

Rancang Bangun Sistem Kontrol Beban dan Akuisisi Data Berbasis Web dengan menggunakan Single Board Computer

Irfan Firnandi, Jaja Kustija, Bambang Trisno
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan
Universitas Pendidikan Indonesia
Jalan Dr. Setiabudhi nomor 229 Bandung 40154
e-mail: firnandi.irfan@gmail.com

Abstrak— Kontrol beban dan akuisisi data pada penelitian ini dirancang untuk dapat diakses dengan menggunakan interface halaman web. Cara kerja dari sistem akuisisi data adalah membaca data analog dari tegangan dan arus dengan menggunakan adaptor dan sensor arus ACS712, kemudian diproses oleh Arduino dan ditampilkan ke halaman web oleh SBC Raspberry Pi, halaman web tersebut akan memuat grafik realtime pembacaan tegangan, arus dan daya semu, dan cara kerja dari sistem kontrol adalah mengendalikan langsung pin SBC Raspberry Pi melalui interface web yang kemudian akan menghidupkan relay yang telah tersambung ke beban listrik. Sistem yang diteliti ini menggunakan WiFi USB atau kabel LAN untuk tersambung ke jaringan intranet sehingga alamat halaman web dapat diakses oleh perangkat lain yang terhubung dengan jaringan intranet.

Keywords— *interface halaman web, arus, tegangan, daya semu, grafik realtime.*

Abstract— *Load control and data acquisition in this research designed to be accessible with web page interface. The working of data acquisition is reading analog data from voltage and current by using Adaptor and current sensor ACS712 which is then processed by Arduino and will show in web page with SBC Raspberry Pi, the web page will showing realtime chart from voltage, current and apparent power, and the workings of the control*

system is direct control SBC Raspberry Pi pin with interface web which then will turn on relay which has connected with the electricity load. The system which researched using WiFi USB or LAN cable for connected to intranet network that cause address of web page can be access by other devices connected to the intranet network.

Keywords: *web page interface, current, voltage, apparent power, realtime chart*

I. PENDAHULUAN

Seiring meningkatnya pertumbuhan dan kesejahteraan masyarakat membuat kebutuhan energi listrik juga terus meningkat [1]. kondisi tersebut menyebabkan energi listrik secara tidak langsung telah menjadi kebutuhan primer manusia setelah sandang, pangan dan papan. Kondisi kebutuhan listrik tersebut menuntut manusia untuk mengawasi setiap alat yang beroperasi pada sistem pembangkitan listrik untuk tetap bekerja dengan baik. Terdapat beragam sistem pengawasan yang dapat mengirimkan data dari kondisi alat yang diawasi menuju ke pusat pengendali, mulai dari kabel, radio frequency (RF) ataupun menggunakan sistem berbasis web.

Penggunaan sistem berbasis web lebih menguntungkan jika dibandingkan dengan sistem yang lain, karena aksesnya yang relatif cepat dan dapat digunakan dalam jarak yang relatif jauh, namun sistem yang berbasis web ini

memerlukan web server yang berfungsi sebagai media pertukaran data yang terjadi dari halaman web dengan sistem kendali pusat. Web server yang biasa digunakan adalah Personal Computer (PC), namun PC dirasa membutuhkan daya yang relatif besar, sehingga Single Board Computer (SBC) dipilih sebagai web server menggantikan PC karena kebutuhan konsumsi daya yang digunakan tidak sebesar PC. Dari pemaparan yang telah disebutkan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu sistem kontrol dan akuisisi data berbasis web dengan menggunakan SBC sebagai web server.

A. Kontrol Beban dan Akuisisi Data Berbasis web

Kontrol beban atau sistem kontrol adalah proses pengendalian terhadap suatu atau beberapa besaran sehingga berada pada suatu nilai atau suatu range tertentu. Ditinjau dari segi peralatan, sistem kontrol terdiri dari alat mekanik dan elektronik yang digunakan untuk mengarahkan aliran energi ke suatu mesin atau proses agar dapat menghasilkan hasil yang diinginkan [2].

Sistem akuisisi data dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyiapkan data, hingga memprosesnya untuk menghasilkan data yang dikehendaki. Jenis serta metode yang dipilih pada umumnya bertujuan untuk menyederhanakan setiap langkah yang dilaksanakan pada keseluruhan proses. Suatu sistem akuisisi data pada umumnya dibentuk sedemikian rupa sehingga sistem tersebut berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyimpan data dalam bentuk yang siap untuk diproses lebih lanjut [5].

Situs web adalah suatu halaman web yang saling berhubungan yang umumnya berada pada peladen yang sama berisikan kumpulan informasi yang disediakan secara perorangan, kelompok, atau organisasi. Sebuah situs web biasanya ditempatkan setidaknya pada sebuah server web yang dapat diakses melalui jaringan seperti Internet, ataupun jaringan wilayah lokal (LAN) melalui alamat Internet yang dikenali sebagai URL.

Gambaran secara umum dari sistem yang diteliti adalah dimana sistem dapat

mengontrol beban dengan menggunakan interface halaman web dan sistem dapat mengakuisisi data analog dari perubahan tegangan yang terjadi dari sensor tegangan dan sensor arus yang kemudian diproses oleh Arduino dan ditampilkan ke halaman web oleh SBC Raspberry dan dapat diakses dengan jaringan intranet dengan bantuan WiFi USB yang dihubungkan ke SBC Raspberry. WiFi USB tersebut berfungsi agar data akses yang dilakukan dari luar SBC dapat terhubung dengan sistem.

B. Sensor Arus ACS712

ACS712 merupakan IC yang berfungsi sebagai sensor arus dan menggantikan trafo arus yang relatif besar dalam bentuk fisiknya. Pada prinsipnya sensor arus ACS712 adalah sama dengan sensor efek hall lainnya yaitu memanfaatkan medan magnetik yang ada di sekitar arus yang akan diubah menjadi tegangan yang linier dengan perubahan arus. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat di dalamnya yang menghasilkan medan magnet yang ditangkap oleh integrated Hall IC dan diubah menjadi tegangan proporsional.

C. Sensor Tegangan

Sensor tegangan adalah sebuah transformer AC step-down, yang kemudian disearahkan dengan penyearah gelombang penuh [3]. Penggunaan tersebut merubah tegangan AC menjadi tegangan DC agar dapat terbaca oleh mikrokontroler di *board* Arduino.

D. Arduino Uno

Arduino Uno adalah *mikrokontroler board* berbasis ATmega328P. *Board* ini memiliki 14 digital input/output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai PWM output), 6 analog input, 16 Mhz quartz crystal, koneksi USB, *power jack*, ICSP header dan sebuah tombol reset. *Board* ini berisi berbagai hal yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler, mudahnya adalah sambungkan *board* tersebut ke komputer dengan kabel USB atau gunakan sumber dengan AC – DC adaptor atau baterai untuk memulai. Arduino diprogram dengan menggunakan software Arduino IDE menggunakan bahasa C atau C++.

E. Single Board Computer (SBC) Raspberry Pi Model B+

Raspberry Pi merupakan sebuah komputer yang berukuran kecil yang dapat digunakan seperti sebuah *Personal Computer* (PC). Layaknya sebuah PC, Raspberry Pi membutuhkan *Operating System* (OS) agar dapat digunakan. OS ini disimpan dalam *Secure Digital* (SD) Card yang digunakan juga untuk media penyimpanan data seperti halnya *Hard Disk* [4]. Raspberry Pi yang original berbasis Broadcom BCM2835 system *on a chip* (Soc) yang tertanam prosesor ARM1176JZF-S 700 MHz, VideoCoreIV GPU, dan diluncurkan dengan 256 MB RAM yang kemudian di upgrade menjadi 512 MB di model B dan B+.

Raspberry Pi model B+ menggunakan sistem operasi berbasis Linux dan merekomendasikan Raspbian sebagai sistem operasinya. *Python* tersedia sebagai bahasa programming utama, yang menunjang *BBC BASIC*, *C*, *C++*, *Java*, *Perl* dan *Ruby*.

II. METODE

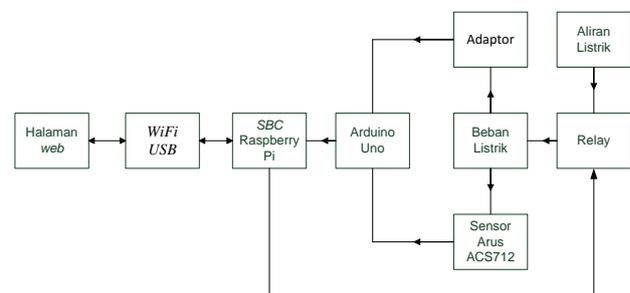
Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen (uji coba). Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah membuat suatu alat yang dapat mengendalikan suatu beban listrik dan menerima data dari rangkaian sensor tegangan dan sensor arus yang akan ditampilkan melalui interfacing halaman web. Penelitian eksperimen ini dilakukan pada perancangan sistem, baik pada perancangan perangkat keras (hardware) maupun perancangan perangkat lunak (software) dari alat ini.

Pembuatan alat dimulai dengan pembuatan kontrol beban. Dalam proses pembuatannya menggunakan relay dan Raspberry Pi sebagai controller dan web server. Pembuatan dimulai dengan membuat script program interface halaman web localhost yang langsung dapat berinteraksi dengan relay melalui Raspberry Pi, namun masih belum terhubung dengan koneksi intranet.

Setelah pembuatan kontrol beban selesai, selanjutnya dibuatlah program akuisisi data pada Arduino dengan menggunakan Arduino IDE. Setelah program selesai, kemudian dibuatlah

program akuisisi data pada Raspberry Pi. Data yang masuk ke Raspberry Pi akan dimasukkan ke dalam database untuk kemudian ditampilkan di halaman web. Setelah selesai maka dilanjutkan dengan pengujian sistem secara keseluruhan hingga sistem dapat dihubungkan dengan jaringan intranet. Setelah pengujian maka tahap selanjutnya adalah analisis dari keseluruhan alat dan sistem yang bertujuan agar kekurangan serta kemampuan alat dapat diketahui lebih lanjut.

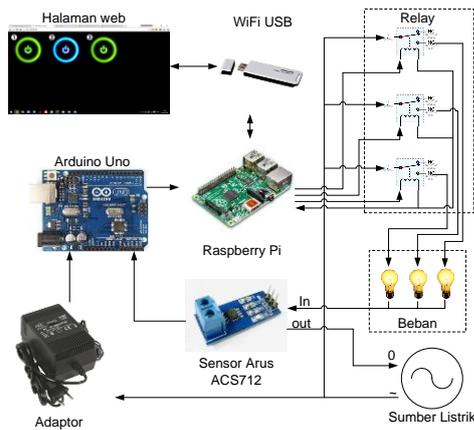
Salah satu sistem dalam rangkaian sistem yang diteliti bekerja berdasarkan prinsip dari daya listrik. Sebuah sensor tegangan dan sensor arus akan dibaca nilainya, setelah data dari sensor arus dan sensor tegangan didapatkan, data tersebut kemudian diproses dengan menggunakan prinsip daya listrik, yaitu dengan mengalikan nilai tegangan dan arus yang didapatkan (lihat Gambar 1). Sensor-sensor tersebut terhubung dengan pin ADC yang terdapat pada Arduino, setelah data penggunaan listrik didapatkan, Arduino akan mengirimkan data tersebut ke Raspberry Pi. Setelah data diterima oleh Raspberry Pi, data tersebut akan disimpan ke dalam database yang berada dalam Raspberry Pi, data dari database tersebut kemudian akan dikirim menuju server yang selanjutnya akan ditampilkan dalam halaman web dengan menggunakan WiFi USB sebagai perantara antara Raspberry Pi dengan jaringan intranet. Skematik rangkaian keseluruhan sistem terdapat pada Gambar 2.



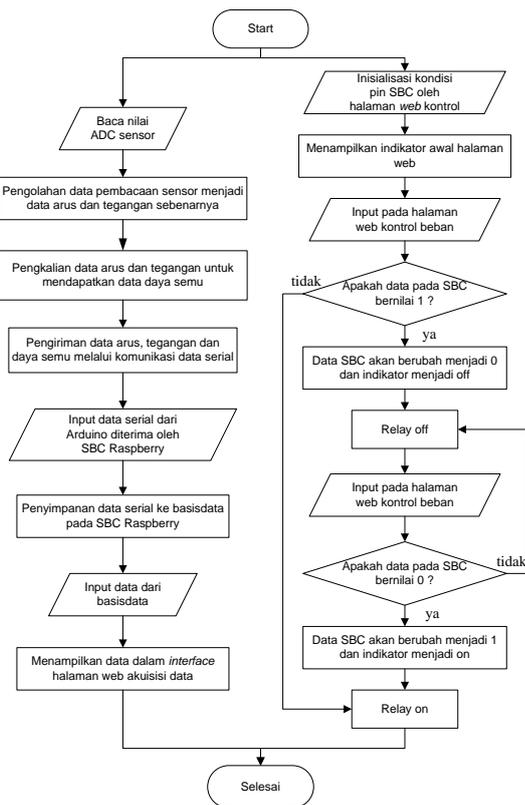
Gambar 1. Prinsip Kerja Sistem Kontrol Beban

Penggunaan kontrol beban yang digunakan menggunakan input langsung dari halaman *web*, halaman *web* tersebut mendefinisikan pin yang terdapat pada Raspberry Pi dalam keadaan *off*, namun ketika salah satu dari gambar yang bernama *green.jpg* di klik, membuat pin yang

terhubung dengan relay dalam Raspberry Pi menjadi *on* sehingga aliran listrik terhubung dan membuat gambar *green.jpg* berubah menjadi *red.jpg*, tombol *red.jpg* juga akan berubah menjadi *green.jpg* apabila di klik dan yang akan menyebabkan relay menjadi *off* sehingga aliran listrik terputus apabila di klik. Pada halaman *web* terdapat tiga tombol *green.jpg* berubah ketika di klik. Diagram alir pemrograman terlihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Skematik rangkaian secara keseluruhan



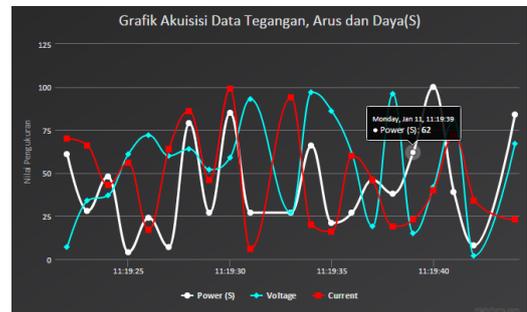
Gambar 3. Diagram alir sistem pemrograman

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam perancangan yang telah dibuat penelitian ini membagi alat ini menjadi dua bagian. Bagian tersebut adalah bagian kontrol beban dan bagian akuisisi data. Hasil pembuatan dari perancangan yang telah dibuat terlihat pada Gambar 4.



(a)



(b)

Gambar 4. (a) tampilan halaman web kontrol beban dan (b) tampilan halaman web akuisisi data

Untuk mendapatkan simulasi yang baik mengenai cara kerja alat yang telah dirancang, penulis menambahkan komponen mekanik. Komponen mekanik tersebut adalah miniatur rumah. Adapun gambar hasil pembuatan miniatur rumah tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Miniatur rumah sebagai alat peraga simulasi

A. Pengujian kontrol beban dengan SBC melalui interface web

Perancangan sistem menggunakan *web* sebagai *interfacing* antara *user* dengan beban. *Interface web* yang digunakan akan mengontrol langsung pin SBC Raspberry yang terhubung dengan relay. Pengujian ini (Tabel 1) dilakukan dengan cara melakukan *click* pada ketiga gambar tombol pada *web*, ketika gambar tombol tersebut di klik maka gambar tersebut akan berubah sesuai dengan kondisi dari beban.

TABEL 1. HASIL PENGUJIAN KONTROL BEBAN

Pengujian ke -	Indikator 1	Indikator 2	Indikator 3	Keterangan
1	ON	ON	ON	Ketiga beban on
2	OFF	OFF	OFF	Ketiga beban off
3	ON	OFF	OFF	Beban 1 on, beban 2 dan beban 3 off
4	OFF	ON	OFF	Beban 2 on, beban 1 dan beban 3 off
5	OFF	OFF	ON	Beban 3 on, beban 1 dan beban 2 off

Dalam lima kali percobaan dengan beberapa kondisi beban pada relay dapat diaktifkan dan dinonaktifkan terhadap sumber listrik, dalam lima percobaan yang dilakukan tersebut seluruhnya berhasil. Beban dihubungkan dengan relay yang dikontrol oleh SBC Raspberry Pi dengan melalui pin 0,1 dan 2 yang terhubung dengan ketiga tombol yang terdapat dalam halaman *web* kontrol beban, ketika gambar dalam halaman *web* berubah, maka kondisi pada pin Raspberry akan berubah juga.

Kondisi yang telah disebutkan sebelumnya adalah kondisi *on*, dimana pin yang digunakan akan mengeluarkan tegangan 5 VDC yang kemudian menyalakan relay yang ditandai dengan gambar indikator dalam halaman *web* berwarna hijau, sedangkan kondisi *off* ditandai dengan pin yang digunakan tidak akan mengeluarkan tegangan yang menyebabkan relay dalam kondisi *off* dan gambar indikator dalam halaman *web* akan menjadi berwarna biru.

B. Pengujian pemrograman pembacaan tegangan, arus dan daya semu

Pada pengujian pengukuran tegangan, arus dan daya semu ini menggunakan adaptor 220 VAC – 5 VDC sebagai sensor tegangan dan ACS712 sebagai sensor arus yang dihubungkan ke Arduino sebagai pengolah data pembacaan dari sensor. Pengujian yang dilakukan ini membandingkan data pengukuran dari sensor yang digunakan dengan *multitester*, sedangkan pembacaan untuk daya semu, peneliti menggunakan perhitungan manual dengan cara mengkalikan tegangan pembacaan sensor dengan arus pembacaan sensor.

Pembacaan nilai untuk pengujian sensor arus adalah dengan cara menghubungkan listrik dengan *rheostat*, lalu arus yang mengalir diukur dengan *multitester*, sedangkan untuk pengujian pembacaan tegangan dilakukan dengan cara membaca tegangan sumber dari sumber oleh Adaptor dan *multitester*.

TABEL II. HASIL PERBANDINGAN PENGUJIAN PEMBACAAN TEGANGAN

Pengujian ke-	V_{sensor}	$V_{\text{multitester}}$	Error (%)
1	226.5	226.9	0.18
2	226	225.6	0.18
3	226.15	228.5	1.03
4	226	226	0.00
5	226.98	229	0.88
6	227.5	228.5	0.44
7	228.85	228.6	0.11
8	227.8	228	0.09
9	227.98	229	0.45
10	228.46	228.8	0.15
Rata-rata error			0.35

Hasil pengujian terhadap pembacaan terhadap sensor arus ACS712 dan sensor tegangan Adaptor 220 VAC – 5 VDC dilakukan dengan sepuluh kali percobaan pengujian, dalam sepuluh kali pengujian tersebut pengujian sensor tegangan memiliki rata-rata *error* sebesar 0.35%, *error* yang terjadi memiliki rentang dari 0.11% hingga 1.03%, sedangkan pengujian terhadap sensor arus memiliki rata-rata *error* sebesar 0.95%, *error* yang terjadi memiliki rentang dari 0.66% hingga 1.60%. Hasil-hasil

pengujian terlihat pada Tabel II, Tabel III dan Tabel IV.

TABEL III. HASIL PERBANDINGAN PENGUJIAN PEMBACAAN ARUS

Pengujian ke-	Nilai Rheostat (Ohm)	I _{sensor} (A)	I _{multi} (A)	Error (%)
1	188.4	1.2	1.19	0.84
2	178.5	1.24	1.23	0.81
3	175.5	1.27	1.25	1.60
4	172	1.36	1.35	0.74
5	170.8	1.33	1.32	0.76
6	161.8	1.39	1.38	0.72
7	157.4	1.44	1.41	1.41
8	153	1.46	1.45	0.69
9	147.5	1.53	1.52	0.66
10	139.6	1.62	1.6	1.25
Rata-rata error				0.95

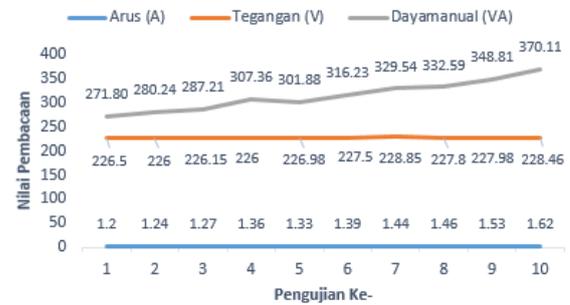
TABEL IV. HASIL PEMBACAAN PENGUKURAN DAYA SEMU

Pengujian ke-	I _{sensor} (A)	V _{sensor} (V)	Dayamanual (VA)
1	1.2	226.5	271.80
2	1.24	226	280.24
3	1.27	226.15	287.21
4	1.36	226	307.36
5	1.33	226.98	301.88
6	1.39	227.5	316.23
7	1.44	228.85	329.54
8	1.46	227.8	332.59
9	1.53	227.98	348.81
10	1.62	228.46	370.11

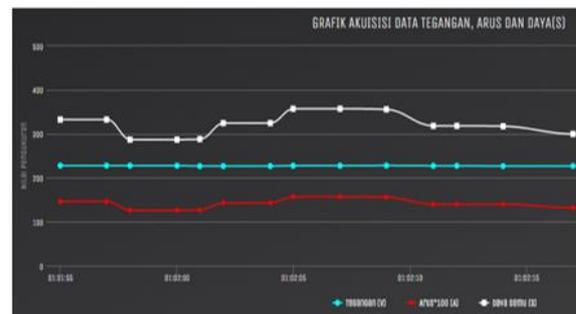
Data dari hasil pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini kemudian digunakan sebagai data untuk menemukan hasil daya semu dengan cara mengkalikan data pembacaan sensor arus dengan data pembacaan sensor tegangan, dari keseluruhan pengujian daya yang berhasil didapatkan memiliki rentang 273.6 VA hingga 533.52 VA. Grafik hasil akuisisi data terlihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Berdasarkan analisis yang dilakukan dalam penelitian ini pembacaan data daya semu yang dilakukan dengan mengkalikan hasil pembacaan arus dan tegangan yang dilakukan oleh sensor berdasarkan definisi daya semu yaitu $S = \bar{V} \bar{I}^*$. Error yang didapatkan dalam

hasil pembacaan menggunakan sensor terjadi karena disebabkan oleh pembacaan data sensor yang dibaca secara *realtime*, pembacaan data sensor yang dibaca secara *realtime* tersebut menyebabkan *delay* pada sampling pembacaan data sensor sehingga proses rata-rata sampling mempengaruhi hasil pembacaan.



Gambar 6. Hasil akuisisi data tegangan, arus dan daya



Gambar 7. Grafik akuisisi data pada halaman web

Keterangan :

- Sumbu horizontal = waktu
- Sumbu vertikal = Nilai pembacaan
- = Daya semu (VA)
- = Tegangan (V)
- = Arus (A)

Data pembacaan akan semakin presisi ketika data untuk sampling dibuat lebih banyak dan waktu sampling dibuat lebih lama, namun hal tersebut akan berpengaruh kepada waktu proses pembacaan data sensor pada Arduino, dengan sampling dan waktu sampling yang digunakan saat ini, Arduino membutuhkan waktu 2.5 detik untuk memberikan hasil pembacaan sensor yang digunakan.

IV. KESIMPULAN

Sistem yang berbasis *web* yang dapat mengontrol dan mengakuisisi data dengan menggunakan *Single Board Computer* (SBC) telah berhasil dibuat dengan menggunakan SBC Raspberry Pi model B+. *Interfacing* kontrol beban dan *interfacing* akuisisi data berbasis *web* telah selesai dibuat, pembuatan menggunakan bahasa C, Python, PHP, HTML dan Javascript. Sistem kontrol beban dan akuisisi data berbasis *web* dengan menggunakan *Single Board Computer* (SBC) yang dapat berinteraksi dengan menggunakan jaringan intranet telah berhasil dibuat dengan arus pembacaan maksimal 5 ampere.

REFERENSI

- [1] Arihutomo, M., & Rivai, M. (2012). Sistem monitoring arus listrik jala-jala menggunakan Power Line Carrier. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), 150–153.
- [2] Batubara, F. R. (2005). Sistem Akuisisi Data. *Teknik Elektro ENSIKOM*, 3, 1–4.
- [3] Kuswanto, H. (2010). *Alat ukur listrik ac (arus, tegangan, daya) dengan port paralel*. Universitas Sebelas Maret.
- [4] Prima Haryo Prabowo, I., Nugroho, S., & Utomo, D. (2014). Penggunaan Raspberry Pi sebagai *web* server pada rumah untuk sistem pengendali lampu jarak jauh dan pemantau suhu. *Techne Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 13(1), 111–124.
- [5] Rahmiati. (2015). *Desain Dan Pembuatan Kontrol Otomatis Beban Listrik Rumah Tangga Berbasis Mikrokontroler*. Universitas Kuala Darussalam.