

PROTEKSI HUBUNG SINGKAT INSTALASI LISTRIK RUMAH TANGGA MENGGUNAKAN PARALEL ELEKTRODA BATANG

Hinggar Trusthi Nugroho¹, Agung Trihasto², Sapto Nisworo³

Teknik Eleko, Universitas Tidar

¹hinggartn@gmail.com, ²agungtrihasto@gmail.com, ³saptonisworo@untidar.ac.id

ABSTRAK

Proteksi hubung singkat merupakan pengamanan peralatan dari hubungan listrik yang terhubung dengan tahanan listrik yang mendekati 0Ω . Hubung singkat dapat mengakibatkan aliran listrik sangat besar sehingga dapat menyebabkan ledakan dan juga kebakaran. Proteksi hubung singkat menggunakan metode paralel elektroda menggunakan sistem grounding atau pentanahan. Sistem pentanahan merupakan proteksi lapis ketiga, proteksi pertama yaitu sekering, yang kedua yaitu MCB dan yang ketiga yaitu *grounding* atau pentanahan. Sistem pentanahan ini berfungsi ketika dua pengamanan sebelumnya tidak berfungsi dengan baik. *Grounding* atau pentanahan kaitanya sangat erat untuk mengamankan peralatan kelistrikan pada rumah tangga misalnya pompa air, kulkas, mesin cuci, seterika, dan komputer. Menurut PUIL 2000 tahanan pentanahan yang baik yaitu nilai tahanan pentanahan tidak boleh lebih dari 5Ω . Tanah memiliki struktur yang berbeda beda, pada penelitian ini menggunakan jenis tanah liat berlumpur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai tahanan pentanahan yang sesuai untuk menyalurkan arus hubung singkat. Setelah dilakukan penelitian untuk mendapatkan tahanan pentanahan $\leq 5\Omega$ dibutuhkan setidaknya empat elektroda batang yang di rangkai paralel.

Kata kunci: hubung singkat, grounding, tahanan pentanahan, PUIL 2000, tanah liat berlumpur

ABSTRACT

Short circuit protection is the security of equipment from an electrical connection that is connected to an electrical resistance that is close to 0Ω . A short circuit can result in a very large electric current which can cause an explosion as well as a fire. Short circuit protection using the parallel electrode method using a grounding system. The grounding system is the third layer of protection, the first is the fuse, the second is the MCB and the third is grounding. This grounding system works when the previous two safeguards are not functioning properly. Grounding is closely related to securing household electrical equipment, such as water pumps, refrigerators, washing machines, irons, and computers. According to PUIL 2000, a good grounding resistance is the value of grounding resistance not more than 5Ω . Soil has a different structure, in this study using a type of muddy clay. This study aims to determine the value of grounding resistance which is suitable for channeling short circuit currents. After the research is carried out to get an earth resistance $\leq 5\Omega$, it takes at least four rod electrodes connected in parallel.

Keyword: short circuit, grounding, grounding resistance, PUIL 2000, muddy clay

PENDAHULUAN

Hubung singkat merupakan penyebab kebakaran yang paling umum yang terjadi di Indonesia. Pada instalasi listrik rumah tangga menggunakan tiga sistem pengamanan yang pertama adalah sekering, yang kedua yaitu MCB dan yang ke tiga merupakan grounding atau pentanahan. Sekering adalah suatu sistem perlindungan yang paling utama dan sederhana, sekering memanfaatkan panas dari arus lebih yang mengalir untuk memutus

rangkaian listrik[1]. Pengaman pada instalasi kelistrikan lapis kedua yaitu *mini circuit breaker* (MCB) yang digunakan untuk mengamankan instalasi listrik dari gangguan arus lebih karena memiliki cara kerja elektromagnetik dan bimetal[2]. Pengaman lapis ketiga yaitu *grounding* atau pentanahan pengamanan ini berfungsi bila 2 pengamanan sebelumnya tidak bekerja secara maksimal, pengamanan ini mengamankan peralatan kelistrikan dari hubung singkat dengan cara menyalurkan arus hubung singkat langsung

ke tanah[3]. Gangguan hubung singkat dapat berakibat kerusakan pada peralatan elektronik dan dapat membahayakan keselamatan manusia[4]. Dalam penelitian ini menggunakan asumsi jika proteksi sekering dan MCB tidak bekerja maka menggunakan metode paralel *grounding*. Sistem *grounding* paralel menjadi tindakan alternatif bila sistem single masih mendapatkan hasil yang kurang baik (diatas 5 Ohm)[5].

METODE

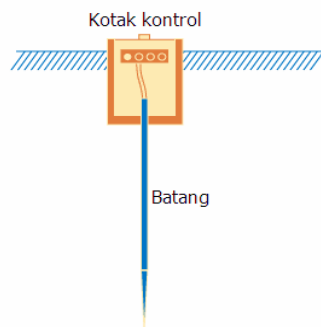
Dalam penelitian ini menggunakan metode perhitungan arus hubung singkat. Lokasi pada penelitian ini adalah lokasi dengan jenis tanah liat berlumpur dengan tahanan jenis tanah 38.58 Ω -m yang perlu di turunkan agar tahanan pentanahan $\leq 5\Omega$ sesuai pada PUIL 2000.

1. Arus Hubung Singkat

Arus hubung singkat terjadi ketika fasa dan netral terhubung dengan resistansi yang rendah. Jika R diasumsikan 0,01 Ω maka besar arus menjadi $I = 220/0,01 = 22000A$ atau 22kA.

2. Elektroda Batang

Elektroda batang merupakan elektroda dari pipa atau besi baja profil yang di tancapkan ke dalam tanah. Dalam penelitian ini elektroda batang di tancapkan ke tanah. Pada penelitian ini menggunakan pipa baja profil berdiameter 0,045m sepanjang 3,50m. Elektroda batang dapat di tunjukan seperti gambar 1 berikut:



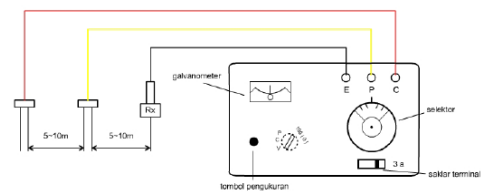
Gambar 1. Elektroda Batang

3. Pengukuran Menggunakan Metode 3 Kutub

Langkah awal yang harus di lakukan yaitu dengan memposisikan saklar terminal pada 3a, selanjutnya :

1. Melakukan cek tegangan baterai ! (Range saklar: BATT, kemudian mengaktifkana saklar / ON). Jarum harus dalam range BATT.
2. Melakukan cek tegangan pentanahan (Range saklar: ~ V, kemudian mematikan saklar / OFF).
3. Melakukan cek tanah pentanahan bantu (Range saklar : C & P, kemudian mematikan saklar / OFF). Jarum harus dalam range P/C (Untuk lebih baik posisi jarum berada saklar 0).
4. Mengukur tahanan pentanahan (Range saklar : $x\Omega$ ke $x100\Omega$) dengan menekan tombol pengukuran dan memutar selektor, sehingga didapatkan jarum pada galvanometer seimbang / menunjuk angka nol. hasil pengukuran adalah angka yang ditunjukkan pada selektor dikalikan dengan posisi range saklar ($x1\Omega$) atau ($x100\Omega$).

Pengukuran menggunakan metode 3 elektroda di tunjukan gambar 2 berikut:



Gambar 2. Pengukuran Metoda 3 Kutub

4. Elektroda Bantu

Elektroda bantu merupakan elektroda yang digunakan untuk membantu dalam pengukuran, elektroda ini di tanam ke tanah namun tidak sedalam elektroda utama. Elektroda bantu di tanam sejauh 5-10m dari elektroda utama.

5. Paralel Elektroda

Metode ini digunakan bila elektroda yang di gunakan tidak bisa mendapatkan tahanan pentanahan yang diinginkan. Dengan cara ini elektroda di hubungkan secara paralel untuk mendapatkan nilai tahanan pentanahan yang sesuai. Banyak elektroda batang yang digunakan tergantung pada kedalaman dan tahanan jenis tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan percobaan pengukuran tahanan pentanahan didapatkan hasil seperti pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan

No.	Kedalaman Elektroda (m)	Nilai Pengukuran Tahanan Pentanahan (Ω)			
		I	II	III	Rata-rata
1	1,75	1,72	17,5	17,9	17,53
2	2,00	15,5	16,1	16,0	15,86
3	2,25	14,7	14,6	14,9	14,73
4	2,50	13,3	13,9	14,0	13,73
5	2,75	12,9	13,1	13,3	13,10
6	3,00	12,6	12,8	12,9	12,76
7	3,25	12,3	12,4	12,6	12,43
8	3,50	12,0	12,0	12,1	12,00

Analisis:

Dari percobaan sebanyak 8 kali pada percobaan pengukuran tahanan pentanahan maka di hasil sesuai pada tabel 1. Dari tabel 1 dapat di hitung menggunakan metode paralel elektroda batang seperti berikut ini:

Jika menggunakan dua elektroda batang berdiameter 0,045m yang di tanam pada kedalaman 1,75m dan 2m, maka di tunjukan persamaan 1 berikut:

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} \dots \dots \dots (1)$$

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{17,53} + \frac{1}{15,86}}$$

$$R_{total} = 8,32\Omega$$

Jika menggunakan tiga elektroda batang berdiameter 0,045m yang di tanam pada kedalaman 1,75m, 2m dan 2,25m, maka di tunjukan persamaan 2 berikut:

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} \dots \dots \dots (2)$$

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{17,53} + \frac{1}{15,86} + \frac{1}{14,73}}$$

$$R_{total} = 5,31\Omega$$

Jika menggunakan empat elektroda batang berdiameter 0,045m yang di tanam pada kedalaman 1,75m, 2m, 2,25m dan 2,50m, maka di tunjukan persamaan 3 berikut:

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} \dots \dots \dots (3)$$

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{17,53} + \frac{1}{15,86} + \frac{1}{14,73} + \frac{1}{13,73}}$$

$$R_{total} = 3,86\Omega$$

Jika menggunakan lima elektroda batang berdiameter 0,045m yang di tanam pada kedalaman 1,75m, 2m, 2,25m, 2,50m dan 2,75m, maka di tunjukan persamaan 4 berikut:

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}} \dots \dots \dots (4)$$

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{17,53} + \frac{1}{15,86} + \frac{1}{14,73} + \frac{1}{13,73} + \frac{1}{13,10}}$$

$$R_{total} = 2,96\Omega$$

Jika menggunakan enam elektroda batang berdiameter 0,045m yang di tanam pada kedalaman 1,75m, 2m, 2,25m, 2,50m, 2,75m dan 3,00m, maka di tunjukan persamaan 5 berikut:

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6}} \dots \dots \dots (5)$$

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{17,53} + \frac{1}{15,86} + \frac{1}{14,73} + \frac{1}{13,73} + \frac{1}{13,10} + \frac{1}{12,75}}$$

$$R_{total} = 2,4 \Omega$$

Jika menggunakan tujuh elektroda batang berdiameter 0,045m yang di tanam pada kedalaman 1,75m, 2m, 2,25m, 2,50m, 2,75m, 3,00m dan 3,25m, maka di tunjukan persamaan 6 berikut:

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_7}} \dots \dots \dots (6)$$

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{17,53} + \frac{1}{15,86} + \frac{1}{14,73} + \frac{1}{13,73} + \frac{1}{13,10} + \frac{1}{12,75} + \frac{1}{12,43}}$$

$$R_{total} = 2,0 \Omega$$

Jika menggunakan delapan elektroda batang berdiameter 0,045m yang di tanam pada kedalaman 1,75m, 2m, 2,25m, 2,50m, 2,75m, 3,00m, 3,25m, dan 3,50m, maka di tunjukan persamaan 7 berikut:

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_7} + \frac{1}{R_8}} \dots \dots \dots (7)$$

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{17,53} + \frac{1}{15,86} + \frac{1}{14,73} + \frac{1}{13,73} + \frac{1}{13,10} + \frac{1}{12,75} + \frac{1}{12,43} + \frac{1}{12}}$$

$$R_{total} = 1,73 \Omega$$

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat di simpulkan bahwa pada untuk mendapatkan tahanan pentanahan yang nilainya $\leq 5\Omega$ sesuai PUIL 2000 Pasal 3.13.2.10 maka perlu metode tertentu, dalam penelitian ini menggunakan metode paralel elektroda batang karena jika dua paralel elektroda batang maka nilai tahanan pentanahannya $8,32\Omega$. Jika menggunakan tiga paralel elektroda maka nilai tahanan pentanahannya $5,31\Omega$. Jika menggunakan empat paralel elektroda maka nilai tahanan pentanahannya $3,86\Omega$. Jika menggunakan lima paralel elektroda maka nilai tahanan pentanahannya $2,96\Omega$. Jika menggunakan enam paralel elektroda maka nilai tahanan pentanahannya $2,4\Omega$. Jika menggunakan tujuh paralel elektroda maka nilai tahanan pentanahannya $2,0\Omega$. Jika menggunakan delapan paralel elektroda maka nilai tahanan pentanahannya $1,73\Omega$. Dari penelitian tersebut maka semakin banyak elektroda yang di rangkai secara paralel maka tahanan pentanahan semakin turun, untuk mendapatkan tahanan pentanahan sebesar $\leq 5\Omega$ dibutuhkan setidaknya empat elektroda batang yang di rangkai secara paralel. Semakin kecil tahanan pentanahan akan semakin baik untuk menyalurkan arus hubung singkat ke tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Daud, Aceng, "Rancang Bangun Modul Proteksi Arus Beban Lebih Dan Hubung Singkat", *Jurnal Teknik Energi Volume 9 Nomor 1 November 2019 ISSN: 2089-2527*.
- [2] Wijaya, I Ketut, "Penggunaan Dan Pemilihan Pengaman Mini Circuit Breaker (Mcb) Secara Tepat Menyebabkan Bangunan Lebih Aman Dari Kebakaran Akibat Listrik" *Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Udayana Vol. 6 No. 2 Juli – Desember 2007*.
- [3] Hermansyah, "Evaluasi Kehandalan Sistem Grounding Pada Instalasi Listrik Rumah Tinggal Di Kabupaten Bantaeng," *Jurnal Ilmiah d'Computare Volume 9 Edisi Juli 2019*.
- [4] P, Lucky Dedy,dkk, "Studi Pemanfaatan Arang Tempurung Kelapa Untuk Perbaikan Resistansi Pembumian Jenis Elektroda Batang," *Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, 2013*.
- [5] Aditya, Lukan, "Analisa Kegagalan Sistem Grounding & Penangkal Petir Pada Apartemen Pancoran Riverside," *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna Vol. 6 No.1 Oktober 2017*.
- [6] Budiman, Achmad, "Pengaruh Resistansi Pembumian Terhadap Prakiraan Jangka Pendek Biaya Instalasi Sistem Pembumian Peralatan Pada Gedung Laboratorium Teknik Universitas Borneo Tarakan," *Jurnal Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan 2017*.