

SISTEM MONITORING PROTEKSI ARUS LEBIH MENGGUNAKAN SENSOR PZEM-004T BERBASIS MIKROKONTROLER DAN INTERNET OF THINGS

I Made Sumerta Yasa^{1*)}, Arbiansyah Surya Lesmana²⁾, Ida Bagus Ketut Sugirianta³⁾ dan I Ketut Parti⁴⁾

^{1,2,3,4)} Prodi Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali Indonesia

^{1*)} Email : sumertayasa61@pnb.ac.id; ³⁾ ibksugirianta@pnb.ac.id; ⁴⁾partigen@pnb.ac.id

Abstrak - Di era millennial ini, energi listrik tetap menjadi kebutuhan fundamental untuk menopang aktivitas manusia. Namun disisi lain, energi listrik juga bisa berbahaya jika tidak dilengkapi dengan sistem proteksi dalam penerapannya. Sistem proteksi merupakan salah satu sistem dalam sistem tenaga listrik yang bertujuan untuk mengantisipasi sekaligus mengamankan kemungkinan terjadinya gangguan yang muncul pada sistem tenaga listrik. Penelitian ini merupakan suatu rancangan sistem monitoring proteksi arus lebih menggunakan *current transformator* (sensor PZEM-004T) berbasis mikrokontroler dan *Internet of Things*. Sistem ini terdiri dari mikrokontroler arduino AT-Mega 328, sensor PZEM-004T, modul relay, modul WiFi NodeMCU ESP8266, mySql sebagai database server serta software web browser google sebagai aplikasi untuk mengakses situs web monitoring sistem proteksi di internet. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dan metode eksperimen. Pengujian yang dilakukan dengan melakukan pengukuran pada sensor PZEM-004T, menguji keandalan sistem dan kinerja sistem monitoring pada website. Dimana hasil dari pengujian sensor PZEM-004T dan data yang ditampilkan pada website memiliki persentase error kurang lebih 6,4%. Pada uji coba sistem proteksi dengan 3 nilai set point proteksi arus yang berbeda, didapatkan rata-rata waktu pemutusan rangkaian sebesar 171,6 milliseconds.

Kata kunci : Arus lebih; Sensor PZEM-004T; Mikrokontroler; *Internet of Things*.

Abstract - In the current millennial era, electrical energy remains a fundamental need to sustain human activities. But on the other hand, electrical energy can also be dangerous if it is not equipped with a protection system in its application. The protection system is one of the systems in the electric power system that aims to anticipate as well as secure the possibility of disturbances occurring in the electric power system.

This research is a design of an overcurrent protection monitoring system using a current transformer (PZEM-004T sensor) based on a microcontroller and the Internet of Things. This system consists of an Arduino AT-Mega 328 microcontroller, a PZEM-004T sensor, a relay module, a NodeMCU ESP8266 WiFi module, mySql as a database server and Google web browser software as an application to access monitoring websites for protection systems on the internet. The research method used is the quantitative research method and experimental method. Tests carried out by measuring the PZEM-004T sensor, testing system reliability and monitoring system performance on the website. Where are the results from testing the PZEM-004T sensor and the data displayed on the website has an error percentage of approximately 6.4%. In testing the protection system with 3 different current protection set point values, the average circuit breaking time was 171.6 milliseconds.

Keywords: Overcurrent; PZEM-004T Sensor; Microcontroller; *Internet of Things*.

1. PENDAHULUAN

Energi listrik telah menjadi kebutuhan fundamental yang penting dan tidak tergantikan bagi seluruh lapisan masyarakat di era millennial seperti sekarang ini. Namun selain sangat dibutuhkan, energi listrik juga dapat menimbulkan bahaya ketika terjadi gangguan pada sistem

tersebut. Peralatan proteksi berfungsi mencegah dan meminimalisir bahaya yang ditimbulkan oleh energi listrik. Bahaya yang ditimbulkan semisal gangguan listrik yang diakibatkan oleh beban lebih, arus hubung singkat dan lain sebagainya. Sistem proteksi adalah susunan perangkat proteksi yang berfungsi untuk melakukan prinsip-prinsip proteksi sesuai dengan definisi yang

terdapat pada standar IEC 6225-20[1]. Pada umumnya alat yang digunakan sebagai sistem pengaman pada suatu rangkaian listrik adalah Miniature Circuit Breaker (MCB). Miniature Circuit Braker telah dilengkapi perangkat Over Current Relay yang mampu menangani permasalahan arus lebih. Over Current Relay merupakan perangkat yang berguna untuk sistem proteksi dari gangguan yang ditimbulkan oleh arus berlebih dan arus hubung singkat (Short Circuit). Namun pada penerapannya Miniature Circuit Breaker konvensional kerap kali mengalami kegagalan kerja karena kumparan pada Over Current Relay dialiri arus listrik setiap saat, sehingga dapat menyebabkan penurunan kualitas inti besi penghantar pada kumparan[2]. Pada akhirnya akan menyebabkan kesalahan respon over current relay serta berkurangnya keandalan dan keamanan sistem kelistrikan tersebut. Terlebih lagi Miniature Circuit Braker konvensional masih belum dilengkapi beberapa bagian yang dapat memudahkan penggunaannya untuk memonitoring kondisi arus yang mengalir pada rangkaian serta memberikan pemberitahuan apabila terjadi gangguan yang diakibatkan oleh arus lebih dan lain sebagainya. Tentunya, hal ini sangat bertolak belakang dengan perkembangan industry 4.0 yang menuntut batas konetktivitas antara peralatan modern dengan manusia untuk menghasilkan konvergensi dalam pengaplikasiannya.

Bedasarkan uraian yang telah dipaparkan di atas, maka diperlukannya suatu perangkat proteksi yang dapat menjawab tuntutan tersebut. Dengan membuat suatu rancangan perangkat proteksi yang dapat di monitoring secara terus menerus berbasis monitoring pada website dengan menggunakan perangkat PC atau android tanpa harus mengecek secara langsung ke lokasi. Tentunya hal ini sangat menguntungkan pengguna karena dapat memudahkan dalam melakukan pemantuan dimana saja dan kapan saja, selama masih dalam jangkauan jaringan internet yang berada di dalam area tersebut,

Dalam penelitian ini akan dilakukan rancangan alat proteksi serta monitoring arus dan tegangan yang mengalir dalam suatu rangkaian listrik yang

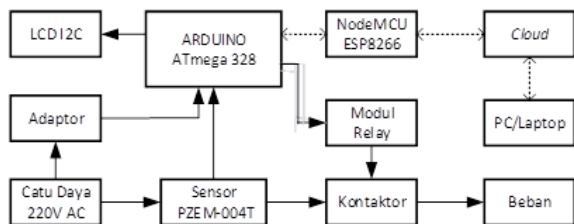
dipadukan dengan kontrol berbasis mikrokontroller yang terintegrasi dengan jaringan internet berbasis monitoring pada website. Alat ini dapat memantau besaran arus yang mengalir pada sistem proteksi secara realtime. Hal ini bertujuan untuk memudahkan pengguna dalam memonitoring kondisi beban yang diproteksi oleh alat ini. Selain dapat digunakan untuk melakukan pemantauan, alat ini dapat memproteksi arus berlebih pada rangkaian. sehingga dapat meningkatkan keandalan dari kinerja sistem proteksi. Alat ini menggunakan mikrokontroller arduino ATmega 328 dan nodeMCU ESP8266, hal ini bertujuan agar dapat memantau kinerja alat secara realtime dengan melalui personal computer atau android yang terhubung dengan jaringan internet

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pembuatan alat yang dimulai dari perancangan sistem, perancangan perangkat keras (hardware), perancangan perangkat lunak (software), pengujian hardware, software dan analisa hasil pengujian.

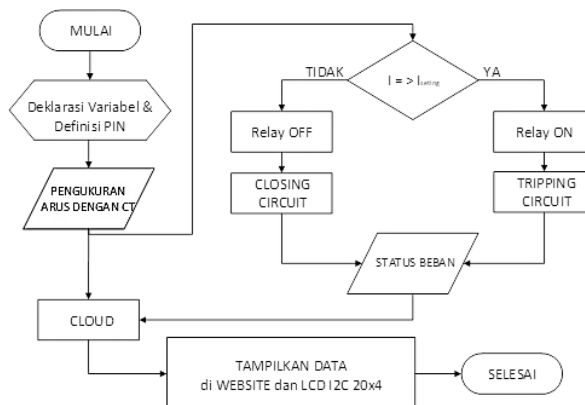
Secara blok diagram rancangan perangkat keras seperti pada gambar 1 terdiri dari LCD I2C, Arduino ATmega328, sensor PZEM-004T, NodeMCU ESP8266, modul relay, kontaktor dan adaptor. Alur diagram pada gambar 6 dimulai dengan sensor PZEM-004T menerima besaran tegangan, arus, cos phi dan daya, selanjutnya sinyal analog yang diterima oleh sensor PZEM-004T dikonversikan menjadi data digital. Data digital tersebut menjadi input Arduino ATmega328 dan setelah diproses oleh Arduino menghasilkan output, selanjutnya output tersebut diteruskan kebagian modul relay, LCD I2C, NodeMCU8266. *cloud* dan laptop. Output modul relay mengerjakan kontaktor, kontak utama kontaktor selanjutnya akan meneruskan arus ke beban. Bila terjadi beban berlebih akan diterima oleh sensor PZEM-004T selanjutnya diproses oleh Arduino yang menghasilkan output, output tersebut akan diteruskan ke modul relay, selanjutnya kontak relay memutuskan arus coil kontaktor sehingga arus ke beban terputus, begitu pula pada layar LCD I2C tampil hasil

pengukuran, serta dapat dimonitoring melalui PC atau smartphone.



Gambar 1. Blok diagram sistem proteksi arus lebih

Diagram alir (flowchart) sistem monitoring proteksi arus berlebih berbasis mikrokontroler dan IoT pada Gambar 2, diawali dengan mendeklarasikan variabel pada program dan memasukan nilai $I_{setting}$ sebagai *set point* arus yang diijinkan mengalir pada rangkaian. Selanjutnya *Current Transformator* (CT) mengubah besaran arus yang mengalir pada sistem menjadi besaran arus yang lebih kecil nilainya, agar dapat dibaca oleh mikrokontroller. Selanjutnya, mikrokontroller akan mengolah nilai dari besaran arus yang terukur oleh CT. Apabila arus lebih kecil (nilai $I_{setting}$) maka relay akan OFF sehingga rangkaian akan terhubung atau rangkaian pada kondisi tertutup (*close circuit*). Sebaliknya, jika arus lebih besar dari nilai $I_{setting}$ maka relay akan ON sehingga arus pada rangkaian akan terputus atau rangkaian pada kondisi *trip*/terbuka (*open circuit*). Selanjutnya status beban dan data hasil pengukuran CT akan ditampilkan pada LCD I2C yang terdapat pada alat serta dikirimkan ke *cloud* melalui nodeMCU ESP8266. *Cloud* sendiri merupakan webserver yang mana didalamnya terdapat database yang bertugas menghimpun data yang dikirimkan dari nodeMCU ESP8266. Selanjutnya data yang terdapat pada *cloud* akan dapat ditampilkan pada perangkat Laptop/PC apabila *user* mengakses alamat situs dari website yg telah dibuat..



Gambar 2. Flowchart sistem monitoring proteksi arus berlebih berbasis mikrokontroler dan IoT

Dalam melakukan analisis, penulis menggunakan metode kuantitatif komparatif, di mana hasil analisis sistem diteliti akan dibandingkan dengan PUIL 2011.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Selanjutnya pengukuran dan pengujian alat sistem monitoring proteksi arus lebih menggunakan sensor PZEM-004T berbasis mikrokontroler dan *Internet of Things* bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari alat yang telah dibuat. Alat yang berbentuk prototipe ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Prototipe sistem monitoring proteksi arus lebih

3.1 Hasil

Hasil pengujian kinerja sistem proteksi arus berlebih berdasarkan nilai set point yang ditentukan dengan 3 tahapan pengujian dapat ditunjukkan seperti tabel 1, 2 dan 3, gambar 4, 5, 6 dan 7 berikut :

Tabel 1. Pengujian sistem proteksi dengan nilai set point proteksi arus 2 ampere.

NO	Pengujian	Pembacaan Arus Terakhir (A)	Pemutus Daya	Waktu Pemutusan (ms)
1	Pengujian 1	2,01	Trip	153
2	Pengujian 2	2,61	Trip	333
3	Pengujian 3	2,59	Trip	123
4	Pengujian 4	2,14	Trip	160
5	Pengujian 5	2,81	Trip	86
6	Pengujian 6	2,14	Trip	128
7	Pengujian 7	2,04	Trip	162
8	Pengujian 8	2,74	Trip	159
9	Pengujian 9	2,84	Trip	159
10	Pengujian 10	2,04	Trip	161
Rata-rata Waktu Pemutusan				162,4

Tabel 2. Pengujian sistem proteksi dengan nilai set point proteksi arus 4 ampere.

NO	Pengujian	Pembacaan Arus Terakhir (A)	Pemutus Daya	Waktu Pemutusan (ms)
1	Pengujian 1	5,40	Trip	161
2	Pengujian 2	4,88	Trip	211
3	Pengujian 3	4,80	Trip	222
4	Pengujian 4	5,29	Trip	224
5	Pengujian 5	5,27	Trip	209
6	Pengujian 6	5,41	Trip	152
7	Pengujian 7	4,28	Trip	86
8	Pengujian 8	4,80	Trip	122
9	Pengujian 9	5,82	Trip	209
10	Pengujian 10	6,10	Trip	209
Rata-rata Waktu Pemutusan				180,5

Tabel 3. Pengujian sistem proteksi dengan nilai set point proteksi arus 6 ampere.

NO	Pengujian	Pembacaan Arus Terakhir (A)	Pemutus Daya	Waktu Pemutusan (ms)
1	Pengujian 1	6,01	Trip	226
2	Pengujian 2	6,81	Trip	152
3	Pengujian 3	6,74	Trip	125
4	Pengujian 4	6,06	Trip	154
5	Pengujian 5	7,07	Trip	154
6	Pengujian 6	6,06	Trip	123
7	Pengujian 7	6,14	Trip	208
8	Pengujian 8	6,29	Trip	153
9	Pengujian 9	6,03	Trip	160
10	Pengujian 10	7,77	Trip	153
Rata-rata Waktu Pemutusan				160,8

Rangkaian Terhubung	
Waktu Milli Second =	782
Tegangan =	227.70
Arus =	0.00
Cos Phi =	0.00
Daya =	0.00
Rangkaian Terhubung	
Waktu Milli Second =	910
Tegangan =	227.70
Arus =	0.00
Cos Phi =	0.00
Daya =	0.00
Rangkaian Terhubung	
Waktu Milli Second =	1090
Tegangan =	227.70
Arus =	0.00
Cos Phi =	0.00

Gambar 4. Pengujian sistem proteksi tanpa beban

Rangkaian Terhubung	
Waktu Milli Second =	8615
Tegangan =	222.20
Arus =	0.81
Cos Phi =	0.74
Daya =	133.19
Trip	
Waktu Milli Second =	8953
Tegangan =	221.00
Arus =	2.13
Cos Phi =	0.70
Daya =	329.98
Trip	
Waktu Milli Second =	9069

Gambar 5. pengujian sistem proteksi dengan nilai set

point proteksi 2 A

Waktu Milli Second =		3603
Tegangan =	218.50	
Arus =	3.20	
Cos Phi =	0.98	
Daya =	685.43	
Rangkaian Terhubung		
Waktu Milli Second =	3712	
Tegangan =	218.50	
Arus =	3.20	
Cos Phi =	0.98	
Daya =	685.43	
Trip		
Waktu Milli Second =	3923	
Tegangan =	217.00	
Arus =	4.88	
Cos Phi =	0.95	
Daya =	1005.19	
Trip		
Waktu Milli Second =	3979	
Tegangan =	217.00	
Arus =	4.88	
Cos Phi =	0.95	
Daya =	1005.19	

Gambar 6. pengujian sistem proteksi dengan nilai set
point proteksi 4 A

```

COM12
-----
Daya      = 571.93

Rangkaian Terhubung
Waktu Milli Second = 5129
Tegangan    = 218.40
Arus        = 3.23
Cos Phi     = 0.81
Daya        = 571.93

Trip
Waktu Milli Second = 5282
Tegangan    = 214.90
Arus        = 6.29
Cos Phi     = 1.00
Daya        = 1351.72

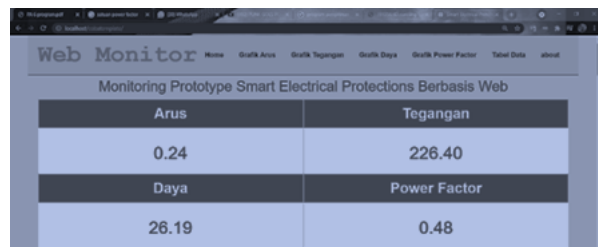
Trip
Waktu Milli Second = 5360
Tegangan    = 214.90
Arus        = 6.29
Cos Phi     = 1.00
Daya        = 1351.72

Trip
Waktu Milli Second = 5477
Tegangan    = 214.90
Arus        = 6.29

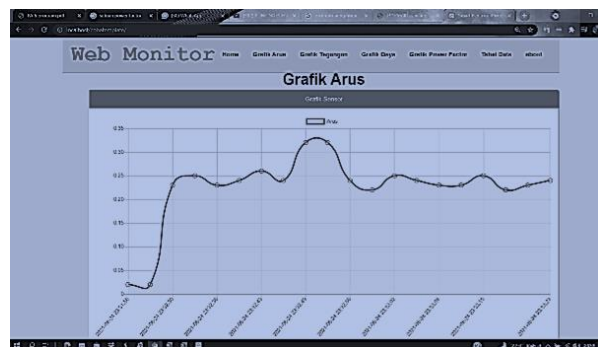
```

Gambar 7. pengujian sistem proteksi dengan nilai set
point proteksi 6 A.

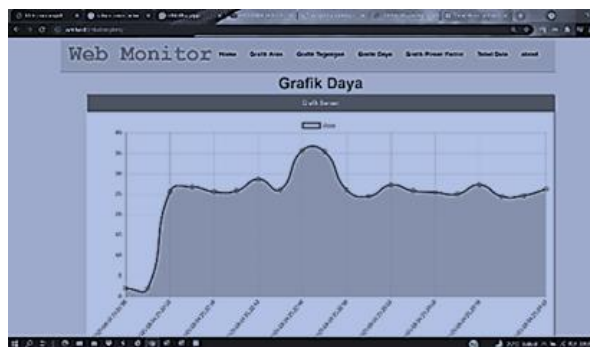
Selain tampilan pada Serial Monitor Arduino IDE, hasil pengujian ditampilkan juga pada Website Sistem Monitoring seperti gambar 8, 9, 10, 11, dan 12.



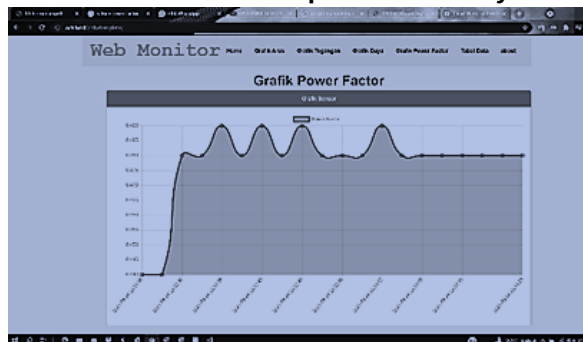
Gambar 8. Tampilan Utama Website



Gambar 9. Tampilan Grafik Arus



Gambar 10. Tampilan Grafik Daya



Gambar 11. Tampilan Grafik Power Factor

No	Date & Time	Arus	Tegangan	Daya	Power Factor
1	2021-08-24 23:33:23	0.24	226.40	26.19	0.48
2	2021-08-24 23:33:21	0.23	226.30	24.66	0.48
3	2021-08-24 23:33:18	0.22	226.50	24.46	0.48
4	2021-08-24 23:33:15	0.25	226.40	27.28	0.48
5	2021-08-24 23:33:12	0.23	226.60	25.02	0.48
6	2021-08-24 23:33:08	0.23	226.50	25.44	0.48
7	2021-08-24 23:33:05	0.24	226.60	25.78	0.48
8	2021-08-24 23:33:02	0.25	226.70	27.22	0.49
9	2021-08-24 23:32:58	0.22	226.70	24.48	0.48
10	2021-08-24 23:32:56	0.24	226.70	26.01	0.48
11	2021-08-24 23:32:52	0.32	226.60	35.35	0.48
12	2021-08-24 23:32:49	0.32	226.70	35.66	0.49
13	2021-08-24 23:32:46	0.24	226.60	26.18	0.48
14	2021-08-24 23:32:43	0.26	226.60	28.95	0.49
15	2021-08-24 23:32:40	0.24	226.70	25.79	0.48
16	2021-08-24 23:32:36	0.23	226.80	25.56	0.49
17	2021-08-24 23:32:33	0.25	226.70	26.77	0.48
18	2021-08-24 23:32:30	0.23	226.70	25.57	0.48
19	2021-08-24 23:31:58	0.02	226.90	2.10	0.44
20	2021-08-24 23:31:56	0.02	226.90	2.10	0.44

Gambar 12. Tampilan Tabel Data Logger.

3.2. Pembahasan

Berdasarkan tabel 1, 2 dan 3 yang merupakan data hasil pengujian sistem proteksi dengan nilai set point proteksi arus 2, 4 dan 6 ampere, menunjukkan bahwa rata-rata waktu pemutusan 162,4 ms, 180,5 ms dan 160,8 ms. Sehingga nilai rata-rata waktu pemutusan rangkaian sebesar 171,6 milliseconds. Apabila hasil tersebut dibandingkan dengan ketentuan PUIL 2011 tentang proteksi arus lebih dapat dinyatakan telah sesuai.

Begitu pula tampilan rekapitulasi data hasil pengukuran pada Web Monitor dibandingkan dengan hasil tampilan pada Serial Monitor Arduino IDE telah sama atau tidak ada perbedaan, ini berarti kesesuaian tampilan sebesar 100%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil pengujian sistem proteksi didapatkan nilai rata-rata waktu pemutusan rangkaian sebesar 171,6 milliseconds, dan hasil analisis data hasil pengujian kinerja sistem monitoring didapatkan hasil yang baik, dimana nilai rata-rata kesalahan relatif dari program tampilan pada website sebesar 0%.

Salain dapat memproteksi, alat ini dapat juga digunakan untuk memonitoring arus yang mengalir pada rangkaian. melalui *website* serta dapat diakses menggunakan *smartphone* atau *personal computer* yang telah terkoneksi dengan jaringan internet.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada tim redaksi VASTUWIDYA atas diterima dan diterbitkan artikel ini.

Secara umum, semoga artikel ini dapat menginspirasi dan dikembangkan kembali oleh para peneliti lainnya. Harapannya, dari ide yang sederhana berkembang menjadi lebih luas sehingga dapat bermanfaat untuk kemajuan teknologi kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Pandjaitan, "Praktik-praktik Proteksi Sistem Tenaga Listrik," CV Andi Offset Yogyakarta, 2012.
- [2] A. R. Anwar and D. Siswanto, "Prototipe Pengawas Sistem Proteksi Arus Lebih Elektronik Secara Nirkabel," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer.*, vol. 11, no. 1, pp. 65–76, 2020, doi: 10.24176/simet.v11i1.3650.
- [3] M. D. Cahyo, "Rancang Bangun Sistem Proteksi dan Monitoring Energi Listrik Berbasis Mikrokontroler Menggunakan

Visual Studio Uji Coba Diakses di PT. PANCAWANA INDONESIA," vol. 1, pp. 1–6, 2018.

- [4] M. T. Alawiy, *Proteksi Sistem Tenaga Listrik*. 2006.
- [5] L. Hewitson, M. Brown, and R. Balakrishnan, *Practical power system protection*. Elsevier, 2004.
- [6] Aprilia Pratama P, *Makalah Teknik Transmisi Dan Distribusi "Sistem Proteksi Jaringan"*[1] B. Pandjaitan, "Praktik-praktik Proteksi Sistem Tenaga Listrik," CV Andi Offset Yogyakarta, 2012.
- [2] A. R. Anwar and D. Siswanto, "Prototipe Pengawas Sistem Proteksi Arus Lebih Elektronik Secara Nirkabel," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer.*, vol. 11, no. 1, pp. 65–76, 2020, doi: 10.24176/simet.v11i1.3650.
- [3] M. D. Cahyo, "Rancang Bangun Sistem Proteksi dan Monitoring Energi Listrik Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Visual Studio Uji Coba Diakses di PT. PANCAWANA INDONESIA," vol. 1, pp. 1–6, 2018.
- [4] M. T. Alawiy, *Proteksi Sistem Tenaga Listrik*. 2006.
- [5] L. Hewitson, M. Brown, and R. Balakrishnan, *Practical power system protection*. Elsevier, 2004.
- [6] Aprilia Pratama P, *Makalah Teknik Transmisi Dan Distribusi "Sistem Proteksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik."* 2021.
- [7] A. Akhdan, "Rangkaian Interlock dengan Kontaktor magnet," *Sains, Entertain. Technol.*, 2015.
- [8] E. Pafela and E. Hamdani, "Studi Penyetelan Relay Arus Lebih (OCR) Pada Gardu Induk Teluk Lembu Pekanbaru," *J. Online Mhs. Fak. Tek. Univ. Riau*, vol. 4, no. 1, pp. 1–17, 2016.
- [9] Y. R. Hadi Prayogo, Herri Gusmedi, "Prototype Proteksi Arus Lebih Menggunakan Current Transformer Berbasis Mikrokontroler Atmega32," *Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 8, no. 3, 2014.
- [10] D. Amalia and E. Ariyanto, "Optimalisasi Pengukuran Arus Oleh Current Transformer Untuk Meminimalisir Susut Energi Pada

- Pabrik Baja Pt. Inti General Yaja Steel Daerah Semarang Barat," *Gema Teknol.*, vol. 18, no. 1, p. 1, 2014, doi: 10.14710/gt.v18i1.8806.
- [11] M. A. Alipudin and et. al, "Rancang bangun alat monitoring biaya listrik terpakai berbasis internet of things (IOT)," pp. 1–11, 2019.
- [12] Anna Nur Nazilah Chamim, "Penggunaan Microcontroller Sebagai Pendeteksi Posisi Dengan Menggunakan Sinyal Gsm," *J. Inform.*, vol. Vol-4, 2010.
- [13] Gagat, M., Pradipta, N., dan Ihanif, I., "Pembuatan Prototipe Sistem Keamanan Laboratorium Berbasis Arduino Mega," *E-Journal*, ISSN, 2016.
- [14] Arafat, "Sistem Pengamanan Pintu Rumah Berbasis Internet of Things (IoT) dengan ESP8266," *Technologia*, vol. 7, 2016.
- [15] Allgoblog, "Apa itu Arduino IDE dan Arduino Sketch," 2017. <http://allgoblog.com/apa-itu-arduino-ide-dan-arduino-sketch/>.
- [16] M. Itaqilah, B. B. Rijadi, P. Studi, T. Elektro, F. Teknik, and U. Pakuan, "Pengembangan Internet of Things Untuk Aplikasi Keamanan Berkendara," pp. 1–10, 2019.
- [17] A. Zaki, *Kiat jitu membuat website tanpa modal*. Elex Media Komputindo, 2009.
- [18] E. Nurmianti, "Analisis dan Perancangan Web Server Pada Handphone," *Stud. Inform. J. Sist. Inf.*, vol. 5, no. 2, pp. 1–17, 2012, [Online]. Available: [http://download.portalgaruda.org/article.php?article=2481&val=329&title=Analisis Dan Perancangan Web Server Pada Handphone](http://download.portalgaruda.org/article.php?article=2481&val=329&title=Analisis%20Dan%20Perancangan%20Web%20Server%20Pada%20Handphone).
- [19] A. Yahya, "Aplikasi Ujian Madrasah Berbasis Local Area Network (LAN) Studi Kasus Mata Pelajaran TIK Pada MTs Al Muawanah Curug Tangerang," 2010.
- [20] D. Abdullah, "Perancangan Dan Implementasi Virtual Hosting Menggunakan Linux," *Peranc. Dan Implementasi Virtual Hosting Menggunakan Linux*, pp. 1–4, 2013.