



OPTIMASI JENIS DAN KEDALAMAN PASAK PADA SISTEM PENTANAHAN TEGANGAN LISTRIK

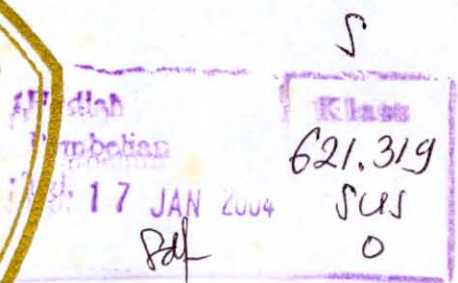
SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Penyelesaian Program Sarjana Sains Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

Oleh :

RINA ANGGRENI SUSANTI

NIM : 991810201022



FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS JEMBER

NOPEMBER, 2003

DEKLARASI

Skripsi ini berisi kerja/penelitian mulai bulan April 2003 sampai dengan bulan Agustus 2003 di Pantai Papuma Watu Ulo dan di Desa Blindu Tegalboto. Bersama ini saya menyatakan bahwa isi skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri kecuali jika disebutkan sumbernya dan skripsi ini belum pernah diajukan pada institusi lain.

Jember, Oktober 2003

Rina Anggreeni Susanti

ABSTRAK

Optimasi Jenis dan Kedalaman Pasak Pada Sistem Pentanahan Tegangan listrik. Rina Anggreeni Susanti, 991810201022, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

Penelitian tahanan kontak tanah telah dilakukan dengan memvariasikan kedalaman pasak dan elektroda arus yang diuji pada tiga jenis elektroda pentanahan, yaitu elektroda batang, pelat dan pita. Pengukuran tahanan kontak tanah menggunakan *Earth Tester* yang dirancang khusus untuk mengukur tahanan kontak tanah ini. Pengukuran dilakukan pada 2 jenis tanah yang berbeda yaitu tanah berpasir dan tanah sawah. Variasi kedalaman pasak yang diuji adalah kedalaman 10 cm sampai 100 cm. Penelitian ini dilakukan di Pantai Papuma-Watu Ulo untuk jenis tanah berpasir dan di Desa Blindu-Tegalboto untuk tanah sawah pada bulan April 2003 – Agustus 2003. Dari penelitian didapatkan pada kedalaman maksimum yaitu 100 cm, diperoleh kondisi optimum tahanan kontak tanah. Sedangkan elektroda pentanahan yang menghasilkan tahanan kontak minimum adalah elektroda batang, yaitu berkisar antara 40 ohm – 50 ohm untuk tanah berpasir dan 15 ohm – 23 ohm untuk tanah sawah. Variasi jarak elektroda arus yang dilakukan memberikan kontribusi kenaikan tahanan kontak dengan bertambahnya jarak dan pada suatu jarak tertentu akan menghasilkan daerah tahanan yang konstan yang merupakan daerah tahanan yang dihasilkan dari elektroda arusnya.

Kata kunci : tahanan kontak, kedalaman pasak, elektroda pentanahan, jarak elektroda arus dan jenis tanah.

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini telah dipertahankan di depan tim penguji dan diterima oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada :

Hari : **SABTU**

Tanggal : **15 NOV 2003**

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Tim penguji,

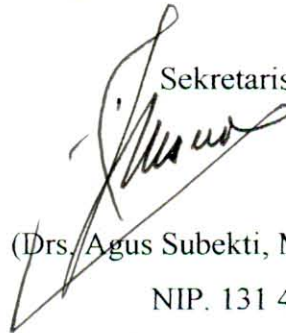
Ketua



(Agus Suprianto, SSi, MT)

NIP. 132 162 507

Sekretaris



(Drs. Agus Subekti, MSc, PhD)

NIP. 131 412 121

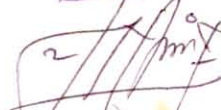
Anggota I



(Imam Rofi'i, GDPhys, MSc)

NIP. 131 975 310

Anggota II



(Dra. Nanik Yulianti, MSi)

NIP. 132 162 508

Mengesahkan,

Dekan Fakultas MIPA



(Ir. Sumadi, MS)

NIP. 130 368 784

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas limpahan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Optimasi Jenis dan Kedalaman Pasak pada Sistem Pentanahan Tegangan Listrik”**.

Selama penulisan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat dukungan dan bantuan baik secara moril maupun materiil, maka pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya, diantaranya :

1. Agus Suprianto, Ssi, MT, selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU), yang dengan penuh kesabaran membimbing dan mengarahkan penulis dari awal sampai akhir.
2. Drs. Agus Subekti, MSc, PhD, selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA), yang dengan penuh kesabaran dan ketelatenan membimbing dan mengarahkan penulis sampai selesainya Tugas Akhir ini.
3. Sutisna, MSi, yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian Tugas Akhir ini.
4. Drs. Imam Rofi'i, MSc, GDPhySc, Edy Suprianto, MSi, Puguh, SSi, Dra. Nanik Yuliati, MSi dan seluruh dosen Fisika yang banyak memberikan motivasi, saran dan kritik kepada penulis.
5. Drs. Puguh Dwi Atmanto dan Ir. Salmin Letto, yang telah berkenan meminjamkan alat dan memberikan dukungan serta semangat kepada penulis.
6. Wisnu Kuntjoroadi dan Juli Sasmiharto dan seluruh staf beserta karyawan PT.PLN (Persero) Area Pelayanan Situbondo, yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan dukungan serta motivasi kepada penulis.
7. Mas Budi di Lab. Fisika Dasar yang banyak memberi saran dan kritik.
8. Mas Agus, mas Hadi, mas Bayu, mas Lukman yang telah banyak membantu penulis dalam melakukan penelitian.

9. Sahabat-sahabatku : Endhah, Dyah, Herni, Nery, Mbak Wulan, Wiwit dan Elok yang telah banyak memberi dukungan dan bantuan selama penyelesaian Tugas Akhir ini.
10. Anak-anak Kelinci 4 : Ani, Mbak Dian, Mulik, Mbak Rika, Desi, Vivin, Intan, Piput, Iif dan Ana yang telah memotivasi dan memberi semangat kepada penulis.
11. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Semoga segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan dibalas oleh Tuhan Yang Maha Esa. Penulis menyadari dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap semoga Tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dalam menambah pengetahuan bagi pembaca dan dapat dikembangkan lebih lanjut.

Jember, Nopember 2003

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN MOTTO	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
DEKLARASI	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sistem Pentanahan.....	4
2.2 Tanah dan pengaman.....	5
2.3 Elektroda-elektroda Pentanahan.....	5
2.3.1 Sifat Sistem Elektroda Pentanahan.....	5
2.3.2 Jenis Elektroda pentanahan.....	6
2.3.3 Bahan dan Ukuran Elektroda Pentanahan.....	7
2.4 Pengujian Tanah.....	8
2.5 Tahanan Jenis Tanah.....	9
III. METODE PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	11
3.2 Peralatan yang Digunakan.....	11
3.3 Konfigurasi Peralatan.....	11
3.4 Teknik Pengukuran.....	12

3.4.1 Pengukuran Pasak Tunggal	12
3.4.2 Pengukuran Elektroda Pita	13
3.4.3 Pengukuran Elektroda Pelat	14
3.5 Analisa Data	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Tabulasi Data	16
4.2 Analisa dan Pembahasan	16
4.2.1 Pengaruh Kedalaman Elektroda Terhadap Tahanan Kontak Tanah	16
4.2.2 Pengaruh Jarak Elektroda Arus Terhadap Tahanan Kontak Tanah	21
4.2.3 Pengaruh Jenis Tanah Terhadap Tahanan Kontak Tanah	27
4.2.4 Pengaruh Jenis Elektroda Pentanahan terhadap Tahanan Kontak Tanah	28
V. KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	32

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
1	Tahanan Jenis Tanah dari Beberapa Jenis Tanah	10

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
1	Komponen-komponen Tahanan Elektroda Tanah	6
2	Jenis-jenis Elektroda Pita	7
3	Metode harga potensial	8
4	Hubungan antara tahanan dengan jarak dari pipa E	9
5	Pengukuran Tahanan Kontak Tanah dengan Pasak Tunggal	12
6	Pengukuran Tahanan Kontak Tanah dengan Elektroda Pita	13
7	Pengukuran Tahanan Kontak Tanah dengan Elektroda Pelat	14
8	Plot kedalaman elektroda (cm) terhadap tahanan kontak tanah (ohm) pada elektroda batang	17
9	Plot kedalaman elektroda (cm) terhadap tahanan kontak tanah (ohm) pada elektroda pelat	18
10	Plot kedalaman elektroda (cm) terhadap tahanan kontak tanah (ohm) pada elektroda pita	18
11	Plot jarak elektroda arus (cm) terhadap tahanan kontak tanah pada elektroda batang di tanah berpasir	21
12	Plot jarak elektroda arus (cm) terhadap tahanan kontak tanah pada elektroda batang di tanah sawah	22
13	Plot jarak elektroda arus (cm) terhadap tahanan kontak tanah pada elektroda pelat di tanah berpasir	23
14	Plot jarak elektroda arus (cm) terhadap tahanan kontak tanah pada elektroda pelat di tanah sawah	24
15	Plot jarak elektroda arus (cm) terhadap tahanan kontak tanah pada elektroda pita di tanah berpasir	25
16	Plot jarak elektroda arus (cm) terhadap tahanan kontak tanah pada elektroda pita di tanah sawah	26

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul Lampiran	Halaman
1.	Data Pengamatan Pengukuran Tahanan Kontak tanah dengan Variasi Kedalaman Pasak dan jenis Tanah pada Elektroda Batang	32
2.	Data Pengamatan Pengukuran Tahanan Kontak tanah dengan Variasi Kedalaman Pasak dan jenis Tanah pada Elektroda Pita	33
3.	Data Pengamatan Pengukuran Tahanan Kontak tanah dengan Variasi Kedalaman Pasak dan jenis Tanah pada Elektroda Pelat	34
4.	Data Pengamatan Pengukuran Tahanan Kontak tanah dengan Variasi Kedalaman Pasak dan Variasi Jarak Elektroda Arus pada Elektroda batang di Tanah Berpasir	35
5.	Data Pengamatan Pengukuran Tahanan Kontak tanah dengan Variasi Kedalaman Pasak dan Variasi Jarak Elektroda Arus pada Elektroda batang di Tanah Sawah	37
6.	Data Pengamatan Pengukuran Tahanan Kontak tanah dengan Variasi Kedalaman Pasak dan Variasi Jarak Elektroda Arus pada Elektroda Pita di Tanah Berpasir	39
7.	Data Pengamatan Pengukuran Tahanan Kontak tanah dengan Variasi Kedalaman Pasak dan Variasi Jarak Elektroda Arus pada Elektroda Pita di Tanah Sawah	41
8.	Data Pengamatan Pengukuran Tahanan Kontak tanah dengan Variasi Kedalaman Pasak dan Variasi Jarak Elektroda Arus pada Elektroda Pelat di Tanah Berpasir	43
9.	Data Pengamatan Pengukuran Tahanan Kontak tanah dengan Variasi Kedalaman Pasak dan Variasi Jarak Elektroda Arus pada Elektroda Pelat di Tanah Sawah	45

MOTTO

Pelajarilah ilmu untuk ketentraman, ketetapan hati dan kelembutan jiwa.

Tunduk dan rendahkanlah dirimu kepada orang yang padanya
kamu belajar (Umar r.a)

Barang siapa menempuh suatu jalan menuntut ilmu pengetahuan,
Maka Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga (HR. Muslim).

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang, tulisan ini kupersembahkan untuk :

1. Ayahandaku Sukanto dan Ibundaku almarhumah Sri Subekti, atas untaian do'a yang tak pernah putus untuk selalu mengiringi, menyinari dan mengokohkan semangatku, yang selalu memberikan dukungan dan limpahan kasih sayang yang tak terbatas dalam setiap langkahku tuk mencapai cita dan keberhasilanku;
2. Adik-adikku tercinta : Devy, Angga, dan Tyo (Canda, gelak tawa dan kenakalan kalian adalah pemicu semangatku). Terima kasih Tuhan atas anugerah terindah yang Kau berikan;
3. Nenekku Sri Suwarni, atas do'a dan kasih sayangnya, Mas Agus, terima kasih untuk semuanya serta Mbak Sun yang selalu mendo'akan dan memberiku dukungan dari jauh;
4. Mas Herwin, atas kasih sayangnya, do'a dan kesabarannya dalam membimbing dan memotivasiku;
5. Keluargaku di Situbondo, atas do'a dan kasih sayangnya;
6. Almamaterku tercinta Jurusan Fisika FMIPA yang kubanggakan.



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem tegangan tinggi sering menyebabkan terjadinya kecelakaan pada manusia dalam hal kontak langsung atau dalam hal manusia berada dalam suatu daerah yang mempunyai gradien tegangan tinggi. Bahaya ini disebabkan oleh besarnya arus yang mengalir dalam tubuh manusia. Selain itu juga bisa disebabkan karena adanya gangguan akibat petir, badai dan lain sebagainya. Secara umum bahaya-bahaya yang mungkin dapat ditimbulkan oleh tegangan/arus listrik terhadap manusia mulai dari yang ringan sampai yang paling berat yaitu : terkejut, pingsan atau mati.

Untuk menghindari terjadinya bahaya yang disebabkan oleh gangguan tersebut, maka diperlukan suatu usaha pengamanan yang dapat mewaspadai terjadinya bahaya-bahaya tersebut. Salah satu faktor kunci dalam setiap usaha pengamanan (perlindungan) rangkaian listrik adalah pentanahan. Sistem pentanahan ini dimaksudkan untuk mendapatkan tahanan yang paling kecil.

Pada awalnya, sistem-sistem tenaga listrik tidak ditanahkan. Hal ini dapat dimengerti karena pada waktu itu sistem-sistem tenaga listrik masih kecil jadi bila ada gangguan fasa ke tanah arus gangguan masih kecil, dan biasanya masih kurang dari 5 ampere (Hutauruk, 1999). Tetapi sistem-sistem tenaga itu makin lama makin besar baik panjangnya maupun tegangannya. Dengan demikian arus yang timbul bila terjadi gangguan akan semakin besar. Oleh karena itu, sistem-sistem tersebut ditanahkan untuk menghindari terjadinya gangguan.

Penelitian sebelumnya dengan menggunakan pasak tunggal didapatkan harga tahanan kontak tanah yang bervariasi. Pada suatu keadaan tertentu didapatkan hasil tahanan kontak tanah yang relatif besar, sehingga kurang memenuhi perencanaan sistem pentanahan yang baik. Untuk memenuhi keadaan tersebut dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan pasak jamak untuk mendapatkan harga tahanan kontak tanah yang relatif kecil. Untuk sistem pentanahan dengan menggunakan pasak jamak, maka panjang sisi yang

sebaiknya digunakan adalah tidak kurang dari dua kali panjang pasak yang digunakan (Pabla, 1994).

Apabila suatu tindakan pengamanan/perlindungan yang baik akan dilaksanakan, maka harus ada sistem pentanahan yang dirancang dengan benar. Untuk menentukan perencanaan sistem pentanahan harus diperhatikan beberapa faktor antara lain:

1. besarnya arus kesalahan yang mungkin terjadi;
2. tahanan jenis tanahnya;
3. bentuk, ukuran dan jenis konduktor yang dipakai sebagai elektroda pentanahan.

Tujuan utama dari berbagai sistem pentanahan tersebut adalah untuk mendapatkan tahanan kontak ke tanah yang cukup kecil. Untuk perlindungan/pengamanan personil dan peralatan, patut diusahakan sistem pentanahan yang lebih kecil dari satu ohm.

Dari penelitian yang dilakukan sebelumnya, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai harga tahanan kontak tanah. Dalam tugas akhir ini dilakukan penelitian dengan memvariasikan kedalaman dari beberapa jenis elektroda yang digunakan dan dengan memvariasikan jarak pada elektroda arusnya pada jenis tanah yang berbeda dan kedalaman yang berbeda.

1.2 Perumusan Masalah

- a. Bagaimana hubungan kedalaman pasak terhadap tahanan kontak tanah ?
- b. Bagaimana hubungan jenis pasak terhadap tahanan kontak tanah ?
- c. Bagaimana hubungan jenis tanah terhadap tahanan kontak tanah ?
- d. Bagaimana hubungan jarak elektroda arus yang bervariasi terhadap tahanan kontak tanah ?

1.3 Tujuan

- a. Mengetahui hubungan kedalaman pasak terhadap tahanan kontak tanah.
- b. Mengetahui hubungan jenis pasak terhadap tahanan kontak tanah.
- c. Mengetahui hubungan jenis tanah terhadap tahanan kontak tanah.
- d. Mengetahui hubungan jarak elektroda arus terhadap tahanan kontak tanah.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat mengetahui hubungan kedalaman pasak terhadap tahanan kontak tanah, mengetahui hubungan jenis pasak terhadap tahanan kontak tanah, dapat mengetahui hubungan jenis tanah terhadap tahanan kontak tanah, dapat mengetahui hubungan jarak elektroda arus terhadap tahanan kontak tanah dan dapat memberikan sumbangsih pengetahuan di bidang Fisika khususnya ilmu bumi dan kelistrikan.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pentanahan

Sistem pentanahan merupakan salah satu faktor kunci dalam setiap usaha pengamanan (perlindungan) rangkaian listrik. Dalam sistem pentanahan, diupayakan untuk memperoleh besarnya tahanan tanah yang rendah untuk menghindari terjadinya gangguan. Lebih jauh lagi, untuk perlindungan/pengamanan personil dan peralatan, patut diusahakan tahanan pentanahan lebih kecil dari satu ohm (Pabla, 1994). Sistem pentanahan tergantung pada kerja pasak-pasak yang terhubung. Bahan pentanahan dimaksudkan untuk mengontrol dalam batas-batas aman pada arus-arus gangguan yang lebih tinggi.

Agar sistem pentanahan dapat bekerja efektif, harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut.

1. Membuat jalur impedansi rendah ke tanah untuk pengamanan personil dan peralatan, menggunakan rangkaian efektif.
2. Dapat melawan dan menyebarkan gangguan berulang dan arus akibat surja hubung.
3. Menggunakan bahan tahan korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah, untuk meyakinkan kontinuitas penampilannya sepanjang umur peralatan yang dilindungi.
4. Menggunakan sistem mekanik yang kuat namun mudah dalam pelayanan.

Parameter-parameter ini umumnya dapat dipenuhi dengan pemakaian teori-teori dasar pentanahan secara benar. Namun, selalu timbul keadaan-keadaan yang akan menyulitkan dalam memperoleh tahanan pentanahan yang diinginkan. Apabila timbul keadaan demikian dapat digunakan beberapa metode untuk menurunkan harga tahanan pentanahan, antara lain sistem-sistem batang-batang paralel, sistem pasak tanam dalam dengan beberapa pasak dan perlakuan terhadap kondisi kimiawi tanah. Metode-metode lain juga telah banyak diperkenalkan, yaitu pelat tanam, penghantar tanam dan beton kerangka baja yang secara listrik terhubung (Pabla, 1994).

2.2 Tanah dan Pengaman

Tanah merupakan bagian lain yang terpenting dari sistem pentanahan. Bidang antara tanah dengan pasak harus cukup luas, sehingga harga tahanan tanah dari jalur arus masuk atau melewati tanah masih dalam batas-batas yang diperkenankan untuk penggunaan-penggunaan tertentu. Tahanan dari jalur tanah ini relatif rendah dan kurang lebih tetap sepanjang tahun (Pabla, 1994).

Adanya berbagai macam struktur dan jenis dari tanah itu sendiri, mengakibatkan terjadinya perbedaan harga tahanan kontak tanah untuk masing-masing jenis tanah. Tahanan kontak tanah ini terutama ditentukan oleh kandungan elektrolit didalamnya, kandungan air, mineral-mineral dan garam-garam. Tanah basah yang banyak mengandung garam-garam yang mudah larut memiliki tahanan kontak yang relatif kecil.

2.3 Elektroda-elektroda Pentanahan

2.3.1 Sifat Sistem Elektroda Pentanahan

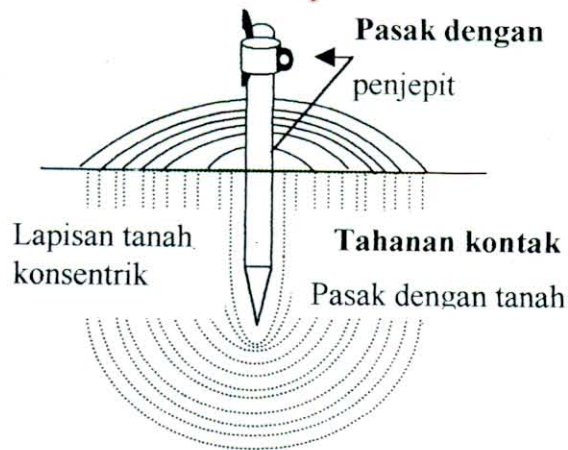
Hambatan arus yang melewati sistem elektroda tanah mempunyai tiga komponen, yaitu :

- a. tahanan pasaknya sendiri dan sambungan-sambungannya;
- b. tahanan kontak antara pasak dengan tanah sekitar;
- c. tahanan tanah di sekelilingnya.

Pasak-pasak, batang-batang logam, struktur dan peralatan lain biasa digunakan untuk elektroda tanah. Elektroda-elektroda ini umumnya besar dan penampangnya sedemikian rupa, sehingga tahanannya dapat diabaikan terhadap tahanan keseluruhan pada sistem pentanahan (Hutauruk, 1999).

Tahanan antara elektroda dan tanah jauh lebih kecil dari yang biasanya diduga. Apabila elektroda bersih dari cat atau minyak, pasak dapat dipasang dengan kuat, maka tahanan kontak dapat diabaikan (Hutauruk, 1999).

Pasak dengan tahanan seragam yang ditanam ke tanah akan menghantarkan arus ke semua arah. Berikut ini ditinjau suatu elektroda (pasak) yang ditanam ke tanah yang terdiri atas lapisan-lapisan tanah dengan ketebalan yang sama.



Gambar 1 Komponen-komponen tahanan elektroda tanah

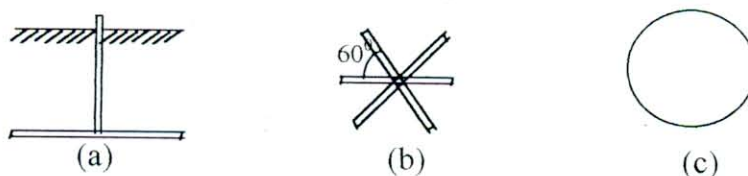
Gambar 1 memperlihatkan, pada lapisan tanah yang terdekat dengan pasak dengan sendirinya memiliki permukaan paling sempit, sehingga memberikan tahanan terbesar. Lapisan berikutnya, karena lebih luas, memberikan tahanan yang lebih kecil. Demikian seterusnya, sehingga pada suatu jarak tertentu dari pasak, lapisan tanah sudah tidak menambah besarnya tahanan tanah di sekeliling pasak. Tanah dianggap seragam atau homogen sehingga medan listrik yang dihasilkannya pun sama sehingga potensial listriknya tetap. Hal ini ditunjukkan dengan garis putus-putus pada gambar 1 yang merupakan permukaan ekipotensial. Elektroda pada gambar 1 dapat dipandang sebagai titik sumber yang memancarkan arus listrik ke segala arah di dalam tanah. Tahanan tanah merupakan besaran yang paling kritis dan paling sulit dihitung ataupun diatasi.

2.3.2 Jenis Elektroda Pentanahan

Elektroda-elektroda pentanahan dapat dibagi menjadi 3 jenis, yaitu elektroda pita, elektroda batang dan elektroda pelat yang masing-masing dijelaskan sebagai berikut.

a. Elektroda pita.

Elektroda pita dibuat dari hantaran berbentuk pita atau batang bulat, atau hantaran yang dipilin.



Gambar 2 Jenis-jenis elektroda pita.

Gambar 2a merupakan elektroda pita yang berbentuk tegak lurus. Gambar 2b merupakan elektroda pita berbentuk radial yang harus disusun simetris. Jumlah jari-jari yang digunakan tidak perlu lebih dari enam. Penambahan jari-jari melebihi jumlah ini tidak akan banyak mengurangi tahanan pentanahannya. Gambar 2c merupakan elektroda pita yang berbentuk cincin kawat.

b. Elektroda batang.

Elektroda batang dibuat dari pipa atau besi baja yang dipancangkan tegak lurus ke dalam tanah. Jika tanahnya kering, kadang-kadang sangat sulit untuk mencapai tahanan penyebaran yang cukup rendah. Dalam hal ini, ada kalanya sifat-sifat tanah itu dapat diperbaiki dengan mengolahnya dengan bahan-bahan kimia. Pentanahan dengan menggunakan elektroda batang juga disebut pentanahan dalam.

c. Elektroda pelat.

Elektroda pelat dibuat dari pelat logam, pelat logam berlubang atau dari kawat kasa. Pelat ini ditanam tegak lurus di dalam tanah. Pada umumnya selebar pelat ukuran 1 m x 0,5 m sudah cukup. Untuk mencapai tahanan pentanahan yang sama, elektroda pelat memerlukan lebih banyak bahan dibandingkan dengan elektroda pita dan elektroda batang (Van Harten, 1992).

2.3.3 Bahan dan Ukuran Elektroda Pentanahan

a. Bahan elektroda pentanahan

Bahan yang digunakan untuk elektroda pentanahan umumnya adalah tembaga, baja berlapis seng atau baja berlapis tembaga. Untuk keadaan-keadaan khusus, misalnya untuk pabrik-pabrik kimia, diperlukan bahan lain yang lebih tahan korosi.

b. Ukuran elektroda pentanahan

Jika elektroda yang akan dipasang hanya dimaksudkan untuk mengatur gradient tegangan, luas penampang minimum yang boleh digunakan adalah sebagai berikut :

Untuk besi berlapis seng : minimum 16 mm^2 .

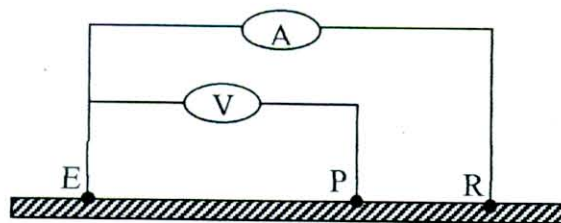
Untuk besi berlapis tembaga: minimum 16 mm^2 .

Untuk tembaga : minimum 10 mm^2 .

Tahanan pentanahan dari elektroda pita dan batang, terutama ditentukan oleh panjangnya. Untuk memperoleh hasil yang baik, elektroda yang dipasang harus membuat kontak yang baik dengan tanah. Batu dan kerikil yang langsung mengenai elektroda, akan memperbesar tahanan pentanahan dari elektroda ini (Van Harten, 1992).

2.4 Pengujian Tanah

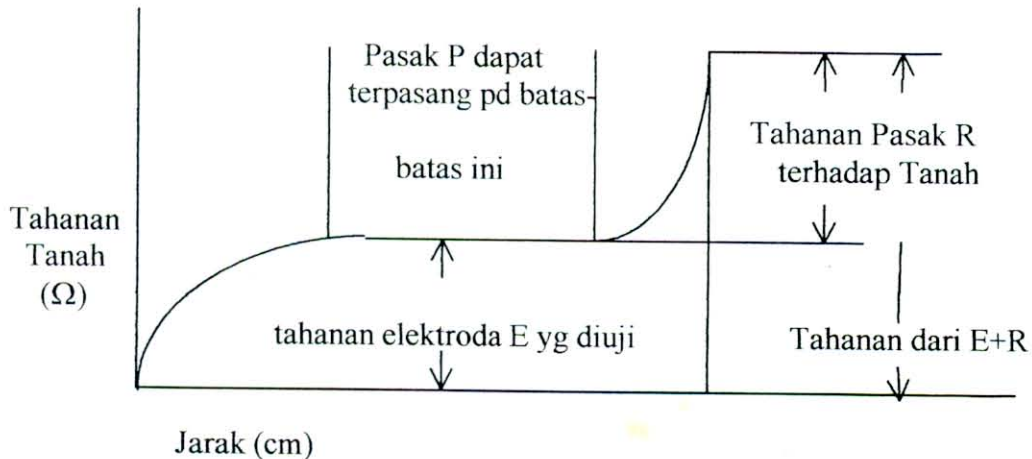
Pengujian tanah dilaksanakan dengan menggunakan alat uji megger tanah. Sekarang ditinjau elektroda tanah dari pipa E yang ditanam, dan diandaikan ada potensial antara pipa E dan batang pasak R yang ditanam pada jarak yang cukup jauh, seperti ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3 Metode harga potensial tanah

Arus yang mengalir diukur dengan meter A. Apabila batang pasak yang lain, yaitu P sekarang ditanam di beberapa tempat di sekitar E, Voltmeter akan menunjukkan pada potensial antara pipa E dengan pasak P di beberapa tempat tersebut. Beda potensial ini berbanding langsung dengan tahanan tanah. Dari sini

dapat diplot hubungan antara tahanan dengan jarak dari pipa E, seperti terlihat pada gambar 4 (Pabla,1994).



Gambar 4 Hubungan antara Tahanan dengan Jarak dari pipa E

Dari gambar 4 terlihat bahwa tahanan membesar dengan kedudukan P semakin jauh dari pipa E. Pada suatu jarak tertentu menghasilkan daerah tahanan yang konstan dan kemudian mengalami kenaikan dimana kenaikan tersebut dengan cepat berkurang dan bahkan pada jarak tertentu dari pipa E, kenaikan dapat diabaikan karena sangat kecil. Daerah konstan yang terlihat pada gambar 4 menunjukkan daerah tahanan kontak yang diukur. Pada daerah inilah dapat dilakukan pengukuran tahanan kontak untuk jenis pasak dan jenis tanah yang digunakan.

2.5 Tahanan Jenis Tanah

Harga tahanan jenis tanah yang direpresentasikan sebagai ρ pada daerah kedalaman yang terbatas tergantung dari beberapa faktor, sebagai berikut.

- Jenis tanah : tanah liat, berpasir, berbatu dan lain-lain.
- Lapisan tanah.
- Kelembaban tanah.
- Temperatur.

Untuk mengubah komposisi kimia tanah dapat dilakukan dengan memberikan garam pada tanah dekat elektroda pengetanahan dengan maksud mendapatkan tahanan jenis tanah yang rendah. Cara ini hanya baik untuk sementara karena proses penggaraman harus dilakukan secara periodik, sedikitnya enam bulan sekali (Hutauruk : 1999).

Nilai tahanan jenis tanah dapat berubah terhadap temperatur dan musim. Batang-batang yang ditanam lebih dalam akan menghasilkan kondisi yang lebih stabil. Untuk menurunkan tahanan tanah dapat dilakukan dengan memberikan garam batu biasa, sulfat tembaga atau sulfat magnesium (Neidle, 1999).

Dengan memberi air atau membasahi tanah juga dapat mengubah tahanan jenis tanah. Tahanan tanah juga tergantung dari tingginya permukaan tanah dari permukaan air yang konstan. Untuk mengurangi variasi tahanan jenis tanah akibat pengaruh musim, pengetanahan dapat dilakukan dengan menanamkan elektroda pengetanahan sampai mencapai kedalaman dimana terdapat air tanah yang konstan (Hutauruk, 1999).

Karena kandungan air dan suhu lebih stabil pada kedalaman yang lebih besar, maka agar dapat bekerja efektif sepanjang waktu, sistem pentanahan dapat dikonstruksi dengan elektroda tanah yang ditancapkan cukup dalam di bawah permukaan tanah. Hasil yang baik akan didapatkan bila kedalaman elektroda mencapai tingkat kandungan air yang tetap. Tabel 1 menunjukkan besarnya tahanan jenis tanah pada beberapa jenis tanah.

Tabel 1 Tahanan Jenis Tanah Dari Beberapa Jenis Tanah (Van Harten, 1992)

Jenis Tanah	Tahanan Jenis Tanah (Ωm)
Tanah rawa	30
Tanah liat + tanah ladang	100
Pasir basah	200
Kerikil basah	500
Pasir dan kerikil kering	1000
Tanah berbatu	3000

BAB III METODE PENELITIAN



3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Obyek yang diteliti adalah sebidang tanah dengan jenis yang berbeda yang mempunyai tahanan kontak tertentu. Penelitian ini dilaksanakan di Pantai Papuma-Watu Ulo, Jember dan di Desa Blindu, Tegalboto. Waktu pelaksanaan penelitian ini berlangsung kurang lebih selama bulan Maret sampai dengan Agustus tahun 2003.

3.2 Peralatan yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Earth Tester Model 4102 (KYORITSU No. Seri 1011316).
2. Elektroda batang dari bahan Cu (tembaga).
3. Elektroda pita.
4. Elektroda pelat.
5. Pasak pembantu dari bahan Fe (besi).
6. Meteran.
7. Beberapa bidang tanah dengan jenis yang berbeda.

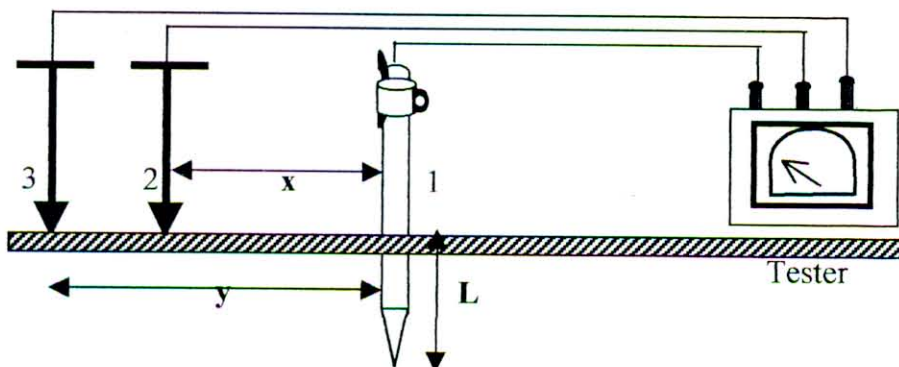
3.3 Konfigurasi Peralatan

Pada penelitian ini, konfigurasi peralatan seperti yang ditunjukkan pada gambar 5. Pada alat uji (tester) terdapat 3 channel yang masing-masing akan dihubungkan dengan pasak-pasak yang ada. Pada channel sebelah kiri akan dihubungkan dengan elektroda 1 (elektroda uji) yang akan diukur nilai tahananannya (menyatakan nilai tahanan yang terukur dengan skala baca tertentu, yaitu: 1x, 10x, 100x) ditanam pada kedalaman L, sedangkan channel tengah dengan jarak x dihubungkan dengan pasak 2 (elektroda tegangan) dan untuk channel sebelah kanan dengan jarak y dihubungkan dengan pasak 3 (elektroda arus).

Elektroda uji (pasak 1) yang akan diukur nilai tahananannya terbuat dari bahan tembaga (Cu), karena bahan ini dianggap mempunyai sifat yang lebih unggul dibandingkan dengan bahan lainnya. Sifat tersebut diantaranya adalah memiliki

daya hantar listrik yang sangat tinggi, mempunyai daya hantar panas dan tahan terhadap karat (korosi) yang tinggi (Daryanto, 1999). Karena bahan tembaga dianggap cukup mahal, maka dalam penggunaannya bahan ini dapat dilapisi dengan menggunakan baja. Sedangkan untuk pasak 2 dan 3 (pasak pembantu) menggunakan bahan dari besi.

Berdasarkan gambar 5, maka elektroda ditanam dengan kedalaman maksimum untuk memperoleh tahanan kontak tanah yang minimum. Untuk memperoleh hasil yang minimum, maka harus diteliti lebih lanjut mengenai susunan/konstruksi elektroda yang paling efektif. Untuk memperolehnya dapat dilakukan beberapa susunan/konstruksi elektroda seperti pada gambar 2.



Gambar 5 Pengukuran tahanan kontak tanah dengan pasak tunggal

3.4 Teknik Pengukuran

3.4.1 Pengukuran Pasak Tunggal

Prosedur pengukuran tahanan kontak tanah dengan menggunakan pasak tunggal adalah sebagai berikut.

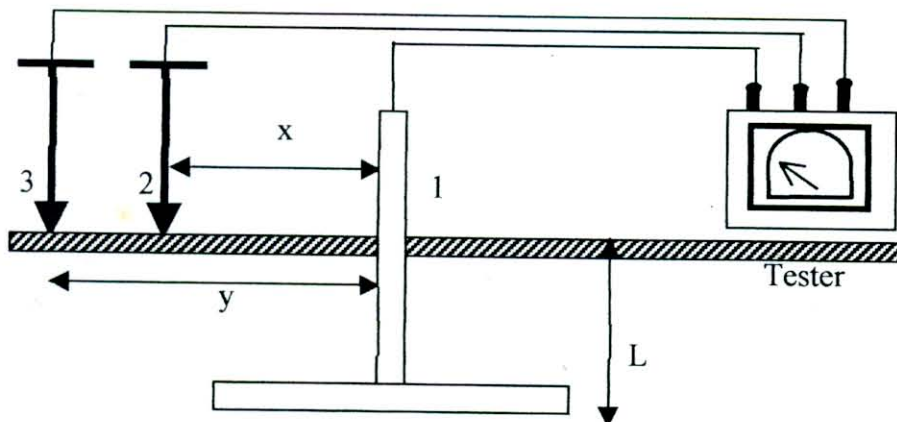
1. Mempersiapkan peralatan seperti yang digunakan pada gambar 5.
2. Menanam elektroda pembantu (pasak 1 dan 2) dengan jarak tertentu. Jarak elektroda ini terhadap tester adalah maksimum hingga jarak tersebut tidak mempengaruhi nilai tahanan kontak yang akan diukur.

3. Menanam elektroda uji (pasak 1) dengan kedalaman yang divariasikan sampai pada kedalaman optimum pada jenis tanah yang berbeda sehingga nantinya akan mempengaruhi besarnya tahanan kontak tanah.
4. Hasil pengukuran dicatat seperti pada tabel (lihat lampiran 1).
5. Memvariasikan jarak pasak 2 (elektroda arus) terhadap pasak uji (pasak 1) pada jenis tanah yang berbeda.
6. Hasil pengukuran dicatat seperti pada tabel (lihat lampiran 4 dan 5).

3.4.2 Pengukuran Elektroda Pita

Prosedur pengukuran tahanan kontak tanah dengan menggunakan elektroda pita adalah sebagai berikut.

1. Mempersiapkan peralatan seperti yang digunakan pada gambar 6.
2. Menanam elektroda pembantu (pasak 1 dan 2) dengan jarak tertentu. Jarak elektroda ini terhadap tester adalah maksimum hingga jarak tersebut tidak mempengaruhi nilai tahanan kontak yang akan diukur.
3. Menanam elektroda pita dengan kedalaman yang divariasikan sampai pada kedalaman optimum pada jenis tanah yang berbeda sehingga nantinya akan mempengaruhi besarnya tahanan kontak tanah.
4. Hasil pengukuran dicatat seperti pada tabel (lihat lampiran 2).
5. Memvariasikan jarak pasak 2 (elektroda arus) terhadap pasak 1 pada jenis tanah yang berbeda dengan kedalaman tertentu.
6. Hasil pengukuran dicatat seperti pada tabel (lihat lampiran 6 dan 7).

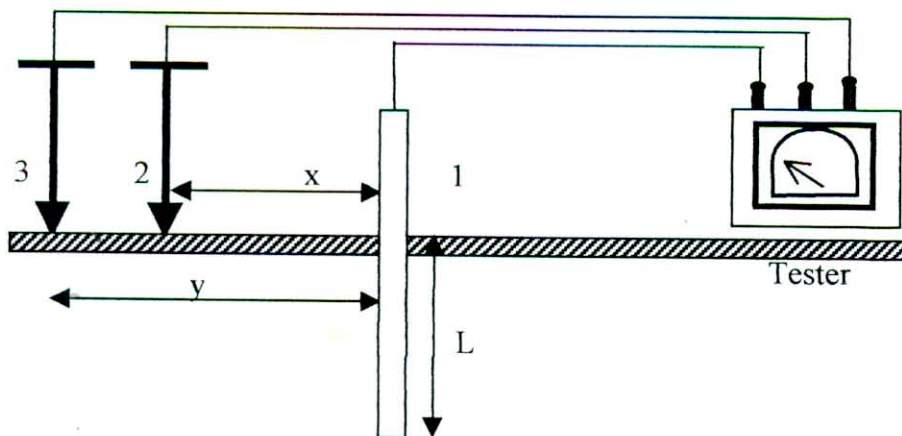


Gambar 6 Pengukuran tahanan kontak tanah dengan elektroda pita

3.4.3 Pengukuran Elektroda Pelat

Prosedur pengukuran tahanan kontak tanah dengan menggunakan elektroda pelat adalah sebagai berikut.

1. Mempersiapkan peralatan seperti yang digunakan pada gambar 7.
2. Menanam elektroda pembantu (pasak 1 dan 2) dengan jarak tertentu. Jarak elektroda ini terhadap tester adalah maksimum hingga jarak tersebut tidak mempengaruhi nilai tahanan kontak yang akan diukur.
3. Menanam elektroda pelat dengan kedalaman yang divariasikan sampai pada kedalaman optimum pada jenis tanah yang berbeda sehingga nantinya akan mempengaruhi besarnya tahanan kontak tanah.
4. Hasil pengukuran dicatat seperti pada tabel (lihat lampiran 3).
5. Memvariasikan jarak pasak 2 (elektroda arus) terhadap pasak 1 pada jenis tanah yang berbeda.
6. Hasil pengukuran dicatat seperti pada tabel (lihat lampiran 8 dan 9).



Gambar 7 Pengukuran Tahanan Kontak Tanah dengan Elektroda Pelat

3.5 Analisis Data

Analisa data dilakukan setelah pelaksanaan pengukuran tahanan kontak tanah pada masing-masing jenis elektroda dan masing-masing jenis tanah yang digunakan. Langkah pertama adalah melakukan pengukuran tahanan kontak tanah pada masing-masing jenis elektroda dan jenis tanah dengan melakukan variasi kedalaman pasak dan variasi jarak elektroda arus (pasak 2). Kemudian dari data hasil pengukuran dibuat grafik hubungan antara tahanan kontak tanah terhadap kedalaman pasak dan grafik hubungan antara jarak elektroda arus terhadap tahanan kontak tanah pada masing-masing jenis elektroda dan jenis tanah yang berbeda. Dari hasil penelitian yang di dapat kemudian ditarik kesimpulan kondisi optimum tahanan kontak tanah dan jenis kontak yang dihasilkan.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut .

1. Tahanan kontak menurun dengan bertambahnya kedalaman pasak.
2. Elektroda batang memiliki tahanan kontak yang terbesar dibanding dua elektroda yang lain.
3. Tahanan kontak yang dihasilkan pada tanah sawah memiliki harga yang lebih besar daripada yang dihasilkan pada tanah berpasir.
4. Adanya variasi jarak elektroda arus memberikan kontribusi kenaikan tahanan kontak tanah dan pada suatu jarak tertentu menghasilkan daerah tahanan yang konstan dimana daerah ini merupakan tahanan kontak yang dicari untuk suatu kedalaman dan jenis pasak yang digunakan serta jenis tanah.

5.2 Saran

Dari kesimpulan yang telah diperoleh dalam penelitian, maka untuk untuk sistem pentanahan penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut.

1. Agar diperoleh nilai tahanan kontak yang relatif lebih kecil maka perlu diusahakan penggunaan jenis tanah yang relatif lebih homogen.
2. Pada daerah-daerah yang sulit, misalnya tanah kering perlu diusahakan sistem pentanahan dengan pasak jamak sehingga didapatkan tahanan kontak yang kecil bila dibandingkan dengan pasak tunggal.
3. Untuk mencapai kondisi yang lebih optimum dari tahanan kontak diperlukan elektroda pentanahan yang relatif lebih panjang terutama pada elektroda batang dan elektroda pita.

DAFTAR PUSTAKA

- Daryanto. 1999. *Ilmu Bahan*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Dwi, Endang P. Retno, Dwi dan Trimulatsih. 1998. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Hutauruk. 1999. *Pengetanahan Netral Sistem Tenaga dan Pengetanahan Peralatan*. Jakarta : Erlangga.
- Niedle. 1999. *Teknologi Instalasi Listrik*. Jakarta . Erlangga.
- Pabla. 1994. *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Jakarta : Erlangga.
- Setyobudi, Bambang. 1993. *Fisika Tanah dan Air Tanah*. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Jember.
- Tipler, Paul. 1998. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Jakarta : Erlangga.

Lampiran 1

Data pengamatan pengukuran tahanan kontak tanah dengan variasi kedalaman pasak dan jenis tanah pada elektroda batang.

Jenis Tanah	Kedalaman Pasak (cm)	Pengulangan (Ω)			Rata-rata	Standart deviasi	Standart Error
		1	2	3			
Berpasir	10,000	490,000	370,000	510,000	456,667	75,719	43,716
	20,000	330,000	360,000	295,000	328,333	32,532	18,782
	30,000	170,000	200,000	165,000	178,333	18,929	10,929
	40,000	145,000	165,000	135,000	148,333	15,275	8,819
	50,000	105,000	120,000	95,000	106,667	12,583	7,264
	60,000	90,000	85,000	75,000	83,333	7,638	4,409
	70,000	70,000	70,000	65,000	68,333	2,887	1,667
	80,000	55,000	60,000	50,000	55,000	5,000	2,887
	90,000	50,000	55,000	45,000	50,000	5,000	2,887
	100,000	45,000	50,000	40,000	45,000	5,000	2,887
Tanah Sawah	10,000	720,000	860,000	890,000	823,333	90,738	52,387
	20,000	300,000	305,000	320,000	308,333	10,408	6,009
	30,000	125,000	140,000	150,000	138,333	12,583	7,265
	40,000	65,000	75,000	90,000	76,667	12,583	7,265
	50,000	50,000	50,000	55,000	51,667	2,887	1,667
	60,000	40,000	40,000	40,000	40,000	0,000	0,000
	70,000	30,000	35,000	35,500	33,500	3,041	1,756
	80,000	25,000	30,000	35,000	30,000	5,000	2,887
	90,000	20,000	25,000	20,000	21,667	2,887	1,667
	100,000	15,000	23,000	15,000	17,667	4,619	2,667

Lampiran 2

Data pengamatan pengukuran tahanan kontak tanah dengan variasi kedalaman pasak dan jenis tanah pada elektroda pita.

Jenis Tanah	Kedalaman Pasak (cm)	Pengulangan (Ω)			Rata-rata	Standart deviasi	Standart error
		1	2	3			
Berpasir	10,000	400,000	405,000	410,000	405,000	5,000	2,887
	20,000	360,000	365,000	370,000	365,000	5,000	2,887
	30,000	350,000	345,000	350,000	348,333	2,887	1,667
	40,000	335,000	330,000	335,000	333,333	2,887	1,667
	50,000	315,000	315,000	325,000	318,333	5,773	3,333
	60,000	300,000	310,000	310,000	306,667	5,773	3,333
	70,000	285,000	287,000	290,000	287,333	2,517	1,453
	80,000	270,000	255,000	260,000	261,667	7,638	4,409
	90,000	260,000	238,000	255,000	251,000	11,533	6,658
	100,000	230,000	225,000	230,000	228,333	2,887	1,667
Tanah sawah	10,000	55,000	50,000	55,000	53,333	2,887	1,667
	20,000	50,000	42,000	46,000	46,000	4,000	2,309
	30,000	47,500	41,500	43,500	44,167	3,055	1,764
	40,000	43,000	40,000	41,000	41,333	1,527	0,882
	50,000	40,500	37,000	39,000	38,833	1,756	1,014
	60,000	39,000	32,500	37,500	36,333	3,403	1,965
	70,000	35,000	30,000	32,000	32,333	2,517	1,453
	80,000	30,000	28,000	28,500	28,833	1,041	0,601
	90,000	29,000	27,500	27,000	27,833	1,041	0,601
	100,000	27,000	26,000	24,500	25,833	1,258	0,726

Lampiran 3

Data pengamatan pengukuran tahanan kontak tanah dengan variasi kedalaman pasak dan jenis tanah pada elektroda pelat.

Jenis Tanah	Kedalaman Pasak (cm)	Pengulangan (Ω)			Rata-rata	Standart deviasi	Standart error
		1	2	3			
Berpasir	10,000	270,000	210,000	265,000	248,333	33,292	19,221
	20,000	190,000	100,000	170,000	153,333	47,258	27,284
	30,000	90,000	80,000	120,000	96,667	20,817	12,018
	40,000	70,000	60,000	100,000	76,667	20,817	12,018
	50,000	49,000	50,000	69,000	56,000	11,267	6,506
	60,000	40,000	35,000	60,000	45,000	13,229	7,638
	70,000	40,000	30,000	40,000	37,667	4,041	2,333
	80,000	39,000	29,000	30,000	32,667	5,508	3,179
	90,000	30,000	28,000	29,000	29,000	1,000	0,577
	100,000	29,000	25,000	25,000	26,333	2,309	1,333
Tanah Sawah	10,000	420,000	510,000	530,000	486,667	58,597	33,829
	20,000	270,000	270,000	280,000	273,333	5,773	3,333
	30,000	180,000	240,000	230,000	216,667	32,145	18,559
	40,000	150,000	225,000	225,000	200,000	43,301	25,000
	50,000	125,000	220,000	215,000	186,667	53,46	30,867
	60,000	105,000	200,000	190,000	165,000	52,201	30,139
	70,000	100,000	180,000	150,000	143,333	40,414	23,333
	80,000	84,000	100,000	105,000	96,333	10,969	6,333
	90,000	79,500	92,000	89,000	86,833	6,526	3,768
	100,000	65,000	88,000	70,000	74,333	12,097	6,984

Lampiran 4

Data pengamatan pengukuran tahanan kontak tanah dengan variasi kedalaman pasak dan variasi jarak elektroda arus pada elektroda batang di tanah berpasir.

Kedalaman Pasak (cm)	Jarak Elektroda Arus (cm)	Pengulangan (Ω)			Rata-rata	Standart deviasi	Standart error
		1	2	3			
20,000	10,000	130,000	228,000	229,500	195,833	57,018	32,919
	20,000	155,000	240,000	243,000	212,667	49,963	28,846
	30,000	160,000	260,000	262,000	212,667	58,321	33,672
	40,000	165,000	265,000	265,000	231,667	57,735	33,333
	50,000	170,000	266,000	265,500	233,833	55,282	31,917
	60,000	175,000	275,000	271,000	240,333	56,616	32,687
	70,000	177,000	276,000	278,000	243,667	57,744	33,338
	80,000	177,000	280,000	283,000	246,667	60,352	34,844
	90,000	179,000	281,000	286,000	248,667	60,352	34,863
	100,000	179,000	285,000	286,000	250,000	61,489	35,501
	110,000	179,000	285,000	286,000	250,000	61,489	35,501
	120,000	179,000	285,000	285,000	250,000	61,489	35,501
	130,000	179,000	285,000	286,000	250,000	61,489	35,501
	140,000	180,000	285,000	289,000	251,333	61,489	35,685
	150,000	180,000	290,000	292,000	254,000	64,094	37,004
40,000	10,000	40,000	46,000	45,000	43,667	3,215	1,856
	20,000	43,500	49,000	47,000	46,500	2,784	1,607
	30,000	55,000	53,000	53,000	53,667	1,155	0,677
	40,000	60,000	59,000	58,000	59,000	1,000	0,577
	50,000	62,000	63,000	62,000	62,333	0,577	0,333
	60,000	65,000	66,000	64,000	65,000	1,000	0,577
	70,000	69,000	70,000	69,000	69,333	0,577	0,333
	80,000	73,000	73,500	73,000	73,167	0,289	0,167
	90,000	76,000	78,000	75,000	76,333	1,527	0,882
	100,000	76,000	79,000	76,000	77,000	1,732	1,000
	110,000	76,000	79,000	76,000	77,000	1,732	1,000
	120,000	76,000	79,000	76,000	77,000	1,732	1,000
	130,000	76,000	79,000	76,000	77,000	1,732	1,000
	140,000	80,000	82,000	79,000	80,333	1,527	0,882
	150,000	83,000	83,000	81,000	82,333	1,155	0,667

Lampiran 4 (lanjutan)

Kedalaman Pasak (cm)	Jarak Elektroda Arus (cm)	Pengulangan (Ω)			Rata-rata	Standart deviasi	Standart error
		1	2	3			
60,000	10,000	39,000	46,000	48,000	44,333	4,725	2,728
	20,000	60,000	56,000	53,000	56,333	3,512	2,028
	30,000	60,000	63,000	59,000	60,667	2,082	1,202
	40,000	65,000	63,000	63,000	63,667	1,155	0,667
	50,000	70,000	66,000	67,000	67,667	2,082	1,202
	60,000	70,000	67,000	70,000	69,000	1,732	1,000
	70,000	70,000	68,500	71,500	70,000	1,500	0,866
	80,000	71,000	70,000	72,000	71,000	1,000	0,577
	90,000	75,000	71,000	73,500	73,167	2,021	1,167
	100,000	75,000	71,500	74,000	73,500	1,803	1,041
	110,000	75,000	72,000	74,000	73,667	1,527	0,882
	120,000	75,000	72,500	74,000	73,833	1,258	0,726
	130,000	75,000	73,000	74,000	74,000	1,000	0,577
	140,000	80,000	73,000	74,500	75,833	3,686	2,128
	150,000	82,000	73,000	73,000	76,000	5,196	3,000
80,000	10,000	35,000	32,000	33,000	33,333	1,527	0,882
	20,000	39,000	38,000	35,000	37,333	2,082	1,202
	30,000	42,000	41,000	39,000	40,667	1,527	0,882
	40,000	44,000	44,000	43,000	43,667	0,577	0,333
	50,000	45,000	46,000	45,000	45,333	0,577	0,333
	60,000	46,500	47,000	46,500	46,667	0,289	0,167
	70,000	47,500	48,000	47,000	47,500	0,500	0,289
	80,000	48,000	49,000	48,500	48,500	0,500	0,289
	90,000	49,000	50,000	49,000	49,333	0,577	0,333
	100,000	49,500	50,500	50,000	50,000	0,500	0,289
	110,000	50,000	51,000	52,500	51,167	1,258	0,726
	120,000	50,500	51,500	52,500	51,500	1,000	0,577
	130,000	51,000	52,000	52,500	51,833	0,764	0,441
	140,000	51,000	52,000	54,500	52,500	1,803	1,041
	150,000	51,000	52,500	55,000	52,833	2,021	1,167

Lampiran 5

Data pengamatan pengukuran tahanan kontak tanah dengan variasi kedalaman pasak dan variasi jarak elektroda arus pada elektroda batang di tanah sawah.

Kedalaman Pasak (cm)	Jarak Elektroda Arus (cm)	Pengulangan (Ω)			Rata-rata	Standart deviasi	Standart error
		1	2	3			
20,000	10,000	260,000	275,000	277,000	270,67	9,292	5,364
	20,000	275,000	283,000	279,000	279,000	4,000	2,309
	30,000	280,000	285,000	282,500	282,500	2,500	1,443
	40,000	285,000	287,000	285,000	285,667	1,155	0,667
	50,000	290,000	289,000	287,000	288,667	1,527	0,882
	60,000	292,000	289,000	287,000	289,333	2,517	1,453
	70,000	292,000	294,000	287,000	289,333	2,517	1,453
	80,000	292,000	294,000	287,000	289,333	2,517	1,453
	90,000	292,000	294,000	287,000	289,333	2,517	1,453
	100,000	292,000	294,000	287,000	289,333	2,517	1,453
	110,000	294,000	294,000	287,000	290,000	3,606	2,082
	120,000	295,000	295,000	287,000	291,667	4,163	2,404
	130,000	297,000	297,000	287,000	293,000	5,291	3,055
	140,000	297,500	296,500	288,000	294,000	5,220	3,014
	150,000	298,000	297,000	288,500	294,500	5,220	3,014
40,000	10,000	46,000	50,000	55,000	50,333	4,509	2,603
	20,000	58,000	53,000	57,000	56,000	2,646	1,527
	30,000	62,000	55,000	59,500	58,833	3,547	2,048
	40,000	63,000	57,000	60,000	60,000	3,000	1,732
	50,000	64,000	58,000	62,500	61,833	2,566	1,481
	60,000	66,000	59,500	62,500	62,667	3,253	1,878
	70,000	66,500	59,500	62,500	62,833	3,512	2,028
	80,000	67,000	59,500	62,500	63,000	3,775	2,179
	90,000	68,000	59,500	62,500	63,333	4,311	2,489
	100,000	68,000	61,000	62,500	63,333	4,311	2,489
	110,000	68,000	61,000	62,500	63,833	3,686	2,128
	120,000	68,500	62,500	63,000	64,667	3,329	1,922
	130,000	69,000	65,000	65,000	66,333	2,309	1,333
	140,000	69,500	67,500	65,500	67,500	2,000	1,155
	150,000	70,000	69,000	67,000	68,667	1,527	0,882

Lampiran 5 (lanjutan)

Kedalaman Pasak (cm)	Jarak Elektroda Arus (cm)	Pengulangan (Ω)			Rata-rata	Standart deviasi	Standart error
		1	2	3			
60,000	10,000	24,000	30,000	28,000	27,333	3,055	1,764
	20,000	27,000	31,000	28,500	28,833	2,021	1,167
	30,000	29,000	32,000	30,000	30,333	1,5275	0,8819
	40,000	31,000	35,000	32,000	32,667	2,0817	1,2019
	50,000	32,000	39,000	33,500	34,833	3,686	2,128
	60,000	32,500	39,000	36,000	35,833	3,253	1,878
	70,000	33,000	39,000	37,500	36,500	3,122	1,803
	80,000	34,000	39,000	38,000	37,000	2,646	1,527
	90,000	34,000	40,000	39,000	37,667	3,215	1,856
	100,000	24,000	40,000	39,000	37,667	3,215	1,856
	110,000	35,000	40,000	39,000	38,000	2,646	1,527
	120,000	35,500	41,500	39,000	38,667	3,014	1,740
	130,000	37,000	43,000	42,000	40,667	3,215	1,856
	140,000	37,500	43,500	43,000	41,333	3,329	1,922
	150,000	38,500	44,000	44,000	42,167	3,175	1,833
80,000	10,000	18,000	20,000	20,000	19,333	1,155	0,667
	20,000	20,000	21,000	20,500	20,500	0,500	0,289
	30,000	20,500	22,500	21,000	21,333	1,041	0,601
	40,000	21,000	25,000	22,500	22,833	2,021	1,167
	50,000	22,000	25,500	23,000	23,500	1,803	1,041
	60,000	22,500	27,000	24,000	24,500	2,291	1,323
	70,000	23,000	27,500	24,500	25,000	2,291	1,323
	80,000	24,000	27,500	25,000	25,500	1,803	1,041
	90,000	24,000	27,500	25,000	25,500	1,803	1,041
	100,000	24,000	27,500	25,000	25,500	1,803	1,041
	110,000	24,500	28,000	25,000	25,833	1,893	1,093
	120,000	25,000	29,000	26,000	26,667	2,082	1,202
	130,000	25,500	29,500	27,500	27,500	2,000	1,155
	140,000	26,000	30,000	28,000	28,000	2,000	1,155
	150,000	27,500	30,500	29,500	29,167	1,527	0,882

Lampiran 6

Data pengamatan pengukuran tahanan kontak tanah dengan variasi kedalaman pasak dan variasi jarak elektroda arus pada elektroda pita di tanah berpasir.

Kedalaman Pasak (cm)	Jarak Elektroda Arus (cm)	Pengulangan (Ω)			Rata-rata	Standart deviasi	Standart error
		1	2	3			
20,000	10,000	159,000	162,000	164,000	161,667	2,517	1,453
	20,000	177,000	178,500	179,000	178,167	1,041	0,601
	30,000	200,000	202,000	208,000	203,333	4,163	2,404
	40,000	220,500	225,000	239,500	228,333	9,929	5,732
	50,000	235,000	239,000	244,000	239,333	4,509	2,603
	60,000	250,000	259,000	257,000	255,333	4,726	2,728
	70,000	263,500	260,000	259,000	260,833	2,363	1,364
	80,000	263,500	262,000	259,000	261,500	2,291	1,323
	90,000	263,500	262,000	259,000	261,500	2,291	1,323
	100,000	263,500	262,000	259,000	261,500	2,291	1,323
	110,000	263,500	262,000	259,000	261,500	2,291	1,323
	120,000	266,000	262,000	259,000	262,333	3,512	2,028
	130,000	267,500	265,000	263,500	265,333	2,021	1,167
	140,000	268,000	267,000	264,000	266,333	2,082	1,202
	150,000	269,000	268,500	265,000	267,500	2,179	1,258
40,000	10,000	145,000	150,000	162,000	155,333	9,074	5,239
	20,000	159,000	210,000	195,000	188,000	26,211	15,133
	30,000	205,000	215,000	217,000	212,333	6,429	3,712
	40,000	245,000	240,000	239,000	241,333	3,215	1,856
	50,000	285,000	269,000	250,000	268,000	17,521	10,116
	60,000	320,000	300,000	315,000	311,667	10,408	6,009
	70,000	340,000	322,000	338,500	333,500	9,987	5,766
	80,000	365,000	360,000	340,000	355,000	13,229	7,638
	90,000	390,000	395,000	365,000	383,333	16,073	9,279
	100,000	390,000	395,000	375,000	390,000	13,229	7,638
	110,000	400,000	395,000	375,500	390,167	12,945	7,474
	120,000	400,000	395,500	375,500	390,333	13,041	7,529
	130,000	400,000	401,000	392,000	397,667	4,9329	2,848
	140,000	405,000	402,500	395,000	400,833	5,204	3,005
	150,000	410,000	403,000	396,500	403,167	6,751	3,898

Lampiran 6 (lanjutan)

Kedalaman Pasak (cm)	Jarak Elektroda Arus (cm)	Pengulangan (Ω)			Rata-rata	Standart deviasi	Standart error
		1	2	3			
60,000	10,000	130,000	150,000	155,000	145,000	13,227	7,638
	20,000	180,000	175,000	165,000	173,333	7,658	4,409
	30,000	215,000	189,000	190,000	198,000	14,731	8,505
	40,000	240,000	219,500	220,000	226,500	11,694	6,751
	50,000	265,000	239,000	250,000	251,333	13,051	7,535
	60,000	295,000	265,000	279,000	279,667	15,011	8,667
	70,000	315,000	305,000	302,200	307,400	6,729	3,885
	80,000	325,000	307,000	305,000	312,333	11,015	6,359
	90,000	327,000	308,500	321,000	318,833	9,438	5,449
	100,000	327,500	308,500	321,000	319,000	9,657	5,575
	110,000	327,500	308,500	321,000	319,000	9,657	5,575
	120,000	327,500	308,500	321,000	319,000	9,657	5,575
	130,000	340,000	308,500	321,000	323,167	15,861	9,158
	140,000	342,000	308,500	321,500	324,000	16,389	9,751
150,000	343,000	310,000	322,000	325,000	16,703	9,644	
80,000	10,000	120,000	180,000	160,000	153,333	30,550	17,638
	20,000	160,000	220,000	169,000	183,000	32,357	13,681
	30,000	190,000	260,000	189,000	213,000	40,706	23,502
	40,000	220,000	293,000	210,000	241,000	45,310	26,159
	50,000	246,000	310,000	255,000	270,333	34,646	20,003
	60,000	265,000	319,000	280,000	288,000	27,875	16,093
	70,000	282,000	322,000	300,000	301,333	20,033	11,566
	80,000	310,000	323,000	305,000	312,667	9,292	5,364
	90,000	320,000	323,000	305,000	316,000	9,644	5,553
	100,000	323,000	323,000	305,000	317,000	10,392	6,000
	110,000	324,000	323,000	305,000	317,333	10,693	6,172
	120,000	324,000	324,500	321,000	323,167	1,893	1,093
	130,000	324,000	326,000	321,500	323,833	2,255	1,302
	140,000	325,000	327,500	322,000	324,833	2,754	1,589
150,000	326,000	328,000	322,500	325,500	2,784	1,607	

Lampiran 7

Data pengamatan pengukuran tahanan kontak tanah dengan variasi kedalaman pasak dan variasi jarak elektroda arus pada elektroda pita di tanah sawah.

Kedalaman Pasak (cm)	Jarak Elektroda Arus (cm)	Pengulangan (Ω)			Rata-rata	Standart deviasi	Standart error
		1	2	3			
20,000	10	22,000	21,500	22,000	21,833	0,289	0,167
	20	28,000	27,000	26,000	27,000	1,000	0,577
	30	29,000	28,500	28,000	28,500	0,500	0,289
	40	29,500	29,500	28,500	29,167	0,577	0,333
	50	30,000	30,000	29,500	29,833	0,289	0,167
	60	30,000	30,500	30,000	30,167	0,289	0,167
	70	30,000	31,000	30,500	30,500	0,500	0,289
	80	30,100	31,500	31,000	30,867	0,709	0,409
	90	30,500	32,000	31,500	31,333	0,764	0,441
	100	31,000	32,000	32,000	31,667	0,577	0,333
	110	31,500	32,000	32,000	31,833	0,289	0,167
	120	32,000	32,000	32,000	32,000	0,000	0,000
	130	32,000	32,500	32,000	32,167	0,289	0,167
	140	32,000	33,000	32,500	32,500	0,500	0,289
	150	32,000	35,000	32,700	33,233	1,560	0,906
40,000	10	18,000	19,000	19,000	18,667	0,577	0,333
	20	22,000	20,500	19,500	20,667	1,258	0,726
	30	23,000	22,500	21,000	22,167	1,041	0,601
	40	23,500	23,000	22,500	23,000	0,500	0,289
	50	24,000	24,500	23,000	23,833	0,764	0,441
	60	24,000	24,500	24,000	24,167	0,289	0,167
	70	24,000	24,500	24,000	24,167	0,289	0,167
	80	24,000	24,500	24,000	24,167	0,289	0,167
	90	24,500	25,000	24,000	24,500	0,500	0,289
	100	25,000	25,500	24,500	25,000	0,500	0,289
	110	25,000	26,000	25,000	25,333	0,577	0,333
	120	25,5,000	26,500	25,500	25,833	0,577	0,333
	130	26,000	27,000	26,000	26,333	0,577	0,333
	140	26,000	27,500	26,500	26,667	0,764	0,441
	150	26,000	28,000	27,000	27,000	1,000	0,577

Lampiran 7 (lanjutan)

Kedalaman Pasak (cm)	Jarak Elektroda Arus (cm)	Pengulangan (Ω)			Rata-rata	Standart deviasi	Standart error
		1	2	3			
60,000	10,000	15,000	17,000	15,500	15,833	1,041	0,601
	20,000	20,000	18,500	17,000	18,500	1,500	0,866
	30,000	21,000	19,000	18,500	19,500	1,323	0,764
	40,000	22,000	21,500	20,500	21,333	0,764	0,441
	50,000	22,000	22,000	21,000	21,667	0,577	0,333
	60,000	22,500	23,000	22,500	22,667	0,289	0,167
	70,000	22,500	23,200	23,000	22,900	0,361	0,208
	80,000	23,000	23,500	23,000	23,167	0,289	0,167
	90,000	23,500	23,500	23,000	23,333	0,289	0,167
	100,000	23,500	23,500	23,000	23,333	0,289	0,167
	110,000	24,000	23,500	23,000	23,500	0,500	0,289
	120,000	24,000	24,000	23,000	23,833	0,764	0,441
	130,000	24,000	25,000	24,500	24,567	0,404	0,233
	140,000	24,200	25,200	25,000	24,800	0,529	0,305
150,000	24,500	25,500	25,200	25,067	0,513	0,296	
80,000	10,000	14,500	14,500	15,500	14,833	0,577	0,333
	20,000	20,000	16,000	17,000	17,667	2,082	1,202
	30,000	21,000	18,500	18,500	19,333	1,443	0,833
	40,000	21,500	20,500	20,500	20,833	0,577	0,333
	50,000	22,000	21,000	21,500	21,500	0,500	0,289
	60,000	23,000	21,500	22,000	22,167	0,764	0,441
	70,000	23,000	22,000	22,500	22,500	0,500	0,289
	80,000	23,000	22,200	23,000	22,733	0,462	0,267
	90,000	23,500	22,500	23,000	23,000	0,500	0,289
	100,000	24,000	23,000	23,000	23,333	0,577	0,333
	110,000	24,000	23,000	23,000	23,333	0,577	0,333
	120,000	24,000	23,000	23,000	23,500	0,500	0,289
	130,000	24,000	24,500	24,200	24,233	0,252	0,145
	140,000	24,500	25,000	25,000	24,833	0,289	0,167
150,000	24,500	25,200	25,500	25,067	0,513	0,296	

Lampiran 8

Data pengamatan pengukuran tahanan kontak tanah dengan variasi kedalaman pasak dan variasi jarak elektroda arus pada elektroda pelat di tanah berpasir.

Kedalaman Pasak (cm)	Jarak Elektroda Arus (cm)	Pengulangan (Ω)			Rata-rata	Standart deviasi	Standart error
		1	2	3			
20,000	10,000	120,000	125,000	127,000	124,000	3,606	2,082
	20,000	140,000	127,500	130,000	132,500	6,614	3,819
	30,000	150,000	130,000	132,500	137,500	10,897	6,291
	40,000	151,500	135,000	135,500	140,667	9,385	5,419
	50,000	152,500	141,500	140,000	144,667	6,825	3,940
	60,000	155,000	145,000	143,500	147,833	6,252	3,609
	70,000	157,500	149,500	147,000	151,333	5,485	3,167
	80,000	160,000	155,000	150,000	155,000	5,000	2,887
	90,000	160,000	159,000	155,000	158,000	2,646	1,527
	100,000	160,000	159,000	155,000	158,000	2,646	1,527
	110,000	160,000	159,000	155,000	158,000	2,646	1,527
	120,000	160,000	161,000	155,000	158,667	3,215	1,856
	130,000	163,500	163,000	164,000	163,500	0,500	0,289
	140,000	167,000	169,000	169,000	168,333	1,155	0,667
	150,000	170,000	172,000	170,000	170,667	1,155	0,667
40,000	10,000	40,000	40,000	80,000	53,333	23,094	13,333
	20,000	79,000	50,000	85,000	71,333	18,717	10,806
	30,000	80,000	65,000	90,000	78,333	12,583	7,265
	40,000	81,000	78,000	93,000	84,000	7,937	4,583
	50,000	85,000	85,000	98,000	89,333	7,506	4,333
	60,000	86,000	90,000	100,000	92,000	7,211	4,163
	70,000	88,000	91,000	100,000	93,000	6,245	3,606
	80,000	89,000	95,000	100,000	94,667	5,508	3,179
	90,000	89,000	95,000	100,000	94,667	5,508	3,179
	100,000	89,000	95,000	100,000	94,667	5,508	3,179
	110,000	89,000	95,000	100,000	94,667	5,508	3,179
	120,000	89,000	95,000	110,000	94,667	13,429	7,753
	130,000	89,000	100,000	115,000	101,333	13,051	7,535
	140,000	100,000	107,000	118,000	108,333	9,074	5,239
	150,000	105,000	110,000	120,000	111,667	7,638	4,409

Lampiran 8 (lanjutan)

Kedalaman Pasak (cm)	Jarak Elektroda Arus (cm)	Pengulangan (Ω)			Rata-rata	Standart deviasi	Standart error
		1	2	3			
60,000	10,000	39,500	40,000	41,000	40,167	0,764	0,441
	20,000	42,000	41,500	43,500	42,333	1,041	0,601
	30,000	45,500	42,000	45,000	44,167	1,893	1,093
	40,000	48,000	45,000	47,000	46,667	1,527	0,882
	50,000	49,500	48,000	48,000	48,500	0,866	0,500
	60,000	53,500	48,500	49,000	50,333	2,754	1,539
	70,000	57,000	49,500	49,500	52,000	4,330	2,500
	80,000	58,500	53,000	52,000	54,500	3,500	2,921
	90,000	58,500	55,000	52,000	55,167	3,253	1,878
	100,000	58,500	55,000	52,000	55,500	3,775	2,179
	110,000	58,500	55,000	52,000	55,167	3,253	1,878
	120,000	58,500	55,000	52,000	55,167	3,253	1,878
	130,000	61,000	55,000	56,000	57,333	3,215	1,856
	140,000	65,000	58,000	61,000	61,333	3,512	2,028
	150,000	68,000	65,000	68,000	67,000	1,732	1,000
80,000	10,000	30,000	32,000	32,000	31,333	1,155	0,667
	20,000	40,000	39,000	38,500	39,167	0,764	0,441
	30,000	50,000	48,000	49,500	49,167	1,041	0,601
	40,000	56,000	54,000	53,500	54,500	1,323	0,764
	50,000	57,000	55,500	54,500	55,667	1,258	0,726
	60,000	59,000	55,500	54,500	56,333	2,363	1,364
	70,000	60,000	55,500	54,500	56,667	2,929	1,691
	80,000	60,000	55,500	54,500	56,667	2,929	1,691
	90,000	60,000	55,500	54,500	56,667	2,929	1,691
	100,000	60,000	57,000	56,000	57,667	2,082	1,202
	110,000	60,000	58,500	57,500	58,667	1,258	0,726
	120,000	61,000	59,000	59,000	59,667	1,155	0,667
	130,000	63,000	61,500	60,500	61,667	1,258	0,726
	140,000	68,000	63,000	62,000	64,333	3,215	1,856
	150,000	70,000	65,500	63,500	66,333	3,329	1,922

Lampiran 9

Data pengamatan pengukuran tahanan kontak tanah dengan variasi kedalaman pasak dan variasi jarak elektroda arus pada elektroda pelat di tanah sawah.

Kedalaman Pasak (cm)	Jarak Elektroda Arus (cm)	Pengulangan (Ω)			Rata-rata	Standart deviasi	Standart error
		1	2	3			
20,000	10,000	200,000	200,000	200,000	200,000	0,000	0,000
	20,000	240,000	240,000	240,000	240,000	0,000	0,000
	30,000	250,000	250,500	251,000	250,500	0,500	0,289
	40,000	250,500	260,000	252,000	254,167	5,107	2,949
	50,000	260,000	260,000	254,000	258,000	3,464	2,000
	60,000	260,000	260,500	254,000	258,167	3,617	2,088
	70,000	260,000	260,500	254,000	258,167	3,617	2,088
	80,000	260,000	260,500	254,000	258,167	3,617	2,088
	90,000	260,000	260,500	254,000	258,167	3,617	2,088
	100,000	260,000	260,500	254,000	258,167	3,617	2,088
	110,000	260,000	260,500	254,500	258,333	3,329	1,922
	120,000	260,500	260,500	255,000	258,667	3,175	1,833
	130,000	261,000	261,000	255,500	259,167	3,175	1,833
	140,000	261,500	262,000	257,000	260,167	2,754	1,589
	150,000	262,000	262,500	257,500	260,667	2,754	1,589
40,000	10,000	100,000	121,000	124,000	115,000	13,077	7,549
	20,000	125,000	126,000	128,000	126,333	1,527	0,882
	30,000	140,000	138,000	139,000	139,000	1,000	0,577
	40,000	141,000	150,000	152,000	147,667	5,859	3,383
	50,000	141,500	152,500	153,000	149,000	6,500	3,753
	60,000	145,000	155,000	156,500	152,167	6,252	3,609
	70,000	145,000	155,500	156,500	152,333	6,370	3,678
	80,000	145,000	155,500	156,500	152,333	6,370	3,678
	90,000	145,000	155,500	156,500	152,333	6,370	3,678
	100,000	150,000	155,500	156,500	154,000	3,500	2,021
	110,000	151,000	168,000	156,500	158,500	8,675	5,008
	120,000	152,500	170,000	156,500	159,667	9,169	5,294
	130,000	153,000	173,500	158,000	161,500	10,689	6,171
	140,000	154,500	175,000	159,500	163,000	10,689	6,171
	150,000	155,000	176,000	163,000	164,667	10,599	6,119

Lampiran 9 (lanjutan)

Kedalaman Pasak (cm)	Jarak Elektroda Arus (cm)	Pengulangan (Ω)			Rata-rata	Standart deviasi	Standart error
		1	2	3			
60,000	10,000	80,000	85,000	90,000	85,000	5,000	2,887
	20,000	90,000	95,000	95,500	93,500	3,041	1,756
	30,000	96,000	97,000	98,000	97,000	1,000	0,577
	40,000	96,500	99,000	99,500	98,333	1,607	0,928
	50,000	99,000	100,000	101,000	100,000	1,000	0,577
	60,000	101,000	103,000	103,000	102,333	1,155	0,667
	70,000	101,000	104,500	105,500	103,667	2,363	1,364
	80,000	101,000	104,500	105,500	103,667	2,363	1,364
	90,000	101,000	104,500	105,500	103,667	2,363	1,364
	100,000	101,000	104,500	105,500	103,667	2,363	1,364
	110,000	101,000	104,500	105,500	103,667	2,363	1,364
	120,000	103,000	104,500	105,500	104,333	1,258	0,726
	130,000	105,000	106,000	106,500	105,833	0,764	0,441
	140,000	106,500	107,500	108,000	107,333	0,764	0,441
	150,000	108,000	109,000	109,000	108,667	0,577	0,333
80,000	10,000	48,000	49,000	50,000	49,000	1,000	0,577
	20,000	50,500	52,500	55,000	52,667	2,255	1,302
	30,000	52,000	54,000	56,000	54,000	2,000	1,155
	40,000	54,000	55,500	56,500	55,333	1,258	0,726
	50,000	55,500	55,500	56,500	55,833	0,577	0,333
	60,000	57,000	55,500	56,500	56,333	0,764	0,441
	70,000	58,500	55,500	56,500	56,833	1,527	0,882
	80,000	58,500	55,500	56,500	56,833	1,527	0,882
	90,000	58,500	55,500	56,500	56,833	1,527	0,882
	100,000	58,500	55,500	56,500	56,833	1,527	0,882
	110,000	58,500	55,500	56,500	56,833	1,527	0,882
	120,000	59,000	57,000	57,000	57,667	1,155	0,667
	130,000	59,500	58,500	57,5,000	58,500	1,000	0,577
	140,000	60,000	59,000	58,000	59,000	1,000	0,577
	150,000	61,500	59,500	59,000	60,000	1,323	0,764



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN IPA
JL. KALIMANTAN - KAMPUS TEGALBOTO JEMBER

Jember, 15 April 2003

No : 261 / Jurfis / PP / 2003
Lamp :
Perihal : Ijin Penelitian

Kepada Yth
ADM. Perum Perhutani / KKPH Jember
di -
Jember

Dengan hormat,

Sehubungan dengan Penelitian Tugas Akhir mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember, yaitu:

No.	Nama	NIM	Judul Tugas Akhir
1.	Rina Anggreeni S	99 - 1022	Optimasi Jenis dan kedalaman pasak pada sistem pentanahan tegangan listrik
2.	Dyah Purwanti	99 - 1086	Studi konfigurasi elektroda pada sistem pentanahan tegangan / arus listrik

Maka dengan ini kami mohon perkenannya agar dapat melaksanakan Peneletian Uji Tahanan Elektroda di Pantai Papuma Watu Ulo Jember yang dilaksanakan pada tanggal 23 – 27 April 2003.

Demikian surat permohonan kami, atas bantuannya kami sampaikan terima kasih.

Hormat kami,
Ketua Jurusan Fisika FMIPA

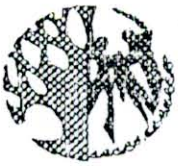
Dosen Pembimbing


Drs. Sujito, PhD
NIP. 131 756 172


Agus Suprianto, Ssi, MT
NIP. 132 162 507

Tembusan :

1. Bagian Akademik FMIPA – UNEJ
2. ARSIP



PERUM PERHUTANI

UNIT II JAWA TIMUR

KESATUAN PEMANGKUAN HUTAN JEMBER

Jl. Letjen. S. Parman No. 4 Phone (0331) 336841



Bank : BNI 1946 Cab. Jember
Bank Mandiri

Telepon : (0331) 336841, 336885
Kawat : Perwahut Kph Jember
Facsimile: (0331) 336421

Nomor : 445 /016.5/UP/Jbr/II
Lampiran : ---
Perihal : Ijin Penelitian

Jember, 23 APR 2003

Kepada Yth :
Sdr. Ketua Jurusan Fisika FMIPA
Universitas Jember
Jl. Kalimantan – Kampus Tegalboto Jember
di-
JEMBER

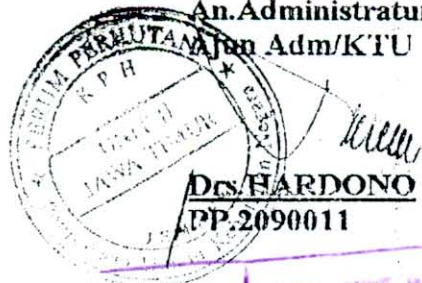
Memperhatikan surat Saudara No. 261/Jurfis/PP/2003 Tanggal 15 April 2003 perihal tersebut diatas kami beritahukan, bahwa Perum Perhutani KPH Jember tidak keberatan menerima Mahasiswa Saudara untuk melaksanakan penelitian di Pantai Papuma Watu Ulo Jember yang dilaksanakan pada tanggal 23-27 April 2003.

Adapun nama Mahasiswa tersebut :

No	Nama	NIM	Judul Tugas Akhir
1.	Rina Anggreeni S	99-1022	Optimasi Jenis dan kedalaman pasak pada system pentanahan tegangan listrik.
2.	Dyah Purwanti	99-1086	Studi konfigurasi elektroda pada system pentanahan tegangan / arus listrik

Demikian untuk menjadikan maklum .

An. Administratur
Jem Adm/KTU



Tembusan Kepada Yth :
I.KRP Wana Wisata Watu Ulo

