

## PENGANTAR

Alhamdulillahi robbil 'aalamiin, segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan ridho, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi dengan judul **"PENGARUH KEDALAMAN DAN KONSENTRASI AIR PADA MEDIA ARANG KAYU UNTUK PENURUNAN NILAI RESISTANSI PEMBUMIAN ELEKTRODA BATANG"** dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini merupakan sebagian syarat kelulusan dalam memperoleh gelar kesarjanaan di Fakultas Teknik Jurusan Elektro Universitas Brawijaya Malang. Terhadap beberapa pihak yang terkait dalam proses penyelesaian skripsi ini disampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Heru Nurwarsito, M.Kom. selaku ketua Jurusan Teknik Elektro dan Bapak Rudy Yuwono, ST., MSc. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
2. Bapak Ir. Drs. Moch. Dhofir, MT. atas ide, bimbingan, arahan dan motivasi yang diberikan hingga terselesaiannya skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Harry Soekotjo Dachlan, MS. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak masukan dan koreksi dalam skripsi ini.
4. Seluruh dosen dan staf karyawan di lingkungan Fakultas Teknik, khususnya Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
5. Ibu dan Bapakku tercinta serta adik-adikku tersayang atas segala doa, kasih sayang, pengertian, dorongan moril maupun materiil selama ini.
6. Ir. Yudistiro Yanuarianto, Dwi Oktafianto W N, ST., Jedik Kurniawan, ST., Mas Nurhadi, Nisa, Dani, Ina, Mennik, Isnin atas motivasi dan inspirasinya selama ini.
7. Seluruh keluarga besar Mahasiswa Teknik Elektro, terutama saudara-saudaraku angkatan 2002 yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan, saran dan kritik yang sangat berguna demi kesempurnaan skripsi ini.

Tersadar bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, maka kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan dalam penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, 7 Agustus 2009  
Penulis

**DAFTAR ISI**

PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
RINGKASAN.....	x

BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan .....	2
1.5 Sistematika Pembahasan.....	2
BAB II DASAR TEORI .....	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Sifat Kimia Arang Kayu .....	5
2.3 Resistivitas dan Resistansi Arang Kayu .....	5
2.4 Mekanisme Interaksi Antara Air Dengan Arang Kayu .....	6
2.5 Tanah Sebagai Konduktor .....	8
2.6 Jenis Tanah .....	10
2.7 Resistansi Pembumian .....	10
2.8 Sifat Pembumian.....	11
2.9 Jenis Elektroda Pembumian.....	12
2.10 Sistem Pembumian Menggunakan Elektroda Batang.....	12
2.11 Penanaman Satu Elektroda Batang Pembumian Tegak Lurus Dangan Permukaan Tanah.....	14
2.12 Pengaruh Ketidakseragaman Lapisan Tanah Terhadap Nilai Resistansi Pembumian.....	18
2.13 Metode Pengukuran Resistivitas Dan Resistansi Tanah.....	19
2.13.1 Pengukuran Resistivitas Tanah.....	19
2.13.2 Pengukuran Resistansi Tanah .....	21

BAB III METODOLOGI.....	23
3.1 Studi Literatur .....	23
3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	23
3.3 Perencanaan Penelitian .....	24
3.4 Rangkaian Pengukuran .....	25
3.4.1 Rangkaian Pengukuran Resistivitas Arang Kayu .....	25
3.4.2 Rangkaian Pengukuran Resistivitas Tanah.....	26
3.4.3 Rangkaian Pengukuran Resistansi Pembumian .....	26
3.5 Langkah-Langkah Pengukuran.....	27
3.5.1 Pengukuran Resistivitas Arang Kayu .....	27
3.5.2 Pengukuran Resistivitas Tanah.....	28
3.5.3 Pengukuran Resistansi Pembumian .....	28
3.6 Langkah-langkah Analisis Numerik Resistansi Pembumian (Re).....	28
3.7 Analisis Hasil Pengujian.....	29
3.8 Diagram Alir Penelitian.....	30
BAB IV DATA DAN ANALISIS HASIL PENELITIAN .....	31
4.1 Pengaruh Kedalaman Penanaman Elektroda Batang Yang Ditanam Konsentris Bersama Arang Kayu Terhadap Nilai Resistansi Pembumian .....	31
4.1.1 Pengukuran Resistansi Elektroda Batang .....	32
4.1.2 Pengukuran Resistivitas Arang Kayu .....	32
4.1.3 Pengukuran Resistivitas Tanah Katel .....	33
4.1.4 Pengaruh Kedalaman Penanaman Elektroda Batang Yang Ditanam Konsentris Bersama Arang Kayu Terhadap Nilai Resistansi Pembumian Berdasarkan Hasil Pengukuran Dan Analisis Numerik .....	35
4.1.4.1 Model Penanaman Elektroda Batang pada Kedalaman 65 cm ....	37
4.1.4.2 Model Penanaman Elektroda Batang pada Kedalaman 85 cm ....	42
4.1.4.3 Model Penanaman Elektroda Batang pada Kedalaman 105 cm ..	46
4.1.4.4 Model Penanaman Elektroda Batang pada Kedalaman 125 cm ..	50



4.2 Pengaruh Penambahan Konsentrasi Air Dalam Arang Kayu Dengan Kedalaman Penanaman Elektroda Batang Yang Berbeda-Beda Terhadap Nilai Resistansi Pembumian .....	56
4.2.1 Pengaruh Pemberian Air pada Arang Kayu Terhadap Nilai Resistivitasnya .....	56
4.2.2 Pengaruh Konsentrasi Air Dalam Arang Kayu Terhadap Nilai Resistansi Pembumian .....	58
4.2.2.1 Analisis Numerik Dengan Pemberian Kadar Air Dalam Arang sebesar 5% .....	59
4.2.2.2 Analisis Numerik Dengan Pemberian Kadar Air Dalam Arang sebesar 10% .....	63
4.2.2.3 Analisis Numerik Dengan Pemberian Kadar Air Dalam Arang sebesar 15% .....	65
4.2.2.4 Analisis Numerik Dengan Pemberian Kadar Air Dalam Arang sebesar 20% .....	68
BAB V PENUTUP .....	72
5.1 Kesimpulan .....	72
5.2 Saran .....	72

DAFTAR PUSTAKA  
LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sifat dipolar air .....	7
Gambar 2.2	Grafik fungsi resistivitas fungsi kadar air dalam tanah .....	9
Gambar 2.3	Sel-sel tanah sebagai elektroda pembumian.....	15
Gambar 2.4	Distribusi arus didalam tanah.....	15
Gambar 2.5	Grafik fungsi resistansi terhadap jarak.. .....	16
Gambar 2.6	Elektroda batang dan bayangannya.. .....	17
Gambar 2.7	Heterogenitas lapisan tanah .....	18
Gambar 2.8	Pengukuran resistivitas tanah dengan menggunakan metode empat titik.. 20	
Gambar 2.9	Pengukuran resistansi tanah dengan menggunakan metode tiga titik.....21	
Gambar 3.1	Variasi kedalaman penanaman elektroda batang.....25	
Gambar 3.2	Pengukuran resistivitas arang kayu.....25	
Gambar 3.3	Pengukuran resistivitas tanah menggunakan metode empat titik dengan Earth Resistance Tester.....26	
Gambar 3.4	Pengukuran resistansi pembumian menggunakan metode empat titik dengan Earth Resistance Tester.....27	
Gambar 3.5	Model penanaman elektroda batang terhadap arang kayu .....	28
Gambar 4.1	Model penanaman elektroda batang pada kedalaman 65 cm.....37	
Gambar 4.2	Grafik fungsi resistansi pembumian terhadap jarak pada setiap tebal lapisan tanah yang sama dengan model penanaman elektroda batang pada kedalaman 65 cm.....41	
Gambar 4.3	Model penanaman elektroda batang pada kedalaman 85 cm.....42	
Gambar 4.4	Grafik fungsi resistansi pembumian terhadap jarak pada setiap tebal lapisan tanah yang sama dengan model penanaman elektroda batang pada kedalaman 85 cm.....45	
Gambar 4.5	Model penanaman elektroda batang pada kedalaman 105 cm.....46	
Gambar 4.6	Grafik fungsi resistansi pembumian terhadap jarak pada setiap tebal lapisan tanah yang sama dengan model penanaman elektroda batang pada kedalaman 105 cm.....49	
Gambar 4.7	Model penanaman elektroda batang pada kedalaman 125 cm.....50	

Gambar 4.8 Grafik fungsi resistansi pembumian terhadap jarak pada setiap tebal lapisan tanah yang sama dengan model penanaman elektroda batang pada kedalaman 125 cm ..... 53

Gambar 4.9 Grafik fungsi resistansi pembumian terhadap kedalaman penanaman elektroda batang pada kedalaman 65 cm, 85 cm, 105 cm, 125 cm ..... 55



**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1	Sifat-sifat kimia arang kayu .....	5
Tabel 2.2	Sifat-sifat kimia air .....	7
Tabel 2.3	Nilai resistivitas beberapa jenis tanah .....	10
Tabel 2.4	Dimensi standar elektroda batang .....	13
Tabel 2.5	Luas penampang minimum elektroda batang pembumian standar berdasarkan jenis bahan .....	13
Tabel 4.1	Hasil pengukuran resistivitas tanah katel .....	34
Tabel 4.2	Hasil pengukuran resistansi pembumian dalam suatu medium tanah katel dengan beberapa variasi kedalaman penanaman elektroda batang .....	35
Tabel 4.3	Hasil perhitungan nilai resistansi pembumian dengan model penanaman elektroda batang pada kedalaman 65 cm untuk setiap lapisan ( $l= 7,5$ cm) .....	38
Tabel 4.4	Hasil perhitungan nilai resistansi pembumian dengan model penanaman elektroda batang pada kedalaman 85 cm untuk setiap lapisan ( $l= 7,5$ cm) .....	43
Tabel 4.5	Hasil perhitungan nilai resistansi pembumian dengan model penanaman elektroda batang pada kedalaman 105 cm untuk setiap lapisan ( $l= 7,5$ cm) .....	47
Tabel 4.6	Hasil perhitungan nilai resistansi pembumian dengan model penanaman elektroda batang pada kedalaman 125 cm untuk setiap lapisan ( $l= 7,5$ cm) .....	51
Tabel 4.7	Perbandingan antara nilai resistansi pembumian hasil pengukuran dengan nilai resistansi pembumian hasil analisis numerik.....	54
Tabel 4.8	Nilai resistivitas arang kayu basah dengan $r=1,75$ cm dan $l=5$ cm .....	57
Tabel 4.9	Hasil pengukuran resistansi pembumian dalam suatu medium tanah katel dengan beberapa variasi konsentrasi air pada arang kayu yang ditanam konsentris elektroda batang pada kedalaman penanaman 125 cm .....	58
Tabel 4.10	Hasil perhitungan nilai resistansi pembumian menggunakan serbuk arang kayu dengan kadar air 5% dengan model penanaman elektroda batang pada kedalaman 125 cm untuk setiap lapisan ( $l= 7,5$ cm) .....	60

Tabel 4.11	Hasil perhitungan nilai resistansi pembumian menggunakan serbuk arang kayu dengan kadar air 10% dengan model penanaman elektroda batang pada kedalaman 125 cm.....	64
Tabel 4.12	Hasil perhitungan nilai resistansi pembumian menggunakan serbuk arang kayu dengan kadar air 15% dengan model penanaman elektroda batang pada kedalaman 125 cm .....	66
Tabel 4.13	Hasil perhitungan nilai resistansi pembumian menggunakan serbuk arang kayu dengan kadar air 20% dengan model penanaman elektroda batang pada kedalaman 125 cm .....	69
Tabel 4.14	Perbandingan antara nilai resistansi pembumian hasil pengukuran dengan nilai resistansi pembumian hasil analisis numerik.....	71



## **DAFTAR LAMPIRAN**

- LAMPIRAN 1 NILAI RESISTANSI PEMBUMIAN DARI HASIL ANALISIS NUMERIK DENGAN MODEL PENANAMAN ELEKTRODA BATANG PADA KEDALAMAN 65 CM
- LAMPIRAN 2 NILAI RESISTANSI PEMBUMIAN DARI HASIL ANALISIS NUMERIK DENGAN MODEL PENANAMAN ELEKTRODA BATANG PADA KEDALAMAN 85 CM
- LAMPIRAN 3 NILAI RESISTANSI PEMBUMIAN DARI HASIL ANALISIS NUMERIK DENGAN MODEL PENANAMAN ELEKTRODA BATANG PADA KEDALAMAN 105 CM
- LAMPIRAN 4 NILAI RESISTANSI PEMBUMIAN DARI HASIL ANALISIS NUMERIK DENGAN MODEL PENANAMAN ELEKTRODA BATANG PADA KEDALAMAN 125 CM
- LAMPIRAN 5 NILAI RESISTANSI PEMBUMIAN DARI HASIL ANALISIS NUMERIK DENGAN MODEL PENANAMAN ELEKTRODA BATANG PADA KEDALAMAN 125 CM MENGGUNAKAN SERBUK ARANG KAYU BASAH DENGAN KADAR AIR 5%
- LAMPIRAN 6 NILAI RESISTANSI PEMBUMIAN DARI HASIL ANALISIS NUMERIK DENGAN MODEL PENANAMAN ELEKTRODA BATANG PADA KEDALAMAN 125 CM MENGGUNAKAN SERBUK ARANG KAYU BASAH DENGAN KADAR AIR 10%
- LAMPIRAN 7 NILAI RESISTANSI PEMBUMIAN DARI HASIL ANALISIS NUMERIK DENGAN MODEL PENANAMAN ELEKTRODA BATANG PADA KEDALAMAN 125 CM MENGGUNAKAN SERBUK ARANG KAYU BASAH DENGAN KADAR AIR 15%
- LAMPIRAN 8 NILAI RESISTANSI PEMBUMIAN DARI HASIL ANALISIS NUMERIK DENGAN MODEL PENANAMAN ELEKTRODA BATANG PADA KEDALAMAN 125 CM MENGGUNAKAN SERBUK ARANG KAYU BASAH DENGAN KADAR AIR 20%