

APLIKASI *RECLOSER* SATU FASA BERBASIS ARDUINO UNO DALAM MENCEGAH PEMUTUSAN ALIRAN LISTRIK DALAM INDUSTRI RUMAH TANGGA

Wiwik Handajadi

Jurusan Teknik Elektro, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
whan@akprind.ac.id

INTISARI

Mengingat persediaan energi yang bersumber pada energi fosil di Indonesia saat ini tinggal sedikit sekitar 0,06 % dari cadangan dunia, maka perlu adanya pemanfaatan energi listrik yang tersedia dioptimalkan dan digunakan secara efisien. Untuk itu perlu adanya pemahaman manajemen energi listrik yang ada pada tingkat rumah tangga sampai tingkatan industri dengan baik dan perlu adanya peralatan yang dapat membantu hal tersebut. Dalam penelitian ini dilakukan upaya peningkatan pemahaman manajemen energi listrik, yang berujung pada masyarakat ditingkat rumah tangga yang dapat menunjang peningkatan kesejahteraan keluarga. Upaya disini diawali melihat kondisi dan merumuskan karakteristik dari masyarakat, khususnya yang menggunakan energi listrik dalam industri rumah tangga. Dengan demikian dilakukan upaya tercapainya tujuan dari penelitian, yaitu peningkatan pemahaman dan perilaku dalam optimalisasi dan peningkatan efisiensi penggunaan listrik yang sudah tersedia. Disisi teknologi tepat guna telah dibuatnya peralatan dapat digunakan dalam pengoptimalan dan peningkatan efisiensi penggunaan energi listrik secara otomatis, yaitu *RECLOSER* satu fase berbasis ARDUINO UNO. Prototipe recloser mampu menampilkan arus yang mengalir dengan waktu pengaktifan relay pada prototipe recloser rata-rata sebesar 0,99 detik didari awal gangguan terdeteksi. **Kata kunci** : Recloser, manajemen energi, industri rumah tangga.

Kata Kunci: Recloser, energy management, industrial households.

1. PENDAHULUAN

Recloser adalah suatu alat proteksi jaringan distribusi 20 kV yang digunakan untuk memulihkan sistem dari gangguan-gangguan yang bersifat temporer untuk menekan kerugian akibat kehilangan daya. *Recloser* biasa ditempatkan pada daerah-daerah yang rawan gangguan. Kemampuan menutup balik otomatis kontak *recloser* sangat diandalkan untuk memulihkan kembali jaringan listrik dari gangguan yang bersifat temporer. (Abraham Silaban 2009).

Recloser mampu menyesuaikan dengan gangguannya yaitu dapat membedakan dalam melakukan proteksi baik itu gangguan yang bersifat permanen maupun temporer sehingga sangat efisien bila ditempatkan di tempat yang rawan gangguan. Kotak PMT (pemutus tenaga) terbuat dari bahan *stainless steel* kualitas terbaik dan dilas secara keseluruhan sehingga keamanannya sangat memadai. Kotak diisi dengan gas *sulfur heksafluorida* (SF₆) yang memiliki sifat peredam bunga api yang baik dan juga sebagai isolator listrik.

Gangguan pada jaringan listrik pasti berkaitan dengan arus listrik, karena arus listrik pasti akan terpengaruh bila terjadi gangguan. Menurut William H. Hayt, Jr dan Jack E. Kemmerly dalam buku yang berjudul “*Rangkaian Listrik*” Arus listrik adalah muatan yang bergerak melalui sebuah titik tertentu per satuan waktu dalam arah tertentu dan dapat diukur dalam satuan *coloumb*/detik atau *ampere*. Arus gangguan adalah arus yang mengalir di titik tertentu pada jaringan listrik karena terjadi gangguan di titik tersebut pada suatu jaringan listrik. Gangguan terdapat 2 macam yaitu gangguan arus lebih dan gangguan arus hubung singkat.

Sebagai dasar yang mendukung dan mempermudah serta mempercepat dalam pembuatan alat, pemilihan jenis komponen yang dipilih dan dasar analisis maka penemuan yang lalu dipergunakan dasar. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan sistem/ alat yang lebih baik dan berdaya guna dalam peningkatan penggunaan energi listrik yang telah tersedia.

Aan Setyo Budi, 2012, melakukan penelitian tentang peralatan pembatas arus beban lebih dengan menggunakan sensor arus ACS712ELC-20A dan mikrokontroler ATmega16. Penelitian tersebut dengan judul Proteksi Arus Berlebih Menggunakan Sensor ACS712ELC-20A.

Sudirman Palaloi, 2014, melakukan riset Penggunaan Energi Listrik pada Pelanggan Rumah Tangga Kapasitas Kontrak Daya 450 VA. Dari resetnya dapat diperoleh bahwa berbagai sifatnya beban listrik rumah tangga. Serta menggunakan dasar standar yang baku yang dikeleuarkan oleh PLN, sebagai pihak penyedia daya listrik dan peraturan yang terkait dengan penggunaan vasilitas energy listrik.

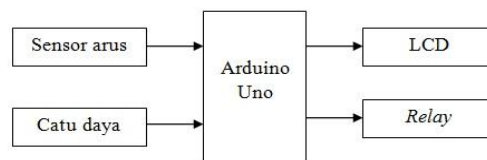
Wiwik Handajadi, 2015 Optimalisasi energi listrik diartikan penggunaan daya listrik terpasang pada rumah tangga yang disewa dari PLN, contohnya yang termasuk golongan tarif S-2/TR (450 VA, 900 VA, 1300 VA, 2200VA dan 3500 VA) dapat dipakai dengan lancar tanpa adanya pemutusan aliran listrik dari MCB (*Magnetig Ciccuit Braker*).

Tomy Nugroho Wicaksono, 2016, Prototipe recloser satu fasa ini tergantung oleh sensor arus, sensor arus yang digunakan adalah sensor arus ACS712, sensor ini sudah cukup bagus dalam sensifitas pembacaan arus. Berdasarkan hasil pengujian prototipe recloser telah mencapai hasil sesuai dengan yang diinginkan, yaitu dapat bekerja memutuskan arus listrik bila gangguan arus lebih dan hubung tanah terjadi dan dapat menutup balik otomatis bila hanya terjadi gangguan yang bersifat sementara. Kesalahan pembacaan arus pada beban lebih rata-rata sebesar 3,2%. Prototipe recloser mampu menampilkan arus yang mengalir dan jumlah gangguan yang terdeteksi . Waktu pengaktifan relay pada prototipe recloser rata-rata sebesar 0,99 dilihat dari titik awal gangguan terdeteksi sampai relay aktif.

2. METODOLOGI

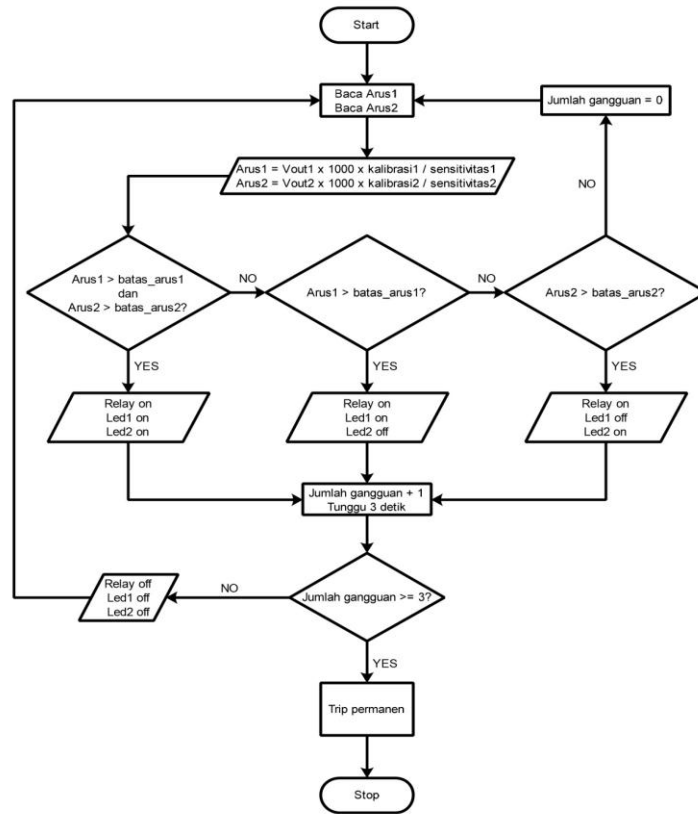
Rancangan Sistem

Sistem ini dibuat dengan menggunakan metode rancang bangun, langkah-langkah dari metode rancang bangun antara lain yaitu, menganalisis kebutuhan sistem, perancangan, pembuatan dan pengujian. Data hasil pengukuran diperoleh dengan cara penelitian menyangkut rancang bangun dan unjuk kerja alat. Teknik analisis data yang digunakan dalam tahap akhir adalah secara deskriptif. Berikut merupakan blok diagram sistem prototipe *recloser* yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

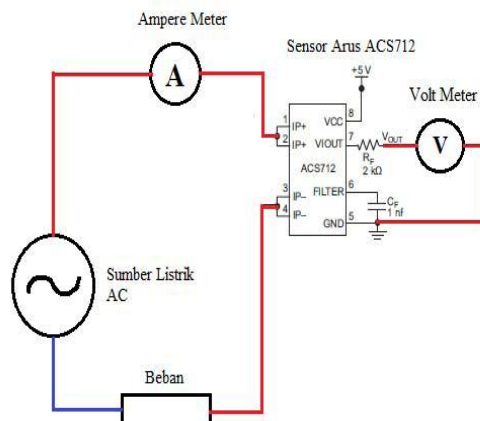
Berdasarkan blok diagram pada Gambar 1 diatas sensor arus akan mengawasi arus yang mengalir pada rangkaian ketika terjadi perubahan arus maka sensor arus memberitahukan kepada Arduino Uno sehingga akan di proses, apabila terjadi gangguan beban lebih maka Arduino Uno akan memerintahkan relay untuk menutup rangkaian yang akan ditampilkan pada LCD baik itu gangguan yang bersifat permanen ataupun temporer. *Recloser* akan bekerja secara terus menerus dan selalu mengawasi perubahan arus yang terjadi pada beban.



Gambar 2. Flowchart Program Utama

Pada *flowchart* Gambar 2 apabila terjadi perubahan beban lebih dengan ditandai relay menutup balik selama 3 kali maka lampu indikator 1 akan menyala dan *buzzer* juga akan berbunyi itu menandakan telah terjadi gangguan beban lebih(tipe permanen), sehingga lampu indikator 2 akan menyala dan *buzzer* akan berbunyi.

Apabila hanya terjadi gangguan temporer maka relay akan menutup balik, tetapi setelah gangguan/beban lebih itu hilang maka alat akan bekerja secara normal kembali dan *recloser* kan kembali komdisi siap.



Gambar 3. Rangkaian pengujian tegangan sensor arus

Gambar 3 adalah rangkain yang digunakan untuk pengujian prototipe *recloser*, pada gambar terlihat alat ukur yaitu amper meter dan volt meter yang digunakan untuk mengukur arus dan tegangan yang mengalir pada rangkaian. Beban yang digunakan dalam pengujian ini adalah modul lampu pijar yang terdiri dari lampu pijar, fitting dan saklar.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah gambar dari prototipe *recloser* nampak dari depan, prototipe *recloser* telah dilengkapi dengan keterangan yang berupa tulisan yang berada di atas maupun di bawah dari komponen tersebut.



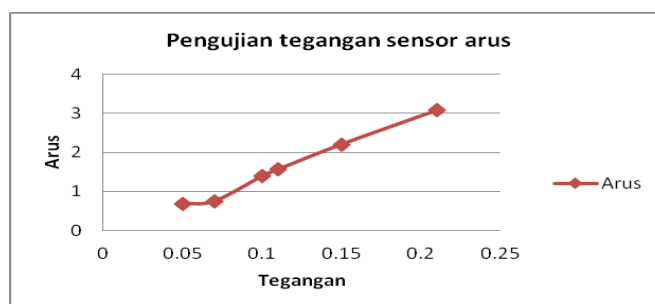
Gambar 4. Sistem Secara Keseluruhan.

Pengujian tegangan sensor arus

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan keluaran yang dihasilkan oleh sensor arus menunjukkan bahwa sensor arus bekerja sesuai yang di inginkan, hasilnya dapat dilihat pada tabel di atas.

Tabel 1. Hasil pengujian tegangan sensor arus

Arus Terdeteksi (A)	Tegangan Output Sensor (V)
0,68	0,05
0,75	0,07
1,39	0,10
1,56	0,11
2,2	0,15
3,07	0,21



Gambar 5. Grafik pengujian sensor arus

Pengujian beban lebih arus bervariasi

Tujuan pengujian ini yaitu untuk mengetahui unjuk kerja alat apakah sesuai yang diharapkan dan untuk mengetahui kesalahan pembacaan pada alat. Hasil yang didapatkan yaitu prototipe *recloser* telah bekerja sesuai yang diharapkan yaitu mampu membedakan arus normal dan arus

beban lebih yang melebihi batas arus setting alat yaitu sebesar 2 ampere dan rata-rata kesalahan pembacaan adalah 3,2%. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Hasil pengujian beban lebih arus bervariasi

Arus terbaca (A)		Kesalahan pembacaan	Pembacaan sensor	Aksi <i>recloser</i>	Waktu <i>recloser</i>
Arduino	Amper meter				
0,46	0,44	6,5%	Normal	Tertutup	-
0,72	0,68	5,5%	Normal	Tertutup	-
0,92	0,87	4,5%	Normal	Tertutup	-
1,22	1,17	4%	Normal	Tertutup	-
1,61	1,57	2,4%	Normal	Tertutup	-
2,25	2,20	2,2%	Arus lebih	Trip	3 detik
3,09	3,05	1,2%	Arus lebih	Trip	3 detik
3,90	3,86	1%	Arus lebih	Trip	3 detik
4,56	4,48	1,7%	Arus lebih	Trip	3 detik
4,70	4,64	1,2%	Arus lebih	Trip	3 detik

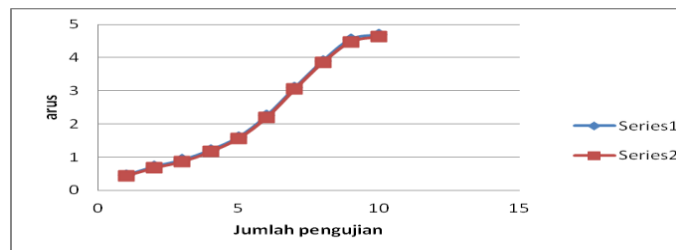
keterangan :

pengukuran arus menggunakan tang amper digital

sensor arus pada arduino menggunakan sensor arus ACS712 dengan arus maksimal 30A

batas arus normal ditetapkan 2 ampere

kesalahan pembacaan arus rata-rata 3,2 %



Gambar 6. Grafik pengujian beban lebih arus bervariasi

Pengujian Rangkaian Tipe Gangguan Temporer.

Tujuan pengujian system dengan tipe gangguan temporer adalah untuk mengetahui unjuk kerja dari prototipe tersebut ketika terjadi gangguan temporer dan mengetahui tingkat keberhasilan prototipe tersebut dalam mengamankan jaringan dari gangguan temporer. Pengujian ini dilakukan sebanyak 4 kali pengujian dengan masing-masing pengujian berbeda gangguannya.

Tabel 3. Hasil pengujian beban lebih dengan 1 gangguan temporer

Kondisi lapangan	Aksi <i>recloser</i>	Waktu
Gangguan 1 terdeteksi	Trip	3 Detik
Waktu melebihi setingan	Reset otomatis	-

keterangan : Arus normal maksimal ditetapkan 2 Ampere

Tabel 4. Hasil pengujian beban lebih dengan 1 gangguan temporer

Kondisi lapangan	Aksi recloser	Waktu
Gangguan 1 terdeteksi	Trip	3 Detik
Gangguan 2 terdeteksi	Trip	3 Detik
Waktu melebihi setingan	Reset otomatis	-

keterangan : Arus normal maksimal ditetapkan 2 Amper

Tabel 5. Hasil pengujian beban lebih dengan 1 gangguan temporer

Kondisi lapangan	Aksi recloser	Waktu
Gangguan 1 terdeteksi	Trip	3 Detik
Gangguan 2 terdeteksi	Trip	3 Detik
Gangguan 3 terdeteksi	Trip	3 Detik
Waktu melebihi setingan	Reset otomatis	-

keterangan : Arus normal maksimal ditetapkan 2 Amper

Tabel 6. Hasil pengujian beban lebih dengan 1 gangguan temporer

Kondisi lapangan	Aksi recloser	Waktu
Gangguan 1 terdeteksi	Trip	3 Detik
Gangguan 2 terdeteksi	Trip	3 Detik
Gangguan 3 terdeteksi	Trip	3 Detik
Waktu melebihi setingan	Trip permanen	Reset

keterangan : Arus normal maksimal ditetapkan 2 Amper

Pengujian hubung tanah arus berfariasi

Berdasarkan kenyataan dilapangan secara umumnya, sistem pentanahan pada instalasi rumah tinggal pada kapasitas kecil kurang memadai. Maka dalam pengujian juga dilakukan untuk hubung tanah, hal ini dilakukan untuk menghindari adanya kebocoran isolasi yang akan terjadinya arus ketanah dan berakibat adanya aliran energy listrik ketanah.

Tujuan pengujian hubung arus berfariasi ini adalah untuk mengetahui kinerja prototipe *recloser* apakah sudah bekerja sesuai yang diharapkan. hasil pengujian menunjukkan alat telah bekerja sesuai yang diharapkan yaitu prototipe *recloser* mampu mendeteksi telah terjadi gangguan temporer dan permanen yang disebabkan adanya hubung tanah.

Dari pengujian hasilnya dapat terlihat pada Tabel 7 dan dari hasil pengukuran dapat dilihat bahwa adanya aliran arus tanah yang terjadi dapat dideteksi, seperti halnya gangguan beban lebih.

Tabel 7. Hasil pengujian hubung tanah arus berfariasi

Arus terbaca (A)		Tipe gangguan		Waktu
Arduino Uno	Amper meter	Permanen	Temporer	
0,90	0,91	Ya	Tidak	3 detik
1,40	1,57	Ya	Tidak	3 detik
1,51	1,65	Ya	Tidak	3 detik
2,01	2,15	Tidak	Ya	-
2,61	2,78	Tidak	Ya	-
3,22	3,41	Tidak	Ya	-
4,56	4,70	Tidak	Ya	-

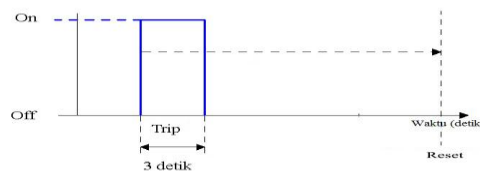
keterangan : ketika sensor arus mendeteksi arus maka *recloser* langsung trip

Grafik pengaktifan relay

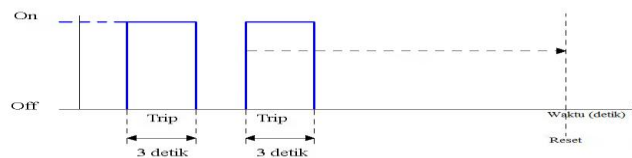
Dari grafik 7,8,9 dan 10 dapat diketahui bahwa jika prototipe *recloser* ditentukan sebanyak 3 kali gangguan, ketika terjadi gangguan temporer terjadi kurang atau sama dengan 3 kali, prototipe *recloser* dapat menutup balik *relay* secara otomatis, sehingga sistem kembali normal dan arus listrik dapat dialirkan kembali, tetapi jika gangguan ke 4 terjadi, prototipe *recloser* akan TRIP permanen, untuk menormalkan kembali maka harus ditekan tombol *reset* pada prototipe *recloser* tersebut. Hal yang akan dirasakan adalah jaringan listrik yang mati hidup sebanyak 3 kali yang akan diikuti oleh mati listrik permanen.

Jika gangguan terjadi gangguan 1 - 3 kali ketika gangguan tersebut hilang atau sudah dapat diatasi maka prototipe *recloser* akan bekerja seacara normal karena gangguan sudah hilang. Jika gangguan masih ada maka alat akan trip secara permanen hal ini dikarenakan gangguan yang ada belum dihilangkan dan harus direset kembali, pada *recloser* yang seungguhnya ketika terjadi trip permanen maka petugas akan segera mencari penyebab gangguan tersebut bisa beban lebih, hubung tanah, atau hubung singkat.

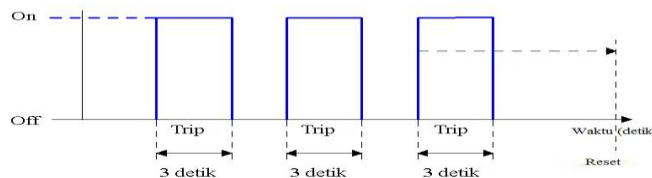
Ketika gangguan sudah diatasi maka *recloser* harus direset ulang sehingga alat bekerja secara normal dan listrik bisa berjalan normal kembali. selanjutnya *recloser* akan siap mengatasi gangguan yang akan terjadi lagi, atau gangguan baru.



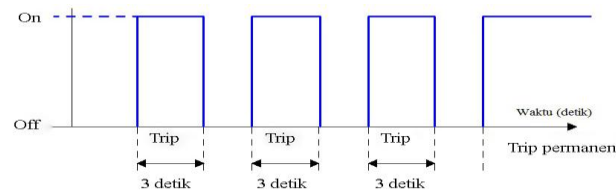
Gambar 7. Grafik pengaktifan relay 1 kali gangguan temporer



Gambar 8. Grafik pengaktifan relay 1 kali gangguan temporer



Gambar 9. Grafik pengaktifan relay 1 kali gangguan temporer



Gambar 10. Grafik pengaktifan relay 1 kali gangguan temporer

Waktu pengaktifan relay

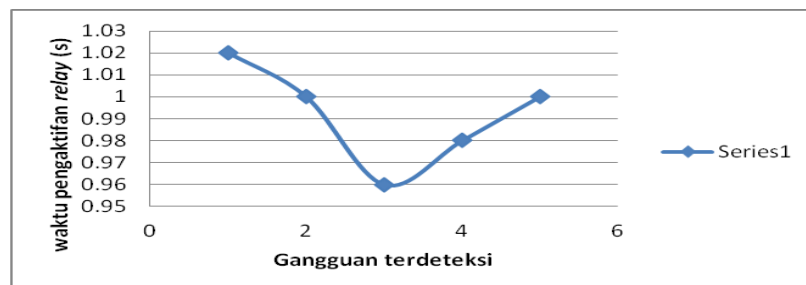
Untuk mengetahui kecepatan *relay* pada prototipe *recloser* untuk memutus jaringan listrik ketika terjadi gangguan. Uji coba dilakukan sebanyak 5 kali kemudian diambil waktu rata-rata. Waktu pengaktifan *relay* dimulai dari titik awal gangguan terjadi atau pada LCD menunjukkan besar arus 2 A, sampai *Relay ON* atau ditandai dengan lampu indikator gangguan menyala. Pengamatan waktu pengaktifan *relay* menggunakan *stopwatch* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Waktu pengaktifan *relay*

Kondisi normal	Waktu pengaktifan <i>relay</i> (detik)
Gangguan 1 terdeteksi	1,02
Gangguan 2 terdeteksi	1
Gangguan 3 terdeteksi	0,96
Gangguan 4 terdeteksi	0,98
Gangguan 5 terdeteksi	1

keterangan :

- Batas arus normal ditetapkan 2 A
- Rata - rata waktu pengaktifan *relay* 0,99 detik



Gambar 11. Grafik waktu pengaktifan *relay*

Trip permanen adalah adanya gangguan dimana gangguan tersebut belum dapat dihilangkan atau (permanen) tidak bisa diatasi secara singkat sehingga ketika *recloser* sudah tiga kali *reclose* dan belum hilang gagguanya maka *recloser* akan trip secara permanen, dan harus menghilangkan gangguan.

4. KESIMPULAN

Dari kajian beberapa sumber yang ada sebelumnya system *recloser* berbasis Arduino Uno yang mempunyai sensor arus ACS712 sebagai komponen pembaca arus lebih cepat. Setelah melakukan percobaan dan penelitian , rancang bangun prototipe *recloser satu fasa berbasis Arduino Uno* terdiri dari 5 bagian utama yaitu *system minimum* menggunakan Arduino Uno, *relay* sebagai pemutus arus, LCD 2x16 untuk menampilkan besar arus dan jumlah gangguan, sensor arus ACS712 sebagai komponen pembaca arus dan catu daya.

Berdasarkan hasil pengujian prototipe *recloser* telah mencapai hasil sesuai dengan yang diinginkan, yaitu dapat bekerja memutuskan arus listrik bila gangguan arus lebih dan hubung tanah terjadi dan dapat menutup balik otomatis bila hanya terjadi gangguan yang bersifat sementara. Kesalahan pembacaan arus rata-rata sebesar 3,2%. Prototipe *recloser* mampu menampilkan arus yang mengalir dan jumlah gangguan yang terdeteksi. Waktu pengaktifan *relay* pada prototipe *recloser* rata-rata sebesar 0,99 dilihat dari titik awal gangguan terdeteksi sampai *relay* aktif.

Selain hal tersebut dalam pengujian program lebih sederhana dan mudah, hal ini sesuai untuk dipakai dalam kehidupan sehari-hari dalam industri rumah tangga.

DAFTAR PUSTAKA

- Aan Setyo Budi, 2012, Proteksi arus berlebih Menggunakan Sensor ACS712ELC- 20 A, Skripsi, IST AKPRIND Yogyakarta.
<http://PLN%20Klaim%20Listrik%20Padam%20karena%20Pohon%20Milik%20Warga.html>
diakses pada Desember 2015
http://Gangguan%20Listrik%20Sesaat%20Akibat%20Terkena%20Pohon%20_%20Pikiran%20Rakyat%20Online.html diakses pada November 2016
<https://cvaristonkupang.com/2012/08/26/mengetahui-gangguan-pada-jaringan-distribusi/>
diakses pada Juli 2016
- Malik Alwi, 2013 Bagus Prototipe Recloser, Tugas Akhir, Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta
- Sudirman Palaloi, 2014, Analisis Penggunaan Energi Listrik Pada Pelanggan Rumah Tangga Kapasitas Kontrak daya 450 VA.
- Sunomo. (1996). “*Elektronika II*”. Yogyakarta : FPTK IKIP Yogyakarta.
- Silaban, Abraham 2009 Studi Tentang Penggunaan Recloser pada Sistem Jaringan Distribusi 20KV, Tugas Akhir, Medan : Universitas Sumatra Utara
- Tomy Nugroho Wicaksono, 2016, Prototipe Recloser Satu Fase Berbasis Arduino Uno, Skripsi, IST AKPRIND Yogyakarta.
- Wiwik Handajadi, 2015, Manajemen Energi Upaya Peningkatan Kualitas Daya Listrik Dalam Industri Rumah Tangga, University Research Colloquium 2015, Universitas Muhammadiyah Semarang, 29 Agustus 2015.