

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI MODUL PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN PADA OTOMASI RUMAH

Design and Implementation of Monitoring and Controlling Module in Home Automation

Muhammad Ibnu Jawzie¹, Erwin Susanto, S.T., M.T., Ph.D², Junartha Halomoan, S.T., M.T³.

¹Prodi S1 Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹ibnu.jauzi@gmail.com, ²erwinelektro.staff.telkomuniversity.ac.id, ³junartha@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Energi merupakan sumber daya yang sangat digunakan oleh manusia untuk melakukan suatu kegiatan. Kebutuhan energi listrik sangat dibutuhkan dikarenakan kebutuhan listrik yang semakin tinggi. Penggunaan berlebih pada energi listrik tanpa memperhitungkan kegunaannya merupakan suatu pemborosan yang berakibat pada berkurangnya pasokan energi karena keterbatasan dari sumber penghasil tenaga listrik itu sendiri yang merupakan sumber daya tak terbarukan, maka dari itu pada kesempatan kali ini saya akan menjelaskan manajemen daya untuk bisa lebih menghemat energy terutama dalam penggunaan listrik sehari-hari baik untuk kegiatan industri, kegiatan komersil maupun dalam rumah tangga.

Cara kerja dari manajemen daya ini adalah dengan menggunakan alat untuk mengatur beban yang telah dibatasi oleh pengguna. Perancangan ini akan mengatur penggunaan alat-alat listrik berdasarkan prioritas yang sudah diatur melalui PLC (Programmable Logic Controller) berdasarkan penjadwalan dan nilai prioritas.

Hasil dari penelitian ini dilakukan mulai dari pengukuran hardware yaitu relay, catu daya dan sensor arus yang menggunakan rangkaian penguat instrumentasi. Hasil dari pengujian tersebut menyatakan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik dan nilai yang didapatkan tidak jauh berbeda. PLC dapat menerima sinyal data yang diberikan pada sensor arus berupa sebuah tegangan yang akan dikonversikan ke daya untuk mengetahui berapa daya yang terpakai pada sebuah perangkat elektronik. Sensor arus baik digunakan untuk arus 0A – 5A. Daya yang ditampilkan adalah daya aktif dengan satuan Watt, dengan rumus $P = V \times I \times \text{pf}$ dimana pf diasumsikan bernilai 1

Kata Kunci : PLC, Biaya, Otomasi, Sensor arus

Abstract

Energy is a resource that is used by humans to do an activity. The need for electrical energy is needed because of the need for higher electricity. The excessive use of electrical energy without taking into account its usefulness is a waste that results in reduced energy supply due to the limitations of the power source itself which is a non-renewable resource, therefore on this occasion I will explain power management to be more energy efficient Especially in the daily use of electricity for industrial activities, commercial activities as well as in the household. The workings of this power management is to use tools to manage the loads that have been restricted by the user. This design will regulate the use of power tools based on priorities that have been set through PLC (Programmable Logic Controller) based on scheduling and priority values.

The result of this research is done from hardware measurement ie relay, power supply and current sensor using instrumentation amplifier circuit. The result of the test states that the system works well and the value obtained is not much different. PLC can receive the data signal provided on the current sensor in the form of a voltage to be converted to power to find out how much power is consumed in an electronic device. The current sensor is good for current 0A - 5A. The active power is shown with Watt units, by the formula $P = V \times I \times \text{pf}$ where pf is assumed to be 1.

Keywords: PLC, Cost, Automation, Current Sensor

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Penelitian

Energi merupakan salah satu faktor penting dalam operasional sebuah industri, perusahaan, maupun instansi lain, karena memiliki tingkat ketergantungan tinggi terhadap kebutuhan energi untuk operasional usahanya. Sehingga diperlukan upaya konservasi untuk mencapai tujuan efisiensi. Energi Listrik memiliki kontribusi besar terhadap biaya operasional yang harus dikeluarkan. Peranan listrik ini menjadi semakin penting mengingat adanya kenaikan tarif dasar listrik yang mau tak mau memaksa berbagai pihak berlomba-lomba untuk melakukan penghematan. Kenaikan harga listrik dunia rata-rata 7% setahun, sedangkan Indonesia sudah dicanangkan akan ada kenaikan 6% tiap 4 bulan. Salah satu alasan kenaikan harga ini adalah untuk membangun

pembangkit baru guna mencukupi kebutuhan kenaikan konsumsi listrik. Jika setiap konsumen bisa menghemat antara 5 – 10% saja, Maka ada kemungkinan pada tahun ini tidak diperlukan pembangkit baru.

Penggunaan energi secara hemat kini sudah seharusnya menjadi kearifan semua orang. Semakin tingginya kebutuhan energi listrik di Indonesia dan terbatasnya sumber daya yang ada memacu peningkatan kesadaran tersebut. Seperti yang kita ketahui memang ada beberapa pembangkit listrik. Namun beberapa pembangkit tersebut masih menggunakan bahan bakar berupa fosil seperti gas, minyak bumi, batubara, dan lain sebagainya. Dan ditakutkan beberapa tahun kemudian akan habis bahan bakar tersebut. Dengan manajemen energi yang baik akan membantu mengurangi pemakaian bahan bakar tersebut.

Pada saat ini, pemakaian daya listrik yang tidak teratur menyebabkan tingginya tagihan listrik sehingga banyak energi listrik yang terbuang sia-sia. maka dari itu dibutuhkan manajemen daya listrik yang dapat mengatur konsumsi daya listrik sehingga pemakaian energi listrik dapat lebih di hemat. Permintaan kepada masyarakat agar menghemat pemakaian listrik terus dihimbau melalui sosialisasi maupun berbagai media. Akan tetapi, penghematan energi bukan suatu dari kewajiban yang harus dilaksanakan, menjadikan kegiatan tersebut hanya sedikit memberi dampak. Perilaku boros tetap mendarah daging di masyarakat. Hingga saat ini solusi-solusi agar menghemat energi pun tidak terlaksana secara penuh.

Sistem pengaturan konsumsi listrik pada dasarnya adalah suatu alat bantu untuk mengurangi penggunaan daya listrik agar biaya pengeluaran lebih efektif. Pada pelanggan listrik penggunaan daya listrik tidak dapat dibatasi oleh jumlah pemakaian. Masalah dari pembayaran listrik yang ada adalah: tingginya penggunaan energi listrik yang seharusnya dapat kita kurangi dengan cara memprioritaskan mengenai beban mana yang sebaiknya lebih dahulu dimatikan saat daya listrik yang tersisa mendekati nilai tertentu. Pada manajemen daya ini, pengendali yang akan digunakan untuk konsumsi listrik ini menggunakan PLC. Alat yang dirancang ini dapat mengestimasi biaya bulanan yang harus dibayarkan berdasarkan jadwal pemakaian peralatan listrik sehari-hari. Jika konsumen listrik ingin mengurangi pemakaiannya, maka alat ini akan menyesuaikan kebutuhan dengan cara memutuskan listrik berdasarkan prioritasnya yang telah ditanam di dalam PLC.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang diteliti dalam tugas akhir ini adalah :

1. Pengguna energi listrik tidak dapat mengatur berapa pemakaian daya listrik.
2. Perilaku boros telah menjadi kebiasaan dalam kehidupan.

Maka dari itu untuk mengurangi dampak negatif tersebut, dibutuhkan merealisasikan alat yang dapat mengatur daya listrik dalam penggunaan listrik sehari-hari yang diimplementasikan PLC sebagai bagian pengendali penghenti daya listrik.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 PLC (Programmable Logic Controller)

PLC (Programmable Logic Controller) sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan sederetan relay pada sistem kontrol yang menggunakan CPU (Central Processing Unit). PLC dapat diprogram, dikontrol, dan dioperasikan oleh operator. PLC bekerja dengan cara mengamati masukan (berupa sensor), kemudian melakukan proses dan melakukan tindakan sesuai kebutuhan, berupa menghidupkan atau mematikan. Sehingga PLC dapat mengendalikan mesin dengan proses mengimplementasikan fungsi nalar kendali sekuensial, operasi pewaktu (timing), pencacahan (counting), dan aritmatika. Kelebihan menggunakan PLC yaitu dapat dengan mudah mengubah dari satu aplikasi ke aplikasi lain dengan cara memprogram ulang sesuai kebutuhan dan juga PLC dapat melacak gangguan kontrol.

2.2 Relay

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical (Elektromekanikal) yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.

2.3 Sensor Arus

Sensor arus digunakan untuk menyensor arus yang menuju beban (misalnya: 0-5 Amper) diubah menjadi tegangan 0-5 Volt. Karena sensor arus ini digunakan untuk menyensor arus yang menuju beban, maka lilitannya dirancang untuk dihubungkan secara seri dengan saluran seperti dalam Gambar Oleh sebab itu impedansi lilitan primer perlu dibuat serendah mungkin dengan menggunakan beberapa liitan kawat bertahanan rendah yang

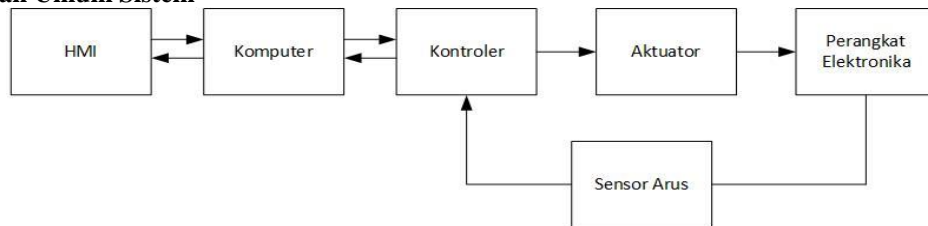
mampu membawa arus saluran yang nilainya tertentu. Perbandingan arus primer dan sekunder adalah berbanding terbalik dengan perbandingan jumlah lilitan primer dan sekunder atau dapat dituliskan pada persamaan $IP/IS=NP/NS$

2.4 Sakelar

Sakelar merupakan suatu komponen atau perangkat yang digunakan untuk menghubungkan dan memutuskan aliran listrik. Sakaler merupakan salah satu komponen penting yang paling sering digunakan. Hampir semua peralatan elektronika dan listrik menggunakan sakelar untuk mematikan dan menghidupkan alat listrik yang digunakan.

3. Perancangan sistem

3.1 Gambaran Umum Sistem



Gambar 1.

Pada desain sistem ini terdapat diagram blok membahas hubungan antar komponen, serta bagaimana sistem ini akan bekerja. Sistem dirancang dapat mengatur penggunaan listrik tiap bulan. Biaya yang digunakan pengguna sebagai masukan dari sistem ini, biaya ini akan disesuaikan dengan daya listrik dalam bentuk KWh. PLC sebagai controller akan mengendalikan hidup dan matinya perangkat alat elektronik. Pada PLC, di dalamnya telah tertanam metode greedy yang berguna untuk membandingkan alat listrik berdasarkan prioritas dan nilai beban daya. Semakin tinggi nilai prioritas maka semakin besar kemungkinan perangkat elektronik tersebut diaktifkan dan begitu juga sebaliknya semakin rendah nilai prioritas maka kemungkinan alat tersebut dinonaktifkan. Relay sebagai aktuator berfungsi untuk memutuskan perangkat elektronik. Sensor arus sebagai feedback yang berfungsi untuk apabila daya yang dimasukkan tidak melebihi dari daya pemakaian maka sistem terus berjalan, sehingga daya masukkan sama dengan daya yang digunakan.

3.2 Alur Kerja Sistem



Gambar 2.

4. Pengujian Sistem

4.1 Hasil Pengujian Panel Catu Daya

Tujuan Pengujian :

Untuk mengetahui kerja catu daya yang dirangkai dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Catu daya ini terdapat di panel yang digunakan untuk rangkaian penguatan sinyal, sensor arus dan relay.

Alat Uji :

- Rangkaian catu daya 24 volt
- Rangkaian catu daya 12 volt
- Modul rangkaian catu daya 5 volt
- Kabel power
- Multimeter

Cara Pengujian :

Pengujian ini dilakukan dengan cara menghubungkan rangkaian catu daya 24 volt ke sumber tegangan AC 220 volt, menghubungkan rangkaian 12 volt ke rangkaian 24 volt, dan menghubungkan modul rangkaian 5 volt ke rangkaian 12 volt dimana diukur pada keluaran masing-masing rangkaian.

Hasil Pengujian :

Dari pengujian yang dilakukan menghasilkan nilai tegangan keluaran yang sesuai dengan direncanakan.

Table 1. Pengujian Panel Catu Daya

Pengujian Ke-	Nilai Tegangan Rangkaian	Nilai Tegangan di Multimeter
1	+24 Volt	+23.96 Volt
2	+12 Volt	+11.89 Volt
3	-12 Volt	-11.91 Volt
4	+5 Volt	+4.95 Volt

Dari hasil pengujian panel catu daya diatas, bahwa nilai tegangan yang dihasilkan mendekati dengan nilai tegangan yang diinginkan, sehingga bisa digunakan untuk sumber tegangan rangkaian penguatan instrumentasi, sensor arus dan relay.

4.2 Pengujian Panel Catu Daya

Tujuan Pengujian :

Untuk mengetahui hubungan antara keluaran pada PLC dengan relay. PLC berguna sebagai pemberi perintah terhadap relay.

Alat Uji :

- PLC
- Relay
- Laptop (CX-Programmer)
- Power supply 24 Volt

Cara Pengujian :

Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan nilai 1 pada setiap keluaran PLC yang dihubungkan ke relay serta, memberikan tegangan 24 Volt pada koil relay yang di monitor pada program CX-Programmer.5.

Hasil Pengujian :

Tabel 2. Pengujian Relay dan Output PLC

No.	I/O	Alamat	Nilai Masukkan	Keluaran
1	Relay 1	100.00	1	Normally closed
2	Relay 2	100.01	1	Normally closed
3	Relay 3	100.02	1	Normally closed
4	Relay 4	100.03	1	Normally closed
5	Relay 5	100.04	1	Normally closed
6	Relay 6	100.05	1	Normally closed
7	Relay 7	100.06	1	Normally closed
8	Relay 8	100.07	1	Normally closed
9	Relay 9	101.00	1	Normally closed
10	Relay 10	101.01	1	Normally closed
11	Relay 11	101.02	1	Normally closed
12	Relay 12	101.03	1	Normally closed
13	Relay 13	101.04	1	Normally closed
14	Relay 14	101.05	1	Normally closed

15	Relay 15	101.06	1	Normally closed
16	Relay 16	101.07	1	Normally closed

Berdasarkan hasil pengujian yang di dapat, fungsi dari PLC sesuai dengan yang direncanakan, sehingga PLC dapat digunakan untuk mengolah data.

4.3 Pengujian Output Sensor Arus

Tujuan Pengujian :

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan penghitungan melalui *output* sensor arus menggunakan penguat instrumentasi dengan datasheet perangkat elektronik sebenarnya.

Alat Uji :

- Modul Sensor Arus ACS712 5A
- Perangkat Elektronik : Setrika, Pemanas air,
- Penguat instrumentasi
- Digital Multimeter
- Catu daya +12 volt, -12 volt dan 5 volt
- Stopkontak

Cara Pengujian :

Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan perangkat elektronik pada stopkontak ruang keluarga yang terintegrasi dengan sensor arus ACS712 5A dan menghubungkan tegangan +12 volt, -12 volt ke port rangkaian penguat instrumentasi dan juga tegangan 5 volt ke port rangkaian sensor arus.

Tabel 3. Pengujian Sensor Arus Pada Stopkontak Kamar Tidur 2 Dengan Perhitungan Menggunakan Perangkat Elektronik Setrika Philips Dengan Daya Maksimum 350 Watt

No	Perhitungan Sensor Arus (I)	Perhitungan Daya (Watt)	Daya Sebenarnya (Watt)
1	1.38	304.32	350
2	1.38	304.32	350
3	1.35	297.98	350
4	1.36	301.15	350
5	1.90	418.44	350
6	1.94	427.95	350
7	1.87	412.10	350
8	1.91	421.61	350
9	1.86	408.93	350
10	1.90	418.44	350
11	1.93	424.78	350
12	1.90	418.44	350
13	1.80	396.25	350
14	1.90	418.44	350
15	1.91	421.61	350
16	1.90	418.44	350
17	1.87	412.10	350
18	1.85	408.93	350
19	1.37	301.15	350
20	1.38	304.32	350
Rata-rata		381.985	350

Berdasarkan penghitungan yang didapat dari tabel 3. jumlah sampel sebanyak 20, maka didapatkan rata-rata sebesar 381.985 Watt. Dari hasil rata-rata tersebut menunjukkan bahwa pengujian sensor arus pada stopkontak kamar tidur 2 dengan perhitungan menggunakan perangkat elektronik setrika Philips dengan daya maksimum 350 watt tidak jauh berbeda dengan daya sebenarnya, sehingga sensor arus layak digunakan sebagai acuan.

Tabel 4. Pengujian Sensor Arus Pada Stopkontak Kamar Tidur 3 dan Perhitungan Dengan Perangkat Elektronik Pemanas Air Dengan Daya Maksimum 600 Watt

No	Perhitungan Sensor Arus (I)	Perhitungan Daya (Watt)	Daya Sebenarnya (Watt)
1	2.71	596.28	600
2	2.70	593.75	600
3	2.68	590.58	600
4	2.69	590.89	600
5	2.69	591.84	600
6	2.70	593.43	600
7	2.69	591.21	600
8	2.68	589.30	600
9	2.68	590.58	600
10	2.68	590.58	600
11	2.67	588.67	600
12	2.68	590.57	600
13	2.67	588.67	600
14	2.69	592.16	600
15	2.69	591.84	600
16	2.68	590.58	600
17	2.69	592.16	600
18	2.68	591.52	600
19	2.68	590.26	600
20	2.68	589.94	600
Rata-rata		591.24	600

Berdasarkan penghitungan yang didapat dari tabel 4. jumlah sampel sebanyak 20, maka didapatkan rata-rata sebesar 591.24 Watt. Dari hasil rata-rata tersebut menunjukkan bahwa pengujian sensor arus pada stopkontak kamar tidur 3 dan perhitungan dengan perangkat elektronik pemanas air tidak jauh berbeda dengan daya sebenarnya, sehingga sensor arus layak digunakan sebagai acuan.

Tabel 1. Pengujian Sensor Arus Pada Stopkontak Ruang Keluarga 1 dan Perhitungan Dengan Perangkat Elektronik Monitor HP

No	Perhitungan Sensor Arus (I)	Perhitungan Daya (Watt)	Daya Sebenarnya (Watt)
1	0.0369	8.13	9
2	0.0313	6.879	9
3	0.0313	6.879	9
4	0.0412	9.068	9
5	0.0412	9.068	9
6	0.0441	9.693	9
7	0.0441	9.693	9
8	0.0426	9.380	9
9	0.0441	9.693	9
10	0.0455	10.006	9
11	0.0455	10.006	9
12	0.0469	10.318	9
13	0.0441	9.693	9
14	0.0426	9.380	9
15	0.0412	9.068	9
16	0.0455	10.006	9
17	0.0469	10.318	9
18	0.0483	10.631	9
19	0.0455	10.006	9
20	0.0455	10.006	9
Rata-rata		9.396	9

Berdasarkan penghitungan yang didapat dari tabel 5. jumlah sampel sebanyak 20, maka didapatkan rata-rata sebesar 9.40 Watt. Dari hasil rata-rata tersebut menunjukkan bahwa pengujian sensor arus pada stopkontak

ruang keluarga 1 dan perhitungan dengan perangkat elektronik monitor HP tidak jauh berbeda dengan daya sebenarnya, sehingga sensor arus layak digunakan sebagai acuan.

Tabel 2. Pengujian Sensor Arus Pada Stopkontak Ruang Keluarga 2 dan Perhitungan Dengan Perangkat Elektronik Kipas Angin Miyako Dengan Daya Maksimum 20 Watt

No	Perhitungan Sensor Arus (I)	Perhitungan Daya (Watt)	Daya Sebenarnya (P)
1	0.102	22.38	20
2	0.087	19.186	20
3	0.087	19.186	20
4	0.087	19.186	20
5	0.087	19.186	20
6	0.0872	19.186	20
7	0.073	15.988	20
8	0.087	19.186	20
9	0.073	15.988	20
10	0.073	15.988	20
11	0.073	15.988	20
12	0.087	19.186	20
13	0.073	15.988	20
14	0.087	19.186	20
15	0.073	15.988	20
16	0.073	15.988	20
17	0.073	15.988	20
18	0.073	15.988	20
19	0.087	19.186	20
20	0.087	19.186	20
Rata-rata		17.906	20

Berdasarkan penghitungan yang didapat dari tabel 6. jumlah sampel sebanyak 20, maka didapatkan rata-rata sebesar 17.906 Watt. Dari hasil rata-rata tersebut menunjukkan bahwa pengujian sensor arus pada stopkontak ruang keluarga 2 dan perhitungan dengan perangkat elektronik kipas angin Miyako dengan daya maksimum 20 watt tidak jauh berbeda dengan daya sebenarnya, sehingga sensor arus layak digunakan sebagai acuan.

4.4 Pengujian Penguat Instrumentasi

Tujuan Pengujian :

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian kinerja rangkaian dengan yang sudah dirancang melalui perhitungan dan simulasi sebelumnya.

Alat Uji :

- Modul Sensor Arus ACS712 5A
- Perangkat elektronik :
- Penguat instrumentasi
- Multimeter digital
- Catu daya +12 volt, -12 volt dan 5 volt
- Kabel power
- Multisim

Cara Pengujian :

Pengujian ini dilakukan dengan cara memberikan perangkat elektronik pada stopkontak ruang keluarga yang terintegrasi dengan sensor arus ACS712 5A dan menghubungkan tegangan +12 volt, -12 volt ke port rangkaian penguat instrumentasi, memberikan tegangan 5 volt ke port rangkaian sensor arus.

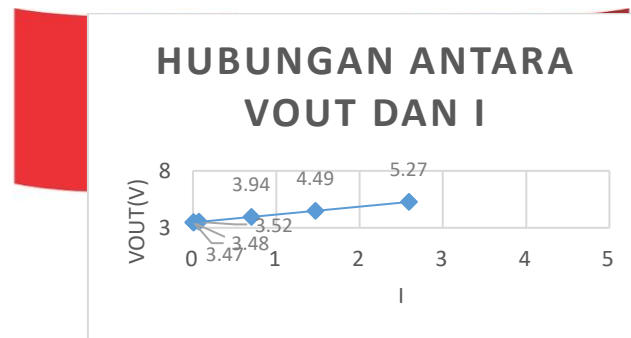
Hasil Pengujian :

• **Perbandingan Antara Vout dan I Rangkaian penguat instrumentasi Pada Sensor Arus ACS712 5A Pada Stopkontak Yang Berada Di Kamar Tidur 2**

Tabel 3. Pengujian Penguat Instrumentasi Sensor ACS712 5A Pada Stopkontak Kamar Tidur 2

Perangkat Elektronik	Vout	Arus(I)
Tanpa perangkat Elektronik	3.47	0
Setrika	4.49	1.47
Monitor	3.48	0.01
Pemanas air	5.27	2.59
kipas angin	3.52	0.07
Komputer	3.94	0.7

Hasil pengujian pada tabel 7. sensor arus acs712 5A digunakan untuk menentukan sensitivitas yang berguna dalam menampilkan arus yang melewati sensor arus terhadap beban yang berada di stop kontak kamar tidur 2.



Data yang didapatkan dari pengujian sensor arus ACS712 5A pada stopkontak yang berada di kamar tidur 2 dimasukkan ke dalam grafik, nilai tegangan sebagai nilai variable X dan nilai arus sebagai variable Y.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengerjaan tugas akhir ini, dapat disimpulkan bahwa :

1. Penggunaan PLC sebagai pengedali dinilai tepat dikarenakan memberikan kinerja yang stabil pada relay.
2. Penggunaan rangkaian penguat instrumentasi sangat tepat karena tegangan dari sensor arus perlu diperkuat.
3. Berdasarkan hasil pengujian pada 4 stopkontak yang terhubung dengan sensor arus ACS712 5A dengan menggunakan rangkaian penguat instrumentasi maka nilai dari sensor arus layak digunakan.
4. Tegangan AC rata-rata mempunyai nilai arus yang tidak terlalu besar dibandingkan dengan tegangan DC yang menyebabkan sulitnya pembacaan arus berdasarkan keluaran tegangan pada sensor arus yang tidak terlalu signifikan, maka dari itu dibutuhkanlah sebuah penguat tegangan agar tegangan keluaran dari sensor arus lebih besar saat di bandingkan dengan titik normal tegangan sensor arus saat tidak ada beban.

5.2 Saran

1. Untuk membuat desain PCB sebaiknya diperhatikan dahulu dimensinya sehingga tidak ada kesalahan ketika menyetak.
2. Menggunakan sensor selain ACS712 5A agar hasil yang dibaca lebih stabil dan presisi.

Daftar Pustaka :

- [1] Iwan Setiawan. PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER dan TEKNIK PERANCANGAN SISTEM KONTROL, Yogyakarta: Andi, 2006
- [2] Taqy, Mochamad Abiyani. 2016. Perancangan dan implementasi Algoritma Greedy pada manajemen daya listrik gedung perkantoran/rumah. Bandung. Universitas Telkom
- [3] Tasu, Antonio Sorin. PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER. Romania. Department of Physics Ovidius University. 2004
- [4] Omron. Omron tipe CP1H <https://www.ia.omron.com/products/family/1778/lineup.html> [diakses 28 November 2016 21:00]