

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* ALAT DETEKSI ARUS GANGGUAN HUBUNG SINGKAT PADA JARINGAN DISTRIBUSI

¹Muhammad Riza Anugrah, ²Irrine Budi Sulistiawati
Teknik Elektro S-1, Institut Teknologi Nasional, Malang
¹rizaanugrah90@gmail.com, ²irrine@lecturer.itn.ac.id

Abstrak— Jaringan distribusi seringkali mengalami banyak gangguan. Gangguan tersebut bisa diakibatkan oleh faktor alam atau gangguan dari benda seperti pohon, binatang dan benang yang mengakibatkan hubung singkat pada jaringan distribusi. Saat pelayan distribusi berusaha menormalkan sistem kembali, sulitnya mencari letak gangguan menyebabkan waktu yang terbuang cukup lama. Pada penelitian ini telah dibuat sebuah alat berupa prototype deteksi arus gangguan hubung singkat yang terjadi pada jaringan distribusi dengan memakai sensor arus dan sensor suhu untuk deteksi arus lebih dan panas lebih. Tujuan dibuatnya alat ini yaitu untuk mempermudah pelayan distribusi dalam menemukan letak gangguan hubung singkat pada jaringan distribusi. Dari hasil pengujian sistem alat secara keseluruhan dapat dinyatakan bahwa sistem ini dapat bekerja sesuai dengan perencanaan awal yaitu dapat mendeteksi arus lebih dan suhu yang tidak normal.

Kata Kunci— *Gangguan hubung singkat, Sistem deteksi, Arus lebih*

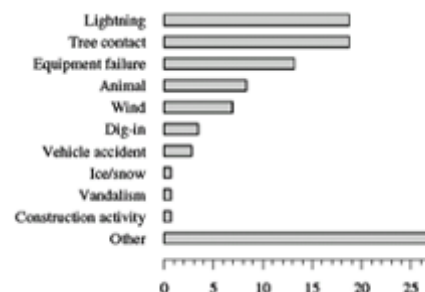
Abstract- Distribution networks often experience many interferences. The interferences can be caused by natural factors or interference of objects such as trees, animals and yarns resulting in a short circuit in the distribution network. When the steward of distribution tried to normalize the system again, the difficulty of locating the interference causes the time wasted too long. In this research, a prototype of short circuit current detection in the distribution network using current sensors and temperature sensors for over current detection and over-heating. The purpose of this tool is to facilitate the steward of distribution in finding the location of short-circuit interference on the distribution network. From the results of testing the overall tool system can be stated that this system can work in accordance with the initial planning that can detect over currents and abnormal temperatures

Keywords - *Short circuit interference, detection system, over currents*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Jaringan distribusi adalah bagian dari jaringan listrik yang paling dekat dengan konsumen. Jaringan distribusi dibagi menjadi dua macam, yaitu jaringan distribusi primer mempunyai tegangan antara 6 kV - 20 kV dan sekunder 380/220 V. Dalam operasi sistem tenaga listrik sering terjadi gangguan yang dapat mengakibatkan terganggunya penyaluran tenaga listrik ke konsumen. Istilah gangguan identik dengan hubung singkat. Hubung singkat adalah suatu hubungan konduksi sengaja atau tidak sengaja melalui hambatan atau impedansi yang cukup rendah yaitu antara dua titik atau lebih titik yang dalam keadaan normalnya mempunyai beda potensial (IEC 60909) [1]. Berdasarkan studi yang telah dilakukan EPRI (Burke and Lawrence, 1984; EPRI 1209-1, 1983),



Gambar 1. Penyebab Gangguan Pada Jaringan Distribusi

Sebagian besar gangguan pada jaringan distribusi disebabkan oleh petir dan sentuhan pohon (temporer). Saat terjadi gangguan hubung singkat pada saluran

distribusi di suatu daerah, pelayan distribusi dalam mencari letak gangguan yang terjadi memakan waktu yang lama.

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan membahas perancangan dan pembuatan *prototype* alat deteksi arus gangguan hubung singkat pada jaringan distribusi dengan sensor arus SCT-013-000 dan sensor suhu LM 35 untuk membantu kinerja pelayan distribusi agar lebih cepat dan tepat menemukan lokasi gangguan sehingga tidak banyak waktu yang terbuang untuk menemukan lokasi gangguan tersebut.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, penyebab gangguan pada saluran distribusi menurut EPRI (Burke and Lawrence, 1984; EPRI 1209-1, 1983) gangguan pohon mendominasi, maka rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

Bagaimana cara merancang dan membuat *prototype* alat deteksi arus gangguan hubung singkat pada jaringan distribusi sehingga mempermudah pencarian lokasi gangguan karena banyaknya penyulang pada suatu daerah.

C. Tujuan dan Manfaat

a. Tujuan

Tujuan penelitian ini, yaitu :

1. Untuk mengetahui cara merancang dan membuat *prototype* alat deteksi gangguan hubung singkat pada jaringan distribusi
2. Untuk mempermudah pencarian lokasi gangguan hubung singkat pada jaringan distribusi karena banyaknya penyulang pada suatu daerah.

b. Manfaat

Manfaat penelitian ini, yaitu :

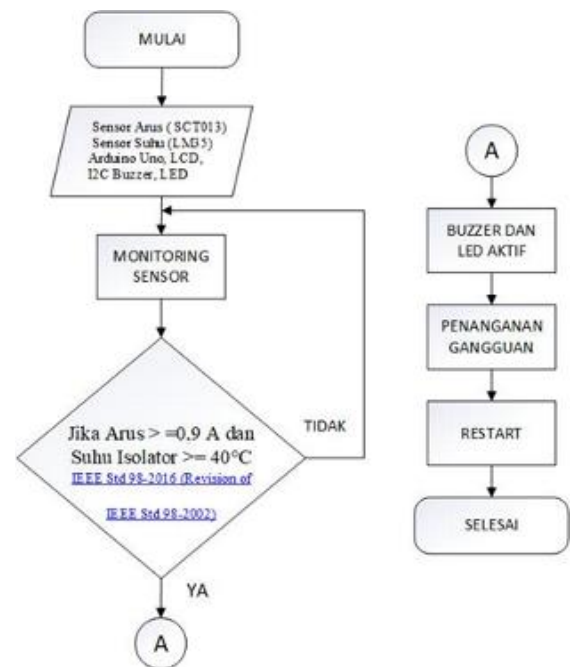
1. Memudahkan pihak pelayanan distribusi untuk menemukan dengan cepat dan tepat lokasi gangguan pada jaringan distribusi
2. Menghemat waktu dalam menemukan lokasi gangguan sehingga cepat untuk ditindak lanjuti

II. METODELOGI PENELITIAN

A. Perancangan Sistem



Gambar 2. Diagram Blok Sistem



Gambar 3. Flowchart Sistem

Penjelasan sebagai berikut :

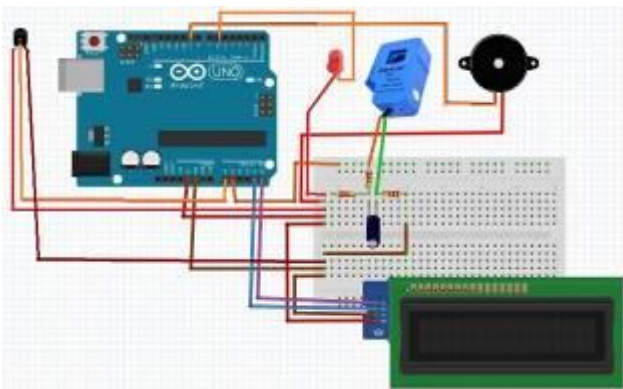
- Arduino sebagai pengolah hasil nilai yang dibaca oleh sensor dan bertugas memproses setiap nilai pembacaan dari *input*.
- Sensor Arus berfungsi untuk membaca besarnya nilai arus yang mengalir saat terjadi gangguan
- Sensor Suhu berfungsi untuk membaca perubahan suhu pada isolator karena arus yang tinggi akibat gangguan
- LCD 16x2 berfungsi untuk menampilkan nilai arus dan suhu yang terbaca oleh sensor
- LED dan *buzzer* berfungsi sebagai notif (*output*) saat nilai arus dan suhu sudah memenuhi syarat yang telah ditentukan

B. Cara Kerja Sistem

Alat deteksi arus gangguan hubung singkat pada jaringan distribusi ini menggunakan dua sensor untuk membaca nilai arus dan nilai suhu yaitu dengan menggunakan sensor arus SCT013 dan sensor suhu LM35. Nilai arus dan nilai suhu yang dibaca oleh sensor akan ditampilkan pada LCD 16x2. Saat nilai arus dan nilai suhu sudah memenuhi syarat yang telah ditentukan maka LED dan *buzzer* akan aktif sebagai notif dimana telah terjadi gangguan (kondisi tidak normal).

C. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

a. Perancangan Alat Keseluruhan



Gambar 4. Perancangan Alat keseluruhan

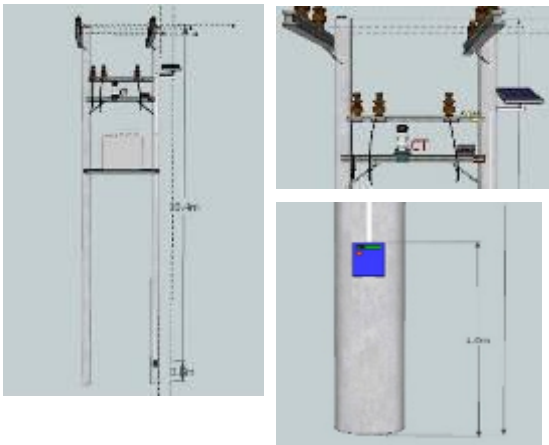
Tabel 1. Keterangan Warna Kabel

Warna Kabel	Keterangan
Merah	VCC
Coklat	GND
Orange	Data
Hijau	Rangkaian
Biru	SDA
Ungu	SCL

Tabel 2. Data PIN *Hardware*

Komponen	Warna Kabel	PIN
SCT 013	Orange	A1
	Hijau	-
LM 35	Orange	A0
	Merah	5V
	Coklat	GND
LCD + I2C	Merah	5V
	Coklat	GND
	Biru	A4
Buzzer	Ungu	A5
	Orange	~ 6
	Merah	5V
LED	Orange	~ 9
	Merah	5V

D. Desain Pemasangan Alat Secara *Real*



Gambar 5. Desain Alat Secara *Real*

Besar arus gangguan hubung singkat pada jaringan distribusi mencapai ± 2000 A, sedangkan SCT-013-000 hanya mampu membaca arus dengan *range* 0-100 A. Maka dalam pemasangan alat secara *real* dibutuhkan sebuah Trafo Arus pengukuran (*Current Transformer*). Trafo arus pengukuran (*Current Transformer*) adalah peralatan yang digunakan untuk melakukan pengukuran besaran arus pada instalasi tenaga listrik yang berskala besar dengan melakukan transformasi dari besaran arus yang besar menjadi besaran arus yang kecil secara akurat. Disini CT memakai sebuah nilai rasio sebesar 3000/5 dimana menghasilkan sebuah nilai konversi 600, berdasarkan rumus :

$$K_n = \frac{I_p}{I_s}$$

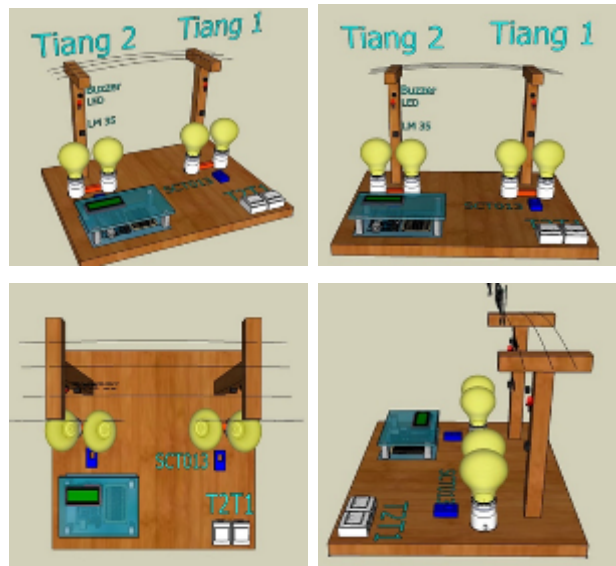
$$= \frac{3000}{5}$$

$$= 600 \text{ A}$$

keterangan :
 Kn : *Rating* rasio ct
 Is : arus skunder aktual
 Ip : arus primer aktual

Nilai konversi disini yaitu, setiap arus listrik yang mengalir aktual sebesar 600 A, maka nilai yang terukur di CT skunder sebesar 1A. Jadi SCT-013-000 dengan *range* 0-100 A bisa membaca nominal arus gangguan yang besar tadi karena sudah di konversi oleh CT.

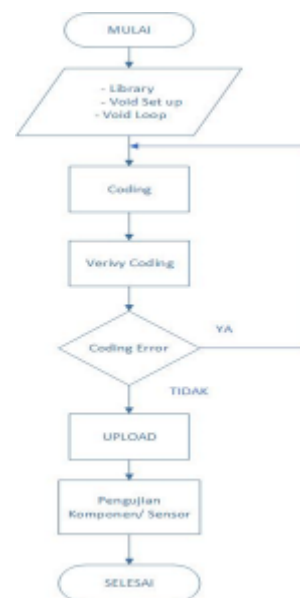
E. Desain Alat Berupa *Prototype*



Gambar 6. Desain *Prototype*

Dalam bentuk *prototype*, arus lebih yang diakibatkan oleh gangguan hubung singkat, dimisalkan dengan arus yang dihasilkan oleh beban berupa bohlam. Untuk kondisi normal (tidak ada gangguan) tidak ada arus yang mengalir.. Untuk panas isolator yang dihasilkan oleh arus yang tinggi dimisalkan oleh panas yang dihasilkan oleh bohlam pijar.

F. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)



Gambar 7. Flowchart *Software*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pendahuluan

Pada bab ini membahas tentang pengujian serta pembahasan hasil perancangan dari sistem yang telah dirancang sebelumnya agar dapat diketahui bagaimana kinerja dari keseluruhan sistem maupun kinerja masing-masing bagian. Dari hasil pengujian tersebut akan dijadikan dasar untuk memperoleh kesimpulan. Setelah perancangan dan pembuatan alat telah selesai maka selanjutnya akan diuji terlebih dahulu tiap komponen. Apabila tiap komponen yang telah diuji bekerja dengan baik maka selanjutnya dilakukan pengujian alat secara keseluruhan.

B. Pengujian Arduino berupa *output* (LED)

Sebelum ke tahap perancangan alat, pertama percobaan tahap dasar yaitu pengujian *output* pada arduino, dimana *output* berupa lampu LED yang terdapat pada *hardware* Arduino Uno yang memiliki alamat pin 13.

C. Pengujian LCD 16x2 dengan Modul I2C

Pengujian LCD 16x2 dengan menggunakan modul I2C dimana bertujuan untuk mempermudah *coding* dan meminimalkan kabel *jumper*. Pin pada LCD berjumlah 16 buah, dengan menggunakan I2C, pin pada LCD bisa diminimalkan menjadi 4 pin *output* saja. Pin pada I2C yaitu SDA (*Serial Data*), SCL (*Serial Clock*), VCC (5V) dan GND. Pada gambar 2.3, pin SDA pada I2C di *jumper* dengan pin A4, pin SCL di *jumper* dengan pin A5, pin VCC di *jumper* dengan pin 5V dan GND dengan GND.

D. Pengujian LM 35 (Sensor Suhu)

Sensor LM 35 Mempunyai 3 pin yaitu VCC (5V), DATA (A0), GND. Pada saat Pengujian suhu menggunakan panas dari suhu korek api.

E. Pengujian SCT-013-000 (Sensor Arus)

Sebelum melakukan pengujian pada SCT-013-000, perlu penambahan sebuah rangkaian karena sensor tersebut masih memiliki *output* berupa arus, sedangkan Arduino memiliki *output* berupa tegangan. Oleh karena itu perlu dikonversi terlebih dahulu dari arus ke tegangan agar SCT-013-000 dapat kompatibel dengan Arduino.

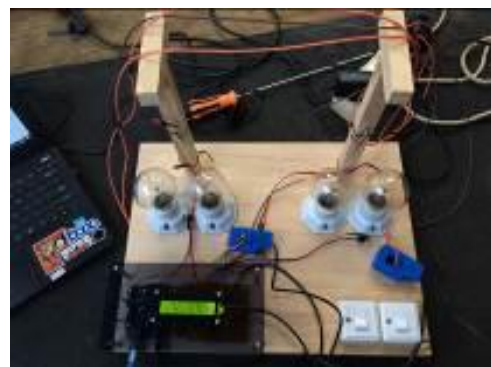
Jika *output* sudah berupa tegangan maka sensor arus SCT 013-000 sudah dapat di jumper ke Arduino, dengan memakai 3 pin yaitu VCC (5V), Data (A1) dan GND.

Sebelum sensor SCT-013-000 digunakan untuk membaca arus, diperlukan kalibrasi terlebih dahulu dengan alat ukur berupa Avometer, agar nilai arus yang terbaca sesuai dengan nilai pada alat ukur.

Setelah SCT-013-000 terkalibrasi dan nilai sudah sesuai dengan alat ukur maka pengujian sudah bisa dilakukan. Pengujian SCT-013-000 dengan memakai sebuah beban berupa setrika. Sensor harus dipasang dengan menghadap ke beban.

F. Pengujian Sistem Alat Keseluruhan

Setelah pengujian tiap komponen sudah dilakukan dan sudah sesuai yang diharapkan, selanjutnya dilakukan pengujian sistem alat secara keseluruhan bertujuan untuk melihat apakah sistem sudah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak, serta pengujian nilai *error* pada sensor untuk melihat nilai keakuratan sensor dengan alat ukur.



Gambar 8. Alat Keseluruhan

Alat berupa *prototype* dengan 2 tiang, setiap tiang terdapat sensor arus, sensor suhu, Led dan *buzzer*. Setiap tiang terdapat beban berupa 2 bohlam yang dirangkai secara paralel, dari 2 bohlam tersebut memiliki nilai arus sebesar 0,9 A yang akan ditampilkan pada LCD beserta nilai suhu dari panas bohlam.

a. Pengujian SCT 013 dan Menghitung Nilai *Error*

Pengujian SCT 013 dengan alat ukur Avometer (Constant 89) sehingga bisa dihitung dan diperoleh nilai *error* (%) untuk mengetahui keakuratan hasil pembacaan sensor arus, dengan melakukan beberapa pengujian dengan jenis beban yang berbeda- beda, Pengujian ini dilakukan pada hari yang sama yaitu pada tanggal 1 juni 2018



(a) Pengujian Pertama

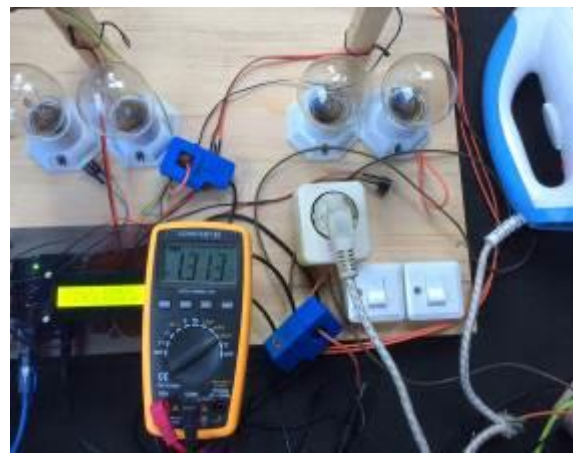


(b) Pengujian Kedua

Gambar 9. Pengujian (a) dengan menggunakan 2 bohlam (b) dengan menggunakan 1 bohlam



Gambar 10. Pengujian Ketiga (Solder)



Gambar 11. Pengujian Keempat (Setrika)



Gambar 12. Pengujian Kelima (*Rice cooker*)

i. Analisa Pengujian

Dari hasil pengujian SCT013 dengan alat ukur berupa Avometer (constant 89) dengan beberapa beban yang berbeda, dapat dilihat perbedaan hasil pengujian dan hasil pengukuran mempunyai selisih yang relatif kecil. Sehingga menghasilkan nilai *error* yang didapat dari persamaan rumus :

$$\%Error = \frac{Hasil\ Pengujian - Hasil\ Pengukuran}{Hasil\ Pengukuran} \times 100\% \quad (1)$$

Dari hasil pengujian :

$$1. \%Error = \frac{0.9 - 0.889}{0.889} \times 100\%$$

$$\% Error = 1.23\%$$

$$2. \%Error = \frac{0.5 - 0.488}{0.488} \times 100\%$$

$$\% Error = 2.45\%$$

$$3. \%Error = \frac{0.11 - 0.105}{0.105} \times 100\%$$

$$\% Error = 4.76\%$$

$$4. \%Error = \frac{1.4 - 1.313}{1.313} \times 100\%$$

$$\% Error = 6.62\%$$

$$5. \%Error = \frac{0.3 - 0.289}{0.289} \times 100\%$$

$$\% Error = 3.80\%$$

Dari nilai *error* tersebut dapat diambil rata-rata *error* dengan persamaan :

$$\% Error\ Keseluruhan = \frac{\sum \%Error\ pengujian}{Jumlah\ Pengujian} \quad (2)$$

$$\%Error\ Keseluruhan = \frac{1.23 + 2.45 + 4.76 + 6.62 + 3.80}{5}$$

$$\% Error\ Keseluruhan = 3.7\%$$

Tabel 3. Hasil Pengujian SCT 013

Pengujian	Jenis Beban	Hasil Pengujian SCT 013 (A)	Hasil Pengukuran Avometer (A)	Error (%)
1	Bohlam	0.9 A	0.889 A	1.23 %
2		0.5 A	0.488 A	2.45 %
3	Solder	0.11 A	0.105 A	4.76 %
4	Setrika	1.4 A	1.313 A	6.62 %
5	Rice cooker	0.3 A	0.289 A	3.80 %
Rata-rata Error (%)				3.7 %

Kesimpulan *error* yang terjadi diakibatkan oleh besarnya *range* pembacaan nilai arus dari SCT 013 mulai dari 0 – 100 A sehingga pembacaan pada arus yang kecil keakuratan menjadi sedikit berkurang. Nilai persentase rata-rata *error* keseluruhan dalam 5 kali percobaan yaitu sebesar 3.7 % dan nilai persentase keakuratan SCT013 yaitu sebesar 96.3 %.

b. Pengujian LM 35 dan Menghitung Nilai *Error*

Pengujian LM 35 dengan alat ukur berupa *thermometer digital* sehingga bisa dihitung dan diperoleh nilai *error* (%) untuk mengetahui nilai keakuratan hasil pembacaan sensor suhu, dengan melakukan beberapa kali pengujian dari suhu panas yang dihasilkan oleh bohlam. Pengujian ini dilakukan pada hari yang sama yaitu pada tanggal 1 juni 2018.



Gambar 13. Pengujian Pertama



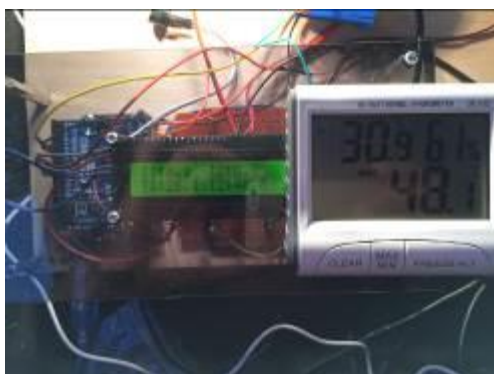
Gambar 16. Pengujian Keempat



Gambar 14. Pengujian Kedua



Gambar 17. Pengujian Kelima



Gambar 15. Pengujian Ketiga

i. Analisa Pengujian

Dari hasil pengujian sensor suhu (LM35) dengan alat ukur *thermometer digital* memiliki perbedaan yang relatif kecil, dapat dilihat pembacaan oleh sensor suhu (LM35) lebih cepat dibandingkan pembacaan oleh alat ukur *thermometer digital*. Sehingga menghasilkan nilai error yang didapat dengan persamaan rumus :

$$\% \text{ Error} = \frac{\text{Hasil Pengujian} - \text{Hasil Pengukuran}}{\text{Hasil Pengukuran}} \times 100 \% \quad (3)$$

Dari hasil pengujian :

$$1. \% \text{ Error} = \frac{40.1 - 37.5}{37.5} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = 6 \%$$

$$2. \% \text{ Error} = \frac{48.2 - 47.9}{47.9} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = 0.6 \%$$

$$3. \% \text{ Error} = \frac{48.8 - 48.1}{48.1} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = 1.4 \%$$

$$4. \% \text{ Error} = \frac{42.8 - 51.8}{51.8} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = 1.9 \%$$

$$5. \% \text{ Error} = \frac{53.5 - 53.2}{53.2} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Error} = 0.5 \%$$

Dari nilai error tersebut dapat diambil rata-rata error dengan persamaan :

$$\% \text{ Error Keseluruhan} = \frac{\sum \% \text{ Error pengujian}}{\text{Jumlah Pengujian}} \quad (4)$$

$$\% \text{ Error Keseluruhan} = \frac{6 + 0.6 + 1.4 + 1.9 + 0.5}{5}$$

$$\% \text{ Error Keseluruhan} = 2.08 \%$$

Tabel 4 Hasil Pengujian LM 35

Pengujian	Hasil Pengujian LM 35 (°C)	Hasil Pengukuran Thermometer (°C)	Error (%)
1	40.1 °C	37.5 °C	6 %
2	48.2 °C	47.9 °C	0.6 %
3	48.8 °C	48.1 °C	1.4 %

4	52.8 °C	51.8 °C	1.9 %
5	53.5 °C	53.2 °C	0.5 %
Rata-rata Error (%)			2.08%

Kesimpulan error yang terjadi pada LM35 yang bisa dilihat pada data sheet LM35 bahwa nilai akurasi 0.5 pada suhu 25°C. Nilai rata-rata persentase error keseluruhan dalam 5 kali percobaan yaitu sebesar 2.08 % dan nilai persentase keakuratan LM 35 yaitu sebesar 97.92 %.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan perancangan, pengujian, dan Analisa sistem, maka dapat disimpulkan beberapa hal yang dapat digunakan untuk pengembangan selanjutnya, yaitu :

1. Dari hasil pengujian sensor arus (SCT013) dan sensor suhu (LM35) sudah bisa bekerja sesuai dengan yang direncanakan yaitu dapat mendeteksi arus lebih dan panas berlebih, dengan keakuratan pembacaan yang baik, serta sistem dapat memberi output berupa Led dan *buzzer* apabila terjadi kondisi yang abnormal.
2. Dengan adanya alat deteksi arus gangguan hubung singkat ini, lebih mempermudah pelayan distribusi untuk mencari letak gangguan
3. Dengan adanya alat deteksi arus gangguan hubung singkat ini, pelayan distribusi dapat meningkatkan efisiensi waktu dalam mencari letak gangguan.

B. Saran

Pada pembuatan skripsi ini tidak lepas dari berbagai macam kekurangan dan kesalahan baik dari perancangan sistem maupun peralatan yang telah penulis buat, maka dari itu agar sistem dapat menjadi lebih baik maka dapat dikembangkan lebih sempurna, saran dari penulis yaitu sebagai berikut :

1. Pemilihan *range* pembacaan nilai arus SCT 013 perlu diperhatikan karena bisa menambah keakuratan pembacaan nilai arus

2. Penulis berharap *prototype* alat deteksi arus gangguan hubung singkat pada jaringan distribusi dapat dikembangkan untuk skala yang lebih besar dengan cara melakukan tinjauan langsung dan melakukan riset serta pengembangan pada sistem 20 kV yang sesungguhnya.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Susanto, Daman. "Sistim Distribusi Tenaga Elektrik" .DuniaListrik.com/2010/11/materi-13-analisis-gangguan-pada-jaringan-distribusi1, pdf, 2010.
- [2] Biscaro, A. A. P., R. A. F. Pereira, M. Kezunovic, Fellow, and J. R. S. Mantovani. "*Integrated Fault Location and Power-Quality Analysis in Electric Power Distribution Systems*", IEEE, 2016.
- [3] Guntoro, Hanif.. Sistem Tenaga Elektrik.<http://dunialistrik.blogspot.co.id/2008/12/sistem-distribusi-tenaga-listrik.html>, Desember 2008.
- [4] Mardensyah, A. Studi Perencanaan Koordinasi Rele Proteksi Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi Gardu Induk Gambir Lama- Pulomas. Jurusan Teknik Elektro – Fakultas Teknik. Universitas Indonesia, Jakarta, 2008.
- [5] Nindiyobudiyo dan Wahyudi, "Proteksi Sistem Distribusi Tenaga Listrik", Depok, Garamond, 2012.
- [6] Sutiadi, Setyo. September, "Jenis Gangguan Pada Saluran Distribusi". <https://ezkhelenergy.co.id/2013/11/jenis-gangguan-pada-jaringan-distribusi.html>, 2013.