

Design of an Overcurrent Relay System Using a Raspberry Pi

Perancangan Sistem Overcurrent Relay Menggunakan Raspberry Pi

Yuli Prasetyo^{1*}, Budi Triyono², Dimas Nur Prakoso³, R. Jasa Kusumo Haryo⁴

^{1, 2, 3, 4}Department of Engineering, Politeknik Negeri Madiun, Indonesia

¹yuliprasetyo2224@pnm.ac.id, ²buditriyono@pnm.ac.id, ³dimasnur@pnm.ac.id, ⁴jasa@pnm.ac.id

*Corresponding Author: yuliprasetyo2224@pnm.ac.id

ABSTRACT

Disturbances in the electrical installation system will be detrimental to electricity users because it can cause power outages. Therefore we need a protection system that can overcome disturbances such as the use of Over Current Relay (OCR). With OCR can overcome interference quickly and can prevent equipment damage. OCR interference occurs if the current read on sensor 1 is more than 10.5 A, then relay 1 will work after a disturbance of 5 seconds. The indicator light on the PLN side will be red. Meanwhile, if the current at sensor 2 is more than 10 A, then relay 2 will work after a disturbance for 5 seconds. The indicator light on the customer side will be red. Short circuit disturbance occurs if the current read on sensor 1 is more than 20.5 A, then relay 1 will work after an interruption of 2 seconds. The indicator light on the PLN side will be red. Meanwhile, if the current on sensor 2 is more than 20 A, then relay 2 will work after a disturbance for 2 seconds. The indicator light on the customer side will be red.

Keywords: Over Current, Disturbance, Protection System

ABSTRAK

Gangguan pada sistem instalasi listrik akan merugikan pengguna listrik karena dapat menyebabkan pemadaman listrik. Oleh karena itu diperlukan sistem proteksi yang dapat mengatasi gangguan seperti penggunaan *Over Current Relay* (OCR). Dengan OCR dapat mengatasi gangguan dengan cepat dan dapat mencegah kerusakan peralatan. Gangguan OCR terjadi jika arus yang terbaca pada sensor 1 lebih dari 10,5 A, maka relay 1 akan bekerja setelah terjadi gangguan selama 5 detik. Lampu indikator di sisi PLN akan berwarna merah. Sedangkan jika arus pada sensor 2 lebih dari 10 A, maka relay 2 akan bekerja setelah terjadi gangguan selama 5 detik. Lampu indikator di sisi pelanggan akan berwarna merah. Gangguan hubung singkat terjadi jika arus yang terbaca pada sensor 1 lebih dari 20,5 A, maka relai 1 akan bekerja setelah terjadi gangguan selama 2 detik. Lampu indikator di sisi PLN akan berwarna merah. Sedangkan jika arus pada sensor 2 lebih dari 20 A, maka relay 2 akan bekerja setelah terjadi gangguan selama 2 detik. Lampu indikator di sisi pelanggan akan berwarna merah.

Kata kunci: Arus Lebih, Gangguan, Sistem Proteksi

1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting [1]. Apabila terjadi gangguan pada sistem, baik pada sistem transmisi maupun distribusi, maka akan merugikan pengguna listrik [2]. Seperti saat terjadi pemadaman listrik atau pemadaman listrik di Pulau Jawa pada 4 Agustus 2019[3]. Sebagian besar Pulau Jawa mengalami pemadaman listrik yang bahkan terjadi tidak hanya sehari. Aktivitas warga akan terganggu akibat listrik padam [4]. Misalnya, pemadaman dari siang hingga tengah malam juga dialami oleh pelanggan Perusahaan Listrik Negara atau PLN di Banten, Jawa Barat dan sebagian Jawa Tengah dan Yogyakarta atau wilayah Indonesia lainnya. PLN pun mengungkapkan bahwa penyebab padamnya listrik tersebut karena adanya gangguan pada sisi transmisi [5]. Hal ini tentunya merugikan pengguna listrik,

khususnya industri yang menggunakan listrik dalam proses produksinya. Untuk gangguan sementara, setelah arus gangguan terputus, misalnya akibat dibukanya pemutus tenaga oleh relai pengaman, maka peralatan atau saluran yang terganggu siap untuk dioperasikan kembali [6]. Sedangkan pada gangguan permanen terjadi kerusakan permanen sehingga baru dapat dioperasikan kembali setelah bagian yang rusak diperbaiki atau diganti [7]. Ketika terjadi gangguan, arus yang sangat besar akan mengalir pada fasa yang terganggu menuju titik gangguan, dimana arus gangguan memiliki nilai yang jauh lebih besar dari nilai arus maksimum yang diperbolehkan, sehingga terjadi kenaikan suhu yang dapat mengakibatkan kerusakan pada peralatan listrik yang digunakan.

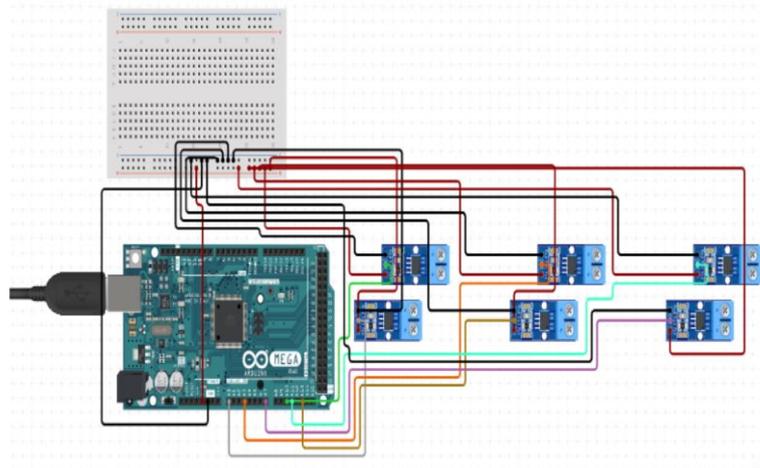
Hampir semua gangguan yang terjadi pada sistem tenaga listrik merupakan gangguan asimetris [8]. Gangguan tidak simetris ini terjadi akibat gangguan hubung singkat satu fasa ke tanah, gangguan hubung singkat dua fasa, atau gangguan hubung singkat dua fasa ke tanah. Gangguan yang tidak simetris akan menyebabkan arus yang tidak seimbang mengalir pada sistem sehingga untuk analisis gangguan digunakan metode komponen simetris untuk menentukan arus dan tegangan pada seluruh bagian sistem setelah terjadi gangguan [9]. Gangguan ini akan mengakibatkan arus lebih pada fasa yang terganggu dan juga akan mengakibatkan kenaikan tegangan pada fasa yang tidak terganggu. Interferensi dapat diminimalkan dengan cara pemeliharaan. OCR adalah rele yang bekerja berdasarkan kenaikan arus yang melebihi nilai aman tertentu dalam jangka waktu tertentu [10], sehingga rele ini dapat digunakan sebagai pola proteksi arus lebih. OCR ini berfungsi untuk melindungi peralatan listrik terhadap arus lebih yang disebabkan oleh gangguan arus hubung singkat [11]. Prinsip kerja OCR yaitu bekerja berdasarkan besarnya arus lebih akibat gangguan hubung singkat dan memberikan perintah trip ke PMT sesuai karakteristik waktu sehingga kerusakan peralatan akibat gangguan dapat dihindari.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian meliputi proses perencanaan penelitian untuk rangkaian sensor, pemilihan komponen, pengumpulan data sensor, analisis data, dan pembahasan hasil penelitian. Agar implementasi ini dapat berjalan dengan baik dan tidak menimbulkan gangguan, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu:

1.1. Rangkaian Sensor Arus

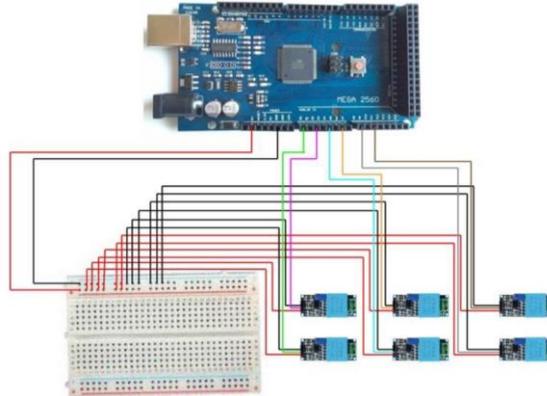
Rangkaian sensor arus merupakan rangkaian yang digunakan untuk membaca besaran arus pada jaringan PLN 20 kV dan juga dari pelanggan 0,4 kV. Sensor arus yang digunakan adalah ACS 712[12]. Sensor arus ACS 712 digunakan untuk membaca arus AC. Ada 6 sensor arus yang digunakan. 3 sensor digunakan pada jaringan PLN 20 kV, sedangkan 3 sensor digunakan untuk jaringan pelanggan 0,4 kV. Setiap sensor akan dihubungkan oleh mikrokontroler yaitu Arduino Mega.



Gambar 1. Rangkaian Sensor Arus

1.2. Rangkaian Sensor Tegangan

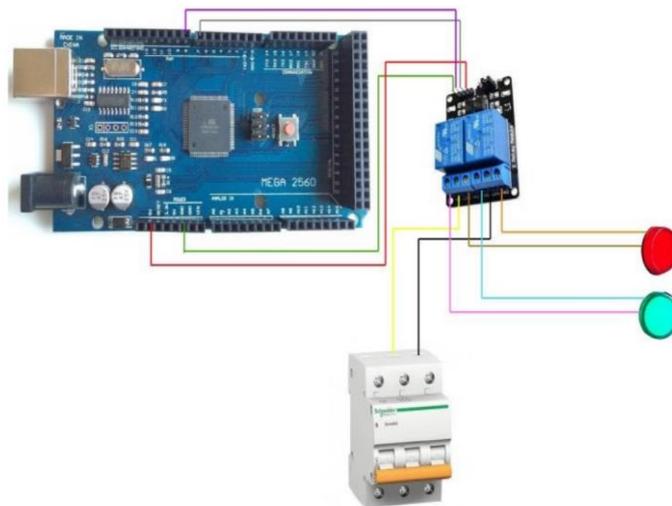
Rangkaian sensor tegangan merupakan rangkaian yang digunakan untuk membaca besaran tegangan pada jaringan PLN 20 kV dan juga dari pelanggan 0,4 kV. Sensor tegangan yang digunakan adalah ZMPT101B [13]. Ada 6 sensor tegangan yang digunakan dengan pembagian yaitu 3 sensor digunakan pada jaringan PLN 20 kV, sedangkan 3 sensor digunakan untuk jaringan pelanggan 0,4 kV. Setiap sensor akan dihubungkan oleh mikrokontroler yaitu Arduino Mega.



Gambar 2. Rangkaian Sensor Tegangan

2.3 Rangkaian Relay

Rangkaian relay merupakan rangkaian yang digunakan untuk memutus jaringan jika terjadi gangguan fasa [14]. Modul relay ini dihubungkan dengan pin digital Arduino Mega yaitu pin 7 dan pin 8. Modul relay yang digunakan adalah modul relay dengan 2 kanal. Relay channel 1 digunakan untuk indikator yang terjadi pada sisi PLN. Sedangkan relay kanal 2 digunakan sebagai indikator gangguan yang terjadi pada sisi pelanggan. Rangkaian relay dihubungkan dengan lampu indikator. Saat dalam kondisi normal maka lampu indikator berwarna merah akan menyala. Namun ketika terjadi gangguan maka relay akan memutus jaringan dan lampu indikator hijau akan menyala. Lampu indikator digunakan untuk memudahkan mengetahui jika terjadi gangguan.

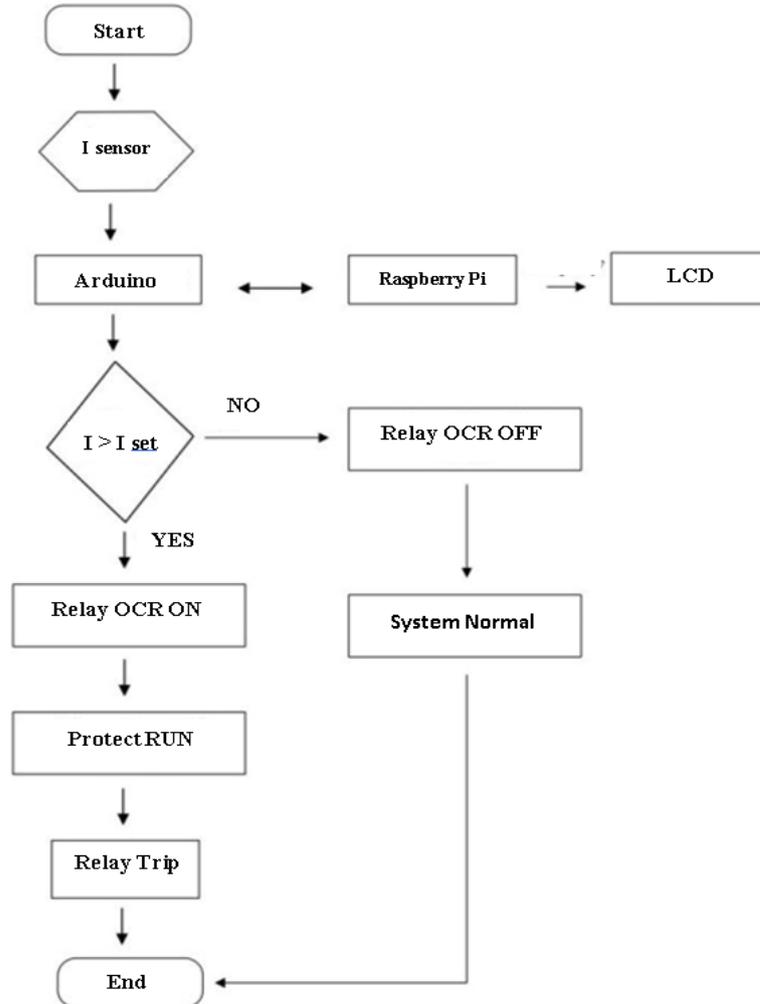


Gambar 3. Rangkaian Relay

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Flowchart

Tahapan penelitian ini membantu peneliti untuk memvisualisasikan proses penelitian secara sistematis dan terstruktur, sehingga dapat mempermudah peneliti dalam merencanakan dan melaksanakan penelitian dengan tepat dan efektif. Flowchart dibuat untuk memudahkan pemahaman proses dan cara kerja alat. Berikut flowchart penelitian untuk system OCR ini seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Penelitian

Gambar 4 merupakan flowchart sistem penelitian, dimana sensor arus merupakan nilai input yang masuk ke controller dan diolah, sehingga jika nilai arus $>$ set point maka OCR akan aktif dan bekerja sesuai dengan sistem hingga relai trip, tetapi pengontrol juga berkomunikasi dengan serial Raspberry Pi dan ditampilkan di layar LCD.

3.2 Hasil

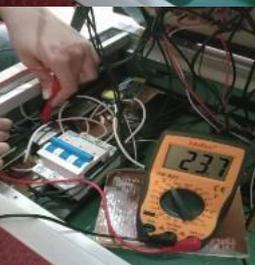
Pengujian pada penelitian ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu pengujian konektivitas antara keypad dan seven segment, pengujian NodeMCU ESP8266 dan pengujian keseluruhan sistem yang telah dibangun. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja komponen dan hasil pemrograman yang telah diunggah. Hasil tes ditampilkan secara rinci dalam poin-poin berikut:

3.2.1 Pengujian Transformator Distribusi (Medium Voltage 20 kV)

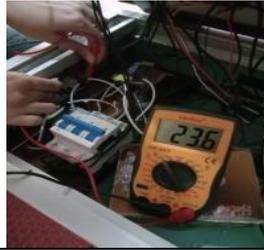
Pada trafo distribusi ini tegangan 20 kV disamakan dengan tegangan 24 V AC. Sehingga rasio yang digunakan adalah 1 : 833,33. Alat latih proteksi ini menggunakan sumber tegangan dari PLN 220 V AC. Untuk menghasilkan tegangan keluaran 24 V AC digunakan trafo bantu yaitu trafo step down.

Trafo step down digunakan untuk menurunkan tegangan dari 220 V AC menjadi 24 V AC. Rangkaian trafo yang digunakan adalah bintang – bintang. Tegangan 220 V AC diturunkan menjadi 24 V AC karena sistem pengaman saat pengujian alat. Berikut hasil pembacaan pengukuran trafo:

Tabel 1. Hasil Pengujian Transformator Distribusi

No	Bagian	Gambar	Hasil Pengujian
1	<i>Input Fasa R</i>		226 V
2	<i>Input Fasa S</i>		226 V
3	<i>Input Fasa T</i>		226 V
4	<i>Output Fasa R</i>		23,6 V
5	<i>Output Fasa S</i>		23,7 V

6 Output Fasa T



23,6 V

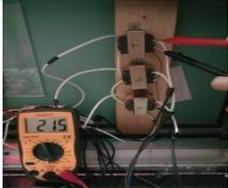
Dari hasil pengujian didapatkan nilai masing-masing fase yaitu fase R, fase S dan fase T. Nilai yang didapat adalah nilai tegangan masukan dan nilai tegangan keluaran. Nilai tegangan input fase R sebesar 226 V, nilai tegangan input fase S sebesar 226 V dan nilai tegangan input fase T sebesar 226 V. Nilai tegangan output fase R sebesar 23,6 V, nilai tegangan output fase S sebesar 23,7 V, nilai tegangan output fase R adalah output fase T adalah 23,6 V.

3.2.2 Pengujian Step Down Transformator Distribusi

Pada proteksi ini tegangan 380 V dibandingkan dengan tegangan 220 V AC. Sehingga perbandingan yang digunakan adalah 1 : 1,72. Dari tegangan 24 V AC (Transformator Distribusi) menuju trafo bantu yaitu trafo step up. Trafo step up digunakan untuk menaikkan tegangan dari 24 V AC menjadi 220 V AC. Rangkaian trafo yang digunakan adalah bintang – bintang. Tegangan 24 V AC dinaikkan menjadi 220 V AC agar tegangan tersebut dapat digunakan untuk beban yang ada dalam kehidupan sehari-hari, misalnya lampu pijar. Berikut hasil pembacaan pengukuran trafo:

Tabel 2. Hasil Pengukuran Step Down Transformator Distribusi

No	Bagian	Gambar	Hasil Pengukuran
1	Input Fasa R		23,3 V
2	Input Fasa S		23,5 V
3	Input Fasa T		23,4 V
4	Output Fasa R		21,4 V

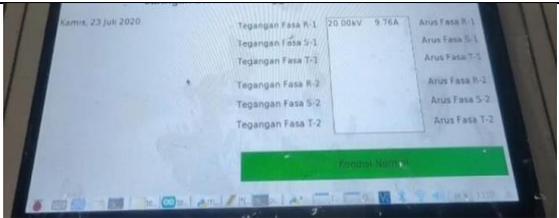
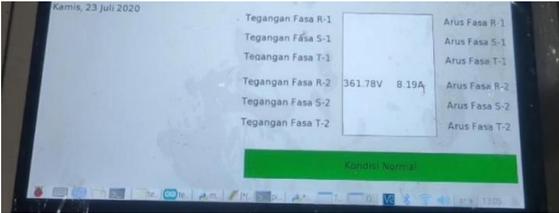
5	Output Fasa S		212 V
6	Output Fasa T		215 V

Dari hasil pengujian didapatkan nilai masing-masing fase yaitu fase R, fase S dan fase T. Nilai yang didapat adalah nilai tegangan masukan dan nilai tegangan keluaran. Nilai tegangan input fase R sebesar 23,3 V, nilai tegangan input fase S sebesar 23,5 V dan nilai tegangan input fase T sebesar 23,4 V. Nilai tegangan output fase R sebesar 214 V, nilai tegangan output fase S sebesar 212 V, nilai tegangan output fase R adalah output fase T adalah 215 V.

3.2.3 Pengujian Sensor Arus ACS 712

Sensor ACS 712 merupakan sensor arus yang digunakan untuk membaca arus AC. Berikut hasil pengujian sensor ACS 712 :

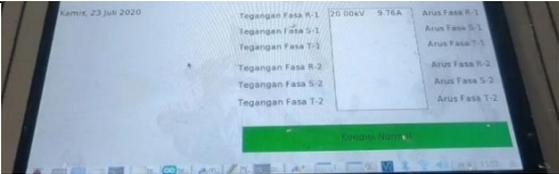
Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor

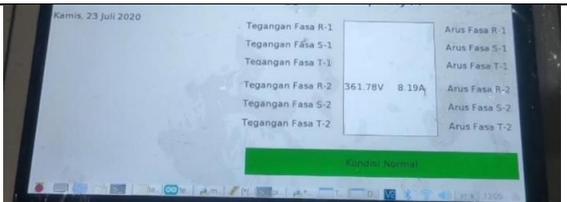
No	Bagian	Nilai Arus	Gambar
1	PLN	9.76 A	
2	Customer	8.19 A	

3.2.4 Pengujian Sensor Tegangan ZMPT101B

Berikut hasil pengujian sensor Tegangan ZMPT101B :

Tabel 4. Pengujian Sensor Tegangan

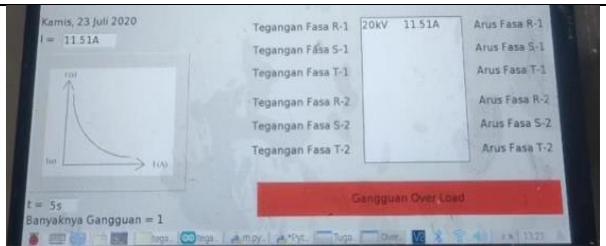
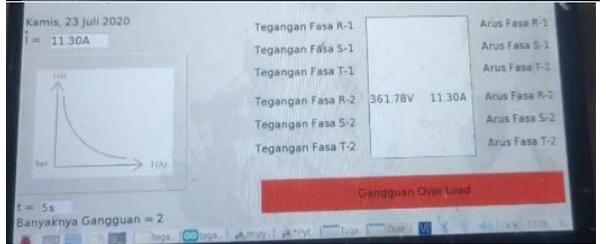
No	Bagian	Nilai Tegangan	Gambar
1	PLN	20 kV	

2	Customer	361.78 V	
---	----------	----------	--

3.2.5 Pengujian Gangguan Overload

Pada pengujian tahap ini akan ditampilkan nilai tegangan pada sistem, nilai arus pada sistem dan waktu yang didapat, nilai tersebut akan ditampilkan pada tampilan LCD raspberry pi berikut ini :

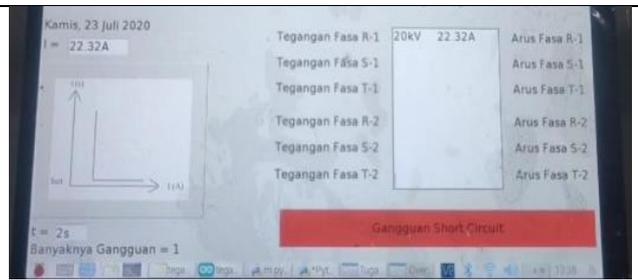
Tabel 5. Hasil Pengujian Gangguan Overload

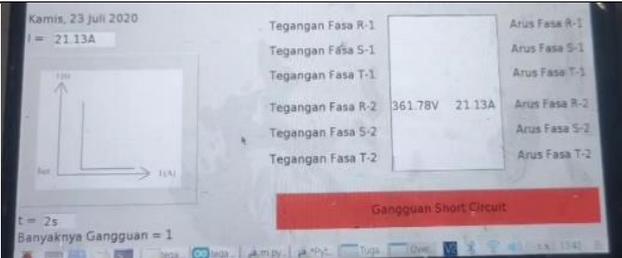
No	Tegangan	Arus	Waktu	Gambar
1	20 kV	11.51 A	5 s	
2	361.78 V	11.30 A	5 s	

Pada tahap ini pengujian akan menampilkan jika terjadi pemadaman listrik baik itu overload maupun short, hasilnya akan ditampilkan pada tampilan LCD raspberry pi berikut ini :

3.2.6. Pengujian Gangguan Short Circuit

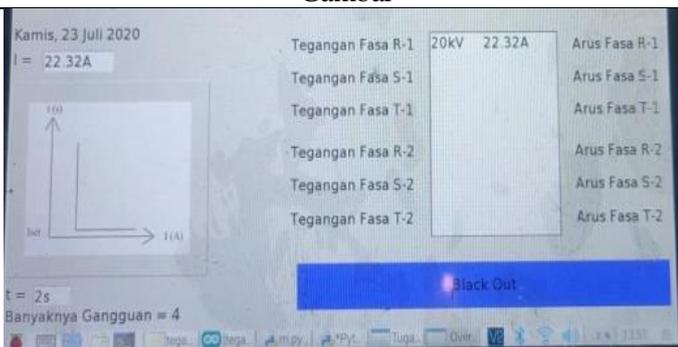
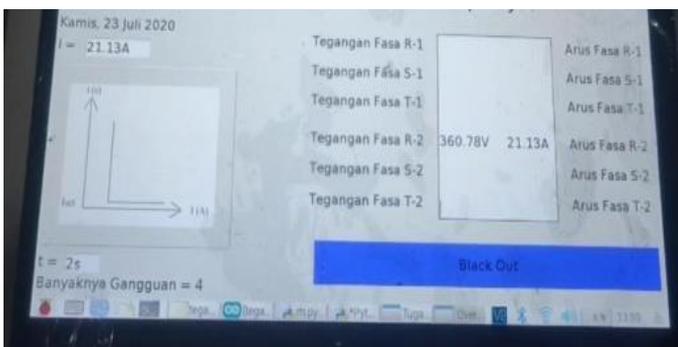
Tabel 1. Hasil Pengujian

No	Tegangan	Arus	Waktu	Gambar
1	20 kV	22.32 A	2 s	

2	361.78 V	21.13 A	2 s	
---	----------	---------	-----	--

3.2.7 Pengujian Black Out

Tabel 7. Hasil Pengujian

No	Bagian	Black Out	Gambar
1	PLN	Black Out terjadi pada saat gangguan, untuk Over Load atau Short Circuit lebih dari 3 kali	
2	Customer	Black Out terjadi pada saat gangguan, untuk Over Load atau Short Circuit lebih dari 3 kali	

4. KESIMPULAN

Gangguan hubung singkat fasa terjadi antara fasa R dan S atau fasa S dan T atau bisa juga antara fasa R, S, dan T. Untuk menentukan jenis gangguan dapat dilihat dari besarnya arus dan lamanya gangguan. Jika arus yang terbaca lebih dari 10 x arus nominal, maka terjadi hubung singkat. Durasi gangguan adalah 2 detik, maka relai akan trip. Sedangkan jika arus yang terbaca lebih dari arus setting (tidak sampai 10x dari arus nominal) maka dianggap gangguan Over Load. Durasi gangguan adalah 5 detik, maka relai akan trip. Sistem proteksi Over Current Relay (OCR) ini menggunakan komunikasi antara Arduino Mega sebagai pemroses data kesalahan dan Raspberry Pi sebagai penampil data kesalahan. Untuk hasil gangguan beban lebih nilai tegangan 20 kV, arus 9,76 A dan waktu 5 detik, pada nilai tegangan 361,78 V, nilai arus 11,30 A dan waktu 5 detik. Hasil gangguan hubung singkat dengan nilai tegangan 20 kV didapatkan nilai arus 22,32 A dan waktu 2 detik, pada nilai tegangan 361,78 V didapatkan nilai arus 21,12

A dan waktu 2 detik. Hasil pengujian pemadaman listrik terjadi pada saat terjadi gangguan baik Overload maupun Short Circuit lebih dari 3 kali di pihak PLN dan pihak Pelanggan.

REFERENCES

- [1] B. Olanda and D. Susilo, "Desain dan Rancang Instalasi Listrik Sederhana Skala Rumah Tangga," *ELECTRA Electr. Eng. Artic.*, vol. 1, no. 2, p. 7, 2021.
- [2] I. Caesar Pamungkas, P. Iswahyudi, P. Studi Teknik Listrik Bandar Udara, and P. I. Penerbangan Surabaya Jl Jemur Andayani, "Rancang Bangun Prototipe Proteksi Sistem Distribusi Tegangan Rendah Berbasis Mikrokontroler Via Wi-Fi Di Politeknik Penerbangan Surabaya," *Semin. Nas. Inov. Teknol. Penerbangan Tahun*, no. September, pp. 1–6, 2018.
- [3] A. R. Nugraha and S. Choerunnisa, "Strategi Manajemen Krisis Humas Pln Uid Jabar Dalam Menangani Blackout Jaringan Jawa Bagian Tengah," *Commiverse J. Ilmu Komun.*, vol. 5, no. 2, pp. 137–150, 2020.
- [4] A. Panuntun, "Efektivitas Strategi Komunikasi Humas Pt Pln Area Garut (Studi Kualitatif Humas Pt Pln Area Garut Dalam Sosialisasi Meminimalisir Dampak Kerugian Akibat Layang-Layang)," vol. 6, no. 1, pp. 1484–1497, 2019.
- [5] C. Himawan, "JAWA BARAT Chairunnas Himawan , Sylvana Murni Deborah Hutabarat Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta," vol. 5, no. 2, 2020.
- [6] R. Masarrang, L. S. Patras, H. Tumaliang, and A. P. S. Transmisi, "Efek Korona pada Saluran Transmisi Gardu Induk Tello Sulawesi Selatan," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 8, no. 2, pp. 67–74, 2019.
- [7] M. Marwan, R. L, and N. M. Samsul, "Analisis Gangguan Tidak Seimbang pada Line Transmisi GI Sungguminasa-GI Tallasa," *INTEK J. Penelit.*, vol. 3, no. 2, p. 102, 2016.
- [8] A. Azis, "ANALISIS SISTEM PROTEKSI ARUS LEBIH PADA PENYULANG CENDANA GARDU INDUK BUNGARAN PALEMBANG," vol. 4, no. 2, pp. 332–344, 2019.
- [9] Y. Afrida, J. Jeckson, and Ancolo, "Analisis Gangguan Earth Fault pada Penyulang Hujan Gardu Induk Teluk Betung," *Electrician*, vol. 15, no. 3, pp. 168–174, 2021.
- [10] I. G. P. Arka, N. Mudiana, and K. Abasana, "Analisis Arus Gangguan Hubung Singkat Pada Penyulang 20 Kv Dengan Over Current Relay (OCR) Dan Ground Fault Relay (GFR) Analysis of Short Circuit Current in the 20 Kv Feeder By Using Over Current Relay (OCR) and Ground Fault Relay (GFR)," *J. Log.*, vol. 16, no. 1, pp. 46–52, 2016.
- [11] E. Dermawan and R. L. Rahman, "Analisis Pengaruh Distorsi Harmonisa terhadap Deviasi Pengukuran Energi Listrik pada kWh Meter," *J. Elektrum*, vol. 15, no. 2, pp. 7–16, 2018.
- [12] T. P. Satya, F. Puspasari, H. Prisyanti, and E. R. Meilani Saragih, "Perancangan Dan Analisis Sistem Alat Ukur Arus Listrik Menggunakan Sensor Acs712 Berbasis Arduino Uno Dengan Standard Clampmeter," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 1, pp. 39–44, 2020.
- [13] P. R. Adam, Purwanto Gendroyono, and Nur Hanifah Yuninda, "Monitoring Suplai Tegangan Pada Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Mikrokontroler Arduino Dan Sensor Tegangan Zmpt101B," *J. Electr. Vocat. Educ. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 37–43, 2020.
- [14] R. Andreansyah, "Perencanaan Dan Pembuatan Rangkaian Daya Starting Motor 3 Fasa , 380 Volt ,50 Hz, 3 Hp Dengan Metoda Bintang (Y) – Segitiga (Δ)," *Cyclotron*, vol. 2, no. 1, 2019.