

ANALISIS PERBANDINGAN NILAI TAHANAN PENTANAHAN DI GEDUNG DAN DI GARDU INDUK PADA RUMAH SAKIT GRAND MITRA MEDIKA MEDAN

Yusmartato, Raja Harahap, Ramayulis Nasution, Syaru Ramadhani

Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik UISU

yusmartato@ft.uisu.ac.id; ramayulis@ft.uisu.ac.id; simatukm@yahoo.com

Abstrak

Pentanahan merupakan salah satu faktor kunci dalam usaha pengamanan (perlindungan) sistem tenaga listrik. Adanya perbedaan beberapa nilai tahanan pengukuran pentanahan pada jenis tanah bebatuan diakibatkan karena faktor keasaman dan kadar air yang ada pada tanah, Sumatra utara sangat pengaruh pada keamanan dari sistem pentanahan yang akan dibangun. Penelitian dilakukan dengan menganalisa Perbandingan nilai tahanan pengukuran pentanahan dikedung dengan menanam 3 titik batang elektroda dengan kedalaman berbeda dan melakukan sistem paralel dari ketiga titik elektroda tersebut dan pada pengukuran digardu induk ada 9 titik batang elektroda yang tertanam pengukuran dilakukan dengan cara tunggal tidak melakukan sistem paralel, pada nilai tahanan tanah 3000 ohm, jenis tanah bebatuan dengan menggunakan elektroda batang. Elektroda batang tersebut dengan panjang 3,2 meter, dengan jarak masing-masing elektroda 2 meter, pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat ukur earth tester. Dari hasil penelitian tersebut hasil yang didapat dari perbandingan pengukuran pentanahan pada gedung dengan cara sytem paralel lebih baik (lebih kecil tahananannya) jika dibandingkan dengan pengukuran pada gardu induk non paralel. Pengukuran nilai tahanan tanah akan jauh lebih baik pada kedalaman yang maksimal dibandingkan dengan kedalaman biasa (1.280 cm) lebih baik dari 320 cm atau 1 batang elektroda.

Kata-Kata Kunci : Pengukuran, Tahanan, Pentamahan, Elektroda Batang

I. PENDAHULUAN

Sistem pentanahan belum digunakan ketika sistem tenaga masih memiliki ukuran kapasitas yang kecil (sekitar tahun 1920). Alasan saat itu karena bila ada gangguan ke tanah pada sistem, dan dimana besarnya arus gangguan sama atau kurang dari 5 ampere, maka pada kondisi demikian busur api akan padam dengan sendirinya. Arus gangguan listrik semakin sering terjadi, seiring sistem tenaga listrik yang berkembang semakin besar sangat berbahaya bagi sistem, karena bisa menimbulkan tegangan lebih transien yang sangat tinggi. Oleh karena itu, para ahli kemudian merancang suatu sistem yang membuat sistem tenaga tidak lagi mengambang. Sistem tersebut kemudian dikenal dengan sistem pentanahan atau grounding system. Sistem pentanahan bertujuan untuk mengamankan peralatan – peralatan listrik maupun manusia yang berlokasi disekitar gangguan dengan cara mengalirkan arus gangguan ke tanah, hingga tercapai suatu nilai yang aman untuk semua kondisi operasi, baik kondisi normal maupun saat terjadi gangguan. Pada saat terjadi gangguan, arus gangguan yang dialirkan ke tanah akan menimbulkan perbedaan tegangan pada permukaan tanah yang disebabkan karena adanya tahanan tanah. Sistem pentanahan berguna untuk memperoleh tegangan potensial yang merata dalam suatu bagian struktur dan peralatan, serta untuk memperoleh jalan balik arus hubung – singkat atau arus gangguan ke tanah yang memiliki resistansi rendah. Sebab apabila arus gangguan dipaksakan mengalir ke tanah dengan tahanan yang tinggi maka hal tersebut akan menimbulkan perbedaan tegangan yang besar

sehingga dapat membahayakan. Salah satu faktor untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang kecil yaitu letak elektroda yang akan ditanam. Pada proses perencanaan suatu jenis sistem pentanahan memerlukan suatu pengukuran tahanan pentanahan yang akan menjadi acuan proses perencanaan sistem pentanahan. Hal ini akan bermanfaat dalam perencanaan sistem pentanahan karena arus lebih dialirkan ke tanah dengan cepat pada saat terjadi gangguan listrik karena nilai tahanan pentanahan yang kecil. Selain itu adanya perbedaan jenis tanah juga sangat mempengaruhi tahanan pentanahan itu sendiri. Sehingga sangat perlu dilakukan penelitian dan percobaan yang dapat melihat sejauh mana pengaruh parameter – parameter tersebut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pentanahan

Sistem pentanahan adalah sistem hubungan penghantar yang menghubungkan sistem, badan peralatan dan instalasi dengan bumi/tanah sehingga dapat mengamankan manusia dari sengatan listrik, dan mengamankan komponen-komponen instalasi dari bahaya tegangan/ arus abnormal. Oleh karena itu, sistem pentanahan menjadi bagian esensial dari sistem tenaga listrik. Pentanahan tidak terbatas pada sistem tenaga saja, namun mencakup juga sistem peralatan elektronik, seperti telekomunikasi, komputer, dll. Secara umum, tujuan sistem pentanahan adalah menjamin keselamatan orang dari sengatan listrik baik dalam keadaan normal atau tidak dari tegangan sentuh dan tegangan langkah, menjamin kerja peralatan

listrik/elektronik, mencegah kerusakan peralatan listrik/elektronik, dan menyalurkan energi serangan petir ke tanah. Sistem pentanahan yang digunakan baik untuk pentanahan netral dari suatu sistem tenaga listrik, pentanahan sistem penangkal petir dan pentanahan untuk suatu peralatan khususnya dibidang peralatan khususnya dibidang telekomunikasi dan elektronik perlu mendapatkan perhatian yang serius, karena pada prinsipnya pentanahan tersebut merupakan dasar yang digunakan untuk suatu sistem proteksi. Tidak jarang orang umum atau awam maupun seorang teknisi masih ada kekurangan dalam memprediksikan nilai dari suatu hambatan pentanahan. Besaran yang sangat dominan untuk diperhatikan dari suatu sistem Pentanahan adalah hambatan sistem suatu sistem pentanahan tersebut. Agar sistem pentanahan dapat bekerja secara 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 (surge currents).
3. Menggunakan bahan tahan korosi terhadap berbagai kondisi kimiawi tanah, untuk meyakinkan kontinuitas penampilannya sepanjang umur peralatan yang dilindungi.
4. Menggunakan system mekanik yang kuat namun mudah pelayanan.

2.2 Fungsi dan Tujuan Sistem Pentanahan

Fungsi pentanahan adalah untuk mengalirkan arus gangguan kedalam tanah melalui suatu elektroda pentanahan yang ditanam dalam tanah bila terjadi gangguan. Disamping itu berfungsi juga sebagai pengaman baik bagi manusia maupun peralatan dari bahaya listrik. Tujuan system pentanahan :

1. Menjaga keselamatan orang dari sengatan listrik baik dalam keadaan normal atau tidak dari sengatan sentuh atau sengatan langkah
2. Menjamin kerja peralatan listrik/elektronik
3. Mencegah kerusakan peralatan listrik/elektronik
4. Menyalurkan energi serangan petir ketanah
5. Menstabilkan tegangan dan memperkecil kemungkinan terjadinya flashover.

2.3 Standart Grounding Listrik

Supaya grounding yang dipasang bisa menghantarkan listrik ke bumi idealnya adalah kabel penghantar harus benar-bener terhubung tanpa resistansi ke tanah namun pada prakteknya sangat sulit untuk bisa mendapatkan grounding yang 100% bisa trhubung ke bumi oleh karena itu dibuatlah standart resistansi atau hambatan maksimum kabel grounding ke bumi oleh karena itu dibuatlah standart resistansi atau hambatan maksimum kabel grounding ke bumi sebesar 5 Ohm yang mengacu ke puil 2000 yang masih berlaku hingga saat ini.

Nilai antara 0-5 Ohm adalah nilai hambatan yang diperbolehkan sedangkan lebih dari itu tidak bisa mendapat pengesahan dari PLN selaku otoritas kelistrikan.

Namun tentu saja nilai resistansi ini tidaklah mutlak karena bergantung juga dari lokasi dan jenis tanahnya. Sebagai tambahan dari segi teknik juga tinggi grounding sangat merugikan karena listrik statis tidak langsung tersalurkan ke bumi dan kebocoran arus bias merusak komponen elektronika khususnya yang peka terhadap listrik statis. Lalu bagaimana jika instalasi grounding sudah dipasang namun ternyata resistansi yang didapat belum sesuai, tentunya tidak mungkin untuk membongkar instalasi yang sudah dilakukan?

Biasanya bisa di lakukan dengan beberapa teknik di bawah ini :

1. Membuat system paralel dengan jalur grounding baru
2. Menambah kedalaman penghantar grounding
3. Memperlebar luas penampang penghantar grounding.

Suatu hal lagi yang wajib untuk diketahui adalah grounding untuk instalasi rumah dengan grounding untuk penangkal petir haruslah dipisahkan walaupun sifatnya sama untuk melindungi peralatan listrik. Pada instalasi grounding untuk rumah biasanya terminal grounding akan di pasang di kwh meter sedangkan pada instalasi grounding penangkal petir akan di hubungkan langsung ke unit penangkar petir yang berupa tiang ditempatkan ditempat yang tinggi. Untuk terminal ke pentanahan nya tetap sama ke bumi namun tetap di pisahkan minimal dengan jarak 10 meter.

2.4 Alat Ukur

Earth Tester adalah alat untuk mengukur nilai resistansi dari grounding, Besarnya tahanan tanah sangat penting untuk diketahui sebelum dilakukan pentanahan dalam sistem pengaman dalam instalasi listrik. Untuk mengetahui besar tahanan tanah pada suatu area digunakan dengan alat ukur penampil analog. Hasil pengukuran secara analog sering terjadi kesalahan dalam pembacaan hasil pengukurannya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, di rancanglah suatu alat ukur tahanan tanah digital yang memiliki kemudahan dalam pembacaan nilai tahanan yang diukur. Alat ukur ini penampilnya menggunakan digital pada segmen-segmen, sehingga dengan mudah menyimpan data-data yang terukur. Perancangan alat ukur tahanan tanah digital ini menggunakan tiga batang elektroda yang ditanahkan yaitu elektroda E (Earth), elektroda P (Potensial) dan elektroda C (curren). Tujuan penggunaan tiga batang elektroda tersebut adalah untuk mengetahui sejauh mana tahanan dapat mengalirkan arus listrik. Alat ukur tahanan tanah ini terdiri dari beberapa blok diagram rangkaian, antara lain rangkain osilator, rangkaian tegangan input, rangkaian arus input, mikrokontroler dan rangkaian penampil. Sebelum

hasil pengukuran ditampilkan ke LCD, data diolah dirangkaian mikrokontroler. Keuntungan dengan menggunakan mikrokontroler ini yaitu keluaran dari rangkaian input ini dibelum masuk ke LCD bias diatur. Sehingga, perancangan alat ukur tahanan tanah digital ini dapat mengukur tahanan tanah dengan teliti dan akurat. Pengukuran tahanan tanah juga bergantung pada kondisi tanah itu sendiri. Pengukuran tahanan tanah dilakukan dengan membandingkan alat ukur rakitan dengan alat ukur yang sudah ada dengan merek Kyoritsu Earth Tester Digital . Selisih nilai pengukuran antara alat ukur rakitan dengan alat ukur yang sudah ada adalah sebesar 0,31 ohm.



Gambar 1. Alat Ukur Earth Tester

Earth Tester yang digunakan dan spesifikasinya sebagai berikut:

Merek : KYORITSU

Sumber Tenaga : 9 V DC jenis baterai R6P (SUM-3) x 6

Jenis : Digital Earth Resistance Tester 4105 A

2.9.1 Pentanahan Sistem

Sistem dengan titik netral ditanahkan adalah suatu sistem yang titik netral dari sistem tersebut sengaja dihubungkan ke tanah, baik melalui impedansi maupun secara langsung. Adapun tujuan pentanahan titik netral sistem adalah sebagai berikut :

1. Menghilangkan gejala-gejala busur api pada suatu sistem.
2. Membatasi tegangan-tegangan pada fasa yang tidak terganggu (pada fasa yang sehat).
3. Meningkatkan keandalan (realibility) pelayanan dalam penyaluran tenaga listrik.
4. Mengurangi/membatasi tegangan lebih transient yang disebabkan oleh penyalan bunga api yang berulang-ulang (restrike ground fault).
5. Memudahkan dalam menentukan sistem proteksi serta memudahkan dalam menentukan lokasi gangguan.

2.9.2 Pentanahan Peralatan

Pentanahan peralatan sistem pentanahan netral pengaman (PNP) adalah tindakan pengamanan dengan cara menghubungkan badan peralatan / instalasi yang diproteksi dengan hantaran netral yang ditanahkan sedemikian rupa sehingga apabila terjadi kegagalan isolasi tidak terjadi tegangan sentuh yang tinggi sampai bekerjanya alat pengaman arus lebih.

Yang dimaksud bagian dari peralatan ini adalah bagian-bagian mesin yang secara normal tidak dilalui arus listrik namun dalam kondisi abnormal dimungkinkan dilalui arus listrik. Pentanahan Peralatan bertujuan:

1. Untuk membatasi tegangan antara bagian-bagian peralatan yang tidak dilalui dan antara bagian-bagian ini dengan tanah sampai pada suatu harga yang aman untuk semua kondisi operasi normal atau tidak normal.
2. Untuk memperoleh impedansi yang kecil/rendah dari jalan balik arus hubung singkat ke tanah.

2.9.3 Pentanahan Penangkal Petir

Untuk menghindari timbulnya kecelakaan atau kerugian akibat sambaran petir, maka diadakan usaha pemasangan instalasi penangkal petir pada bangunan akibat sambaran petir ini akan mengakibatkan ke langsung objek tersambar. Dengan adanya instalasi penangkal petir, maka diharapkan sambaran petir dapat dikendalikan melalui instalasi penangkal petir yang diteruskan ke bumi tanpa merusak bendadisekitarnya.

2.10 Elektroda Pentanahan Dan Tahanan Pentanahan

Tahanan pentanahan harus sekecil mungkin untuk menghindari bahaya-bahaya yang ditimbulkan oleh adanya arus gangguan tanah. Nilai standar mengacu pada Persyaratan Umum Instalasi Listrik atau PUIL 2000 (peraturan yang sesuai dan berlaku hingga saat ini) yaitu kurang dari atau sama dengan 5 (lima) ohm. Dijelaskan bahwa nilai sebesar 5 ohm merupakan nilai maksimal atau batas tertinggi dari hasil resistan pembumian (grounding) yang masih bisa ditoleransi. Nilai yang berada pada range 0 ohm - 5 ohm adalah nilai aman dari suatu instalasi pembumian grounding. Nilai tersebut berlaku untuk seluruh sistem dan instalasi yang terdapat pembumian (grounding) di dalamnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi besar tahanan pentanahan adalah : Bentuk Elektroda

Elektroda pentanahan adalah penghantar yang ditanam dalam tanah dan membuat kontak langsung dengan tanah. Adanya kontak langsung tersebut bertujuan agar diperoleh peluan arus yang sebaik-baiknya apabila terjadi gangguan sehingga arus tersebut disalurkan ketanah. Menurut PUIL (2000), elektroda adalah pengantar yang ditanamkan ke dalam tanah yang membuat kontak langsung dengan tanah. Untuk bahan elektroda pentanahan biasanya digunakan bahan tembaga, atau baja yang bergalvanis atau dilapisi tembaga.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Pada penelitian ini penulis melakukan obserpasi mengumpulkan data disistem tahanan pengukuran dan perbandingan nilai tahanan pentanahan pada gedung yang mlakukan siystem

paralel dan digardu induk non paralel untuk Melakukan analisis data berdasarkan perhitungan dan perbandingan dengan teori yang berhubungan dengan masalah perhitungan tahanan pentanahan, sistem pentanahan, nilai tahanan pentanahan.

Tempat penelitian pengambilan data ini dilakukan dipembangunan Gedung bertingkat yaitu Rs. Grand Mitra Medika yang berlokasi dijalan Letjen S Parman nomor 236, Kelurahan Petisah Tengah, Kecamatan Medan Petisah, Kota Medan dengan jumlah lantai gedung 27 lantai berukuran 36 x 40 meter dan tiga basement berukuran 36 x 44 meter. Tinggi bangunan dari permukaan tanah 98,50 m sesuai dengan surat Rekomendasi Ketinggian No.SRK/06/III/2017, Luas bangunan 26,029 m² dan Pagar 358 m² Fungsi bangunan Sosial dan Budaya.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Hasil Pengukuran Pentanahan

Analisa perhitungan penelitian dilakukan untuk mengetahui berapa tahanan dari satu batang elektroda dengan kedalaman berbeda-pada jenis tanah bebatuan dengan nilai tahanan jenis tanah 3000 ohm, Dan pengukuran pentanahan dilakukan dengan 3 (tiga) titik batang elektroda yang tertanam dengan jarak masing-masing 200 cm, dan melakukan sistem paralel dari ketiga titik batang elektroda tersebut.

Perhitungan pengukuran pada titik 1 :

Mencari nilai R.....?

Diketahui :

$\rho = 3000 \Omega\text{cm}$
 $a = 1,58 \text{ cm}$
 $\pi = 3,14$

➤ Untuk L = 1280 cm

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

$$R = \frac{3000}{2 \times 3,14 \times 1.280} \times \left(\ln \frac{4 \times 1.280}{1,58} - 1 \right)$$

$$R = \frac{3000}{8038,4} \times (5,40 - 1)$$

$$R = 0,37 \times (4,4)$$

$$R = 1,62 \Omega$$

b. Perhitungan pengukuran pada titik 2 :

$\rho = 3000 \Omega\text{cm}$
 $a = 1,58 \text{ cm}$
 $\pi = 3,14$

➤ Untuk L = 960 cm

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

$$R = \frac{3000}{2 \times 3,14 \times 960} \times \left(\ln \frac{4 \times 960}{1,58} - 1 \right)$$

$$R = \frac{3000}{6.028,8} \times (5,22 - 1)$$

$$R = 0,49 \times (4,22)$$

$$R = 2,06 \Omega$$

c. Perhitungan pengukuran pada titik 3 :

$\rho = 3000 \Omega\text{cm}$
 $a = 1,58 \text{ cm}$

$\pi = 3,14$

➤ Untuk L = 640 cm

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

$$R = \frac{3000}{2 \times 3,14 \times 640} \times \left(\ln \frac{4 \times 640}{1,58} - 1 \right)$$

$$R = \frac{3000}{4019,2} \times (4,96 - 1)$$

$$R = 0,74 \times (3,96)$$

$$R = 2,93 \Omega$$

4.2 Analisa

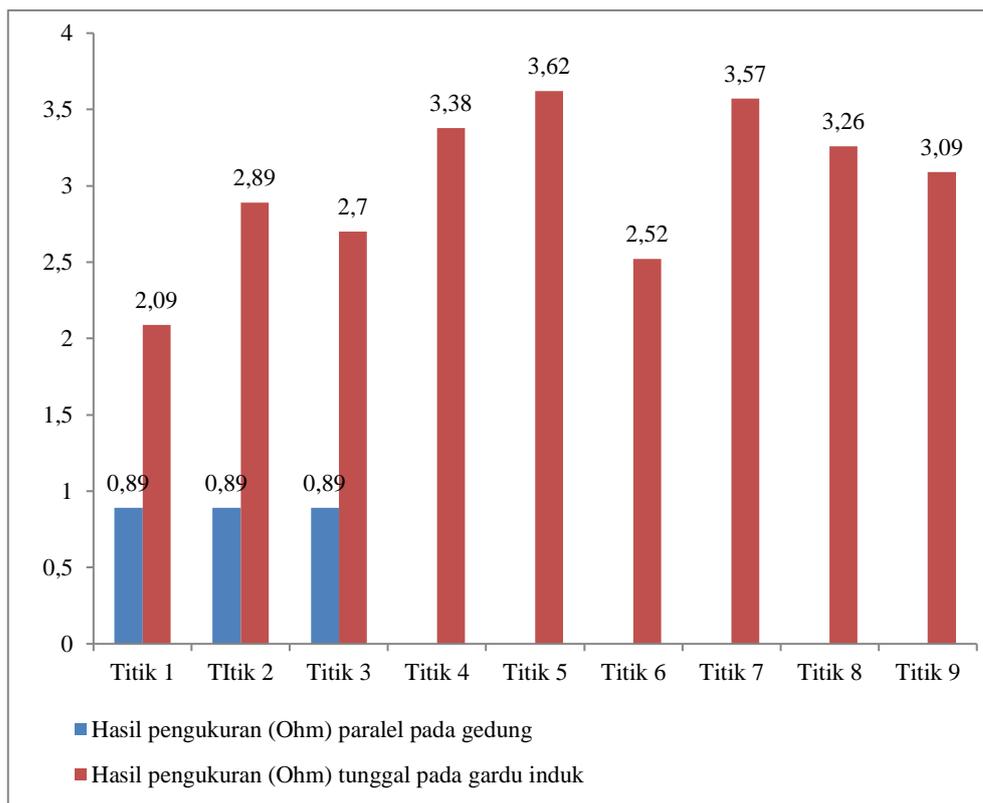
Setelah melaksanakan pengukuran gedung dan perhitungan pentanahan terhadap jenis tanah bebatuan yang nilai tahanan tanahnya 3000 ohm, dengan kedalaman yang berbeda dan melakukan sistem paralel ditiga titik elektroda yang tertanam pada area gedung dan sembilan titik pengukuran tunggal pada area gardu induk maka terdapat hasil dan perbandingan antara nilai pengukuran tersebut yang menyatakan di dalam table dan grafik di bawah ini :

Tabel 1. Hasil pengukuran pada gedung setelah diparalel

NO	Tahanan Tanah (Ohm)	Kedalaman (Cm)	Hasil Setelah Ketiganya diparalel (Ohm)
1			Titik 1 / 12,8
2	3000	Titik 2 / 9,6	0,89
3		Titik 3 / 6,4	

Tabel 2. Hasil pengukuran pada gardu induk tidak melakukan paralel atau tunggal

NO	Tahanan Tanah (Ohm)	Kedalaman (Cm)	Hasil Pengukuran Tunggal (Ohm)
1		Titik 1/ 19,2	2,09
2		Titik 2/	16 2,89
3		Titik 3/	12,8 2,70
4	3000	Titik 4/ 12,8	3,38
5		Titik 5/	12,8 3,62
6		Titik 6/	12,8 1,62
7		Titik 7/	12,8 1,62
8		Titik 8/	9,6 3,26



Gambar 2. Grafik Hasil perbandingan pengukuran pada gedung dengan cara paralel dan digardu induk tidak melakukan paralel (tunggal).

Pada Gambar 2 di atas terlihat hasil dari pengukuran pada gedung dengan menanam 3 (tiga) titik batang elektroda dengan jarak masing-masing 200 cm dengan jenis tanah bebatuan dengan tahanan tanah sebesar 3000 ohm, yang ditanam dan melakukan pengukuran dengan cara paralel hasil yang didapat saat pengukuran adalah 0,89 Ohm hasilnya lebih kecil jika dibandingkan dengan pengukuran pada gardu induk ada 9 (sembilan) titik elektroda yang tertanam tidak melakukan dengan cara paralel atau pengukuran tunggal hasil yang didapat jauh berbeda dari yang diparalelkan pada area pengukuran gedung, yaitu pada titik satu pengukuran hasil yang didapat 2,09 ohm, pada titik

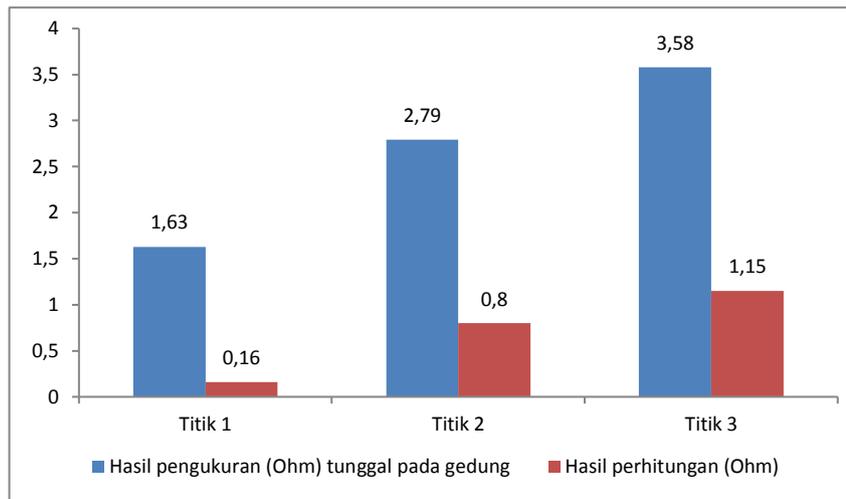
dua 2,89 ohm, pada titik tiga 2,70 ohm, pada titik empat 3,38 ohm, pada titik lima 3,62 ohm, pada titik enam 2,52 ohm, pada titik tujuh 3,57 ohm, pada titik delapan 3,26 ohm, pada titik ke sembilan 3,09 ohm.

Analisa hasil perhitungan tahanan pentanahan untuk jarak penanaman elektroda pada gedung berjarak masing-masing penanaman 200 cm dengan ketiga titik kedalaman batang elektroda yang berbeda.

Setelah melakukan hasil perhitungan pada jarak penanaman terdapat hasil pada tabel dan diagram sebagai berikut :

Tabel 3 .Tahanan pentanahan metode dua batang elektroda jarak (s < L)

NO	Tahanan Tanah (Ohm)	Kedalaman (m)	Hasil pengukuran Tunggal (Ohm)	Hasil perhitungan (Ohm)
1		Titik 1/ 12,8	1,63	0,16
2	3000	Titik 2/ 9,6	2,79	0,80
3		Titik 3/ 6,4	3,58	1,15



Gambar 3. Grafik tahanan pentanahan metode dua batang elektroda ($s < L$)

Gambar 3 Grafik pengukuran dan perhitungan pentanahan diatas menunjukkan simulasi perhitungan dan pengukuran dimana terdapat hasil perhitungan yang telah dilakukan sangat kecil yaitu pada titik satu adalah 0,16 ohm, pada titik dua 0,80 pada titik yang ketiga adalah 1,15 jika dibandingkan hasil yang didapat dipengukuran.yang dilakukan dilapangan yaitu pada titik adalah 1,63 ohm, pada titik dua adalah 2,79 ohm, pada titik 3,58 nilai hasil kedua tersebut sesuai dengan PUIL 2000 dimana hasil tersebut menunjukkan ≤ 5 ohm.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan tinjauan pustaka dan melakukan pengujian serta menganalisa, maka sistem perbandingan nilai tahanan pentanahan antara pengukuran pada gedung dan digardu induk pada jenis tanah bebatuan dapat disimpulkan :

1. Ternyata dari pengukuran yang dilakukan dengan memparalelkan ketiga elektroda pada pengukuran digedung akan mendapatkan hasil yang lebih baik yaitu 0,89 Ohm, jika dibandingkan yang tidak melakukan sistem paralel pada pengukuran digardu induk dengan pengukuran tunggal hasil yang didapat adalah $\geq 2,09$ ohm, .
2. Pengukuran tahanan pentanahan akan jauh lebih baik pada kedalaman yang maksimal dibandingkan dengan kedalaman biasa (1.280 cm) lebih baik dari 320 cm per 1 batang elektroda.
3. Pengukuran tahanan pentanahan ini menggunakan Digital Earth Tester Resistance Tester dengan merk KYORITSU.
4. Peneliti hanya membandingkan hasil pengukuran pentanahan dengan menggunakan sistem paralel dan non paralel atau tunggal, dan nilai pentanahan yang telah diukur dilapangan berdasarkan PUIL 2000.

5.2 Saran

Dalam melaksanakan pekerjaan diharapkan perlu memperhatikan masalah safety atau alat pelindung diri, ketika bekerja juga harus dalam konsentrasi yang baik agar tidak menjadi kecelakaan kerja, mengingat peralatan yang ada disekitar tempat pemasangan dan pengukuran pembedaan yang telah dilakukan sangat berbahaya dan sebagian besar berada dalam kondisi dalam pengeerjaan proyek yang sedang berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anggoro, B. 2002. *Kontur Potensial Tanah di Sekitar Konduktor Pengetanahan*. Yogyakarta: FOSTU.
2. Anshory, I., Robandi, I. dan Wirawan. 2016. *Monitoring and optimization of speed settings for Brushless Direct Current (BDC) using Particle Swarm Optimization (PSO)*. Symposium on IEEE Region 10, TENSYPMP. 9 Mei 2016, Bali, Indonesia. pp. 243-248.
3. Badan Standardisasi Nasional. 2000. *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000*. Jakarta: BSN.
4. Hutauruk, T.S. 1999. *Pengetanahan Netral Sistem Tenaga dan Pengetanahan Peralatan*. Jakarta: Erlangga.
5. Jamaluddin dan Robandi, I. 2016. Short term load forecasting of Eid Al Fitr holiday by using interval type-2 fuzzy inference system (case study: electrical system of Java Bali in Indonesia). *Symposium on IEEE Region 10, TENSYPMP*. 9 Mei 2016, Bali, Indonesia. pp. 237-242.
6. Siregar, R. 2012. *Tambak Udang Sidoarjo Studi Kasus Perikanan dari Mencemari ke Organik*. Walhi.
7. Dermawan, Arif. 2008. *Analisa Perbandingan Nilai Tahanan Pentanahan Yang Ditanam Di Tanah Dan Septic tank Pada Perumahan Semarang*.