

Pengaruh Nilai Tahanan Pentanahan Terhadap Durasi Respon ELCB (*Earth Leakage Circuit Breaker*)

Yuvelia Priyanka Manalor¹, Gunadi Tjahjono², Frans F.G. Ray³
^{1,2,3}Prodi Pendidikan Teknik Elektro, FKIP, Universitas. Nusa Cendana
 Jl. Adisucipto, Penfui, Kupang.
 ayumanalor2000@gmail.com

ABSTRACT- *this study aims to determine [1] what is the average value of grounding resistance in a TN (Terra Neutral) grounding electrical installation [2] what is the average value of the leakage (interference) current passing through the ELCB in a TN (Terra Neutral) grounding electrical installation [3] what is the average duration ELCB response time on a TN (Terra Neutral) grounding electrical installation [4] the effect of the value of grounding resistance on the duration of ELCB response time. The research method used in this study is a quantitative research method. Quantitative research methods can be interpreted as research methods based on the philosophy of positivism, used to examine certain populations or samples. The results showed that: [1] The average value of the grounding resistance needed to see the ELCB response was 1509,4 [Ω] [2] The average fault current needed to see the ELCB response is 15,67 [mA] [3] The average duration of the response time needed to see the ELCB response when a fault current occurs is 1,01 [ms] [4] There is a very significant influence between the value of grounding resistance on the duration of the ELCB response seen from the measurement results and the results of simple regression calculations, it is obtained that $t_{count} > t_{table}$ ($11.006 > 2.763$).*

Keywords: *Fault Current, Response Duration Of The Earth Leakage Circuit Breaker, Value Of Ground Resistance*

ABSTRAK- Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui [1] berapa besar rerata nilai tahanan pentanahan pada instalasi listrik grounding jenis TN (Terra Neutral) [2] berapa besar rerata nilai arus bocor (gangguan) yang melewati ELCB pada instalasi listrik grounding jenis TN (Terra Neutral) [3] berapa rerata durasi waktu respons ELCB pada instalasi listrik grounding jenis TN (Terra Neutral) [4] pengaruh nilai tahanan pentanahan terhadap durasi waktu respons ELCB. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa [1] Rerata nilai tahanan pentanahan yang dibutuhkan untuk melihat respon ELCB adalah sebesar 1509,4 [Ω] [2] Rerata arus gangguan yang dibutuhkan untuk melihat respon ELCB adalah sebesar 15,67 [mA] [3] Rerata durasi waktu respon yang dibutuhkan untuk melihat respon ELCB saat terjadi arus gangguan sebesar 1,01 [ms] [4] Terdapat pengaruh yang sangat signifikan antara nilai tahanan pentanahan terhadap durasi respon ELCB dilihat dari hasil pengukuran dan hasil perhitungan regresi sederhana didapat nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ ($11,006 > 2,763$).

Kata Kunci: *Arus Gangguan, Durasi Respon Earth Leakage Circuit Breaker, Nilai Tahanan Tanah*

I. PENDAHULUAN.

Perkembangan teknologi saat ini sangat pesat dan saling bersaing satu dengan yang lainnya. Baik dalam pengembangan sistem distribusi tenaga listrik, peralatan-peralatan elektronika atau peralatan pendukung manusia baik untuk bidang industri maupun rumah tangga. Sehingga untuk sistem instalasi listrik bangunan khususnya pada rumah tinggal diperlukan analisa yang kuat supaya sistem penginstalasian tersebut mampu bekerja dengan efektif serta mampu mengatasi gangguan-gangguan yang terjadi dalam proses penyaluran pendistribusian tenaga listrik.

Gangguan-gangguan yang terjadi biasanya diakibatkan oleh terjadinya hubung singkat dan gangguan ke tanah, atau sambaran petir. Gangguan-gangguan tersebut akan mengakibatkan penurunan tegangan atau kenaikan tegangan sehingga mengakibatkan penurunan stabilitas sistem yang dapat membahayakan jiwa orang serta dapat merusak peralatan elektronik.

Sistem instalasi listrik harus dilengkapi dengan sistem pentanahan dan menghubungkan bagian luar pelindung peralatan listrik yang terbuat dari material konduktor yang dapat dilalui arus, dengan sistem

pentanahan untuk mengurangi risiko besarnya arus bocor listrik yang mengalir ke dalam tubuh manusia dan juga untuk pengaman peralatan-peralatan listrik. Sistem pentanahan yang kurang baik dapat mengakibatkan arus bocor tidak dapat disalurkan secara maksimal kembali ke bumi. Semakin kecil nilai tahanan pentanahan maka semakin baik sistem pentanahannya. Pada kondisi tanah tertentu, nilai tahanan pentanahan juga dipengaruhi oleh kedalaman penanaman elektroda. Sehingga sistem pentanahan yang baik sangatlah penting.

Untuk mengurangi risiko besarnya arus bocor yang terus meningkat, perlu dilakukan suatu tindakan proteksi yang mengutamakan keselamatan dengan menggunakan ELCB (Earth Leakage Circuit Breaker) satu fasa yang berfungsi untuk mengamankan manusia dari bahaya yang diakibatkan tegangan sentuh.

II. LANDASAN TEORI DAN METODE

2.1. Landasan Teori

A. Sistem Pentanahan Instalasi Listrik

Instalasi listrik merupakan susunan perlengkapan-perengkapan listrik yang saling berhubungan serta terkoordinasi untuk memenuhi sejumlah tujuan tertentu. Instalasi listrik terdiri atas sistem penerangan, sistem pengoperasian, sistem pengkabelan, sistem pembumian dan sistem lain yang yang dibutuhkan. Instalasi listrik dapat berupa sebuah instalasi yang sederhana yang hanya terdiri atas satu titik dan bisa juga berupa satu instalasi listrik yang rumit dan kompleks.

Sistem pembumian/pentanahan merupakan bagian dari sebuah instalasi listrik. Sistem pentanahan (grounding system) adalah suatu perangkat instalasi yang berfungsi untuk melepaskan arus lebih atau arus gangguan ke dalam bumi salah satu melepas muatan arus petir. Tingkat kehandalan sebuah grounding ada dinilai konduktivitas logam terhadap tanah yang ditancapinya. Semakin konduktif tanah terhadap benda logam maka semakin baik.

Sistem pentanahan adalah sistem yang dirancang sedemikian rupa untuk menghubungkan bagian konduktif terbuka (BKT) dari peralatan-peralatan listrik yang dipakai dengan bumi sebagai referensi tegangan nol, pembuatan sistem pentanahan ini bertujuan untuk melindungi manusia dari bahaya arus kejutan listrik apabila menyentuh bagian konduktif terbuka yang bertegangan. Bagian konduktif ini bisa bertegangan apabila instalasi listrik mengalami kegagalan isolasi sehingga kawat fasa terhubung dengan bagian konduktif tertentu.

Syarat pengujian tahanan pentanahan adalah resistansi pembumian perlengkapan dan instalasi listrik yang diamankan lebih baik kurang dari 5 ohm. Hal ini disebabkan ketika terjadi gangguan hubung singkat, resistansi gangguan umumnya sebesar 17 ohm. Maka untuk membatasi tegangan sentuh 50 [V] resistansi pentanahan (R_{ground}) yang sebaiknya diperoleh kurang dari 5 ohm [1].

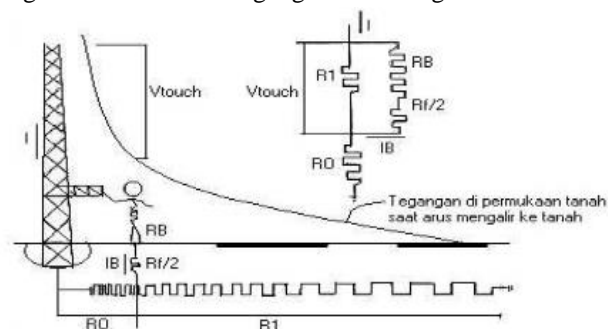
Tujuan dari sistem pentanahan pada instalasi listrik adalah sebagai berikut:

- a Mencegah terjadinya tegangan sengat listrik yang berbahaya untuk orang dalam daerah itu.
- b Untuk memungkinkan timbulnya arus tertentu baik besarnya maupun lamanya dalam keadaan gangguan tanah tanpa menimbulkan kebakaran atau ledakan pada bangunan atau isinya.
- c Mencegah kerusakan peralatan listrik/elektronik.

Sistem pentanahan terdiri dari beberapa sistem sesuai dengan cara pemasangannya. Sistem-sistem tersebut adalah sistem *TN(Terre Neutral)* yang terdiri dari *TN-C (Terre Neutral Combined)*, *TN-S (Terre Neutral Separated)*, dan *TN-CS (Terre Neutral Combined Separated)*, sistem *TT (Terre Terre)*, serta sistem *IT (Impedance Terre)*.

B. Gangguan Arus Bocor

Gangguan yang menyebabkan arus bocor pada suatu objek material konduktor dapat disebabkan oleh adanya bagian listrik aktif bertegangan terhubung ketanah.



Gambar 1 Tegangan sentuh dan rangkaian pengganti [2]

C. Sistem Proteksi

Sistem proteksi tenaga listrik merupakan sistem pengaman pada peralatan-peralatan yang terpasang pada sistem tenaga listrik, seperti generator, busbar, transformator, saluran udara tegangan tinggi, saluran kabel bawah tanah, dan lain sebagainya terhadap kondisi abnormal operasi sistem tenaga listrik tersebut.

Kegunaan sistem proteksi tenaga listrik, antara lain untuk:

- Mencegah kerusakan peralatan-peralatan pada sistem tenaga listrik akibat terjadinya gangguan atau kondisi operasi sistem yang tidak normal.
- Mengurangi kerusakan peralatan-peralatan pada sistem tenaga listrik akibat terjadinya gangguan atau kondisi operasi sistem yang tidak normal.
- Mempersempit daerah yang terganggu sehingga gangguan tidak melebar pada sistem yang lebih luas.
- Memberikan pelayanan tenaga listrik dengan keandalan dan mutu tinggi kepada konsumen.
- Mengamankan manusia dari bahaya yang ditimbulkan oleh tenaga listrik.

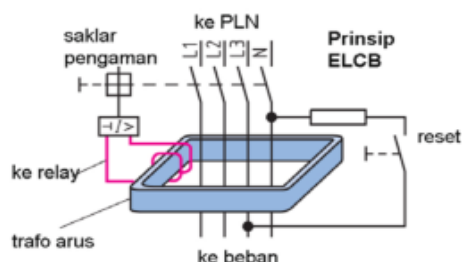
D. Pengaman Pentanahan

Tujuan utama dilakukan pentanahan peralatan listrik yang diselengkapi dengan material konduktor adalah untuk mendapatkan resistansi / impedansi yang sekecil mungkin sehingga bilamana terjadi sentuhan muatan pada peralatan tersebut akan dapat mengurangi arus bocor yang mengalir pada tubuh.

Sistem pengaman pentanahan dapat dilakukan dengan cara menggunakan sistem pentanahan TN atau sistem Pembumian Netral Pengaman (PNP) dengan resistansi pentanahan $\leq 5 [\Omega]$. Sistem TN terdiri dari tiga jenis dengan susunan penghantar netral dan penghantar proteksi untuk mengamankan bagian konduktor terbuka (BKT) adalah sebagai berikut: a. Sistem TN-S: digunakan penghantar proteksi terpisah diseluruh sistem. b. Sistem TN-C-S: dimana fungsi netral dan fungsi proteksi tergabung dalam penghantar tunggal disebagian sistem. c. Sistem TN-C: dimana fungsi netral dan fungsi proteksi tergabung dalam penghantar tunggal diseluruh sistem.

E. Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB).

Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB) adalah pengaman arus bocor yang disebabkan adanya tegangan sentuh pada saluran instalasi listrik yang mengakibatkan ELCB bekerja dan dapat memutuskan (break) beban dari sumber.

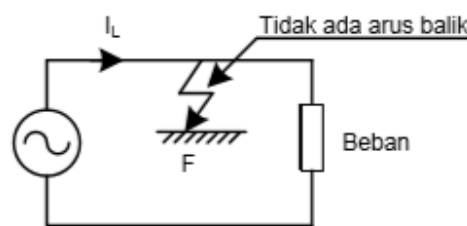


Gambar 2. Prinsip Kerja ELCB

Keterangan:

- a = Kumputan sekunder
- b = Detektor arus gangguan
- c = Mekanisme penahan
- d = Tombol uji
- N = Netral masuk
- L_1 = Fasa masuk

Prinsip kerja ELCB sistem 1 fasa adalah bila tidak ada arus bocor (ke tanah atau tubuh manusia) maka jumlah arus yang mengalir dalam kedua penghantar (N dan L_1) sama dengan nol. Sehingga trafo arus (CT) tidak mengalami induksi listrik dan trigger elektromagnet tidak aktif. Namun sebaliknya bila ada arus bocor, maka jumlah resultante arus yang mengalir pada kedua penghantar (N dan L_1) menjadi besar (lebih), sehingga arusnya tidak sama dengan nol, mengakibatkan CT terinduksi arus lebih dan relay bekerja mengaktifkan trigger, sehingga tuas ELCB ini bekerja dan memutuskan beban dari sumber. Saat terjadi gangguan pada sistem yang tidak memiliki sistem pentanahan peralatan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.9 tidaklah mudah untuk mendeteksi arus bocor I_b untuk dihilangkan.



Gambar 3 Sistem tanpa pentanahan [6]

Dari Gambar 3 tersebut dapat dilihat bahwa arus gangguan tidak akan balik menuju pada sumber dimana hanya ada arus jaringan I_L yang membesar karena resistansi/impedansi gangguan yang kecil.

Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian merupakan jawaban sementara yang dirumuskan berdasarkan kajian teori yang perlu diuji dengan metode statistik. Atau dengan kata lain hipotesis adalah dugaan sementara yang masih harus dibuktikan kebenarannya [5]. Dengan demikian yang menjadi hipotesis dalam penelitian ini adalah :

H_{α} = Terdapat pengaruh nilai tahanan pentanahan terhadap durasi respon ELCB.

2.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode

penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, teknik pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara random, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik, dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan.[4]

Sumber data di dalam penelitian merupakan faktor yang sangat penting, karena sumber data akan menyangkut kualitas dari hasil penelitian. Oleh karenanya, sumber data menjadi bahan pertimbangan dalam penentuan metode pengumpulan data [3]. Pada penelitian ini data primer diperoleh dari hasil pengukuran secara langsung dengan menggunakan instrumen-instrumen yang telah ditetapkan dalam penelitian untuk memperoleh data penelitian.

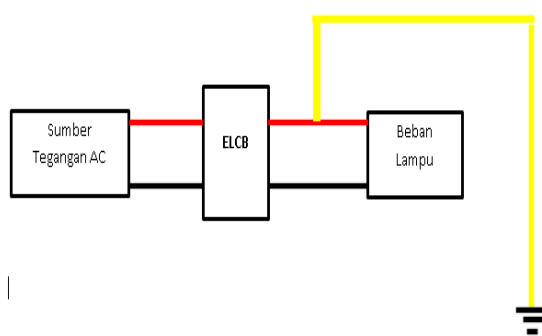
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.

A. Perancangan dan Pengukuran

Perancangan rangkaian pengaman sistem instalasi listrik menggunakan ELCB

Data yang diambil yaitu nilai tahanan pentanahan instalasi listrik grounding jenis TN (Terra Neutral), arus bocor (gangguan) yang melewati ELCB dan durasi waktu respon ELCB.

Pengukuran tahanan tanah di permukaan tanah dilakukan secara langsung dengan menggunakan alat ukur earth tester untuk mengukur nilai tahanan pentanahan, tang ampere untuk mengukur arus gangguan yang melewati ELCB dan stopwatch untuk mengukur durasi respon ELCB. Penelitian dilakukan dengan mengisi tabel pengukuran yang telah dibuat.



Gambar 4 Skema Rangkaian

Gambar menunjukkan gambar skema rangkaian sederhana pengukuran arus bocor ke tanah yang melewati elcb, dari rangkaian dengan input sumber tegangan AC akan melewati elcb, dan kemudian akan disalurkan ke beban, pada percobaan ini beban yang dipakai adalah

lampu, sebelum ke beban akan ada titik percabangan yang dihubungkan ke tanah, di titik inilah akan diukur arus bocor yang melewati elcb sebelum ke beban lampu, pengukuran arus bocor akan ditampilkan pada tabel pengukuran dalam bentuk *case summary*.

Tabel 1 pengukuran dalam bentuk *case summary* Case Summaries^a

	Resistansi	Durasi Respon
1	2200	6.5
2	1980	3.4
3	1670	1.0
4	1554	.5
5	1468	.6
6	1297	.2
7	1297	.2
8	1297	.1
9	1282	.1
10	1282	.1
11	2180	5.6
12	1967	2.0
13	1597	.9
14	1557	.7
15	1367	.6
16	1297	.2
17	1297	.2
18	1297	.1
19	1282	.1
20	1282	.1
21	2156	4.9
22	1878	.8
23	1598	.4
24	1467	.3
25	1378	.2
26	1297	.2
27	1282	.1
28	1282	.1
29	1247	.1
30	1247	.1
To N	30	30
tal Mean	1509.40	1.013
Median	1332.00	.200

Minimum	1247	.1
Maximum	2200	6.5
Std. Deviation	308.603	1.7308

a. Limited to first 100 cases.

Pada pengukuran ke-I dimulai dengan tahanan pentanahan 2200 [Ω] dan beban (lampu) 3 [w], menghasilkan arus gangguan yang melewati ELCB 10 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 6,5 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan kedua dengan tahanan pentanahan 1980 [Ω] dan beban lampu 5 [w], menghasilkan arus gangguan yang melewati ELCB 10 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 3,4 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan ketiga dengan tahanan pentanahan 1670 [Ω] dan beban lampu 7 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 10 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 1 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan keempat dengan tahanan pentanahan 1554 [Ω] dan beban (lampu) 9 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 10 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,5 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan kelima tahanan pentanahan 1468 [Ω] dan beban (lampu) 11 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 10 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,6 [ms] dan kondisi trip.

Pada pengulangan keenam dengan tahanan pentanahan 1297 [Ω] dan beban (lampu) 3 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 30 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,2 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan ketujuh dengan tahanan pentanahan 1297 [Ω] dan beban (lampu) 5 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 20 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,2 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan kedelapan dengan tahanan pentanahan 1297 [Ω] dan beban (lampu) 7 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 10 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,2 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan kesembilan dengan tahanan pentanahan 1282 [Ω] dan beban (lampu) 9 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 20 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,1 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan kesepuluh tahanan pentanahan 1282 [Ω] dan beban (lampu) 11 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 30 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,1 [ms] dan kondisi trip.

Pada pengukuran ke-II dimulai dengan tahanan pentanahan 2180 [Ω] dan beban (lampu) 3 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 10 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 5,6 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan kedua dengan tahanan pentanahan 1967 [Ω] dan beban (lampu) 5 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 10 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 2 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan ketiga dengan tahanan pentanahan 1597 [Ω] dan beban (lampu) 7 [w], arus gangguan yang

melewati ELCB 10 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,9 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan keempat dengan tahanan pentanahan 1557 [Ω] dan beban (lampu) 9 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 10 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,7 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan kelima tahanan pentanahan 1367 [Ω] dan beban (lampu) 11 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 10 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,6 [ms] dan kondisi trip.

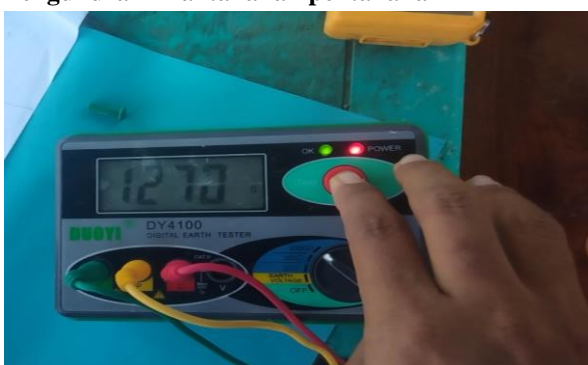
Pada pengukuran keenam dimulai dengan tahanan pentanahan 1297 [Ω] dan beban (lampu) 3 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 20 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,2 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan ketujuh dengan tahanan pentanahan 1297 [Ω] dan beban (lampu) 5 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 20 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,2 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan kedelapan dengan tahanan pentanahan 1297 [Ω] dan beban (lampu) 7 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 10 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,1 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan kesembilan dengan tahanan pentanahan 1282 [Ω] dan beban (lampu) 9 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 20 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,1 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan kesepuluh tahanan pentanahan 1282 [Ω] dan beban (lampu) 11 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 30 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,1 [ms] dan kondisi trip.

Pada pengukuran ke-III dimulai dengan tahanan pentanahan 2156 [Ω] dan beban (lampu) 3 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 10 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 4,9 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan kedua dengan tahanan pentanahan 1878 [Ω] dan beban (lampu) 5 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 10 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,8 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan ketiga dengan tahanan pentanahan 1598 [Ω] dan beban (lampu) 7 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 10 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,4 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan keempat dengan tahanan pentanahan 1467 [Ω] dan beban (lampu) 9 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 10 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,3 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan kelima tahanan pentanahan 1378 [Ω] dan beban (lampu) 11 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 10 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,2 [ms] dan kondisi trip.

Pada pengulangan keenam dimulai dengan tahanan pentanahan 1297 [Ω] dan beban (lampu) 3 [w], menghasilkan arus gangguan pada beban lampu sebesar 10 [mA], arus gangguan yang melewati ELCB 30 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,2 [ms] dan kondisi trip. Pada

pengulangan ketujuh dengan tahanan pentanahan 1282 [Ω] dan beban (lampu) 5 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 10 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,1 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan kedelapan dengan tahanan pentanahan 1282 Ω dan beban (lampu) 7 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 30 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,1 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan kesembilan dengan tahanan pentanahan 1247 [Ω] dan beban (lampu) 9 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 20 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,1 [ms] dan kondisi trip. Pada pengulangan kesepuluh tahanan pentanahan 1247 [Ω] dan beban (lampu) 11 [w], arus gangguan yang melewati ELCB 20 [mA] dan durasi respon ELCB sebesar 0,1 [ms] dan kondisi trip.

Pengukuran nilai tahanan pentanahan



Gambar 5 Menunjukkan pengukuran nilai tahanan pentanahan sebesar 1270 [Ω].

Pengukuran arus gangguan yang ELCB



Gambar 6 Menunjukkan pengukuran arus gangguan yang melewati ELCB sebesar 10 [mA].

Pengujian Persyaratan Pengolahan Data

Uji Normalitas Data

Tabel 2. Tabel uji normalitas data

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test	
	Unstandardized Residual
	30

Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000	
	Std. Deviation	9.47569988	
Most Extreme Differences	Absolute	.240	
	Positive	.232	
	Negative	-.240	
Test Statistic		.240	
Asymp. Sig. (2-tailed)		.000 ^c	
Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Sig.	.053 ^d	
	99% Confidence Interval	Lower Bound	.047
		Upper Bound	.059
a. Test distribution is Normal.			
b. Calculated from data.			
c. Lilliefors Significance Correction.			
d. Based on 10000 sampled tables with starting seed 299883525.			

Tabel diatas menunjukkan bahwa nilai signifikansi hasil tes Kolmogorov Smirnov dengan pembanding α 0,01, terlihat bahwa nilai signifikansi tahanan tanah terhadap durasi respons ELCB 0,059 > 0,01, maka H0 diterima dan Ha ditolak. Jadi keputusan yang diambil dari pengujian ini yakni dengan tarif signifikan sebesar $\alpha = 0,01$, artinya sangat signifikan karena data populasi tersebut berdistribusi normal

Uji Homogenitas Data

Uji homegenitas tersaji pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Tabel uji homogenitas data

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
	Based on Mean	1.295	2	17	.300

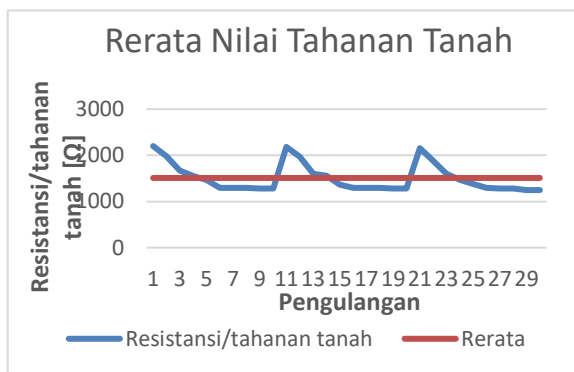
Tahanan tanah	Based on Median	.294	2	17	.749
	Based on Median and with adjusted df	.294	2	10.204	.751
	Based on trimmed mean	.913	2	17	.420

Tabel 3 diatas menunjukkan bahwa untuk pengujian homogenitas data menggunakan levene statistic dengan pembandingan α 0,0. Pada baris Based On Mean nilai signifikan sebesar α 0,01. Maka keputusan yang diambil dri pengujian ini yakni dengan taraf signifikan sebesar $0,420 > 0,01$ H_0 diterima dan H_a ditolak artinya populasi data homogen

B. PEMBAHASAN

1.) Rerata Nilai Tahanan Pentanahan Untuk Mengamati Respon ELCB

Hasil pengukuran rerata nilai tahanan pentanahan dapat diperoleh data mentah yang kemudian diolah menggunakan software microsoft excel 2013, sehingga diperoleh grafik serta tertera dibawah ini :



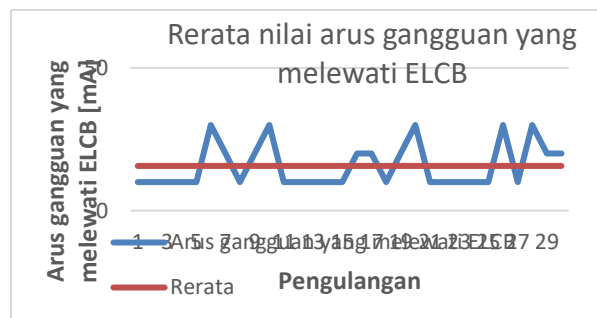
Gambar 7. Rerata nilai tahanan pentanahan

Berdasarkan hasil pengukuran yang dibuat dalam bentuk grafik di atas dengan 3 kali pengulangan data dan nilai tahanan tanah yang berbeda, rerata nilai tahanan tanah yang dibutuhkan agar ELCB trip sebesar 1509,4 [Ω].

2.) Rerata arus gangguan yang melewati ELCB

Hasil pengukuran Rerata arus gangguan yang melewati ELCB dapat diperoleh data mentah yang

kemudian diolah menggunakan software microsoft excel 2013, sehingga diperoleh grafik gambar 8 berikut ini.

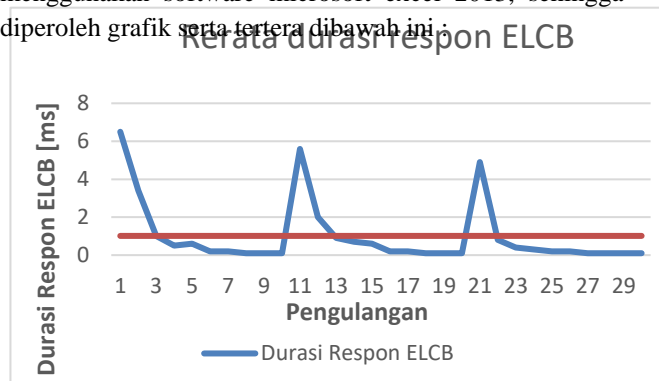


Gambar 8 Rerata nilai arus gangguan pada ELCB

Berdasarkan hasil pengukuran yang dibuat dalam bentuk grafik di atas dengan 3 kali pengulangan data dan nilai tahanan tanah yang berbeda, rerata nilai arus gangguan yang melewati ELCB sebesar 15,67 [mA].

3.) Rerata Durasi Waktu Respon ELCB

Hasil pengukuran Rerata arus gangguan yang melewati ELCB dapat diperoleh data mentah yang kemudian diolah menggunakan software microsoft excel 2013, sehingga diperoleh grafik serta tertera dibawah ini :



Gambar 9. Rerata durasi respon ELCB

Berdasarkan hasil pengukuran yang dibuat dalam bentuk grafik di atas dengan 3 kali pengulangan data dan nilai tahanan tanah yang berbeda, rerata durasi waktu respon ELCB saat terjadi arus gangguan sebesar 1,01 [ms].

4.) Pengaruh nilai tahanan pentanahan terhadap durasi respon ELCB

Pengujian hipotesis pengaruh nilai tahanan pentanahan terhadap durasi respon ELCB pada pengujian dapat dilakukan dengan pengujian regresi linear sederhana (dengan bantuan software SPSS versi 26). Syarat kelayakan yang harus dipenuhi adalah: jumlah sampel

yang digunakan harus sama, jumlah variabel bebas (X) adalah 1, nilai residual berdistribusi normal, terdapat hubungan yang linear antara variabel bebas (X) dengan variabel terikat (Y), tidak terjadi heteroskedastisitas (ketidaksamaan varian), dan tidak terjadi autokorelasi (untuk data time series). Dengan mula mula memasukan data yang dari microsoft excel ke dalam software SPSS, kemudian memberikan nama variabel, kemudian pilih analyze, regression, linear kemudian menentukan variabel independent dan dependent, kemudian klik ok. Kriteria pengambilan keputusan dengan $\alpha = 0,01$:

Jika sig. > 0,01 maka H₀ diterima

Jika sig. < 0,01 maka H₀ ditolak

Tabel 3. Hasil Analisis Regresi Linear Sederhana

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-6.616	.707		-9.357	.000
	Resistensi	.005	.000	.901	11.006	.000

a. Dependent Variable: Durasi Respon

Hasil analisis regresi linear di peroleh koefisien regresi 0,005 dan nilai t_{hitung} = 11,006. Sedangkan nilai t_{tabel} dimana dk pembilang V= n-2 = 30-2 =28, dk penyebut V= 0,01/2 = 0,005, dan didapat t_{tabel} = 2,763. Sesuai dengan kriteria pengujian hipotesis, nilai koefisien regresi di atas nilai kritis 0,01 dan nilai t_{hitung} > t_{tabel} yaitu (11,006 > 2,763), berarti terdapat pengaruh yang sangat signifikan antara nilai tahanan pentanahan terhadap durasi respon ELCB.

V. KESIMPULAN.

Hasil penelitian disimpulkan bahwa :

1. Rerata nilai tahanan pentanahan yang dibutuhkan untuk mengamati respon ELCB adalah sebesar 1509,4 [Ω].
2. Rerata arus gangguan yang dibutuhkan untuk mengamati respon ELCB adalah sebesar 15,67 [mA].

3. Rerata durasi waktu respon yang dibutuhkan untuk mengamati respon ELCB saat terjadi arus gangguan sebesar 1,01 [ms].
4. Terdapat pengaruh yang sangat signifikan antara nilai tahanan pentanahan terhadap durasi respon ELCB dilihat dari hasil pengukuran dan hasil perhitungan regresi sederhana didapat nilai t_{hitung} > t_{tabel} (11,006 > 2,763).

REFERENSI

- [1] Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2011. *Peraturan Umum Instalasi Listrik 2011*. Jakarta: Yayasan PUIL.
- [2] Hutauruk, T.S. 1999. *Pengetanahan Netral Sistem Tenaga Dan Pengetanahan Peralatan*. Jakarta : Erlangga.
- [3] Purhantara, Wahyu. 2010. *Metode Penelitian Kualitatif Untuk Bisnis*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [4] Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- [5] Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian*. Bandung : Alfabeta.
- [6] Syukriyadin. 2016. *Sistem Proteksi Arus Bocor Menggunakan Earth Leakage Circuit Breaker Berbasis Arduino*. Jurnal Rekayasa Elektrika.