

SISTEM PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN ARUS LISTRIK BERBASIS MIKROKONTROLER PADA RUMAH DAYA RENDAH 450 VA

Arif Dwi Kurnianto
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, UMY
Email: arifdwik@gmail.com

ABSTRACT

Electricity is basic human needs. Almost of all human activities need an electrical power. The amount of electrical power depends on its human needs. In small house scale, especially in low power house 450VA, electrical load that can be used is limited. MCB trip often happened when the electrical load is overlimit. Electrical power control system need to be applied on this case to avoid trip happens. The purpose of this final project is to make a system that can monitor the electrical current and based on it, this system can control the electrical current use to avoid overlimit use of electrical power. The result is system can do its task to monitor the use of electric current with 10% maximum error percentage and system can control the use of electric current so electric current that used is bellow 2 Ampere.

Keyword: electrical current monitoring, electrical current control, ACS712, SSR, Arduino.

PENDAHULUAN

Listrik sudah menjadi kebutuhan utama bagi manusia. Besarnya listrik yang digunakan tergantung dengan kebutuhannya masing-masing. Untuk skala rumah tangga, listrik yang dibutuhkan tidaklah besar dan menggunakan tegangan rendah dalam pendistribusiannya. Berdasarkan informasi dari situs PLN (Perusahaan Listrik Negara) listrik di skala rumah tangga menggunakan daya mulai dari 450VA, 900VA, 1300VA, 2200VA, 3500VA, 4400VA 5500VA hingga 6600VA, tergantung dengan kebutuhan masing-masing rumah.

Masalah yang sering dialami adalah seringnya terjadi *trip*, khususnya pada rumah dengan daya rendah 450VA dikarenakan beban yang berlebihan tidak sebanding dengan daya yang terpasang. Jika

sering terjadi *trip* maka dapat membahayakan bagi keamanan dan keselamatan pengguna maupun peralatan rumah tangga yang digunakan. Sistem pemantauan dan pengendalian arus listrik dapat digunakan untuk mengantisipasi terjadinya *trip*.

Sistem ini dibuat dengan menggunakan sensor arus untuk mendeteksi arus yang sedang digunakan, *relay* untuk memutus dan menghubungkan rangkaian listrik, LCD untuk mengetahui status dari sistem dan mikrokontroler untuk mengatur input dan output dari sistem yang digunakan. Sistem ini akan memantau arus yang digunakan pada setiap konektor listrik dan jika salah satu atau beberapa konektor listrik dengan prioritas tinggi menggunakan arus yang besar maka sistem akan memutus konektor listrik yang

memiliki prioritas rendah dengan menggunakan *relay*. Kemudian jika arus listrik pada konektor listrik prioritas tinggi kembali normal, maka konektor listrik dengan status rendah akan kembali dihubungkan oleh *relay*. Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat meminimalisir terjadinya kerusakan pada peralatan-peralatan listrik yang diakibatkan oleh terjadinya *trip*.

TUJUAN

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sebuah sistem yang dapat mengukur dan memantau penggunaan arus listrik AC secara *real time*. Kemudian dilakukan pengendalian penggunaan arus listrik AC berdasarkan hasil pengukuran arus listrik tersebut agar tidak terjadi *trip*.

TINJAUAN PUSTAKA

Afrizal Fitriandi, Endah Komalasari dan Herri Gusmedi dengan judul “Rancang Bangun Alat *Monitoring* Arus Berbasis Mikrokontroler dengan SMS *Gateway*”. Alat ini menggunakan sensor ACS 712 5A sebagai sensor arus, modul Arduino UNO sebagai mikrokontroler, Modul GSM *Shield* sebagai *device* untuk menggunakan fitur SMS *Gateway* dan LCD untuk menampilkan nilai arus. Hasil yang didapat adalah sistem dapat menampilkan arus dengan kisaran 1.12 Ampere sampai dengan 1.18 Ampere. Namun tidak dilakukan pengujian terhadap nilai arus yang sebenarnya (pengukuran dengan multimeter). Pengujian fitur SMS *gateway* juga berhasil dilakukan, sistem berhasil mengirimkan nilai arus kepada nomor yang telah diatur sebelumnya.

Hilman Hr. Jufri dengan judul “Rancang Bangun Alat Ukur Daya Arus Bolak Balik Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535”. Alat ini menggunakan sensor arus ACS 712 5A sebagai sensor arus, ATMEGA 8535 sebagai mikrokontroler dan LCD sebagai penampil nilai arus. Hasil yang didapatkan adalah hasil pengukuran menggunakan sensor yaitu antara 0A sampai 2A menggunakan sensor. Pengukuran menggunakan sensor tidak dibandingkan dengan menggunakan multimeter, hanya dicantumkan nilai multimeter dan output tegangan dari sensor arus itu sendiri.

LANDASAN TEORI

Sistem Kendali

Sistem merupakan jaringan kerja dari prosedur – prosedur yang saling berhubungan berkumpul bersama-sama untuk melakukan suatu kegiatan atau menyelesaikan suatu tujuan tertentu. Kendali dapat diartikan sebagai mengatur, mengarahkan atau memerintah, jadi sistem kendali adalah suatu susunan komponen yang terhubung atau terkait sedemikian rupa sehingga dapat memerintah, mengarahkan atau mengatur diri sendiri atau sistem lain.

Arus Listrik

Arus listrik adalah banyaknya muatan-muatan listrik yang disebabkan oleh pergerakan elektron-elektron yang mengalir dalam suatu rangkaian dalam tiap satuan waktu. Satuan SI untuk arus listrik adalah Ampere. Dalam jurnal ini arus listrik diukur dan dijadikan sebagai acuan

untuk melakukan pengendalian arus listrik sesuai dengan kebutuhan.

Pengukuran Arus AC

Pengukuran arus AC tidaklah mudah karena gelombang yang diukur berubah-ubah secara konstan. Ada beberapa cara mengukur arus AC, yaitu dengan menghitung berdasarkan gelombangnya dan dapat diukur berdasarkan medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik tersebut.

Pengendalian Penggunaan Arus

Pengendalian adalah sebuah proses mengatur sebuah sistem atau pekerjaan. Pengendalian dilakukan untuk mencapai tujuan tertentu. Jadi pengendalian penggunaan arus adalah proses mengatur penggunaan arus listrik itu sendiri untuk mencapai tujuan tertentu. Dalam jurnal ini pengendalian arus listrik diartikan sebagai pembatasan penggunaan konektor atau kotak kontak listrik dengan tujuan penggunaan arus listrik tidak melebihi ketentuan yang sudah diatur sebelumnya.

Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 adalah sebuah *development board* mikrokontroler dengan basis *chip* ATmega 328. Dapat dikatakan demikian dikarenakan *board* ini memang dapat difungsikan sebagai *board* untuk membuat *prototype* sirkuit mikrokontroler. Dengan adanya *development board* ini akan memudahkan dalam proses perangkaian rangkaian *prototype* elektronik mikrokontroler jika dibandingkan dengan memulai merancang sebuah rangkaian

dengan menggunakan ATmega 328 dari nol.

Sensor Arus ACS712

Sensor arus ACS712 merupakan sensor arus yang berbasis *Hall Effect*. ACS712 adalah sensor yang presisi untuk sebuah sensor arus yang dapat melakukan pengukuran arus AC ataupun DC.

Sensor arus ACS712 ini mempunyai pendeteksian arus dengan tingkat keakuratan yang relatif tinggi dikarenakan didalam sensor ini terdapat rangkaian *low offset linear Hall* dengan sebuah sirkuit yang terbuat dari tembaga. Prinsip kerja sensor ACS712 adalah arus yang mengalir melewati kabel tembaga menghasilkan medan magnet (fluks) yang diterima oleh IC *Hall* yang terintegrasi dan keluarannya diatur menjadi tegangan keluaran yang stabil. Tingkat keakuratan dalam melakukan pembacaan arus listrik dimaksimalkan dengan adanya komponen yang ada di dalamnya diantara kabel tembaga yang menghasilkan medan magnet (fluks) dengan *hall-transducer* secara berdekatan.

LCD 2x16

LCD (*Liquid Cristal Display*) merupakan sebuah *display* yang terbuat dari sebuah bahan cairan kristal yang penggunaannya menggunakan sistem *dot matrix*. LCD umumnya digunakan sebagai display dari alat-alat elektronik sebagai contoh multimeter *digital*, kalkulator, jam *digital* dan lain-lain. LCD bisa dihubungkan dengan modul mikrokontroler Arduino Uno R3

dengan mudah. Di dalam tugas akhir ini digunakan LCD berjenis LCD 2x16 dengan lebar layar sepanjang 2 baris dengan 16 kolom.

LCD (Liquid Cristal Display) sudah dilengkapi perangkat pengontrol sendiri yang menyatu dengan LCD sehingga memudahkan dalam penggunaannya, hanya tinggal menyesuaikan data pin LCD tersebut dengan mikrokontroler

Solid State Relay (SSR)

Solid state relay (SSR) adalah *relay* yang elektronik, yaitu *relay* yang tidak menggunakan kontaktor mekanik. *Solid state relay* menggunakan kontaktor berupa komponen aktif seperti TRIAC, sehingga *solid state relay* dapat dikendalikan dengan tegangan rendah dan dapat digunakan untuk mengendalikan tegangan AC dengan tegangan yang besar.

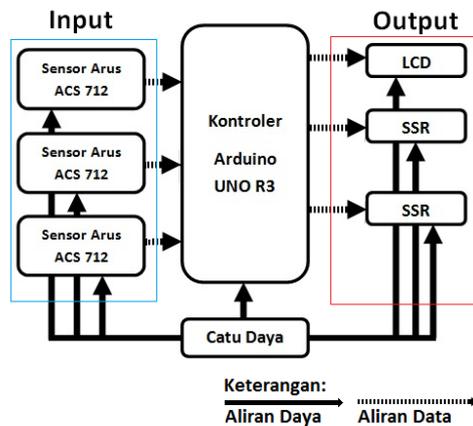
METODOLOGI PERANCANGAN

Perancangan Hardware

Sistem yang dibuat menggunakan tiga *input* dan dihasilkan tiga *output*. Tiga buah sensor arus ACS 712 digunakan sebagai *input* dan sensor pembacaan arus dari nilai arus listrik AC yang akan diukur. Ketiga sensor membaca arus dari tiga rangkaian listrik yang berbeda dengan prioritas yang berbeda juga. Dalam hal ini ketiga sensor dinamai dengan nama sensor arus 0 (prioritas pertama), sensor arus 2 (prioritas ketiga) dan sensor arus 3 (prioritas kedua). Kemudian Arduino Uno R3 sebagai kontroler untuk memproses data sesuai dengan ketentuan program yang dibuat dengan catu daya sebagai

sumber *power* dari mikrokontroler. Kemudian *output* dari sistem adalah data dari nilai sensor akan ditampilkan pada LCD dan kendali pada *Solid State Relay (SSR)*. Dalam hal ini SSR dinamai dengan nama SSR9 dan SSR12. SSR9 dihubungkan dengan rangkaian sensor arus 2. Dan SSR12 dihubungkan dengan rangkaian sensor arus 3.

Pengendalian dilakukan berdasarkan nilai arus yang dibaca oleh sensor. Jika nilai total arus yang digunakan tidak melebihi 2 Ampere maka kedua sensor akan menghubungkan rangkaiannya dan mengalirkan arus. Jika penggunaan arus melebihi 2 Ampere maka kontroler akan memberikan sinyal kepada SSR9 untuk memutuskan rangkaian listrik sehingga rangkaian tersebut tidak akan mengalirkan arus, dalam hal ini sensor arus 2 tidak akan mendeteksi arus dan arus total tidak mencapai 2 Ampere. Kemudian jika penggunaan arus melebihi 2 Ampere dan sensor arus 0 (prioritas pertama) menggunakan arus lebih dari 1.65 Ampere, maka sistem akan memberikan sinyal kepada SSR9 dan SSR12 untuk memutuskan rangkaian listriknya masing-masing. Sehingga rangkaian sensor arus 2 dan sensor arus 3 akan terputus dan penggunaan arus terfokus pada rangkaian pertama yaitu yang terhubung pada sensor arus 0.



Gambar 1. Perancangan Sistem

Perancangan Software

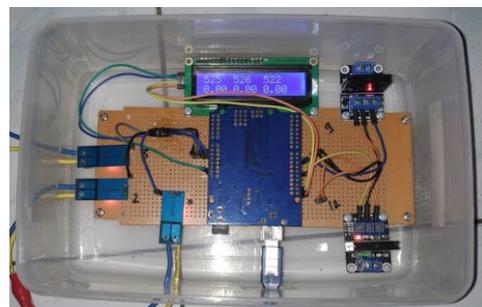
Perancangan *software* adalah pembuatan kode program yang akan diunggah ke *hardware* yang sudah dirangkai sebelumnya. Pembuatan kode program menggunakan *software* Arduino seri 1.8.5. Pembuatan kode program disesuaikan dengan rangkaian yang telah dibuat sebelumnya. *Input* yang digunakan adalah ADC0, ADC2 dan ADC3. *Output* yang digunakan adalah pin output 9 dan 12. Kode program yang digunakan tercantum pada halaman lampiran. Setelah kode program dibuat kemudian dilakukan *compile* untuk melihat apakah kode program yang dibuat masih ada kesalahan. Jika masih terdapat kesalahan maka *software* Arduino akan memberikan informasi kesalahan yang ada dengan menampilkan letak kesalahan tersebut.

Setelah rangkaian *real* sudah dirangkai dan kode program sudah dibuat. Maka dilakukan *upload* kode program ke Arduino dengan menggunakan koneksi USB. Proses *upload* masih menggunakan *software* Arduino seri 1.8.5.

PENGUJIAN DAN HASIL

Hasil Perancangan Hardware

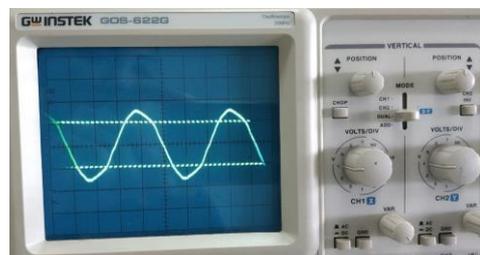
Hasil perancangan *hardware* ini berupa satu kesatuan antara Arduino Uno R3, sensor arus ACS712 (5A dan 20A), rangkaian PCB, penampil LCD 2x16 dan modul SSR. Alat tersebut dicover dengan sebuah *casing* sebagai pelindungnya tampak seperti pada gambar 2.



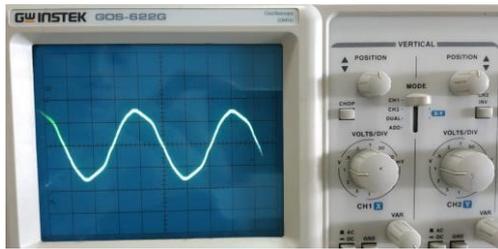
Gambar 2. Keseluruhan Alat dan Casing

Pengujian Sensor Arus ACS712

Prinsip pembacaan arus adalah pertama arus listrik dibaca oleh sensor arus ACS712 5A dan dihasilkan tegangan keluaran. Tegangan keluaran adalah tegangan AC, berikut adalah gelombang keluarannya:



Gambar 3. Bentuk Gelombang Keluaran ACS712 saat Beban Nol



Gambar 4. Bentuk Gelombang Keluaran ACS712 saat Beban 0.2 Ampere

Gambar diatas menunjukkan gelombang keluaran dari sensor arus ACS712 5A pada saat beban nol dan pada saat beban dihubungkan dengan beban sebesar 0.2 Ampere. Diketahui dari *datasheet* disaat beban nol maka besarnya tegangan keluaran dari sensor ACS712 adalah setengah dikalikan dengan V_{cc} . Pada sistem ini sensor menggunakan V_{cc} sebesar 5Volt. Jadi jika dihitung tegangan keluarannya dan dibandingkan dengan hasil pengujian:

$$V_{out} = V_{cc} \times 0.5$$

$$V_{out} = 5 \text{ Volt} \times 0.5$$

$$V_{out} = 2.5 \text{ Volt.}$$

$$V_{out} = (\text{ADC} \times V_{ref}) / 1023$$

$$V_{out} = (522 \times 5) / 1023$$

$$V_{out} = 2.55 \text{ Volt. (Mendekati)}$$

Pengujian dilakukan dengan mengukur arus yang mengalir pada peralatan rumah tangga yang digunakan dan membandingkan nilai tersebut dengan nilai pada multimeter pengukur arus. Multimeter yang digunakan adalah multimeter Cellkit 9205D. Setiap pergantian beban yang diukur diberi waktu satu menit untuk melihat tingkat kestabilan dari pembacaan arus yang ada. Berikut adalah tabel hasil pengukuran dan pembacaan sensor arus ACS712 5A:

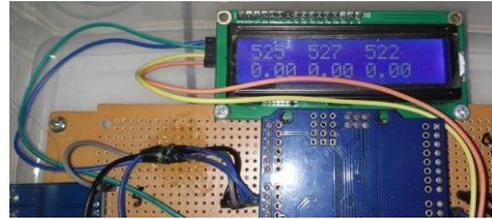
Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Arus ACS712 5A

No	Nilai ADC Maksimal	Arus Multi meter (A)	Arus Terukur (A)	Error (%)
1	525	0	0	0
2	530	0.09	0.09	0
3	541	0.31	0.34	9.6
4	544	0.40	0.41	2.5
5	602	1.19	1.17	1.6
6	595	1.39	1.42	2.1
7	599	1.46	1.41	3.4
8	611	1.70	1.66	2.3

Dikarenakan daya listrik yang rendah sebesar 450VA, jadi proses pengujian pembacaan nilai arus hanya terbatas sampai maksimal 2A saja. Dan dikarenakan beban rumah tangga yang terbatas, sehingga *range* kenaikan dari arus yang diukur tidaklah sepenuhnya konstan, tergantung dari beban yang ada. Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa saat dilakukan pengujian dengan arus tertentu, nilai ADC tidaklah sepenuhnya stabil, namun terdapat ± 1 dari normalnya, misalnya saat beban nol harusnya ADC menunjukkan nilai 525, namun ADC kadang terbaca 524 dan 526. Inilah yang mempengaruhi pembacaan nilai akhir dari arus yang sedang mengalir sehingga pembacaan arus juga terbaca $\pm 0.02A$ dari arus *real*, karena setiap kenaikan nilai 1 ADC akan menaikkan arus sebesar 0.02 sampai 0.04A. Semakin kecil arus yang diukur akan menghasilkan presentase kesalahan yang semakin besar dan sebaliknya semakin besar arus yang diukur akan menghasilkan presentase kesalahan yang semakin kecil.

Pengujian LCD 16x2

LDC yang digunakan adalah jenis LCD 16x2 dengan modul I2C untuk menghemat penggunaan pin dan memudahkan dalam pemasangan pada PCB. Modul I2C hanya membutuhkan 4pin yaitu *power (+)*, *power (-)*, pin SDA dan pin SCL. Pengujian dilakukan dengan melakukan pemrograman LCD agar menampilkan karakter yang diinginkan, misalnya huruf dan angka. Saat dilakukan pertama kali pengujian, LCD tidak menampilkan karakter baik huruf maupun angka. Namun LCD hanya menampilkan kotak-kotak putih pada setiap titiknya. Setelah dilakukan *troubleshooting* ditemukan masalah yang menyebabkan LCD tidak menampilkan karakter, yaitu pin yang bentrok dengan pin yang digunakan untuk masukan sensor arus ACS712 5A. Sebelumnya sinyal keluaran sensor arus dihubungkan ke pin A4 (ADC 4). Hal ini menyebabkan bentrok dengan penggunaan LCD. Walaupun LCD menggunakan pin SDA dan SCL di bagian *output*, namun ternyata pin A4 pada arduino juga digunakan sebagai pin SDA dan pin A5 pada arduino digunakan sebagai pin SCL. Setelah mengetahui hal tersebut, dilakukan pemindahan pin keluaran sensor arus ACS712 5A dari sebelumnya dihubungkan ke pin A4 ke pin A2. Sehingga pin A4 dan A5 pada arduino dibiarkan tidak terpakai dan tidak menyebabkan bentrok dengan penggunaan pin SDA dan SCL untuk pin LCD.



Gambar 5. Pengujian Penampil LCD

Dapat diketahui dari gambar diatas, LCD menampilkan karakter dan angka secara stabil dan sesuai dengan pemrograman yang sudah dimasukkan ke dalam arduino. Baris atas berupa nilai ADC dari ketiga sensor arus ACS712 dan baris bawah adalah nilai arus dari masing-masing sensor arus ACS712.

Pengujian SSR

Solid State Relay (SSR) yang digunakan sebanyak dua buah, yaitu digunakan untuk memutus dan menyambungkan rangkaian listrik AC yang terhubung pada sensor arus ACS712 5A pada pin A2 dan sensor arus ACS712 20A pada pin A3. Sumber sinyal SSR (pin Ch1) didapatkan dari output arduino yaitu pin output 9 dan pin output 12, sedangkan untuk pin DC+ dan DC-SSR dihubungkan dengan *power (+)* dan *power (-)* pada arduino sebagai sumbernya. Dikarenakan kedua SSR yang digunakan mempunyai sifat *Low Level Trigger*, maka untuk mengaktifkan SSR pin Ch1 pada masing-masing SSR harus diberikan logika *LOW* untuk menghubungkan rangkaian AC yang dikendalikannya. Sedangkan untuk memutuskan rangkaian yang dikendalikannya, pin Ch1 pada SSR harus diberikan logika *HIGH*. Berikut adalah kode program yang digunakan:

```
digitalWrite(9, LOW);
digitalWrite(12, LOW);

if (arustotal>2.00) digitalWrite(9,
HIGH);
if ((arus0>1.65) &&
(arustotal>2.00)) digitalWrite(12,
HIGH);
```

Dari program diatas diketahui bahwa mula mula SSR diatur dalam kondisi *LOW* menandakan kedua SSR dalam kondisi aktif. Kemudian saat arus total mencapai nilai diatas 2 Ampere, maka sistem akan mengubah logika pada SSR9 menjadi *HIGH* dan memberikan logika *LOW* pada SSR12 sehingga SSR9 akan mati dan SSR12 akan tetap aktif mengalirkan arus. Kemudian saat arus total mencapai diatas 2 Ampere dan sensor arus 0 menggunakan arus yang lebih dari 1.65 Ampere, sistem akan memberikan logika *HIGH* pada kedua SSR. Sehingga SSR9 dan SSR12 akan dalam keadaan mati atau tidak mengalirkan arus.

Pengujian Alat secara Keseluruhan

Alat ini diprogram untuk mendeteksi arus listrik AC yang dideteksi oleh dua buah sensor arus ACS712 5A dan satu buah sensor arus ACS712 20A. Kemudian sensor tersebut menghasilkan nilai ADC yang diproses lebih lanjut untuk mendapatkan nilai arus yang sama dengan nilai arus *real* yang sedang mengalir. Setelah proses pembacaan tersebut mendapatkan nilai, nilai tersebut ditampilkan pada penampil LCD 16x2 agar nilai dapat dimonitoring secara *real time*. Nilai tersebut juga digunakan sebagai acuan untuk mengendalikan SSR yang digunakan untuk memutuskan

dan menghubungkan rangkaian AC. Intinya alat ini diprogram untuk membatasi penggunaan arus listrik yang digunakan. Total arus listrik yang digunakan tidak boleh melebihi 2A, karena rumah dengan daya rendah 450VA hanya mampu mengalirkan arus sebesar 2A saja, jika lebih dari itu makan MCB akan bekerja memutuskan semua aliran listrik atau biasa disebut *trip*. Pengendalian dilakukan dengan cara memutuskan salah satu atau kedua aliran listrik pada rangkaian yang terhubung ke SSR jika aliran arus yang digunakan tinggi. Rangkaian listrik yang tidak terhubung dengan SSR merupakan rangkaian listrik prioritas utama dan tidak boleh terputus. Jadi ketika rangkaian ini menggunakan arus yang besar, maka salah satu atau kedua rangkaian lain akan terputus dan tidak dapat mengalirkan arus listrik. Berikut adalah tabel pengujian alat secara keseluruhan dengan beban-beban listrik AC yang ada di rumah:

Tabel 2. Hasil Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Total Arus (A)	Kondisi SSR 9	Kondisi SSR 12	Arus Setelah Pengkondisian (A)
1.13	Aktif	Aktif	1.13
1.22	Aktif	Aktif	1.22
1.42	Aktif	Aktif	1.42
1.55	Aktif	Aktif	1.55
2.32	Mati	Aktif	1.54
2.55	Mati	Aktif	1.77
2.59	Mati	Aktif	1.81
2.81	Mati	Mati	1.68

Dari tabel diatas dapat diketahui, alat ini akan mendeteksi setiap arus yang mengalir pada setiap sensor arus ACS712 dan mengendalikan

penggunaannya dengan memutuskan rangkaian pada SSR9 dan SSR12 jika diperlukan agar penggunaan arus tidak mencapai 2 Ampere. Sebagai contoh ketika arus total 1.42 Ampere, karena arus total dibawah 2 Ampere maka kedua SSR akan tetap aktif menghubungkan rangkaian listik. Kemudian ketika arus total mencapai 2.32 Ampere (melebihi 2 Ampere), maka sistem melakukan pengendalian dengan menonaktifkan SSR9. Sehingga rangkaian yang terhubung pada SSR9 akan terputus (sensor arus 2). Sehingga arus total kini menjadi 1.54 Ampere.

Pengujian Alat Selama 24 Jam

Pengujian juga dilakukan dalam waktu 24 jam penuh untuk mengetahui kehandalan dari sistem yang telah dibuat. Pengujian dilakukan pada tanggal 11 dan 12 November 2018. Berikut adalah tabel hasil dari pengujian selama 24 jam:

Tabel 3. Hasil Pengujian Alat Selama 24 Jam

Waktu	Arus Total (A)	Total Arus Setelah Pengendalian (A)
14:00	1.39	-
15:00	1.39	-
16:00	1.39	-
17:00	2.28	1.50
18:00	1.39	-
19:00	2.67	1.89
20:00	1.58	-
21:00	1.58	-

22:00	1.58	-
23:00	1.58	-
24:00	1.19	-
1:00	1.19	-
2:00	1.19	-
3:00	1.09	-
4:00	1.09	-
5:00	2.48	1.70
6:00	1.28	-
7:00	1.28	-
8:00	1.28	-
9:00	1.38	-
10:00	2.47	1.69
11:00	1.58	-
12:00	1.39	-
13:00	1.39	-

KESIMPULAN

Dari keseluruhan pembahasan dari sistem pemantauan dan pengendalian arus listrik ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengukuran arus listrik AC dilakukan dengan menggunakan sensor dengan prinsip *hall effect*.
2. Pengendalian arus listrik dilakukan dengan cara memutuskan rangkaian listrik dengan prioritas rendah agar rangkaian listrik dengan prioritas tinggi bisa menggunakan arus yang lebih tinggi dan tidak terjadi *trip*.

3. Pengujian sistem dilakukan dengan menguji setiap komponen yang ada dan dilakukan pengujian ketahanan sistem secara keseluruhan selama 24 jam *non stop*.
4. Sistem yang dirancang mampu mengukur arus dengan tingkat kesalahan dibawah 10% dan mampu melakukan pengendalian arus listrik ketika beban melebihi 2 Ampere sehingga tidak terjadi *trip*.

SARAN

Berdasarkan pembahasan dan hasil dari pembuatan sistem pemantauan dan pengendalian arus listrik ini, saran-saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan sistem ini adalah:

1. Meningkatkan pembacaan sensor dengan lebih meminimalisir persentase kesalahan pembacaan sensor.
2. Ditambahkan *filter* agar pembacaan sensor lebih stabil.
3. Menggunakan sensor lain yang lebih stabil dalam melakukan pengukuran arus AC.
4. Sistem ini dapat diaplikasikan pada rumah dengan daya yang lebih tinggi dari 450 VA dengan cara mengubah nilai arus maksimal yang dapat digunakan yaitu 4 Ampere pada daya 900 VA, 6 Ampere pada daya 1300 VA dan seterusnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Leksono, Edi, 1995, *Teknik Kontrol Automatik*, Jakarta: Erlangga.
- Andrianto, Heri. Darmawan, Aan. (2015), *Arduino Belajar Cepat dan Pemrograman*, Informatika: Bandung.
- Kadir, A, 2015, *From Zero to A Pro Arduino*, Yogyakarta: Andi.
- Afrizal, Endah, Dkk, 2016, *Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dan SMS Gateway* (Skripsi), Lampung: Universitas Lampung
- Sulistyowaty, Riny, 2016, *Perancangan Prototype Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler* (Skripsi), Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Arduino, 2018, Arduino Uno R3 Board, <http://www.arduino.cc>, Diakses tanggal 10 Juni 2018 pukul 19:00 WIB.