifikasi yang sama dan diberi nama parit A, dan B yang disusun sejajar. Berikut spesifikasi parit yang menjadi variabel penelitian yaitu:

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

1. Kedalaman parit 100 cm
2. Diamater parit 20 cm
3. Jarak antar parit A ke B yaitu 200 cm.

Skema parit penelitian dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 3. 4 Skema Parit Penelitian

Parit penelitian dibuat di lahan yang berada di dalam kawasan UIN Suska Riau. Parit diberi nama parit A, dan parit B, dimana nanti masing-masing parit akan diisi dengan zat aditif berupa arang tempurung kelapa dan magnesium sulfat dengan komposisi yang telah ditentukan.

2. Menghitung Massa Zat Aditif

Setelah pembuatan parit penelitian selesai selanjutnya menghitung massa zat aditif yang akan digunakan. Untuk menentukan banyaknya massa bahan yang akan digunakan perlu perhitungan berdasarkan besarnya parit yang telah dibuat. Untuk komposisi bahan yang digunakan yaitu 50:50 berdasarkan volume parit yang digunakan. Komposisi tersebut digunakan agar kemampuan bahan sebagai zat aditif dapat seimbang, dimana arang sebagai penjaga kelembaban tanah dan magnesium sulfat sebagai penentral zat beracun pada tanah. Berikut langkah-langkah untuk menghitung massa bahan yang akan digunakan.

- a. Menghitung volume tabung yang digunakan

Penelitian ini menggunakan parit berbentuk tabung dengan ketinggian 1 meter dengan diamater 20 cm. Volume bahan yang digunakan adalah 50:50 berdasarkan ketinggian parit sehingga parit yang digunakan dapat dihitung dengan persamaan (2.7) 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$V = 3,14 \times 10^2 \times 50$$

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

- b. Menghitung massa bahan yang akan digunakan

Untuk menghitung massa bahan yang akan digunakan, langkah pertama yaitu membuat tabung percobaan dari kertas karton yang berdiameter 10 cm dan tinggi 25 cm dengan jumlah 2 buah, langkah selanjutnya mengisi tabung tersebut dengan arang tempurung kelapa dan magnesium sulfat. Masing-masing bahan diisi kedalam tabung percobaan. Setelah menimbang didapatkan hasil untuk arang tempurung kelapa seberat 0,94 kg dan magnesium sulfat seberat ±1,87 kg. Langkah selanjutnya mencari berat masing-masing bahan berdasarkan perbandingan parit sebenarnya dengan tinggi 50 cm dengan diameter 20 cm, yang mana sebelumnya telah didapatkan volumenya sebesar 15.700 cm³, berikut perhitungan perbandingannya

$$\frac{V_{parit}}{V_{tabung}} = \frac{M_{arang\ parit}}{M_{arang\ tabung}}$$

$$\frac{15.700}{1.962,5} = \frac{M_{arang\ parit}}{0,94}$$

$$M_{arang\ parit} = 7,5 \text{ kg}$$

$$\frac{V_{parit}}{V_{tabung}} = \frac{M_{magnesium\ sulfat\ parit}}{M_{magnesium\ sulfat\ tabung}}$$

$$\frac{15.700}{1.962,5} = \frac{M_{magnesium\ sulfat\ parit}}{1,87}$$

$$M_{magnesium\ sulfat\ parit} = 15 \text{ kg}$$

Setelah dilakukan perbandingan, didapatkan massa bahan arang tempurung kelapa seberat 7,5 kg dan massa magnesium sulfat seberat 15 kg. Karena penelitian ini menggunakan 2 buah parit, maka berat masing-masing bahan tersebut dikali 2, sehingga massa bahan total yang dibutuhkan untuk arang tempurung kelapa seberat ±15 kg dan magnesium sulfat sebesar ±30 kg.

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

c. Menghitung massa jenis bahan yang digunakan

Setelah volume dan berat masing-masing bahan didapatkan, selanjutnya menghitung massa jenis bahan dengan menggunakan persamaan (2.9) sebagai berikut:

$$\rho_{\text{arang tempurung kelapa}} = \frac{7,5}{15.700} \quad \rho_{\text{magnesium sulfat}} = \frac{15}{15.700}$$

$$\rho_{\text{arang tempurung kelapa}} = 0,477 \text{ kg/cm}^3 \quad \rho_{\text{magnesium sulfat}} = 0,955 \text{ kg/cm}^3$$

Penambahan Zat Aditif Kedalam parit

Langkah selanjutnya yaitu penambahan zat aditif kedalam parit. Penambahan zat aditif kedalam tanah adalah sebuah metode *Soil Treatment* yang dilakukan pada sistem pentanahan dengan tujuan untuk menurunkan resistansi tanah yang tinggi. Penambahan zat aditif dikatakan berhasil jika mampu menurunkan resistansi pentanahan sebesar 15-90% dari nilai resistansi aslinya, hal tersebut sesuai dengan standart ketetapan IEEE (142-1983). Dalam penambahan zat aditif berupa arang tempurung kelapa dan magnesium sulfat ini memiliki beberapa langkah sebagai berikut:

1. Masukkan masing-masing elektroda kedalam parit yang telah dibuat tadi.
2. Selanjutnya masukkan zat aditif berupa arang tempurung kelapa dan magnesium sulfat yang telah dicari massanya tadi kedalam parit.

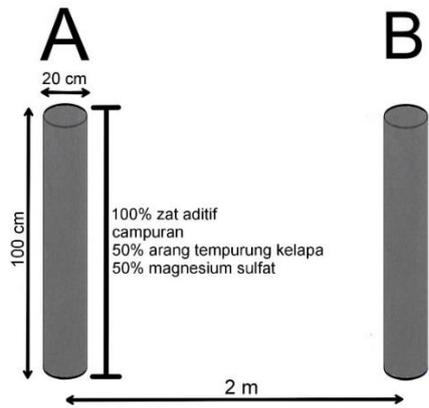
Tutup sisa ruang yang tercipta pada galian dengan tanah, selanjutnya tambahkan air sebanyak 3 liter untuk melarutkan dan mempercepat penyerapan zat aditif kedalam tanah.

Jika semua parit telah dimasukkan zat aditif sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan, maka pengukuran resistansi pentanahan pada setiap parit dapat dilakukan.

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

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



Gambar 3. 5 Skema Parit Penelitian Setelah Penambahan Zat Aditif

4. Pengukuran Resistansi Pentanahan

Setelah semua persiapan telah dilakukan selanjutnya melakukan pengukuran resistansi pentanahan. Pengukuran resistansi pentanahan dengan elektroda batang tunggal dan paralel setelah ditambahkan zat aditif saat kondisi basah dan kering hampir sama dengan pengukuran sebelumnya, yang membedakannya yaitu elektroda ditanam kedalam parit telah ditambahkan zat aditif berupa arang tempurung kelapa dan magnesium sulfat. Berikut langkah-langkah dalam melakukan pengukuran resistansi pentanahan dengan menggunakan elektroda batang tunggal dan paralel setelah ditambahkan zat aditif.

A. Batang Tunggal

Siapkan alat ukur *earth tester* tipe 4105A merk Kyoritsu, 1 buah elektroda sepanjang kurang lebih 110 cm dengan diameter 15 mm yang sudah tertanam dalam parit penelitian yang telah dimasukkan zat aditif sedalam 1 meter

Untuk pengukuran kondisi basah dilakukan sesudah terjadinya hujan. Jika tidak terjadi hujan saat pengukuran, lakukan penyiraman air di sekitar elektroda penelitian. Untuk mereplikasikan keadaan hujan di lokasi penelitian, jumlah air yang digunakan untuk penyiraman ditentukan oleh besarnya curah hujan di Kota Pekanbaru, sehingga pengukuran saat kondisi basah dapat dilakukan.

Setelah pengukuran dilakukan pada kondisi basah, selanjutnya melakukan pengukuran pada kondisi kering. Pengukuran pada kondisi kering dilakukan setelah tanah kering selama tujuh hari tanpa terkena air hujan. Jika terjadi hujan selama proses pengeringan, maka tanah harus dikeringkan kembali selama tujuh hari berikutnya untuk mencapai kondisi tanah kering. Untuk pengukuran kondisi kering dilakukan pada waktu terbaik yaitu antara pukul 14,00 sampai 15.00 WIB,

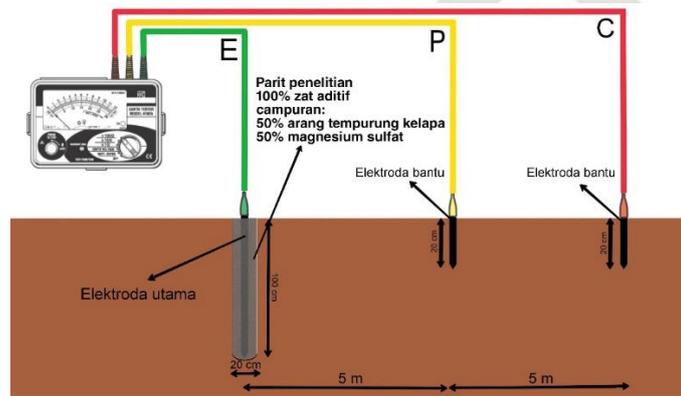
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

karena pada waktu ini tanah berkondisi ekstrim akibat terpapar panas sinar matahari.

Untuk metode pengukuran sama dengan langkah 2 sampai 6 pada langkah pengukuran pada sub bab 3.5.

Untuk mengetahui nilai resistansi yang diperoleh dari setiap pengukuran yang telah dilakukan, data pengukuran didokumentasikan dan disusun menjadi tabel hasil pengukuran.



Gambar 3. 6 Skema Pengukuran Resistansi Pentanahan Elektroda Batang Tunggal setelah Ditambahkan Zat Aditif

B. Batang Paralel

Siapkan alat ukur *earth tester* tipe 4105A merk Kyoritsu, 2 buah elektroda sepanjang kurang lebih 110 cm dengan diameter 15 mm yang sudah tertanam dalam parit penelitian yang telah dimasukkan zat aditif sedalam 1 meter dengan jarak masing-masing elektroda sejauh 2 meter kemudian hubungkan kedua elektroda secara paralel dengan kabel.

Untuk pengukuran kondisi basah dilakukan sesudah terjadinya hujan. Jika tidak terjadi hujan saat pengukuran, lakukan penyiraman air di sekitar elektroda penelitian. Untuk mereplikasikan keadaan hujan di lokasi penelitian, jumlah air yang digunakan untuk penyiraman ditentukan oleh besarnya curah hujan di Kota Pekanbaru, sehingga pengukuran saat kondisi basah dapat dilakukan.

Setelah pengukuran dilakukan pada kondisi basah, selanjutnya melakukan pengukuran pada kondisi kering. Pengukuran pada kondisi kering dilakukan setelah tanah kering selama tujuh hari tanpa terkena air hujan. Jika terjadi hujan selama proses pengeringan, maka tanah harus dikeringkan kembali selama tujuh

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

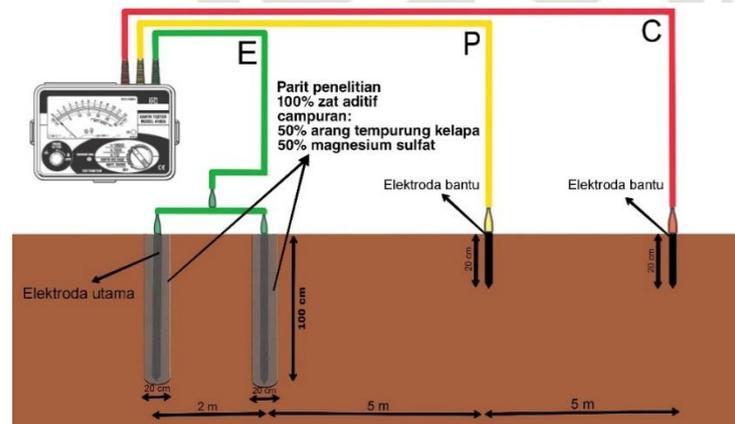
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

hari berikutnya untuk mencapai kondisi tanah kering. Untuk pengukuran kondisi kering dilakukan pada waktu terbaik yaitu antara pukul 14,00 sampai 15.00 WIB, karena pada waktu ini tanah berkondisi ekstrim akibat terpapar panas sinar matahari.

Untuk metode pengukuran sama dengan langkah 2 sampai 6 pada langkah pengukuran pada sub bab 3.5.

Untuk mengetahui nilai resistansi yang diperoleh dari setiap pengukuran yang telah dilakukan, data pengukuran didokumentasikan dan disusun menjadi tabel hasil pengukuran.

Lakukan perbandingan hasil antara elektroda batang tunggal setelah ditambahkan zat aditif dengan elektroda paralel setelah ditambahkan zat aditif saat kondisi basah dan kering kemudian analisis



Gambar 3. 7 Skema Pengukuran Resistansi Pentanahan Elektroda Batang Paralel setelah Ditambahkan Zat Aditif

3.8 Perbandingan Resistansi Pentanahan Elektroda Batang Tunggal dan Paralel Sebelum dan Sesudah Penambahan Zat Aditif

Perbandingan dapat dilakukan setelah semua data pengukuran resistansi pentanahan diperoleh. Nilai resistansi pentanahan yang dibandingkan adalah nilai resistansi tanah sebelum dan sesudah penambahan zat aditif arang tempurung kelapa dan magnesium sulfat dengan menggunakan elektroda batang tunggal dan paralel pada saat kondisi tanah basah dan kering yang pengukurannya dilakukan pada rentang waktu yang sama. Untuk menghitung besarnya kenaikan atau penurunan resistansi pentanahan setelah penambahan zat aditif, gunakan persamaan (2.6).

9.9 Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hasil dan Analisa Penelitian

Berikut ini adalah hasil utama yang ingin dicapai oleh penelitian ini:

Mengetahui nilai resistansi dan resisitivitas tanah di UIN Suska Riau.

Menganalisis nilai resistansi pentanahan di UIN Suska Riau dengan menggunakan elektroda batang tunggal dan paralel saat kondisi basah dan kering.

Menganalisis pengaruh penambahan zat aditif berupa arang tempurung kelapa dan megnesium sulfat terhadap nilai resistansi pentanahan dengan menggunakan elektroda batang tunggal dan paralel pada saat kondisi basah dan kering

Menganalisis perbandingan resistansi pentanahan di UIN Suska Riau saat sebelum dan sesudah penambahan zat aditif berupa arang tempurung kelapa dan magnesium sulfat menggunakan elektroda batang tunggal dan paralel

UIN SUSKA RIAU

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

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap pengaruh penambahan arang tempurung kelapa dan magnesium sulfat untuk menurunkan resistansi pentanahan dengan menggunakan elektroda batang tunggal dan paralel didapatkan beberapa hasil sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengukuran langsung resistansi pentanahan di UIN Suska Riau adalah sebesar $417,6 \Omega$ dengan nilai resistivitas tanah adalah $496,69 \Omega$ yang diklasifikasikan kedalam jenis tanah pasir dan kerikil kering.
 2. Resistansi pentanahan dengan menggunakan elektroda batang tunggal dan batang paralel saat kondisi basah yaitu masing-masing 394Ω dan 211Ω , sedangkan saat kondisi kering yaitu 413Ω untuk elektroda batang tunggal dan 219Ω untuk elektroda batang paralel.
 3. Penambahan zat aditif menggunakan metode *soil treatment* dengan memanfaatkan arang tempurung kelapa dan magnesium sulfat mampu menurunkan resistansi pentanahan secara signifikan. Resistansi pentanahan elektroda batang tunggal dan paralel setelah penambahan zat aditif saat kondisi basah masing-masing adalah $70,6 \Omega$ dan 40Ω , sedangkan untuk kondisi kering resistansi pentanahan elektroda batang tunggal dan paralel masing-masing adalah 75Ω dan $41,3 \Omega$.
- Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan resistansi pentanahan sesudah ditambahkan zat aditif memiliki penurunan yang sangat signifikan dibandingkan dengan resistansi sebelum ditambahkan zat aditif. Persentase penurunan terbesar resistansi pentanahan setelah ditambahkan zat aditif yaitu dengan menggunakan elektroda batang paralel, dimana penurunannya untuk kondisi basah sebesar 89,8 % dan untuk kondisi kering sebesar 90 %.

5.2 Saran

Berikut beberapa saran dari penulisan skripsi ini adalah:

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

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan variasi dan komposisi bahan lain serta variasi sistem pentanahan yang digunakan demi mendapatkan resistansi yang sesuai standart.

Penelitian selanjutnya disarankan dilakukan pada kondisi cuaca yang stabil, sehingga pengukuran kondisi basah dan kering tidak memiliki rentang waktu yang lama demi menghindari *margin error* yang tinggi.



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

DAFTAR PUSTAKA

- © Hak cipta dimiliki UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
- [1] Setiawan, Ramadhani Dedy, “Pengaruh Penambahan Bentonit Untuk Mereduksi Nilai Resistansi Pentanahan Jenis Elektroda Batang Berlapis Tembaga Dan Pipa Baja Galvanis,” *Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 8, No. 2, 2019.
 - [2] A. Arifin, R. L, dan S. Sofyan, “Analisis Pengaruh Elektroda Hubung Parealel Dengan Media Arang Terhadap Nilai Tahanan Pentanahan,” *Jurnal Teknologi Elekterika*, Vol. 4, No. 2, P. 14, Nov. 2020.
 - [3] Yuliadi, Hefri. Surya Hardi. dan Rohana, “Analisis Perbandingan Tahanan Pentanahan Pada Elektroda Batang Dan Plat Untuk Perbaikan Nilai Resistansi Pembumian,” *Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 4, No. 1, Juli 2021.
 - [4] H. Nawir, 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 Of Electrical And Electronic Engineering-Umsida)*, Vol. 2, No. 2, Pp. 1–39, Oktober. 2018.
 - [5] D. Setiawan, A. Syakur, dan A. Nugroho, “Analisis Pengaruh Penambahan Garam Dan Arang Sebagai Soil Treatment Dalam Menurunkan Resistansi Pentanahan Variasi Kedalaman Elektroda,” *Jurnal Transient*, Vol. 7, No. 2, Juni 2018.
 - [6] R. Rizkullah Fazrin, dan T. Tohir, “Penguujian Nilai Resistansi Pentanahan Elektroda Batang Dengan Zat Aditif Bentonit Dan Tanpa Bentonit.” *Prosiding The 14th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 2023.
 - [7] M. Syuhedri Zul, “Analisis Pengaruh Penambahan Arang Sekam Padi Dan Garam Terhadap Penurunan Resistansi Pentanahan Menggunakan Elektroda Batang Dengan Metode Soil Treatment,” *Skripsi Teknik Elektro Uin Suska Riau*, Pekanbaru, 2023.
 - [8] Liliana, W. Meifiefta, “Soil Treatment Terhadap Tahanan Pentanahan Dengan Abu Cangkang Sawit,” *Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri (SNTIKI)* 12, Desember 2020.

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

- 9] Tessel. Dasrinal, Dian Marolanda, dan Haerul Pathoni, “Pengaruh Campuran Garam dan Arang dalam Menurunkan Tahanan Pembumian pada Elektroda Plat,” *Jurnal Engineering*, Vol. 4, No. 2, September 2022.
- 10] Abdul Rahim, “Analisis Pengaruh Penambahan Zat Aditif Untuk Menurunkan Nilai Tahanan Pentanahan,” *Skripsi Teknik Elektro Uin Suka Riau*, Pekanbaru, 2023.
- 11] V. D. Andhika, “Studi Tentang Efektivitas Beberapa Macam Zat Terhadap Nilai Resistansi Sistem Pentanahan (Grounding),” *Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 9, No. 3, 2020.
- 12] Cahyo. R. Dwi Nu, Y. Rahmawati, dan Ariprihata, “Studi Tahanan Pentanahan Menggunakan Campuran Arang dan Garam dalam Menurunkan Nilai Tahanan Tanah,” *Jurnal Inovasi Pertahanan dan Keamanan*, Vol. 2, No. 1, Pp. 1-12, Oktober 2019.
- 13] Yuniarti. Erliza, Dedi Hermanto, dan Prima Ahmadi, “Penggunaan Gypsum dan Magnesium Sulfat Sebagai Upaya Menurunkan Nilai Resistansi Pentanahan,” *Jurnal Surya Energy*, Vol. 2, No. 1, September 2017.
- 14] Tessel. Dasrinal, Widiensyah Ardi, dan Nehru, “Penggunaan Campuran Magnesium Sulfat dan Arang Tempuuring Kelapa Sebagai Upaya Perbaikan Resistansi Pentanahan Elektroda Jenis Batang,” *Jurnal Engineering*, Vol. 3, No. 1, Januari 2021.
- 15] Abdul Hanif Fani, “Pengaruh Penambahan dan Variasi Zat Aditif pada Elektroda Batang Paralel di Uin Suska Riau Dengan Metode Soil Treatment,” *Skripsi Teknik Elektro Uin Suka Riau*, Pekanbaru, 2021.
- 16] Abdul Rahim, “Analisis Pengaruh Penambahan Zat Aditif Untuk Menurunkan Nilai Tahanan Pentanahan,” *Skripsi Teknik Elektro Uin Suka Riau*, Pekanbaru, 2023.
- 17] Fanni Nurfadhillah, “Reduksi Resistansi Pentanahan Dengan Zat Aditif Elektroda Batang Tunggal,” *Skripsi Teknik Elektro Uin Suka Riau*, Pekanbaru, 2023.
- 18] Bangkit Hari Prasetyo, “Analisa Perbandingan Penambahan Serbuk Besi, Serbuk Tembaga, Dan Garam Terhadap Nilai Tahanan Pembumian, Dan Pengaruh Terhadap

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



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Kelembaban, Ph Pada Tanah Pasir” *Skripsi Teknik Elektro Universitas Widya Dharma*, Klaten, 2017.

- [19] D. Andini, Yul Martin, dan Herri Gusmedi, “Perbaikan Tahanan Pentanahan Dengan Menggunakan Bentonit Teraktivasi,” *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, Vol. 10, No. 1, Januari 2016.
- [20] Wahyono, Budhi Prasetyo, “Analisa Pengaruh Jarak dan Kedalaman Terhadap Nilai Tahanan Pembumian dengan 2 Elektroda Batang,” 2013.
- [21] Rio Apriadi, “Analisis Pengaruh Penambahan Semen Konduktif Terhadap Nilai Tahanan Pentanahan pada Elektroda Batang di PT. PLN Rayon Lintau Sumatera Barat,” *Skripsi Teknik Elektro Uin Suka Riau*, Pekanbaru, 2022.
- [22] Aris Sunawar, “Analisis Pengaruh Temperatur dan Kadar Garam Terhadap Hambatan Jenis Tanah,” *Setrum*, vol. 2, no. 1, Juni 2013.
- [23] P. 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,” *Jurnal Ampere*, Vol. 5, No. 2, Desember 2020.
- [24] J. Arifin, “Pengukuran Nilai Grounding Terbaik Pada Kondisi Tanah Berbeda,” *Jurnal Eltikom*, vol. 5, no. 1, pp. 40–47, Juni 2021.

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

LAMPIRAN A PROSES PENELITIAN

1. Persiapan alat dan bahan



2. Pembuatan parit penelitian



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

Pencampuran dan penambahan zat aditif kedalam parit penelitian



4. Pengukuran resistansi dengan elektroda tunggal



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

6. Pengukuran resistansi dengan elektroda paralel



6. Pengukuran resistansi dengan elektroda tunggal setelah penambahan zat aditif



7. Pengukuran resistansi dengan elektroda paralel setelah penambahan zat aditif



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

LAMPIRAN B HASIL PENELITIAN

1. Pengukuran resistansi pentanahan saat kondisi eksisting



2. Pengukuran resistansi pentanahan elektroda batang tunggal kondisi basah



3. Pengukuran resistansi pentanahan elektroda batang tunggal kondisi kering



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

4. Pengukuran resistansi pentanahan elektroda batang paralel kondisi basah



5. Pengukuran resistansi pentanahan elektroda batang paralel kondisi kering



6. Pengukuran resistansi pentanahan elektroda batang tunggal dengan zat aditif kondisi basah



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

7. Pengukuran resistansi pentanahan elektroda batang tunggal dengan zat aditif kondisi kering



8. Pengukuran resistansi pentanahan elektroda batang paralel dengan zat aditif kondisi basah



9. Pengukuran resistansi pentanahan elektroda batang paralel dengan zat aditif kondisi kering



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Defri Alfian, Lahir di Aur Malintang 11 Januari 2002 sebagai anak sulung dari pasangan bapak Sudirman dan Ibuk Ernomi yang beralamat di Kampung Ingu Sungai Geringging, Padang Pariaman. E-mail: defri.a110102@gmail.com. No HP: 081378201886. Pengalaman pendidikan yang telah ditempuh yaitu SDN 01 Sungai Geringging tahun 2008-2014, kemudian SMPN 01 Sungai Geringging tahun 2014-2017, dan dilanjutkan di SMAN 4 Pariaman tahun 2017-2020, kemudian lanjut kuliah di Prodi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi di UIN Suska Riau dan lulus tahun 2024 dengan menyandang gelar S1 dengan predikat CUMLAUDE. Penelitian tugas akhir berjudul “Analisis Pengaruh Penambahan Arang Tempurung Kelapa dan Magnesium Sulfat Terhadap Penurunan Resistansi Pentanahan”



UIN SUSKA RIAU

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