

ISSN : 2088 – 0804
Vol. 4 No. 2 September 2014

Berkala Teknik

Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

Berkala Teknik

Volume 4, Nomor 2, September 2014

Penanggung Jawab : Ir. H. Zainul Bahri, MT
Pemimpin Umum : Ir. Cekmas Cekdin, MT
Pemimpin Redaksi : Atikah, ST, MT

Anggota Mitra Bestari

Dr. Ir. HM. Faizal, DEA	(T. Kimia UNSRI)
Dr. Eko Ariyanto, M.Chem.Eng	(T. Kimia UMP)
Ir. Zulkifli Saleh, M.Eng	(T.Elektro UMP)
Bhakti Yudho Suprpto, ST, MT	(T. Elektro UNSRI)
Ir. Zuber Angkasa, MT.Ars	(T. Arsitektur UMP)

Redaksi Pelaksana : Dr. Ir. Hj. Marhaini, MT
Sofiah, ST, MT
Ir. H. Jonizar, MT
Ir. H. Matsuri Ayat, MSi
Asmar Ihsan, ST

Alamat Redaksi : Sekretariat Berkala Teknik
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang
Jl. Jenderal A. Yani 13 Ulu Palembang 30263
Telp. (0711) 510820, Fax (0711) 519408
Email : berkalateknik@yahoo.co.id

Berkala Teknik diterbitkan 2 (dua) kali setahun pada bulan Maret dan September.
Redaksi menerima artikel dalam bidang teknik berupa hasil penelitian, studi kepastakaan maupun hasil tulisan ilmiah terkait.

Berkala Teknik



Diterbitkan oleh
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang

PENGANTAR REDAKSI

Assalamu'alaikum wr. wb.

Dengan mengucap puji syukur kepada Allah SWT, Berkala Teknik Vol. 4 No. 2 Edisi September 2014 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang telah terbit. Edisi ini memuat 6 artikel yang terdiri dari bidang ilmu Teknik Kimia, Teknik Elektro dan Teknik Arsitektur.

Segenap redaksi mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah ikut berperan aktif dalam penerbitan Berkala Teknik ini. Mudah-mudahan tulisan yang dimuat pada edisi ini bermanfaat untuk kita semua dan dapat mengembangkan ilmu di bidang teknologi. Tidak lupa kritik dan saran demi kesempurnaan Berkala Teknik selalu kami nantikan dengan tangan terbuka.

Billahitaufikwalhidayah.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Redaksi

Daftar Isi

ADSORPSI KARBON AKTIF DARI TONGKOL JAGUNG SEBAGAI ADSORBEN ION LOGAM Cu^{2+} <i>Dewi Putri Yuniarti</i>	664 - 671
SIMULASI KONFIGURASI ELEKTRODA ROD UNTUK MEREDUKSI TAHANAN PENTANAHAN <i>Erliza Yuniarti</i>	672 - 680
KAJIAN PROSES ELEKTROKOAGULASI UNTUK MENINGKATKAN MUTU AIR LIMBAH INDUSTRI TENUN SONGKET (Tinjauan Penurunan Kadar Zn) <i>Atikah</i>	681 – 691
PENGARUH PERSEPSI PENGHUNI TERHADAP FUNGSI RUMAH LIMAS PALEMBANG <i>Reny Kartika Sary, Zulfikri</i>	692 – 705
PEMBUATAN <i>POLY-β-HYDROXYBUTYRATE</i> (PHB) DARI LIMBAH PADAT TAPIOKA PADA PROSES HIDROLISIS DENGAN MENGGUNAKAN KATALIS ASAM KLORIDA <i>Yuliani</i>	706 – 720
ANALISIS PENURUNAN KADAR AMMONIA DALAM CAMPURAN CAIRAN DAN GAS BUANG DENGAN PROSES INTEGRASI MASSA <i>Masayu Rosyidah</i>	721 – 737

SIMULASI KONFIGURASI ELEKTRODA ROD UNTUK MEREDUKSI TAHANAN PENTANAHAN

Erliza Yuniarti

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang

erlizay@yahoo.com

Absrak

Pentanahan atau grounding berhubungan erat dengan perlindungan suatu sistem berikut semua perlengkapannya, dengan mengusahakan agar arus gangguan yang timbul pada saat tertentu, mengalir ke dalam tanah melalui elektroda sehingga tidak merusak peralatan listrik dan sistem kelistrikan yang ada. Elektroda batang merupakan elektroda berbentuk pipa pejal yang dipasangkan ke dalam tanah, pemanfaatan elektroda batang dengan pertimbangan mudah pemasangannya, dan tidak memerlukan tanah yang luas. Konfigurasi elektroda batang tunggal dan batang sejajar dengan kedalaman dan jarak bervariasi diteliti untuk mendapatkan resistansi serendah mungkin, dengan memanfaatkan elektroda simulasi dari batang tembaga dengan diameter 20 mm dengan panjang 1 m. Pada konfigurasi batang tunggal, penanaman 20 cm rerata resistansi adalah 118,58 Ω , menurun seiring dengan bertambahnya kedalaman yaitu, 88,68 Ω , 70,68 Ω dan 64,18 Ω . Penambahan jarak elektroda pada konfigurasi elektroda sejajar dengan kedalaman konstan dapat menurunkan nilai tahanan pentanahan, Persentase penurunan pentanahan pada rerata terkecil pada kedalaman 60-80 cm dengan jarak elektroda 100 cm yaitu 9,71%, dan terbesar pada jarak 80 cm dengan kedalaman 20-40 cm yaitu 26,63%.

Kata kunci: elektroda batang, batang sejajar, batang tunggal

PENDAHULUAN

Pengusahaan pentanahan berarti mengusahakan agar arus gangguan yang timbul pada saat tertentu untuk mengalir ke dalam tanah sehingga tidak merusak peralatan listrik dan sistem kelistrikan yang ada (Hutahuruk, 1991). Bagian yang langsung berhubungan dengan atau ditanam adalah elektroda pembumian (Susanto, 2011), beberapa jenis elektroda pentanahan yang sering dipergunakan adalah elektroda pita, batang dan plat, pemilihan jenis elektroda ini diarahkan kepada usaha pemenuhan hambatan pentanahan sekecil mungkin.

Tahanan pentanahan harus sekecil mungkin untuk menghindari bahaya-bahaya yang ditimbulkan oleh adanya arus gangguan, dan hantaran netral harus diketanahkan di dekat sumber listrik (Solichan, 2010). Tahanan pentanahan yang ditanam dapat terdiri dari satu elektroda di dekat sumber listrik, transformer atau jaringan saluran udara dengan jarak 200 m, dengan nilai tahanan pentanahan maksimum 10 Ω dan tahanan pentanahan dalam suatu sistem tidak boleh lebih dari 5 Ω .

Pada prakteknya tidaklah mudah untuk mendapatkan tahanan 5Ω , karena banyak faktor yang mempengaruhi tahanan pentanahan seperti bentuk elektroda, jenis bahan, ukuran elektroda, konfigurasi elektroda, kedalaman dan jenis tanah (Nugroho, 2006; Solichan, 2010; Hasrul, 2009). Salah satu elektroda yang banyak dipergunakan adalah elektroda batang dengan bahan tembaga, elektroda ini dipilih karena memiliki tingkat korosi yang rendah dan mudah saat konstruksi dilapangan.

Simulasi konfigurasi elektroda batang (rod) terkait dengan parameter tahanan jenis pentanahan, jenis tanah, cara pemasangan elektroda, kedalaman pemasangan elektroda dan konfigurasi elektroda (Nugroho, 2006; Hutahuruk, 1991). Kegagalan sistem pentanahan dapat berakibat fatal bagi sistem dan manusia, sehingga studi sistem pentanahan merupakan hal yang perlu diperhatikan. Simulasi dapat dilakukan dengan menggunakan 1-8 batang elektroda rod dengan dimensi yang sama, dan penelitian ini hanya menggunakan 1-2 batang elektroda dengan pertimbangan ekonomis, sehingga simulasi konfigurasi penyusunan elektroda lebih mudah dan diharapkan didapatkan nilai pentanahan yang sesuai dengan standar PUIL 2000. Lokasi penelitian adalah tanah ladang yang banyak di wilayah Kotamadya Palembang hal ini perlu dilakukan untuk mendapatkan nilai pentanahan serendah mungkin pada pembangunan gedung perkantoran, BTS (*Base Tranceiver System*) telekomunikasi, dan lainnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem pentanahan dapat bekerja efektif, harus memenuhi persyaratan-persyaratan, membuat jalur impedansi rendah ke tanah untuk pengamanan personil dan peralatan, menggunakan rangkaian yang efektif; dapat melawan dan menyebarkan gangguan berulang dan arus akibat surja hubung (*surge currents*); menggunakan bahan tahan korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah, untuk meyakinkan kontinuitas penampilannya sepanjang umur peralatan yang dilindungi; menggunakan sistem mekanik yang kuat namun mudah dalam pelayanan.

Beberapa standar yang telah disepakati adalah bahwa saluran transmisi substasion harus direncanakan sedemikian rupa, sehingga tahanan pentanahan tidak melebihi harga 1Ω . Dalam substasion-substasion distribusi, harga tahanan maksimum yang diperbolehkan adalah 5Ω , dan dalam substasion-substasion (66 kV atau lebih), sistem kisi tanam untuk suatu substasion akan memberikan tahanan pentanahan yang diinginkan (IEEE 80-1976). Sistem tersebut dapat timbul masalah, pada tegangan 33 kV atau lebih rendah bisa digunakan pentanahan dengan batang elektroda. Kisi-kisi pentanahan substasion tergantung pada kerja ganda kisi dan elektroda-elektroda yang terhubung. Dari segi besarnya harga tahanan, bahan yang di pakai elektroda mengurangi besarnya tahanan pentanahan sistem, namun mempunyai fungsi tersendiri yang penting.

Sistem hubungan pentanahan, yaitu tanah itu sendiri, bidang kontak antara tanah dengan elektroda harus cukup luas, sehingga harga tahanan dari jalur arus masuk atau melewati tanah masih dalam batas-batas yang di perkenankan untuk penggunaan-penggunaan tertentu. Pemahaman tahanan tanah harus rendah, menggunakan hukum Ohm. Besar tahanan pembumian atau pentanahan berdasarkan jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 1 (Pabla, 1991).

Tabel 1. Tahanan jenis pembumian

Jenis tanah	Tahanan jenis ($\Omega.m$)
Tanah rawa	30
Tanah liat dan tanah ladang	100
Pasir basah	200
Kerikil basah	500
Pasir dan kerikil kering	1000
Tanah berbatu	3000
Air laut dan air tawar	100

Suatu elektroda ditanam lebih dalam ke tanah, maka tahanan akan berkurang (Hutauruk, 1978), namun dengan bertambahnya diameter elektroda secara material tidak akan mengurangi tahanan. Pengaruh ukuran elektroda terhadap tahanan pentanahan adalah kedalaman pemasangan, jenis tanah, kandungan mineral tanah dan suhu tanah.

Pada prinsipnya jenis elektroda dipilih yang mempunyai kontak sangat baik terhadap tanah (Suyamto, 2012), jenis elektroda yang banyak dipergunakan adalah elektroda batang, merupakan elektroda dari pipa atau besi baja profil yang dipancangkan ke dalam tanah. Elektroda ini merupakan elektroda yang pertama kali digunakan dan teori-teori berawal dari elektroda jenis ini.

Elektroda Batang (ROD)

Elektroda batang merupakan elektroda dari pipa atau besi baja profil yang dipasangkan ke dalam tanah. Elektroda ini merupakan elektroda yang pertama kali digunakan dan teori-teori berawal dari elektroda jenis ini. Elektroda ini banyak digunakan di gardu induk, secara teknis, elektroda batang ini mudah pemasangannya, yaitu dengan memasangkannya kedalam tanah, disamping itu elektroda ini tidak memerlukan tanah yang luas.

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

Dengan :

R = Tahanan pentanahan untuk batang tunggal (Ω)

ρ = Tahanan jenis tanah (Ω -meter)

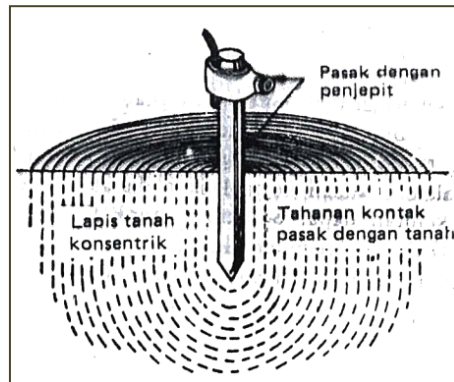
L = Panjang elektroda (meter)

A = Diameter elektroda (meter)

Konfigurasi Elektroda Batang

Elektroda batang merupakan bahan penghantar yang membawa muatan listrik yang terdistribusi atau menyebar di sekitar elektroda. Salah satunya adalah elektroda yang terpasang tegak lurus (Gambar 1). Menurut Dwight (Hutauruk, 1991) elektroda dapat ditanam langsung ditanah maupun beberapa cm dari permukaan tanah. Elektroda pada sistem distribusi 20 kV umumnya menggunakan batas minimum yang diperkenankan, dengan menggunakan elektroda berdiameter 20 mm, atau pipa bergaris tengah 25 mm sepanjang 3 m yang ditanam dikedalaman 0,5 – 0,75 cm dibawah permukaan tanah (Nugroho, 2006).

Selain satu batang elektoda yang ditanam untuk sistem pentanahan ada cara lain yaitu, multi elektroda yang ditanam sejajar (Nugroho 2006 ; Hutaaruk, 1991; Pabla, 1986). Pentanahan sistem multi elektroda merupakan cara yang efektif untuk mendapatkan nilai pentanahan yang lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan satu elektroda saja. Beberapa pilihan dapat dilakukan untuk sistem multi elektroda ini diantaranya menggunakan 2 elektroda sejajar, 3 elektroda sejajar berbentuk segitiga dan multi elektroda dengan bentuk segi empat kosong ata segi empat berisi sesuai dengan kebutuhannya.



Gambar 1. Elektroda batang (Hutaaruk, T, S., 1991)

METODOLOGI

Penelitian konfigurasi pentanahan dilakukan langsung dilapangan dengan melakukan pengukuran di lokasi yang memungkinkan dibangunnya gedung atau BTS di Kotamadya Palembang; yaitu di lokasi tanah ladang Tanjung Siapi-api Langkah-langkah penelitian yang merupakan prosedur yang harus dilakukan dalam penelitian ini yaitu :

1. Penentuan lokasi penelitian

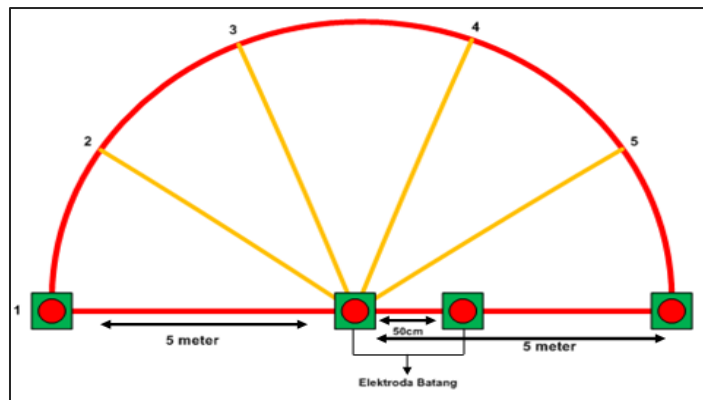
Lokasi penelitian sesuai di tanah ladang, tanah dipelajari strukturnya dengan cara digali dengan kedalaman 1 meter, sesuai dengan kedalaman elektroda yang akan ditanam dan diujicobakan pada penelitian ini, untuk tanah ladang sedapat mungkin didapatkan lapisan tanah yang uniform atau seragam.

2. Survey lokasi

Lokasi yang diambil yaitu lahan kosong atau dengan jumlah tanaman yang sedikit, dengan pertimbangan untuk memudahkan dalam melakukan kegiatan pengukuran yang harus memiliki rentang hingga 10-12 m. Lahan yang akan dipilih merupakan lahan milik warga sekitar dan salah satunya tanah perkebunan, dengan luas $\pm 100 \text{ m}^2$ untuk dapat melakukan pengukuran resistansi penatanahan dengan jari-jari 5m sesuai dengan gambar berikut.

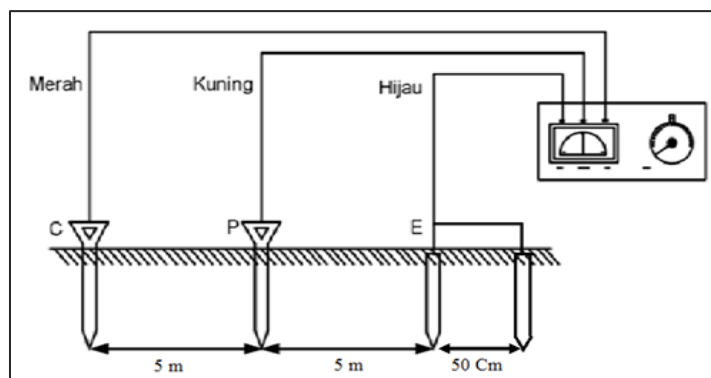
3. Penentuan titik sentris tempat alat ukur dipasang dan elektroda batang pertama ditanam, dengan ketentuan letak sentris alat dan elektroda batang pertama ditengah-tengah lokasi yang diukur.

4. Pengukuran resistansi pentanahan dengan 1 elektroda batang berdasarkan variasi kedalaman 20, 40, 60, 80 cm. Pengujian dilakukan 5 titik berbentuk 180°



Gambar 2. Skema pengukuran resistansi pentanahan

5. Langkah selanjutnya mengukur jarak antara titik elektroda yang pertama ke elektroda yang satunya kemudian jumper kedua elektroda tersebut agar dapat mengetahui resistansi pentanahan berdasarkan variasi kedalaman yang sama dengan pengujian sebanyak 5 kali dititik yang sama berbentuk 180°.
6. Pengukuran konfigurasi batang tunggal dan batang sejajar dengan metode pengukuran 3 dan 4 titik dengan kedalaman bervariasi.



Gambar 3. Rangkaian pengukuran resistansi pentanahan dengan metode empat titik (Nugroho, D., 2006)

PEMBAHASAN

Elektroda Batang Tunggal

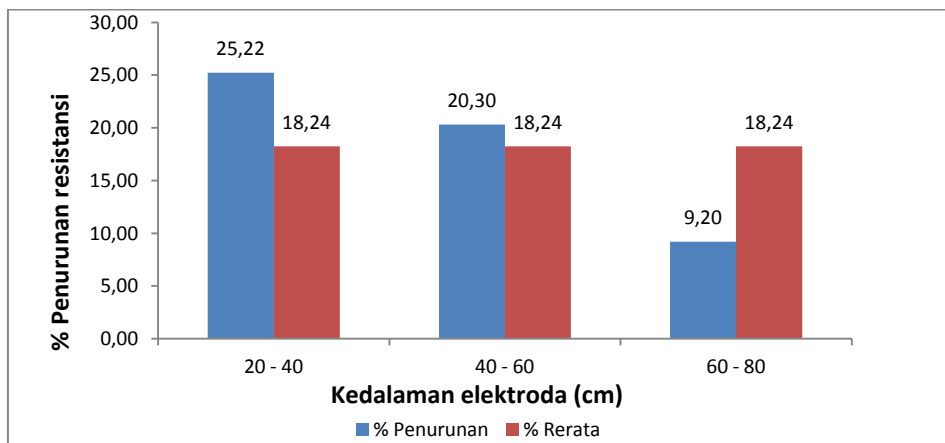
Hasil pengukuran resistansi pentanahan dan pengolahan data pengukuran menggunakan metode 3 titik menggunakan 1 batang elektroda atau konfigurasi batang tunggal, bahwa nilai resistansi pentanahan ditanah ladang didapatkan bahwa dengan bertambahnya kedalaman elektroda maka nilai resistansi pentanahan juga menurun, walaupun penurunan tidak menunjukkan selisih yang signifikan. Range terbesar dari hasil pengukuran yaitu pada rata-rata pengukuran 20 cm dan 40 cm yaitu 54,40 Ω .

Tabel 2. Penurunan resistansi pentanahan 1 batang elektroda tunggal

No.	Kedalaman (cm)	Resistansi (Ω)	% Penurunan	Rata-rata % penurunan
1	20 cm	118,58	-	
2	40 cm	88,68	25,22	18,24
3	60 cm	70,68	20,30	
4	80 cm	64,18	9,20	

Elektroda Batang Sejajar

Tabel 2 berisikan hasil pengukuran tahanan resistansi pentanahan menggunakan metode 3 titik dengan konfigurasi elektroda batang sejajar, dimana jarak elektroda pentanahan masing-masing 20 cm, dan elektroda batu dari alat ukur berjarak 5 meter. Berdasarkan hasil pengukuran terlihat terjadi penurunan resistansi pentanahan dengan bertambahnya kedalaman elektroda dengan jarak antar batang yang sama. Selisih terbesar dari hasil pengukuran adalah pada pengukuran ke-2 dan ke-3 yaitu 8,12 Ω .



Gambar 4. Penurunan resistansi pentanahan dengan menggunakan metode 3 titik dengan 1 batang elektroda tunggal

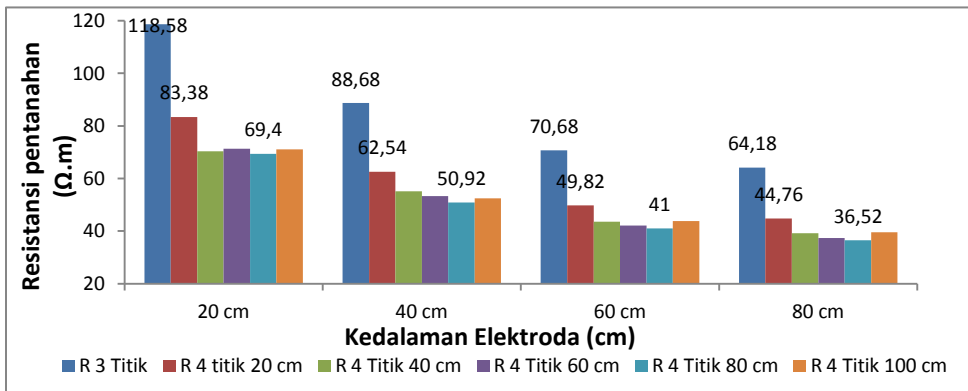
Tabel 3. Hasil pengukuran resistansi pentanahan konfigurasi batang sejajar dengan metode 3 titik dengan jarak elektroda 20 cm

No.	Kedalaman (cm)	Pengukuran ke -					Rerata resistansi (Ω)
		1	2	3	4	5	
1	20	45,2	45,6	45,8	46,1	47	45,94
2	40	48,6	48,7	48,9	49,1	50	49,06
3	60	42,9	42	41,7	41,5	41,1	41,84
4	80	38,3	38,6	38,9	39,2	40,1	39,02

Resistansi rerata hasil pengukuran dengan metode 3 titik dengan jarak dan kedalaman bervariasi disajikan dalam Tabel 3. Grafik perbandingan hasil rerata pengukuran dengan menggunakan 2 konfigurasi yang digunakan yaitu batang tunggal dan 2 batang sejajar yang dipergunakan (Gambar 5).

Tabel 4. Resistansi pentanahan metode 3 titik berdasarkan jarak dan kedalaman elektroda yang bervariasi

No.	Kedalaman (cm)	Resistansi pentanahan (Ω)				
		Jarak elektroda				
		20 cm	40 cm	60 cm	80 cm	100 cm
1	20	83,38	70,28	71,34	69,40	71,06
2	40	62,54	55,18	53,28	50,92	52,46
3	60	49,82	43,58	43,58	41,00	43,88
4	80	44,76	39,26	37,34	36,52	39,62

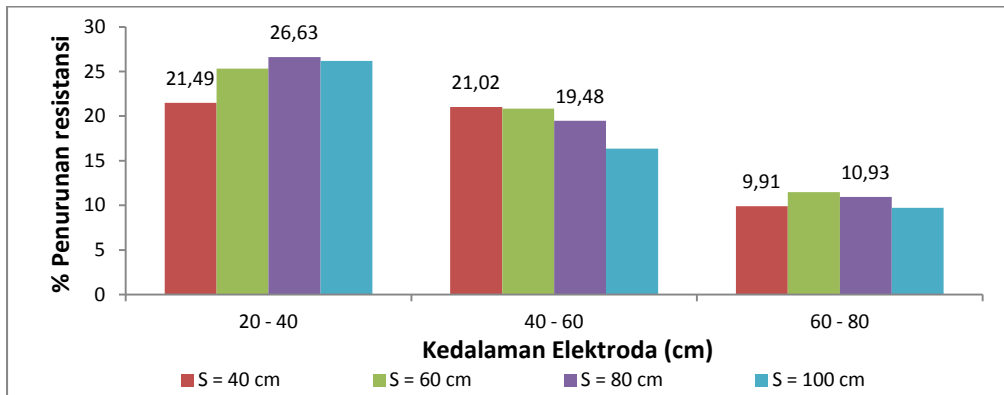


Gambar 5. Resistansi pentanahan dengan menggunakan metode 4 titik, elektroda batang sejajar

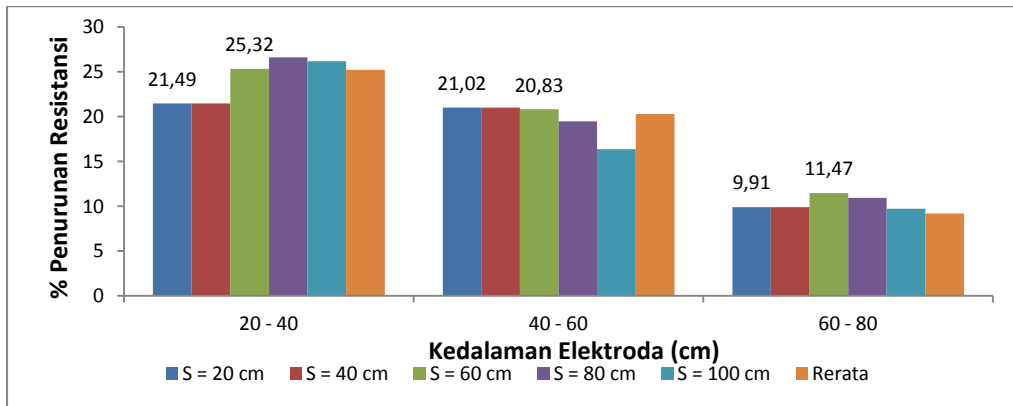
Hasil pengukuran pada 5 titik sebagaimana Tabel 3 didapatkan hasil pengukuran di tanah ladang Tanjung Api-api hasil pengukuran cenderung sama dikarenakan pada kedalaman 20 ke 40 tanah mulai memadat dengan kondisi tanah yang seragam.

Tabel 5. Persentase penurunan resistansi pentanahan dengan metode 4 titik dengan berdasarkan jarak dan kedalaman elektroda

No	Kedalaman (cm)	Jarak elektroda					Rata-rata % penurunan
		20 cm	40 cm	60 cm	80 cm	100 cm	
1	20 - 40	24,99	21,49	25,32	26,63	26,18	24,92
2	40 - 60	20,34	21,02	20,83	19,48	16,36	19,61
3	60 - 80	10,16	9,91	11,47	10,93	9,71	10,44



Gambar 6. Persentase penurunan resistansi pentanahan dengan menggunakan metode 3 titik



Gambar 7. Persentase penurunan resistansi pentanahan dengan menggunakan metode 3 titik dengan rerata penurunan

ANALISA

Konfigurasi tunggal batang elektroda pada penanaman 20 cm rerata resistansi adalah 118,58 Ω , menurun seiring dengan bertambahnya kedalaman yaitu, 88,68 Ω , 70,68 Ω dan 64,18 Ω dengan penambahan kedalaman setiap 20 cm. Penurunan resistansi pentanahan rerata 18,24 % dengan penurunan terbesar pada kedalaman 20-40 cm yaitu 25,22%.

Penambahan jarak elektroda pada kedalaman yang konstan dapat menurunkan nilai tahanan pentanahan, hal sama juga pada penambahan kedalaman elektroda dari 5 kali pengukuran yang dilakukan pada tiap kondisi juga terjadi penurunan pada nilai tahanan pentanahannya. Persentase penurunan pentanahan pada rerata terkecil pada kedalaman 60-80 cm dengan jarak elektroda 100 cm yaitu 9,71 %, dan terbesar pada jarak 80 cm dengan kedalaman 20-40 cm yaitu 26,63 %. Penggunaan konfigurasi 2 batang elektroda sejajar dengan jarak 80 cm pada kedalaman 80 cm mendapatkan nilai resistansi yang terendah yaitu 36,52 Ω .

SIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan dari bab-bab sebelumnya maka dapat disimpulkan Besarnya tahanan pentanahan yang dapat direduksi bergantung pada jenis tanah, konfigurasi yang dipergunakan, jarak dan kedalaman elektroda. Penambahan jarak setiap 20 cm dapat mereduksi besarnya tahanan pentanahan sebesar 10,44-24,92%. Nilai resistansi terbaik didapat pada penggunaan konfigurasi 2 batang elektroda sejajar dengan jarak 80 cm pada kedalaman 80 cm mendapatkan nilai resistansi yang terendah yaitu 36,52 Ω .

DAFTAR PUSTAKA

- Hasrul. 2009. *Metode Pengukuran dan Pengujian Sistem Pembumian Instalasi Listrik*. Jurnal Media Elektrik, Vol 4, No. 2.
- Hutauruk, T, S. 1978. *Pentanahan Sistem Tegangan Tinggi*. Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Bandung.
- Hutauruk, T, S. 1991. *Pentanahan Netral Sistem Tenaga dan Pentanahan Peralatan*. Erlangga. Jakarta.
- Nugroho, D. 2006. *Konfigurasi Elektroda Batang pada Sistem Pentanahan*. Jurnal Transistor, Vol. 6, No. 1, hal. 7-22.
- Pabla, A, S., 1991. *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Solichan, A., Haryanto, R.. *Analisa Impedansi Pentanahan Elektroda Batang Tunggal dalam Beton Rangka Baja terhadap Injeksi Arus Bolak Balik*. Jurnal Media Elektriika Vol. 3, No. 1, hal. 24-32.
- Suyamto., Stadi., Nurani, E. 2012. *Instalasi dan Evaluasi Grounding untuk MBE Industri Lateks PT. APB Menggunakan Multiple ROD*. Jurnal Iptek Nuklir Ganendra. Vol. 15, No. 2, hal.72-81.
- Suyono., Prasetyo, T, M., Assfat, L.2011. *Tingkat Keandalan Utilitas Kelistrikan Bangunan Gedung Bertingkat di Kota Semarang*. Jurnal Media Elektriika. Vol 4. No.1,hal. 1-17.