

PENGUKURAN NILAI GROUNDING TERBAIK PADA KONDISI TANAH BERBEDA

Jaenal Arifin

Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Purwokerto, Indonesia
e-mail: jaetoga@ittelkom-pwt.ac.id

Diterima: 27 Juli 2020 – Direvisi: 17 Oktober 2020 – Disetujui: 19 Oktober 2020

ABSTRACT

A good grounding or grounding system is a mechanism to protect electronic devices. This protection can be direct or indirect during lightning strikes in rainy seasons. The characteristic and condition of the soil is one of the factors that can affect the grounding value. In this research, the measurement of grounding value is conducted in different soil conditions. The conditions are the watery, clay, dry, rocky, sand and swamp soils. This research purpose is to determine the value of grounding or grounding resistance in different type of soils. The measurement methods use three point method and four electrode method by sticking the electrodes into the ground. The value of the grounding resistance displayed on the measuring instrument (Earth Resistance Tester) would be smaller if the electrodes are planted deeper with the addition of electrode rods, and the distance between the electrodes is set between 5 to 10 meters.

Keywords: *Earth Resistance Tester, Grounding, Soil.*

ABSTRAK

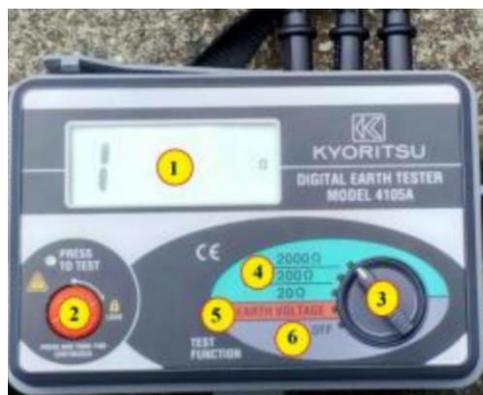
Sistem pentanahan atau grounding yang baik diharapkan dapat melindungi perangkat elektronika, baik secara langsung ataupun secara tidak langsung jika terjadi sambaran petir saat terjadi hujan. Karakteristik dan kondisi tanah merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi nilai pentanahan atau grounding. Pada penelitian ini dilakukan kegiatan pengukuran pentanahan atau grounding pada kondisi tanah berbeda, yaitu pada kondisi tanah berair atau tanah liat, tanah kering, tanah berbatu, tanah pasir dan tanah rawa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya tahanan pentanahan atau grounding. Metode pengukuran menggunakan tiga titik (three point metode) dan empat titik (four electrode metode) dengan menancapkan elektroda batang ke dalam tanah. Nilai resistansi tahanan yang tertampil pada alat ukur (Earth Resistance Tester) akan semakin kecil jika penanaman elektroda ditanam lebih dalam dan adanya penambahan batang elektroda, serta jarak antar elektroda diatur 5 sampai 10 meter.

Kata Kunci: *Earth Resistance Tester, Grounding, Tanah.*

I. PENDAHULUAN

PADA sistem pentanahan atau *grounding* merupakan sistem yang dibuat untuk menyalurkan arus lebih ke bumi. Penyaluran arus ke bumi menjadikan perangkat elektronika yang ada diruangan dapat terhindar dari pengaruh petir baik secara langsung ataupun tidak langsung. Resistansi tanah (*earth resistance*) merupakan suatu nilai resistansi dari tanah yang dapat menjadikan media aliran arus listrik. Secara umum tanah merupakan penghantar atau konduktor tidak bagus, jika dibandingkan dengan kawat penghantar seperti kabel tembaga, besi atau lainnya. Namun tanah juga dapat difungsikan sebagai tempat aliran arus listrik, pada kondisi hujan deras dan disertai petir. Nilai resistansi yang terdapat didalam tanah tersebut bisa berkurang dan menjadi konduktor yang baik pada kondisi tertentu. Petir merupakan keadaan yang sering kali terjadi pada saat hujan. Definisi dari petir adalah suatu peristiwa yang peluahan muatan listrik di udara, terjadi diantara awan dengan awan, antara pusat-pusat muatan didalam awan dan antara awan dengan tanah. Sistem pengukuran menggunakan alat ukur *earth resistance tester*. Alat ukur ini berfungsi untuk melakukan pengukuran pentanahan atau *grounding*. Nilai

tahanan pentanahan yang terukur dengan kemampuan mengukur sampai 1999 ohm [1]. Berikut bentuk fisik dari alat ukur *earth tester*, seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Nomor 1 menunjukkan layar LCD penampil hasil pengukuran. Nomor 2 menunjukkan tombol untuk mengunci hasil pengukuran. Saat pengukuran berlangsung, tombol tersebut ditekan lalu diputar ke posisi *lock*. Nomor 3 menunjukkan kenop pemilih parameter ukur. Ada tiga macam pengaturan, yaitu untuk pengukuran resistansi, tegangan dan mematikan alat ukur. Nomor 4 menunjukkan rentang pengukuran resistansi yang terdiri dari 2K Ω , 200 Ω , dan 20 Ω . Nomor 5 menunjukkan pengukuran tegangan pentanahan (*earth voltage*). Nomor 6 menunjukkan pengaturan untuk mematikan alat ukur (OFF).



Gambar. 1 Alat ukur Earth Tester [2][1]

Pada sistem pentanahan dapat digunakan untuk sistem penangkal petir pada BTS (*based transceiver station*) [3][4]. Sistem pentanahan diperlukan baik dilingkungan industri, perkantoran ataupun perumahan. Dengan adanya sistem pentanahan atau *grounding* pada industri, perkantoran dan perumahan diharapkan dapat melindungi perangkat elektronik dan gangguan lainnya yang disebabkan oleh sambaran petir. Selain itu, sistem pentanahan atau *grounding* harus direncanakan dengan baik dengan melalui proses pengukuran *grounding* dan mengetahui nilai resistansi pada tanah yang diukur. Penelitian terkait perbandingan nilai tahanan pada tanah basah, tanah ladang dan tanah pasir sudah pernah dilakukan [5]. Pada saat melakukan perencanaan pembangunan gedung, pembangunan rumah dan perkantoran sebaiknya dilakukan juga perencanaan yang baik dalam pemasangan sistem pentanahan atau *grounding* [6].

Pada saat melakukan pengukuran terkait pentanahan atau *grounding* dibutuhkan beberapa alat ukur dan bahan lainnya. Diantaranya adalah alat ukur *earth tester* (alat ukur pentanahan), 3 (tiga) kabel untuk penentuan titik (biasanya dibuat dengan warna yang berbeda) dan *probe* besi yang ditancapkan didalam tanah dengan jarak tertentu dari titik pentanahan yang hendak diukur [2]. Karakteristik tanah yang hendak diukur juga memiliki tingkat keasaman yang berbeda-beda. Di Indonesia karakteristik tanahnya ada yang berupa tanah berbatu, tanah berair, tanah kering, tanah pasir dan tanah rawa. Pada umumnya sistem pentanahan merupakan suatu sistem yang terdiri dari elektroda pentanahan yang digunakan bersama elektroda pentanahan dan alat ukur *earth tester*. Elektroda pentanahan dapat berupa batang yang ditancap secara tegak lurus atau ditanam sejajar dengan permukaan tanah, dan berupa lempeng atau plat, yang kesemuanya ini dirancang untuk memperkecil nilai tahanan pentanahan. Untuk hal tersebut terlebih dahulu harus ditentukan bahan maupun sifat elektrodanya, yang terutama harus mempunyai konduktifikasi yang tinggi serta resistivitas yang rendah, agar arus yang mengalir cepat ke dalam tanah. Perlu diingat dalam pemilihan elektroda harus tahan terhadap korosi [6].

Permasalahan yang ada pada saat membangun gedung tinggi untuk perkantoran, pendidikan, dan pendirian tower BTS (*base transceiver station*) adalah membuat sistem pentanahan atau *grounding*. Tanpa sistem pentanahan dapat membahayakan perangkat elektronika didalam gedung. Apalagi untuk pendirian tower BTS pasti perlu dibuatkan sistem pentanahan atau *grounding* [3]. Tanpa sistem pentanahan atau *grounding* dapat terkena sambaran petir saat terjadinya hujan dan ini menyebabkan kerusakan atau kebakaran pada peralatan elektronik dan bangunan itu sendiri. Sistem penangkal petir merupakan salah satu cara untuk menghindarkan bahaya sambaran petir, yaitu dengan menangkap atau menarik petir kearah sistem penangkal petir tersebut yang selanjutnya dialirkan ke bumi atau tanah [6].

Dari permasalahan yang ada maka perlu dipikirkan suatu usaha pemberian perlindungan terhadap sambaran petir, untuk kebaikan manusia, bangunan dan isi bangunan (perangkat elektronika), serta fungsi bangunan tersebut [7]. Tempat-tempat dengan sambaran tinggi (*frekuensi* maupun intensitasnya) mendapat prioritas lebih untuk penanggulangannya. Permasalahan lain juga dilihat dari karakteristik tanahnya. Setiap tanah memiliki karakteristik yang berbeda-beda dan mempunyai nilai resistansi yang berbeda pula. Makanya dalam merencanakan pendirian tower BTS harus memperhitungkan karakteristik tanahnya. Penelitian terkait penangkal petir pada BTS (*based transceiver station*) telah dilakukan. Pada penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui sistem penangkal petir pada BTS (*based transceiver station*) serta melakukan pengamatan kondisi lingkungan BTS untuk mengetahui seberapa besar kebutuhan menara dalam sistem proteksi petir dan mengukur tahanan pentanahan pada kaki-kaki menara atau tower [3].

Pada penelitian sebelumnya “Pengembangan Sistem Penangkal Petir dan Pentanahan Elektroda Rod dan Plat” mengutarakan bahwa sistem sistem yang dibuat dapat menerima petir dan menyalurkan ke tanah dengan aman [8]. Penelitian sejenis juga telah dilakukan dengan topik “Analisis perbandingan nilai tahanan pentanahan menggunakan elektroda batang (ROD) jenis crom tembaga, aluminium, besi dengan media tanah pasir lumpur dan tanah liat”[9]. Pada penelitian tersebut mengutarakan bahwa sistem pentanahan merupakan salah satu faktor penting dalam pengamanan (perlindungan) sistem tenaga listrik saat terjadi gangguan yang disebabkan oleh arus lebih atau tegangan lebih. Nilai tahanan tanah sangat dipengaruhi oleh nilai jenis tahanannya, sehingga perlu dilakukan pengukuran yang sifatnya akurat. Penelitian terkait evaluasi sistem pentanahan juga telah dilakukan. Penelitian dengan tema “Evaluasi sistem penangkal petir eksternal gedung rektorat universitas negeri Yogyakarta” [10]. Penelitian tersebut mempunyai tujuan untuk mengevaluasi sistem penangkal eksternal yang telah terpasang dan untuk mengetahui efektifitas sistem penangkal petir konvensional dengan elektrostatik. Penelitian terkait batang pentanahan juga telah dilakukan. Penelitian dengan tema “Karakteristik batang pentanahan sistem arang-garam (sigarang) sebagai upaya perbaikan sistem pentanahan. Pada penelitian tersebut mengutarakan bahwa model pentanahan sistem garam-arang (sigarang) menjadi alternatif pentanahan yang dapat digunakan untuk pentanahan dalam instalasi rumah tangga [11].

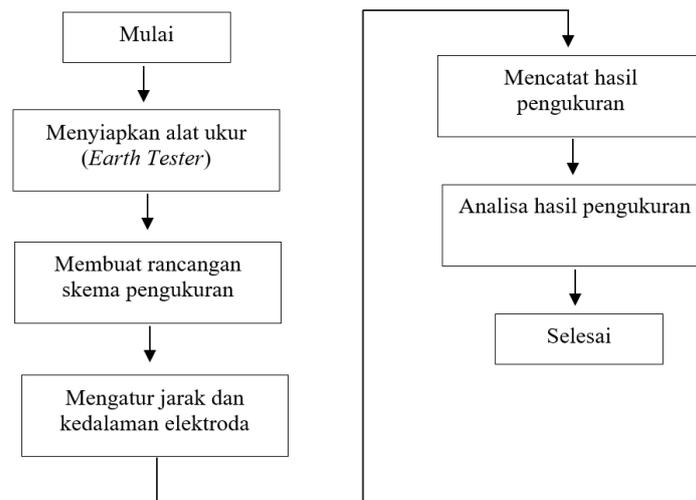
Pengaruh kedalaman elektroda pada pengukuran sistem pentanahan sudah pernah dilakukan [12]. Pada penelitian tersebut mengamati pengaruh kedalaman elektroda pada pengukuran tanah dengan jenis tanah pasir dan air laut. Hasil penelitian mengutarakan bahwa pengukuran untuk material pasir menunjukkan bahwa kedalaman elektroda lebih kecil dari 4 cm nilai tahanan V/I konstan. Untuk kedalaman elektroda lebih besar dari jarak elektroda nilai tahanan V/I meningkat sebanding dengan kedalaman elektroda. Penelitian terkait upaya menurunkan nilai resistansi pentanahan sudah pernah dilakukan [13]. Sistem pentanahan atau *grounding* sangat dibutuhkan dengan tujuan melindungi perangkat elektronika bagi secara langsung atau tidak langsung. Kemudian, pada perangkat elektronika yang tidak dilindungi dengan sistem pentanahan atau *grounding* berpotensi besar terkena sambaran petir dan dapat mengakibatkan kerusakan. Tujuan kegiatan penelitian ini untuk mendapatkan nilai tahanan pada keadaan kondisi tanah yang berbeda.

II. METODE PENELITIAN

Berikut metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini. Kegiatan penelitian ini dilakukan dari mulai menyiapkan alat ukur (*earth tester*), membuat rancangan skema pengukuran, mengatur jarak pengukur dan kedalaman elektroda yang tertanam, mencatat hasil pengukuran dan menganalisa hasil pengukuran. Penelitian ini bersifat eksperimental, pengukuran dilakukan dikampus Institut Teknologi Telkom Purwokerto untuk jenis tanah berair, tanah kering dan tanah berbatu. Untuk pengukuran pada jenis tanah pasir dan tanah rawa dilakukan pada daerah Cilacap.

Gambar 2 menerangkan bahwa pada saat sebelum melakukan pengukuran diwajibkan mempersiapkan alat ukur, alat dan bahan. Mengecek tegangan baterai dengan menghidupkan alat ukurnya (*earth tester*) dan membuat rancangan skema sistem pengukuran yang akan dilakukan. Setelah membuat rancangan skema pengukuran, dilakukan pengukuran tahanan dan mengatur kedalaman elektroda yang ditanam didalam tanah. Selanjutnya mencatat hasil pengukuran yang telah dilakukan. Langkah terakhir melakukan analisa hasil pengukuran. Analisa hasil pengukuran dilakukan guna mengetahui apakah nilai tahanan yang diperoleh baik atau tidak. Jika diperlukan dapat melakukan kegiatan tambahan guna

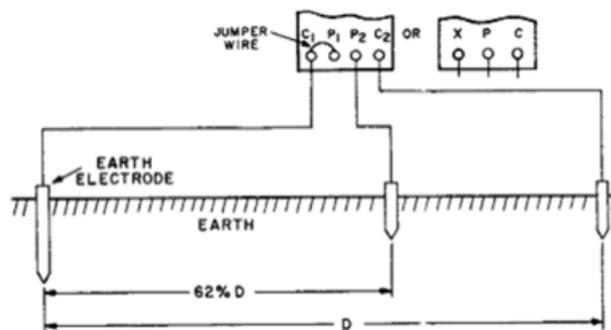
memperbaiki nilai tahanan yang didapatkan. Pengukuran sistem pentanahan atau *grounding* menggunakan 2 (dua) metode yaitu metode tiga titik dan metode empat titik.



Gambar. 2 Flow chat kegiatan pengukuran tahanan dengan elektroda

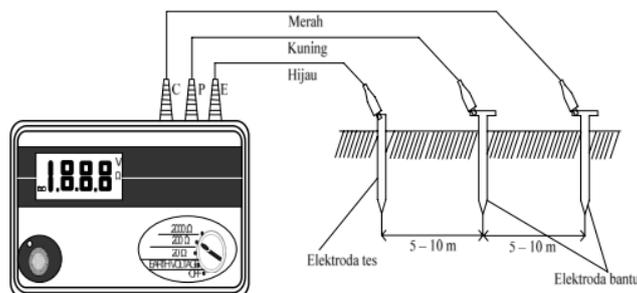
A. Metode tiga titik (*three-point method*)

Sistem pentanahan atau *grounding* menggunakan metode tiga titik (*three-point method*) mempunyai tujuan melakukan pengukuran tanah yang diukur. Berikut gambar pengukuran dengan metode tiga titik (*three-point method*).



Gambar 3. Pengukuran tanah jenis menggunakan metode tiga titik [2]

Pada Gambar 3, pengukuran pentanahan menggunakan tiga titik. Pada Metode ini sering disebut sebagai metode *fall of potential* yaitu pengukuran resistansi pentanahan tiga terminal. Pada metode ini *probe* kedua (C2) ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak sejauh D terhadap *probe* pertama (C1) yang dihubungkan dengan elektroda bumi. Sedangkan *probe* ketiga (P2) ditempatkan di jarak sejauh 62% dari D. Sebagai contoh jika jarak antara *probe* pertama dan kedua adalah 10 m, maka *probe* ketiga berjarak 6,2 m dari *probe* pertama. Sebagai catatan penting bahwa seluruh *probe* disarankan dalam keadaan satu garis lurus. Pada pengukuran dengan menggunakan metode ini dapat melakukan pengukuran nilai resistansi tanah dan nilai tegangan tanah atau *earth voltage*. Pada pelaksanaannya pengukuran ini dapat dilakukan berulang kali dengan *probe* pertama dihubungkan dengan *probe* kedua. Jika dimungkinkan *probe* kedua dan ketiga posisinya dapat diubah ubah-ubah berdasarkan jaraknya untuk mendapatkan nilai resistansi terbaik. Untuk mendapatkan nilai resistansi terbaik setiap kondisi tanah mempunyai nilai resistansi masing-masing. Yang perlu dilakukan adalah memperbaiki nilai resistansi jika dirasa mendapatkan nilai resistansi yang jelek. Untuk memperbaiki nilai resistansi juga harus sesuai dengan teori yang ada. Secara prinsip metoda tiga titik (*three-point method*) mempunyai tujuan untuk mengukur tahanan pentanahan. Gambar 4 menunjukkan skema sistem pengukuran yang dilakukan untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan pada kondisi dilapangan.

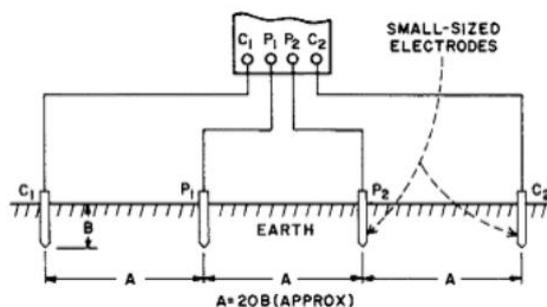


Gambar. 4 Skema pengukuran pentanahan [14]

Pada Gambar 4 skema pengukuran tahanan dilakukan penanaman elektroda dan tambahan elektroda bantu. Jarak antara masing-masing elektroda minimal 5 meter dan maksimal 10 meter. Selanjutnya lihat pada penggunaan alat ukurnya, nilai indikator pada *range switch ke earth voltage* nilainya 10 volt atau kurang. *check* kabel penghubung atau penjepit pada elektroda utama dan elektroda bantu, *setting* pada alat ukurnya dengan ke *range switch* ke 2000 ohm. Langkah selanjutnya melakukan pengukuran pentanahan dengan mensetting *range switch* ke posisi yang diinginkan dan tekan tombol *press to test* selama 1-3 detik. Terakhir mencatat nilai ukur tahanan yang muncul pada alat ukur tersebut. Pengukuran ini bisa dilakukan dengan kondisi tanah yang berbeda.

B. Metode empat titik (four electrode methode)

Metode empat titik ini menggunakan alat ukur dengan empat terminal atau *probe* yang ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak yang seragam, satu dengan lainnya. Keempat *probe* tersebut selanjutnya dihubungkan dengan kabel ke alat ukur. Alat ukur (*earth resistance tester*) yang digunakan disarankan menggunakan alat ukur digital. Maksud menggunakan alat ukur digital supaya lebih mudah dalam pembacaan dalam melakukan pengukuran. Kalau menggunakan alat ukur yang sifatnya analog dikhawatirkan keliru dalam pembacaan hasil pengukuran. Berikut gambar pengukuran dengan metode empat titik. Gambar 5 menunjukkan A adalah kedalaman penancapan probe (cm) dan B adalah jarak probe antar probe (cm).



Gambar 5. Pengukuran tanah jenis menggunakan metode empat titik [2][15]

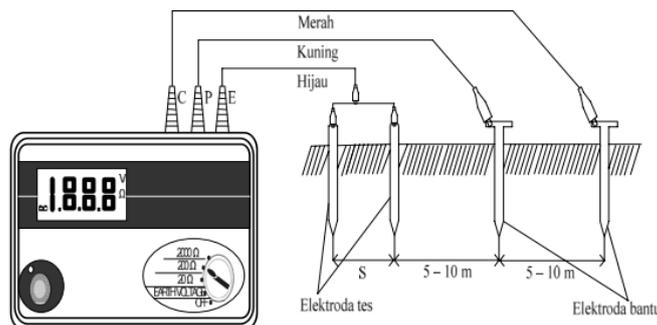
Pada Gambar 5 metode empat titik ini jarak antar *probe* nilainya sebesar 20 kali dari kedalaman penancapannya. Misalkan *probe* ditancapkan dengan kedalaman 35 cm, maka jarak antar *probenya* sebesar 35 x 20 cm = 700 cm atau sebesar 7 m. Jadi jarak antar probe pada penelitian ini menggunakan 7 meter. Untuk nilai resistansi pentanahannya dapat dihitung melalui Persamaan 1 [15].

$$\rho = 2\pi AR \tag{1}$$

Dimana ρ adalah resistansi pentanahan (Ω cm). A adalah jarak antar probe (cm). R adalah nilai resistansi yang terbaca dari alat ukur (Ω).

Dari Persamaan 1 jika kita ingin mencari nilai resistansi pentanahan maka harus menentukan jarak antar probe yang tertanam didalam tanah. Melihat nilai resistansi yang terbaca pada alat ukur (*earth resistance tester*). Setelah sudah dilakukan selanjutnya memasukkan angka tersebut ke dalam rumus tersebut untuk mendapatkan nilai resistansi pentanahan. Penentuan jarak antar probe bisa dilakukan

dengan mencoba dari jarak terpendek sampai pada penentuan jarak yang dianggap panjang. Pada kondisi tanah mempunyai nilai tahanan yang berbeda-beda. Penentuan menambah jarak antar probe dianggap sebagai salah satu solusi untuk mencari nilai resistansi yang didapatkan. Pada metode ini menggunakan empat *probe* elektroda dapat diatur kedalaman masing-masing *probe* elektrodanya. Dengan ditanamnya *probe* elektroda yang makin dalam, maka makin banyak pengaruh material tanah yang terlingkupi dalam pengukuran sehingga dapat juga mempengaruhi hasil pengukuran tahanan jenis tanah. Kondisi tanah yang diamati pada penelitian ini adalah kondisi tanah berair atau tanah liat, tanah kering, tanah berbatu, tanah pasir dan tanah berbatu. Konfigurasi dengan metode wenner ini pada kondisi tanah kering atau berbatu dianggap tidak baik, sehingga membutuhkan waktu yang relatif lama untuk mengetahui kontak tahanan dengan elektroda yang ditancapkan didalam tanah. Gambar 6 adalah skema sistem pengukuran yang dilakukan untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan pada kondisi dilapangan.



Gambar. 6 Skema pengukuran pentanahan dengan elektroda ganda [14]

Pada Gambar 6 pengukuran tahanan dengan elektroda ganda, menancapkan elektroda utama 2 (dua) dan menancapkan elektroda bantu 2 (dua). Pada pengukuran tahanan dengan elektroda ganda menggunakan 2 (dua) cara yaitu elektroda utama ($L < \text{jarak antar elektroda utama } (S)$) dan panjang elektroda utama ($L > \text{jarak antar elektroda utama } (S)$). Jarak antara elektroda dipasang 7 meter. Dalam ketentuan jarak antar elektroda dapat dipasang antara jarak 5 sampai dengan 10 meter. Selanjutnya secara teknis untuk pelaksanaan pengukuran pentanahan dengan alat ukur (*earth tester*) ini relatif sama dengan pengukuran pentanahan dengan elektroda tunggal. Perbedaannya pada penentuan jarak antar elektroda utama ($L < (S)$).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Setelah pengukuran selesai dilakukan dengan mencatat data hasil pengukuran pentanahan pada kondisi tanah berbeda. Berikut data hasil pengukuran dengan metode tiga titik (*three-point methode*) dan metode empat titik (*four electrode methode*). Kedalaman elektroda yang ditanam didalam tanah bervariasi dari 0,3 meter, 0,4 meter, 0,5 meter, 0,6 meter dan 0,7 meter. Pemilihan kedalaman elektroda yang ditanam pada angka tersebut dengan pertimbangan bahwa pada kondisi dilapangan kedalaman batang elektroda yang ditanam berpengaruh terhadap nilai resistansi tanah. Karena penelitian ini bersifat eksperimental maka tingkat kedalaman batang elektroda perlu dilakukan. Selanjutnya tinggal melihat hasil pengukuran yang telah dilakukan. Berikut hasil pengukuran tahanan pentanahan dengan menggunakan metode tiga titik dan metode empat titik.

TABEL 1
 HASIL PENGUKURAN TAHANAN PENTANAHAN DENGAN METODE TIGA TITIK

Kondisi Tanah	Jarak Elektroda (m)	Tahanan (ohm)				
		0,3 m	0,4 m	0,5 m	0,6 m	0,7 m
Tanah berair / Tanah liat	7	70	51	30	26	19
Tanah kering	7	1342	834	623	434	322
Tanah berbatu	7	1356	775	532	356	345
Tanah pasir	7	1221	645	534	412	323
Tanah Rawa	7	3,24	2,2	1,8	1,5	1,1

Tabel 1 menunjukkan bahwa pengukuran yang telah dilakukan dengan jarak elektroda bantu 7 meter.

Untuk elektroda tunggal yang ditanam didalam tanah memiliki kedalaman yang bervariasi dari mulai 0,3 meter , 0,4 meter, 0,5 meter, 0,6 meter sampai dengan 0,7 meter.

TABEL 2
 HASIL PENGUKURAN TAHANAN DENGAN METODE EMPAT TITIK POSISI $S > L$ DITANCANPKAN KE DALAM TANAH

Kondisi Tanah	S (m)	JEB (m)	Tahanan (ohm)				
			0,3 m	0,4 m	0,5 m	0,6 m	0,7m
Tanah berair /Tanah liat	0,2	7	30,3	25,5	19,4	14,5	8,6
Tanah kering	0,2	7	623	423	312	242	165
Tanah berbatu	0,2	7	522	324	265	201,2	150,2
Tanah pasir	0,2	7	545,2	423,3	365,4	221,2	145,4
Tanah Rawa	0,2	7	1,59	1,30	1,2	0,75	0,74

Tabel 2 menunjukkan bahwa pengukuran yang telah dilakukan menggunakan elektroda ganda dengan $S > L$ dan posisinya ditancapkan ke dalam tanah. Elektroda tunggal yang ditanam didalam tanah memiliki kedalaman yang bervariasi dari mulai 0,3 meter , 0,4 meter, 0,5 meter, 0,6 meter sampai dengan 0,7 meter.

TABEL 3
 HASIL PENGUKURAN TAHANAN DENGAN METODE EMPAT TITIK POSISI $S < L$ DITANCAPKAN KE DALAM TANAH

Kondisi Tanah	S (m)	JEB (m)	Tahanan (ohm)				
			0,3 m	0,4 m	0,5 m	0,6 m	0,7m
Tanah berair /Tanah liat	0,8	7	44,3	26,5	20,1	14,7	8,8
Tanah kering	0,8	7	609	422	316	223	145
Tanah berbatu	0,8	7	554	423	309	212	198
Tanah pasir	0,8	7	564,2	442,2	313,3	217,4	186,5
Tanah Rawa	0,8	7	2,2	1,45	1,1	0,75	0,55

Tabel 3 menunjukkan bahwa pengukuran yang telah dilakukan menggunakan elektroda ganda dengan pengaturan $S < L$ dan posisinya ditancapkan ke dalam tanah. Elektroda tunggal yang ditanam didalam tanah memiliki kedalaman yang bervariasi dari mulai 0,3 meter , 0,4 meter, 0,5 meter, 0,6 meter sampai dengan 0,7 meter.

B. Pembahasan

Struktur dan karakteristik tanah merupakan faktor yang paling menentukan nilai tahanan atau resistansi. Penelitian terkait Impedansi tahanan elektroda batang tunggal dalam beton rangka baja terhadap injeksi arus balok-balik [16]. Seperti diketahui pada penelitian ini mengukur tahanan pentanahan pada kondisi tanah berbeda, yaitu tanah berair atau tanah liat, tanah kering, tanah berbatu, tanah pasir dan tanah rawa. Pada setiap kondisi tanah juga mempunyai beberapa faktor yang mempengaruhi dalam nilai tahanan tanahnya. Beberapa yang mempengaruhi antara lain temperatur, kelembaban, dan pengaruh kondisi tanah ada tidaknya kandungan kimiawi dalam tanah tersebut. Pada pengukuran dilapangan terkait kondisi tanah yang relatif sama, seperti tanah berair atau tanah liat dan tanah rawa semakin dalam pada penancapan elektroda yang tertanam didalam tanah, tahanan tanah dan tahanan jenis tanah akan semakin menurun. Kondisi tanah berair atau tanah liat dan tanah rawa memiliki jenis tahanan yang lebih baik dibanding lainnya, seperti tanah kering, tanah berbatu dan tanah pasir. Kondisi tanah yang mempunyai air yang cukup berpengaruh terhadap konduktifitas dan mempunyai jenis tahanan atau resistansi yang relatif kecil.

Secara teori bahwa tahanan tanah berbanding lurus dengan tahanan jenis dan berbanding terbalik dengan kedalaman pada penancapan atau penanaman elektroda yang ada didalam tanah. Pada kondisi dilapangan semakin dalam elektroda yang ditanamkan didalam tanah, maka nilai tahanan pentanahan akan semakin turun atau rendah. Ini terjadi pada kondisi tanah berair, tanah rawa dan tanah berbatu. Penambahan elektroda pada saat melakukan pengukuran juga dapat mengurangi nilai tahanan, tentunya dengan menambahkan antar jarak pada elektroda yang ditancapkan di dalam tanah. Pada kondisi pengukuran tahanan dengan elektroda ganda dengan $S > L$ nilai tahanan semakin menurun, jika adanya penambahan jarak antar elektroda pada saat melakukan pengukuran. Pengukuran ini dilakukan berulang dari jarak terdekat sampai pada jarak terjauh. Pada kondisi pengukuran tahanan dengan elektroda ganda dengan $S < L$, nilai tahanan relatif mengalami penurunan jika kedalaman elektroda ditanam semakin dalam atau dapat dilakukan penanaman elektroda 2 (dua) kali lipat dari kedalaman sebelumnya. Ini

terjadi pada kondisi tanah berair, tanah berbatu dan tanah rawa.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pengukuran pentanahan baik pengukuran elektroda tunggal ataupun ganda, nilai tahanan atau resistansi akan semakin turun, jika elektroda ditanam pada keadaan atau kondisi elektroda ditanam semakin dalam dari permukaan tanah. Penambahan batang elektroda pada saat melakukan pengukuran pentanahan akan menjadikan nilai tahanan atau resistansi semakin turun nilainya. Penambahan batang elektroda yang ditanam pada permukaan tanah harus mempunyai jarak antar elektroda, adapun jarak yang dapat dijadikan sebesar 5 sampai 10 meter antar elektroda. Nilai tahanan atau *grounding* terbaik dari kondisi tanah berbeda (tanah berair atau tanah liat, tanah kering, tanah berbatu, tanah pasir dan ranah rawa) seperti pada pengukuran yang telah dilakukan adalah tanah rawa, selanjutnya baru tanah berair atau tanah liat dan tanah berbatu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Electrical, Kyoritsu Instruments Works, "Instruction Manual Digital Earth Resistance Tester KEW 4105A," pp. 1–24.
- [2] R. F. Christianti, A. H. Saptadi, and M. Eng, "Panduan Praktikum Pengukuran Besaran Elektrik," Purwokerto, 2019.
- [3] F. A. Zahra, "Analisis Sistem Penangkal Petir pada BTS (base transceiver station) (suatu studi pada BTS X - Ciampea Dramaga Bogor)," Universitas Negeri Jakarta, 2015.
- [4] D. Darwanto, Sistem Proteksi Petir dan Sistem Penangkal Petir. PT. Tritech Consult, 1995.
- [5] Sudaryanto., "Analisis Perbandingan Nilai Tahanan Pembumian Pada Tanah Basah, Tanah Berpasir dan Tanah Ladang," J. Electr. Technol., vol. 1, no. 1, p. 1, 2016.
- [6] I. Gunawan, Dasar Perencanaan Instalasi Penangkal Petir. Jakarta: Jurusan Elektro FTUI, 2003.
- [7] Z. Lubis, S. Aryza, and S. Annisa, "Metode Terbaru Perancangan Proteksi Petir Eksternal Pada Pembangkit Listrik," J. Electr. Technol., vol. 1099, pp. 26–34, 2019.
- [8] M. Saini, A. M. S. Yunus, and A. Pangkung, "Pengembangan Sistem Penangkal Petir dan Pentanahan Elektroda Rod dan Plat," INTEK J. Penelit., vol. 3, no. 2, p. 66, 2016.
- [9] A. Ponadi, "Analisis perbandingan nilai tahanan pentanahan menggunakan elektroda batang (rod) jenis crom tembaga, alluminium, besi, degan media tanah pasir lumpur dan tanah liat," J. Ilm. Mustek Anim, vol. 3, no. 2, pp. 166–185, 2014.
- [10] N. Yuniarti, "Evaluasi Sistem Penangkal Petir Eksternal Di Gedung Rektorat Universitas Negeri Yogyakarta," Eval. Sist. Penangkal Petir Eksternal Di Gedung Rektorat Univ. Negeri Yogyakarta, vol. 1, no. 2, pp. 187–195, 2017.
- [11] Z. Abidin, "Karakteristik Batang Pentanahan Sistem Arang-Garam (Sigarang) Sebagai Upaya Perbaikan Sistem Pentanahan," J. ECOTIPE, vol. 4, no. 1, pp. 12–16, 2017.
- [12] T. J. Tanah, P. Dan, A. I. R. Laut, D. I. Pulau, A. Dengan, and V. Salamena, "Pengaruh Kedalaman Elektroda Terhadap Pengukuran Tahanan Jenis Tanah Pasir dan Air Laut dipulau ambon dengan konfigurasi Wenner Alfa," SIMETRIK, vol. 8, no. 1, pp. 93–100, 2018.
- [13] E. Yuniarti, D. Hermanto, and P. Ahmadi, "Penggunaan Gypsum dan Magnesium Sulfat sebagai upaya menurunkan Nilai Resistansi Pentanahan," Surya Energy, vol. 2, no. 1, pp. 140–148, 2017.
- [14] A. Syakur, Abdul, Juningtyastuti, Dermawan, "Comparative Analysis of Grounding Resistance Value in Solid and Septictank," Teknik, no. 1, pp. 6–8, 2008.
- [15] IEEE Power and Energy Society, IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Grounding System - Redline, vol. 2012, no. December. 2012.
- [16] A. Solichan and R. Haryanto, "Analisa Impedansi Pengetanahan Elektroda Batang Tunggal Dalam Beton Rangka Baja Terhadap Injeksi Arus Bolak Balik," Media Elektr. - Unimus, vol. 3, no. 1, 2010.