

Alat Uji MCB 1 Fasa Instalasi Milik Pelanggan (IML)

Sutedjo, Karunia Vio Nita Rusyatul Ummah*, Moch. Machmud Rifadil, Luki Septya Mahendra

Jurusan Teknik Elektro Industri/Departemen Teknik Elektro – Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Surabaya, Indonesia

*kvionita10@gmail.com

Abstract— MCB (Miniature Circuit Breaker) is part of an electrical installation that functions as a safety in electrical installations in the event of an overload or short circuit current. To avoid MCB malfunction, it is necessary to check the MCB first before it is installed on the customer; in addition to avoiding the theft of electrical energy by irresponsible customers. This MCB test equipment uses an AC dimmer as a test current regulator and as a load, namely a halogen lamp and a singlephase induction motor. The MCB will be tested with a test current in accordance with SPLN 108:1993. From this MCB test, the results of the test time with the SPLN will be compared, so that the MCB is in good condition or not. The results of the MCB test will be displayed on the LCD to be used as Minutes in accordance with company regulations. To overcome these problems, a compact and easy-to-use MCB test tool is made so that it is expected to make it easier to test the feasibility of 1 Phase MCB. The test results of this MCB test equipment are able to produce a test current of 1.05In; 1.2In; 1.5In; 4In; and 6In according to SPLN 108:1993. This test equipment is also able to test MCB 2A type CL according to its condition and the results obtained are 2 brands of MCB in good condition and 1 brand of MCB in bad condition according to SPLN 108:1993.

Abstrak— MCB (Miniature Circuit Breaker) adalah bagian instalasi listrik yang berfungsi sebagai pengaman dalam instalasi listrik apabila terjadi beban berlebih atau arus hubung singkat. Untuk menghindari kegagalan fungsi MCB diperlukan pengecekan MCB terlebih dahulu sebelum dipasang pada pelanggan, selain itu juga untuk menghindari pencurian energi listrik oleh pelanggan yang tidak bertanggung jawab. Alat uji MCB ini menggunakan dimmer AC sebagai pengatur arus uji dan sebagai bebannya yaitu lampu halogen dan motor induksi 1 fasa. MCB akan diuji dengan arus uji sesuai dengan SPLN 108:1993. Dari pengujian MCB ini akan dibandingkan hasil waktu uji dengan SPLN, sehingga didapatkan MCB dalam kondisi baik atau tidak. Hasil pengujian MCB akan ditampilkan pada LCD untuk dijadikan sebagai Berita Acara sesuai dengan ketentuan perusahaan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dibuatlah alat uji MCB yang ringkas dan mudah digunakan sehingga diharapkan dapat mempermudah dalam menguji kelayakan MCB 1 Phase. Hasil pengujian alat uji MCB ini mampu menghasilkan arus uji 1,05In; 1,2In; 1,5In; 4In; dan 6In sesuai dengan SPLN 108:1993. Alat uji ini juga mampu menguji MCB 2A tipe CL sesuai dengan kondisinya dan didapatkan hasil 2 merk MCB dalam keadaan baik dan 1 merk MCB dalam keadaan buruk sesuai dengan SPLN 108:1993.

Kata Kunci— MCB; pencurian listrik; pengujian MCB; SPLN 108:1993; 1 Fase

I. PENDAHULUAN

ENERGI listrik dapat dikatakan sebagai salah satu kebutuhan penting dalam kehidupan manusia, pada masa sekarang hampir semua rumah tangga, industri dan bisnis menggunakan energi listrik. Kehidupan masyarakat yang terus berkembang membuat kebutuhan juga semakin beragam salah satunya kebutuhan akan energi listrik [1]. Dalam memenuhi kebutuhan energi listrik tersebut tak jarang masyarakat menggunakan cara-cara yang menyimpang seperti pencurian listrik.

Naskah diterima 28 Juli 2022, diterima setelah revisi 11 Agustus 2022, terbit online 2 September 2022. Emitor merupakan jurnal Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta yang terakreditasi Sinta 4 dengan alamat Gedung H Lantai 2 UMS, Jalan Ahmad Yani Tromol Pos 1 Surakarta Indonesia 57165.

Hal ini terjadi akibat alasan ekonomi maupun kurangnya kesadaran moral dan hukum. Pencurian energi listrik ini menyebabkan kerugian yang cukup besar bagi PLN, untuk menekan jumlah kerugian akibat pencurian energi listrik ini PLN melakukan berbagai upaya salah satunya pemeriksaan di lapangan oleh petugas P2TL pada pelanggan yang terindikasi ada ketidaknormalan pada pemakaian tenaga listrik.

P2TL atau Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik merupakan rangkaian kegiatan yang terdiri atas perencanaan, pemeriksaan, tindakan, dan penyelesaian yang dilakukan oleh PLN terhadap instalasi [2–5]. Pelaksanaan P2TL oleh setiap Unit PLN yang dilakukan secara rutin yang berfungsi dalam menertibkan penyaluran. Hal ini dilakukan untuk mengurangi bahaya yang di-

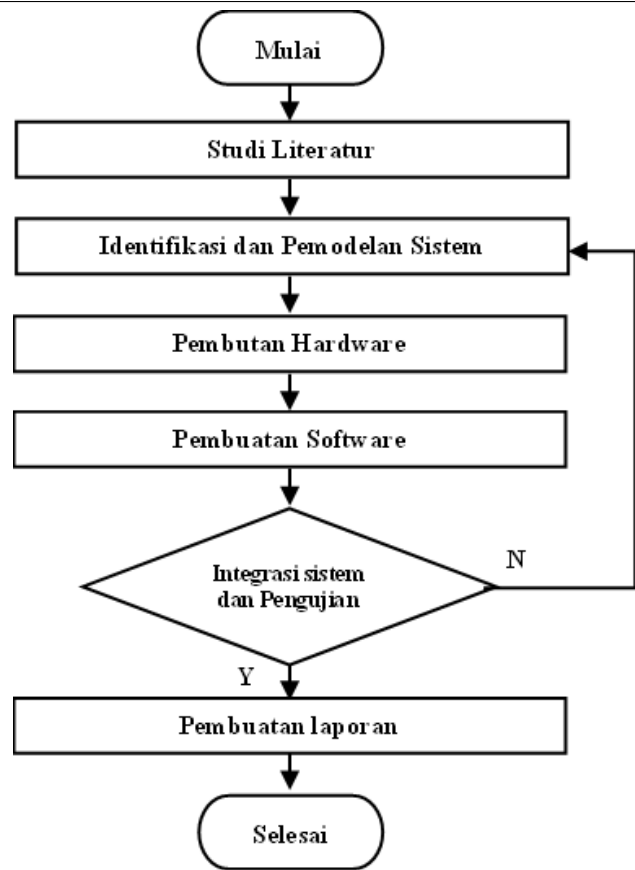
timbulkan listrik bagi masyarakat, meningkatkan mutu pelayanan serta menekan angka pencurian listrik. Beberapa pencurian listrik yang sering terjadi yaitu mengubah *wiring* kWh meter agar pengukuran meter berjalan melambat, mengganti MCB melebihi batas daya kontrak, mengubah komponen dalam MCB agar memiliki kapasitas yang lebih besar dari yang tertera, dan lain-lain. Pencurian-pencurian tersebut tidak bisa dicek secara visual saja namun perlu pengecekan lebih lanjut pada bagian dalam APP.

Alat Pengukur dan Pembatas (APP) terdiri dari kWh meter dan MCB (*Miniature Circuit Breaker*). kWh meter berfungsi sebagai pencatat besar energi yang terpakai dan MCB berfungsi sebagai pengaman sekaligus pembatas daya pada pelanggan [6–9]. Batas MCB yang biasa digunakan pada instalasi rumah, yaitu 2A, 4A, 6A, dan 10A. MCB ini bekerja dengan mendeteksi arus yang melewatinya, sehingga apabila arus yang melewati MCB melebihi arus nominal yang tertera maka MCB akan trip. Oleh karena itu MCB yang dipasang oleh PLN disesuaikan dengan kapasitas daya dari permintaan pelanggan. Sebelum dipasang pada IML pelanggan, MCB harus dikalibrasi terlebih dahulu untuk mengetahui bahwa MCB sudah bekerja sesuai dengan standar PLN. Jika MCB tidak berfungsi dengan benar maka hasil pengukuran dan pembatasan arus tidak sesuai dengan daya kontrak. Hal tersebut dapat mengakibatkan kerugian pada PLN dan juga tidak dapat mengamankan arus berlebih pada pelanggan yang bisa menyebabkan kebakaran [1].

Berdasarkan permasalahan di atas maka pada proyek akhir ini penulis membuat alat uji MCB 1 Phase yang dapat digunakan dengan mudah dan praktis. Alat ini akan menguji kesesuaian MCB yang ada pada pelanggan. MCB akan dialiri arus yang sesuai dengan standar pengujian MCB sesuai SPLN 108:1993. Hasil pengujian akan berupa waktu lama MCB trip yang kemudian ditampilkan pada LCD sebagai bukti pengujian.

II. METODE PENELITIAN

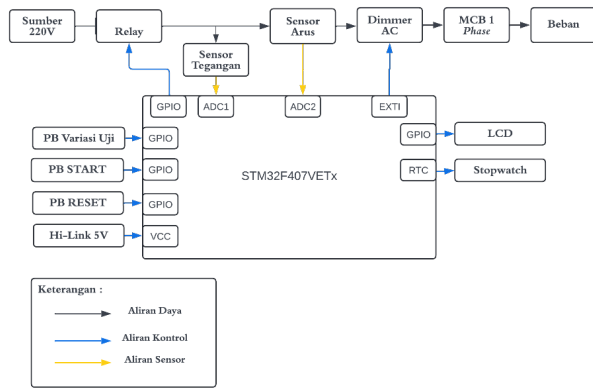
Dalam pengerjaan proyek akhir ini diperlukan suatu metode agar mendapatkan hasil yang maksimal. Metodologi proyek akhir ini secara keseluruhan dapat ditunjukkan pada gambar diagram alir (*flowchart*) berikut: Sistem yang akan dibuat pada penelitian ini bertujuan untuk menguji keadaan MCB 1 fasa yang terpasang pada pelanggan PLN apakah masih sesuai dengan standar atau sudah mengalami perubahan kemampuan trip sehingga terdapat pelanggaran [10–15]. Pengujian MCB pelanggan dilakukan tanpa membongkar Alat pengukur



Gambar 1: Diagram alir metode penelitian

dan Pembatas (APP). MCB yang akan diuji yaitu MCB tipe CL dengan kapasitas 2A. Kemudian MCB akan diuji dengan variasi uji 1,05 In; 1,2 In; 1,5 In; 4 In; dan 6 In sesuai dengan ketentuan SPLN 108:1993.

Pada blok diagram sistem yang ditunjukkan oleh Gambar 2 dapat diketahui bahwa alat mendapat sumber dari jala-jala PLN 220V di sisi pelanggan. Kemudian dimmer akan memotong gelombang AC sinusoidal dari PLN yang menyebabkan daya menjadi lebih kecil [16]. Pemotongan gelombang AC sinusoidal ini akan diatur oleh mikrokontroler sehingga dapat menghasilkan arus uji yang diinginkan. Sebelum melakukan pengujian, terlebih dahulu memilih variasi uji MCB yang akan dilakukan. Kemudian menekan tombol “START” untuk memulai pengujian. Pada saat tombol “START” ditekan relay akan berubah dari keadaan *open* menjadi *close*. Kemudian sensor tegangan akan membaca besar tegangan dari Alat Pengukur dan Pembatas, sementara sensor arus akan membaca besar arus keluaran dari dimmer. Saat pengujian mikrokontroler akan menghitung lama waktu hingga MCB mencapai trip [17]. Kemudian hasil pengujian yang berupa tegangan, arus, lama waktu MCB trip, dan tanggal pengujian akan ditampilkan pada LCD untuk dijadikan bukti pengujian.

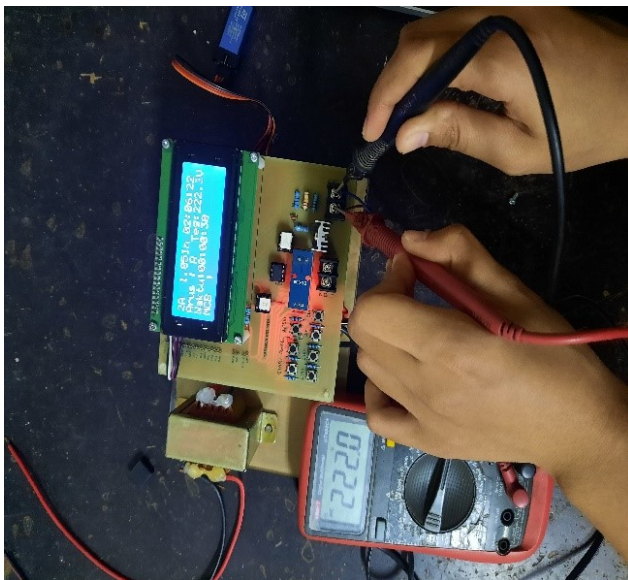


Gambar 2: Blok diagram sistem

III. HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

i. Pengujian Sensor Tegangan

Pada Pengujian Sensor tegangan ini tidak langsung membaca nilai RMS tetapi akan membaca nilai ADC. Oleh karena itu diperlukan kalibrasi terlebih dahulu untuk mendapatkan angka perbandingan yang berfungsi menyamakan nilai tegangan RMS dan nilai ADC pada sensor tegangan dengan IC AMC1100. Pengujian sensor tegangan ini dilakukan dua kali, pengujian pertama untuk mengetahui nilai ADC dengan referensi nilai tegangan pada AVO Meter. Setelah itu, dibuat grafik ADC untuk mendapatkan rumus persamaan garis. Dari grafik kalibrasi sensor tegangan didapatkan persamaan $y = 0,3115x - 12,836$ [18]. Pada program



Gambar 3: Pengujian Sensor Tegangan

Tabel 1: Hasil Pengujian MCB Schneider 1

No	Arus (A)	Waktu	Status	Kondisi
1	2,1	01:03:03:248	Tidak Trip	Baik
2	2,4	00:13:42:127	Trip	Baik
3	3	00:01:27:218	Trip	Baik
4	8	00:00:01:195	Trip	Baik
5	12	00:00:00:156	Trip	Baik

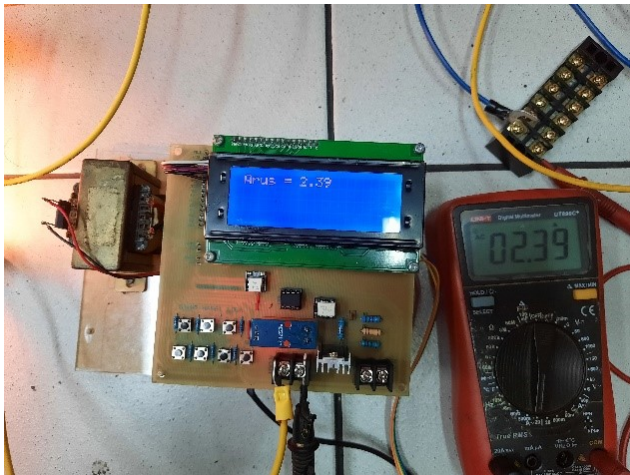
nantinya nilai y akan menjadi nilai variabel tegangan dalam volt dan nilai x adalah variabel pembacaan ADC pada mikrokontroller [19]. Persamaan tersebut nantinya akan di masukkan ke program mikrokontroller sebagai kalibrasi agar tegangan input yang disensing nilainya adalah sama dari pembacaan alat ukur dengan pembacaan pada LCD. Untuk lebih jelasnya, pengujian sensor tegangan dapat ditunjukkan pada Gambar 3.

ii. Pengujian Sensor Arus

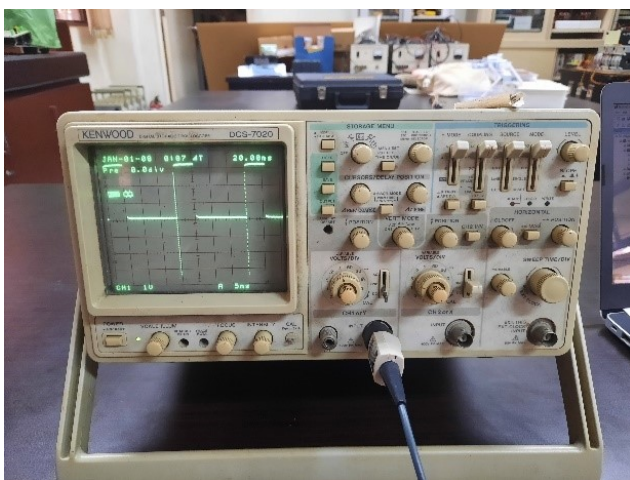
Pada penelitian ini sensor arus yang digunakan adalah ACS712 20A, dimana untuk pengujian sensor arus ini tidak bisa langsung membaca nilai RMS tetapi akan membaca nilai ADC. Oleh karena itu diperlukan kalibrasi terlebih dahulu untuk mendapatkan angka perbandingan yang berfungsi menyamakan nilai arus RMS dan nilai ADC pada sensor arus ACS712 [20]. Pada pengujian sensor arus ini dilakukan dua kali, pengujian pertama untuk mengetahui nilai ADC dengan referensi nilai arus pada Ammeter. Setelah itu, dibuat grafik ADC untuk mendapatkan rumus persamaan garis. Dari grafik kalibrasi sensor arus didapatkan persamaan $y = 0,0195x - 0,0442$ [21]. Pada program nantinya nilai y akan menjadi nilai variabel arus dalam volt dan nilai x adalah variabel pembacaan ADC pada mikrokontroller. Persamaan tersebut nantinya akan di masukkan ke program mikrokontroller sebagai kalibrasi agar arus yang disensing nilainya adalah sama dari pembacaan alat ukur dengan pembacaan pada LCD. Untuk lebih jelasnya, pengujian sensor arus dapat ditunjukkan pada Gambar 4.

iii. Pengujian Dimmer AC

Pada pengujian dimmer AC dilakukan untuk mengetahui tegangan keluaran dari dimmer AC. Pada rangkaian dimmer AC ini menggunakan rangkaian Zero Crossing Detector yang berfungsi untuk mendeteksi perpotongan gelombang sinus pada tegangan AC, sehingga dapat memberikan sinyal acuan yang digunakan sebagai *External Interrupt* pada mikrokontroler. Selanjutnya mikrokontroler akan membangkitkan sinyal PWM un-



Gambar 4: Pengujian Sensor Arus



Gambar 5: Hasil Gelombang PWM Dimmer AC

tuk memicu gate TRIAC. Pada Gambar 5 merupakan bentuk gelombang PWM yang dihasilkan oleh dimmer AC apabila *duty cycle* disetting 30%. Perubahan *duty cycle* inilah yang akan mengubah tegangan keluaran dari dimmer AC.

iv. Pengujian MCB

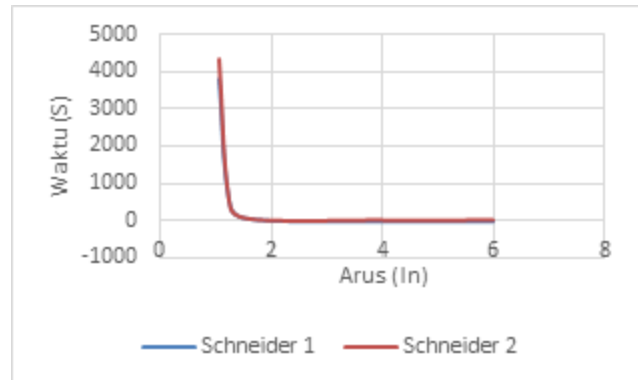
Untuk pengambilan data pada penelitian ini menggunakan MCB tipe CL dengan tiga merk yang berbeda, yaitu Schneider, Multi, dan ABB. Masing-masing merk

Tabel 2: Hasil Pengujian MCB Schneider 2

No	Arus (A)	Waktu	Status	Kondisi
1	2,1	01:12:21:195	Tidak Trip	Baik
2	2,4	00:14:14:137	Trip	Baik
3	3	00:01:01:317	Trip	Baik
4	8	00:00:00:987	Trip	Baik
5	12	00:00:00:123	Trip	Baik

Tabel 3: Hasil Pengujian MCB ABB 1

No	Arus (A)	Waktu	Status	Kondisi
1	2,1	01:04:31:213	Tidak Trip	Baik
2	2,4	00:12:45:217	Trip	Baik
3	3	00:01:35:148	Trip	Baik
4	8	00:00:00:255	Trip	Baik
5	12	00:00:00:168	Trip	Baik



Gambar 6: Kurva Arus Waktu MCB Schneider

MCB ini akan dilakukan pengujian sebanyak dua kali yang kemudian diambil kesimpulan dari keadaan MCB yang telah diuji. Untuk penamaan MCB digunakan sebutan MCB Schneider 1, MCB Schneider 2, dan seterusnya.

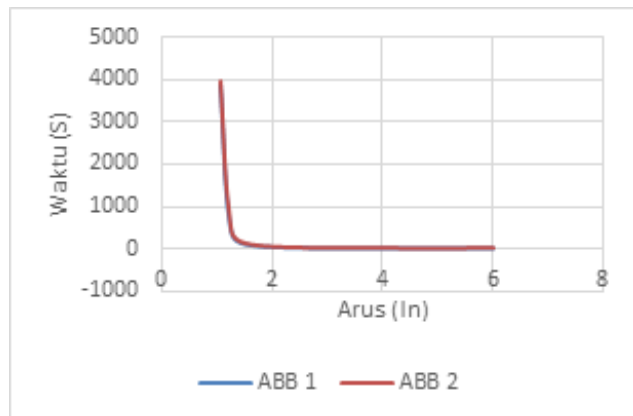
Dari hasil uji pada MCB dengan merk Schneider 1 dan Schneider 2, dapat dilihat pada lima kondisi MCB dalam keadaan BAIK. Saat MCB diberikan arus 1,05 In, MCB tidak trip dengan waktu lebih dari 1 jam yang berarti hasilnya adalah BAIK. Pada saat MCB diberikan arus uji 1,2 In; 1,5 In; 4 In; dan 6 In, MCB mengalami trip. Pada keterangan SPLN 108:1993, pada kondisi arus uji 1,05 In MCB tidak akan mengalami trip dalam waktu lebih dari atau sama dengan 1 jam, sedangkan untuk arus uji 1,2 In; 1,5 In; dan 4 In MCB harus trip sesuai dengan waktu yang tertera. Sehingga dari lima kondisi diperoleh hasil pengujian MCB merk Schneider adalah BAIK karena memenuhi SPLN 108:1993. Untuk kurva arus waktu MCB merk Schneider dapat dilihat pada Gambar 6.

Pengambilan data selanjutnya adalah untuk MCB dengan merk ABB.

Dari hasil uji pada MCB dengan merk ABB 1 dan ABB 2, dapat dilihat pada lima kondisi MCB dalam keadaan BAIK. Saat MCB diberikan arus 1,05 In, MCB tidak mengalami trip dengan waktu lebih dari 1 jam yang berarti hasilnya adalah BAIK. Dan saat MCB diberikan arus uji 1,2 In; 1,5 In; 4 In; dan 6 In, MCB mengalami trip. Pada keterangan SPLN 108:1993, pa-

Tabel 4: Hasil Pengujian MCB ABB 2

No	Arus (A)	Waktu	Status	Kondisi
1	2,1	01:06:22:197	Tidak Trip	Baik
2	2,4	00:15:19:168	Trip	Baik
3	3	00:01:51:101	Trip	Baik
4	8	00:00:01:132	Trip	Baik
5	12	00:00:00:186	Trip	Baik

**Gambar 7:** Kurva Arus Waktu MCB ABB

da kondisi arus uji 1,05 In MCB tidak akan mengalami trip dalam waktu lebih dari atau sama dengan 1 jam, sedangkan untuk arus uji 1,2 In; 1,5 In; 4 In; dan 6 In MCB harus trip sesuai dengan waktu yang tertera. Sehingga dari lima kondisi MCB yang diperoleh hasil pengujian MCB merk ABB adalah BAIK karena memenuhi SPLN 108:1993. Untuk kurva arus waktu MCB merk ABB dapat dilihat pada Gambar 7.

Pengambilan data selanjutnya adalah untuk MCB dengan merk Multi.

Dari hasil uji pada MCB dengan merk Multi 1 dan Multi 2, dapat dilihat pada satu kondisi MCB dalam keadaan BAIK. Saat MCB diberikan arus 1,05 In, MCB tidak mengalami trip dengan waktu lebih dari 1 jam yang berarti hasilnya adalah BAIK. Namun pada saat MCB diberikan arus uji 1,2 In; 1,5 In; 4 In; dan 6 In, MCB tidak mengalami trip yang berarti hasilnya adalah BURUK. Pada keterangan SPLN 108:1993, pada kondisi arus uji 1,05 In MCB tidak akan mengalami

Tabel 5: Hasil Pengujian MCB Multi 1

No	Arus (A)	Waktu	Status	Kondisi
1	2,1	01:53:28:216	Tidak Trip	Baik
2	2,4	01:13:35:596	Tidak Trip	Buruk
3	3	00:08:05:34	Tidak Trip	Buruk
4	8	00:00:05:348	Tidak Trip	Buruk
5	12	00:00:01:143	Tidak Trip	Buruk

Tabel 6: Hasil Pengujian MCB Multi 2

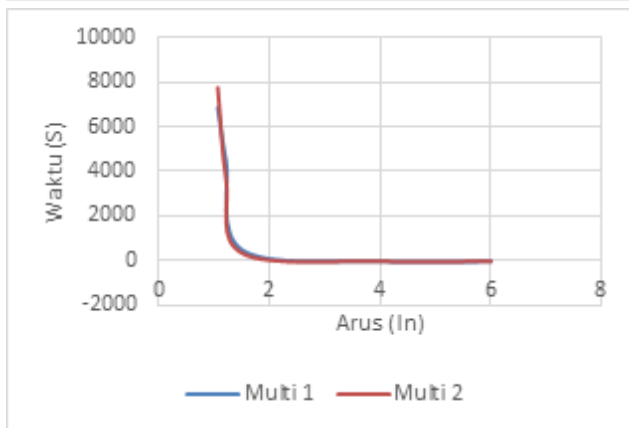
No	Arus (A)	Waktu	Status	Kondisi
1	2,1	02:09:13:342	Tidak Trip	Baik
2	2,4	01:00:51:765	Tidak Trip	Buruk
3	3	00:05:56:201	Tidak Trip	Buruk
4	8	00:00:07:709	Tidak Trip	Buruk
5	12	00:00:01:154	Tidak Trip	Buruk

trip dalam waktu lebih dari atau sama dengan 1 jam, sedangkan untuk arus uji 1,2 In; 1,5 In; 4 In dan 6 In MCB harus trip sesuai dengan waktu yang tertera. Sehingga dari satu kondisi yang BAIK dan empat kondisi BURUK diperoleh hasil pengujian MCB merk Multi adalah BURUK karena tidak memenuhi SPLN 108:1993. Untuk kurva arus waktu MCB merk Multi dapat dilihat pada Gambar 8.

Setelah didapatkan hasil pengujian dari ketiga

Tabel 7: Perbandingan Waktu Trip MCB

Merk MCB	Arus Uji (A)	Waktu Trip
Schneider 1	2,1	01:03:03:248
Schneider 2		01:12:21:195
ABB 1	2,1	01:04:31:213
ABB 2		01:06:22:197
Multi 1	2,4	01:53:28:216
Multi 2		02:09:13:342
Schneider 1	2,4	00:13:42:127
Schneider 2		00:14:14:137
ABB 1	2,4	00:12:45:217
ABB 2		00:15:19:168
Multi 1	3	01:13:35:596
Multi 2		01:00:51:765
Schneider 1	3	00:01:27:218
Schneider 2		00:01:01:317
ABB 1	3	00:01:35:148
ABB 2		00:01:51:101
Multi 1	8	00:08:05:34
Multi 2		00:05:56:201
Schneider 1	8	00:00:01:195
Schneider 2		00:00:00:987
ABB 1	8	00:00:00:255
ABB 2		00:00:01:132
Multi 1	12	00:00:05:348
Multi 2		00:00:07:709
Schneider 1	12	00:00:00:156
Schneider 2		00:00:00:123
ABB 1	12	00:00:00:168
ABB 2		00:00:00:186
Multi 1	12	00:00:01:143
Multi 2		00:00:01:154



Gambar 8: Kurva Arus Waktu MCB Multi

merk MCB yang diuji, maka dapat dibandingkan waktu trip MCB tersebut pada Tabel 7 sebagai berikut.

IV. KESIMPULAN

IV. KESIMPULAN Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa seluruh alat dapat bekerja dengan baik. Dimmer AC telah bekerja dengan baik dan dapat digunakan untuk mensetting arus pengujian MCB yang sesuai. Alat uji MCB ini dapat digunakan untuk mengetahui kualitas MCB tipe CL berdasarkan sifat *thermal tripping* dan *magnetic tripping* sesuai dengan SPLN108:1993. Dari 3 MCB tipe CL dengan merk yang berbeda didapatkan hasil pengujian, yaitu

MCB dengan merk Multi menunjukkan hasil BURUK sedangkan MCB dengan merk Schneider dan ABB menunjukkan hasil BAIK. Hasil BAIK/BURUK didapatkan dari perbandingan hasil uji MCB dengan tabel karakteristik arus waktu MCB pada SPLN 108:1993, yaitu saat pengujian 1,2 In MCB trip antara 10 menit hingga 59 menit, dan semakin besar arus yang diberikan waktu trip MCB semakin cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Filipova-Petrakieva dan Y. Shopov, "The 'artificial' short circuit in the input of the electrical devices realizing overcurrents protection," in *2020 12th Electrical Engineering Faculty Conference (BulEF)*. IEEE, 2020, pp. 1–5.
- [2] A. Arieyansyah dan R. Mukhaiyar, "Penekanan susut non-teknis dengan cara optimalisasi pelaksanaan p2tl di pt-pln (persero)-ulp-indarung," *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, vol. 3, no. 4, pp. 74–84, 2021.
- [3] I. E. N. Putri dan A. Subari, "Optimasi pelaksanaan penertiban pemakaian tenaga listrik (p2tl) sebagai upaya peningkatan saving kwh dan penekanan susut non teknis di pt. pln (persero) rayon semarang selatan," *Gema Teknologi*, vol. 18, no. 2, 2015.
- [4] E. Agustina dan A. F. Amalia, "Penurunan susut non teknis pada jaringan distribusi menggunakan sistem automatic meter reading di pt. pln (persero)," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 8, no. 1, p. 142273, 2017.
- [5] A. KIRANA, "Penekanan susut daya non-teknis dengan meminimalisir ketidaknormalan akibat hilangnya arus fasa rst menggunakan automatic meter reading pada pelanggan bandarjaya meterpoint," Ph.D. dissertation, Universitas Gadjah Mada, 2021.
- [6] M. I. Fahmi dan J. E. Hutagalung, "Automatic locker key with barcode based microcontroller atmega 8535," in *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 930, no. 1. IOP Publishing, 2017, p. 012011.
- [7] H. A. NOVIAN, "Rancang bangun miniatur sistem hibrid traffic light menggunakan solar cell dengan backup daya pln dan baterai berbasis mikrokontroler atmega8535," *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro*, vol. 1, no. 1, 2017.
- [8] M. A. Auliq dan K. S. Prasajo, "Perancangan sistem monitoring power bts (base transceiver station) menggunakan sms gateway berbasis mikrokontroler atmega 8535," *PROSIDING SENSEI 2017*, vol. 1, no. 1, 2017.
- [9] A. Widodo dan A. T. R. Dewi, "Sistem informasi alat kendali suhu miniatur ruangan berbasis mikrokontroler atmega 8535," *JOINTECS (Journal of Information Technology and Computer Science)*, vol. 5, no. 2, pp. 113–120, 2020.
- [10] H. P. Helda, N. G. Pahiyanti, dan A. G. Hutadjulu, "Analisa penurunan susut energi di pt. pln (persero) ulp sukabumi kota," Ph.D. dissertation, INSTITUT TEKNOLOGI PLN, 2020.
- [11] N. G. Pahiyanti, "Penurunan susut jaringan dengan penertiban pemakaian tenaga listrik," *SUTET*, vol. 9, no. 1, pp. 36–45, 2019.
- [12] A. R. Tanjung, A. Zain, dan H. Susanto, "Analisa penurunan susut non teknis dengan amr pln (studi kasus pt. tjokro bersaudara bontang kaltim)," *J. Sinergi Jur. Tek. Mesin*, vol. 17, no. 1, p. 1, 2019.
- [13] B. Susanto, M. Jumnahdi, dan W. Sunanda, "Menekan susut energi melalui analisis kewajaran konsumsi energi listrik pelanggan pada pln up3 bangka," in *PROCEEDINGS OF NATIONAL COLLOQUIUM RESEARCH AND COMMUNITY SERVICE*, vol. 3, 2019, pp. 84–87.
- [14] E. Agustina dan A. F. Amalia, "Penurunan susut non teknis pada jaringan distribusi menggunakan sistem automatic meter reading di pt. pln (persero)," *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, vol. 5, no. 4, p. 164, 2016.
- [15] A. Arieyansyah dan R. Mukhaiyar, "Penekanan susut non-teknis dengan cara optimalisasi pelaksanaan p2tl di pt-pln (persero)-ulp-indarung," *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, vol. 3, no. 4, pp. 74–84, 2021.
- [16] A. Sani dan E. E. N. Jannah, "Purwarupa pengendali kecepatan motor induksi 1 fasa via android," *Jurnal Integrasi*, vol. 12, no. 2, pp. 88–91, 2020.
- [17] J. Juhana, "Analisa pengaruh beban linier dan beban non linier terhadap fungsi kerja miniature circuit breaker," *EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)*, vol. 1, no. 1, pp. 16–26, 2018.

- [18] R. Kurniawan, "Perancangan alat monitoring arus pada circuit breaker dengan menggunakan sensor acs712 dan tampilan lcd," *Informatika*, vol. 10, no. 1, pp. 12–17, 2018.
- [19] B. S. Adi, R. Hariyati, dan R. A. Diantari, "Rancang bangun sistem monitoring titik gangguan pada instalasi listrik dengan implementasi iot," Ph.D. dissertation, IT PLN, 2020.
- [20] J. Juhana, "Analisa pengaruh beban linier dan beban non linier terhadap fungsi kerja miniature circuit breaker," *EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control)*, vol. 1, no. 1, pp. 16–26, 2018.
- [21] T. Li, F. Luan, M. Wang, Q. Song, dan Z. Shi, "Design of remote monitoring system based on stm32f407 microcontroller," in *2019 IEEE International Conference on Power, Intelligent Computing and Systems (ICPICS)*. IEEE, 2019, pp. 304–307.