

RANCANG BANGUN PEMANTAUAN PENGUKURAN BIAYA LISTRIK PADA KANTOR YAYASAN PANTI ASUHAN ANAK YATIM PIATU SUNAN AMPEL BERBASIS ARDUINO NANO

Mohammad Agil Sai'dil Bahri¹, Sugionoi², Oktriza Melfazen³

¹Mahasiswa Teknik Elektro, ^{2,3}Dosen Teknik Elektro, Universitas Islam Malang

Email : agil.sai'dilbahri@gmail.com

Abstrak

Perkembangan teknologi yang semakin pesat dan benda-benda elektronik yang semakin banyak digunakan, kebutuhan energi listrik pun meningkat. Di Indonesia masalah kelistrikan akibat dari pasokan energi listrik meningkat lebih pesat untuk memenuhi pasokan listrik yang dibutuhkan. Akibatnya, kebanyakan masyarakat merancang sebuah alat untuk menghemat energi listrik untuk memperkecil biaya tarif listrik yang semakin mahal.

Pada penelitian ini telah dirancang sistem aplikasi mikrokontroler arduino nano untuk memantau biaya listrik pada kantor yayasan panti asuhan anak yatim piatu sunan ampel agar mengetahui berapa pengeluaran tiap harinya, sesuai dengan beban listrik yang dipergunakan.

Penggunaan mikrokontroler arduino nano dimaksudkan agar didapatkan akumulasi waktu penggunaan listrik dan daya terpakai selama durasi waktu tersebut. Indikator Liquid Crystal Display (LCD) dipakai untuk menampilkan akumulasi biaya listrik, sesuai dengan perhitungan tarif listrik dari PT. PLN, yaitu sebesar Rp. 1350,- per kwh. Dan Keypad untuk memasukkan tarif dasar listrik.

Hasil pengujian alat, sistem yang dirancang menampilkan daya yang terpakai dan biaya listrik yang harus dibayar yang sesuai dengan durasi waktu terpakai. Tingkat keakurasian alat tersebut sudah memenuhi standar PLN. Dengan persentase kesalahan 0,14% pada kondisi pagi, 0,16% pada kondisi siang dan 0,081% pada kondisi malam.

Kata kunci : PT. PLN (Persero), Kwh, tarif dasar listrik, arduino nano, mikrokontroler

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Teknologi yang saat ini berkembang sangat pesat, karena penelitian yang dapat memberikan kemudahan dalam kehidupan sehari-hari. Salah satunya adalah memberikan kemudahan dalam mengalihkan peralatan yang memiliki sistem analog menjadi digital. Salah satu contohnya adalah Kwh meter (*Kilo Watt Hour Meter*) yang dulunya memakai sistem analog oleh kebanyakan konsumen Perusahaan Listrik Negara (PLN), kemudian sekarang banyak yang berganti menjadi sistem digital yang dapat memberikan nilai lebih akurat.

Kwh meter analog merupakan Kwh meter yang umumnya digunakan oleh PLN. Tetapi Kwh meter ini mempunyai kelemahan, salah satunya adalah dengan sistem pembayaran pascabayar yang dapat memungkinkan pelanggan menunggak tagihan listrik. Untuk mengatasi hal tersebut maka dibuat sebuah Kwh meter digital dengan sistem prabayar. Sehingga pelanggan harus membeli voucher khusus untuk dapat menggunakan listrik dari PLN. Nilai voucher ini akan terus berkurang seiring dengan pemakaian listrik. Apabila nilai voucher hampir habis akan diberi indikator pemberitahuan dan sistem akan memutuskan daya apabila nilai voucher habis. Agar dapat

menggunakan kembali listrik, maka pelanggan harus membeli voucher khusus lagi.

Dengan Kwh meter Prabayar ini, kendali penggunaan listrik sepenuhnya ada pada diri pelanggan. Kekhawatiran tagihan listrik membengkak tak perlu lagi terjadi. Baik yang disebabkan oleh penggunaan listrik yang tidak terkontrol maupun terjadinya kesalahan baca meter. Dengan membeli listrik diawal, hal-hal yang tidak diinginkan tersebut tak perlu lagi terjadi.

Bila dibandingkan dengan penggunaan layanan pascabayar selama ini, pelanggan relatif tidak leluasa untuk mengetahui berapa besar energi listrik yang telah dikonsumsi. Pelanggan baru dapat mengetahuinya setelah waktu pembayaran atau bahkan saat akan membayar di loket PLN. Maka, tidak heran jika kadang pelanggan dibuat kaget oleh tagihan yang melambung tinggi. Yang disebabkan oleh penggunaan listrik yang tidak terkontrol.

Dengan layanan listrik prabayar, pelanggan bukan saja dapat mengetahui sudah berapa banyak energi listrik yang dikonsumsi, namun juga dapat melihat berapa energi listrik yang masih tersisa untuk dapat digunakan. Dengan melihat permasalahan diatas,

keunggulan dari listrik Prabayar dan untuk membantu masyarakat khususnya pada perkantoran dalam rangka menghemat biaya listrik, maka penulis tertarik untuk mengambil judul yang sesuai dengan kondisi yang dihadapi, yaitu “Rancang Bangun Pemantauan Pengukuran Biaya Listrik Perkantoran Berbasis Arduino Nano”. Yang dirancang untuk perhitungan biaya pemakaian listrik yang lebih akurat. Dan dengan menggunakan alat yang akan dibuat nantinya akan dibandingkan dengan pengukuran menggunakan alat ukur standar seperti tang amper dan avo meter digital apakah hasil dari alat yang dibuat dapat menyamai hasil pengukuran pada alat standart nasional seperti Kwh meter milik PLN.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan mengacu pada latar belakang diatas, maka fokus rumusan masalah penelitian ini adalah mengembangkan aplikasi arduino nano berbentuk Rancang Bangun Pemantauan Pengukuran Biaya Listrik Perkantoran Berbasis Arduino Nano.

Rumusan masalah diatas dapat dijabarkan dalam beberapa sub fokus sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menyensor pemakaian daya listrik.
2. Bagaimana menghitung daya listrik dengan mikrokontroller.
3. Bagaimana cara menampilkan hasil perhitungan daya listrik pada LCD.
4. Bagaimana cara mengetahui biaya listrik dari pemakaian daya yang diukur.
5. Bagaimana cara mengkalibrasi sistem yang dibuat dengan menggunakan alat ukur standart seperti tang amper dan avo meter.

1.3 Tujuan

Untuk merancang dan membuat Kwh meter digital yang diharapkan agar dapat memantau pengukuran biaya listrik perkantoran berbasis arduino nano, maka penulis mempunyai tujuan sebagai berikut:

1. Membuat alat pengukur daya listrik dengan menggunakan sensor arus dan transformator tegangan (*step down*) untuk menghasilkan perhitungan biaya tagihan listrik berdasarkan perhitungan pemakaian daya listrik yang ditampilkan pada layar LCD.
2. Membuat sistem input menggunakan keypad untuk menginput faktor daya dan tarif daya listrik yang terupdate.
3. Membantu masyarakat untuk dapat memantau pemakaian daya listrik.

1.4 Landasan Teori

Menurut Wibisona (2011), arus adalah muatan yang mengalir dalam satuan waktu, atau agar lebih mudah memahaminya arus merupakan sebuah muatan yang bergerak, ketika muatan bergerak maka akan muncul arus, sebaliknya muatannya berhenti

maka tidak akan ada arus yang dihasilkan atau menghilang. Muatan itu sendiri akan bergerak jika ada pengaruh energi dari luar yang mempengaruhinya. Muatan adalah satuan terkecil dari atom atau sub bagian dari atom. Dimana dalam teori atom modern menyatakan atom terdiri dari partikel inti (proton bersifat positif dan neutron bersifat netral) yang dikelilingi oleh elektron negatife, normalnya atom bermuatan netral. Dari penjelasan mengenai atom diatas muatan terdiri dari muatan positif dan muatan negatife.

Menurut Pantur Silaban, Ph.D (1991;12), Tegangan melintas sebuah pasangan terminal merupakan ukuran kerja yang diperlukan untuk menggerakkan melalui elemen tersebut. Secara khusus didefinisikan tegangan melintasi elemen sebagai kerja yang perlu untuk menggerakkan muatan positif dari satu titik ujung ke titik ujung yang lain. Satuan untuk tegangan adalah *volt* (V), yang sama dengan 1 J/C dan tegangan dinyatakan dengan V dan v. Menurut Cekmas Cekdin dan Taufik Berlin daya listrik didefinisikan sebagai energi yang dikeluarkan atau kerja yang dilakukan setiap detik oleh arus 1A yang pada tegangan 1V, dengan persamaan sebagai berikut:

$$P = I \cdot V$$

Atau

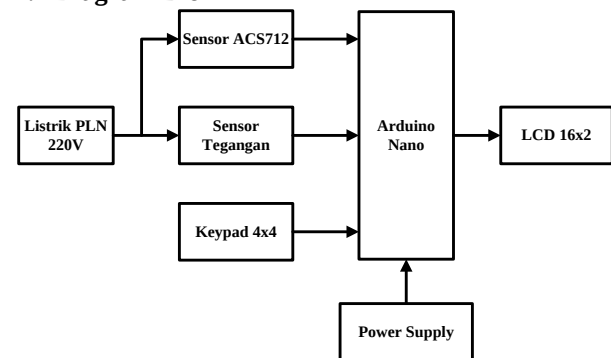
$$P = I^2 \cdot R$$

Satuan standart internasional (SI) untuk daya listrik adalah *Watt* (W) yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir per satuan waktu (joule/detik).

Daya listrik ada 3 macam yaitu daya kompleks, daya aktif, dan daya reaktif.

II Perancangan Sistem

2.1 Diagram Blok



Gambar 2.1 Blok Diagram Sistem

Dalam sistem pemantau biaya listrik ini diperlukan detektor arus dan detektor tegangan untuk mencari daya yang dihasilkan, dimana detektor arus yang dipakai adalah sensor ACS712 untuk menghasilkan nilai arus (I) dan detektor tegangan menggunakan rangkaian transformator *step down* untuk menghasilkan nilai tegangan (V). Sedangkan nilai Cos

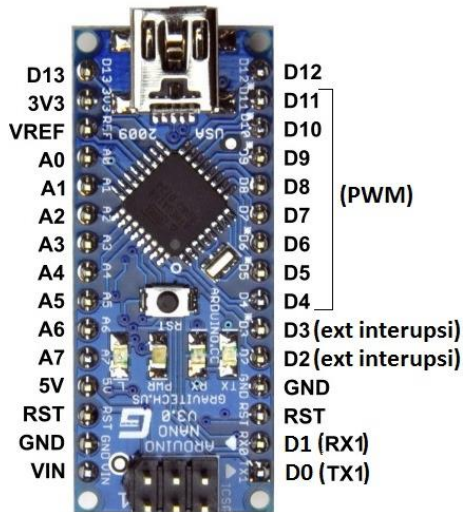
θ yang dimasukkan melalui keypad yang memenuhi standar PLN.

Input berupa arus dari sensor, diterima oleh mikrokontroler arduino nano. Sebelumnya ADC pada mikrokontroler arduino nano merubah arus dan tegangan masih dalam bentuk analog menjadi sinyal digital agar dapat di baca oleh mikrokontroler.

2.1 Perancangan Arduino Nano

Arduino Nano adalah salah satu varian dari produk board mikrokontroler keluaran Arduino. Arduino Nano adalah board Arduino terkecil, menggunakan mikrokontroler Atmega 328 untuk Arduino Nano 3.x dan Atmega168 untuk Arduino Nano 2.x. Varian ini mempunyai rangkaian yang sama dengan jenis Arduino Duemilanove, tetapi dengan ukuran dan desain PCB (*Printed Circuit Board*) yang berbeda. Arduino Nano tidak dilengkapi dengan soket catu daya, tetapi terdapat pin untuk catu daya luar atau dapat menggunakan catu daya dari mini USB port.

2.1.1 Konfigurasi Arduino Nano



Gambar 2.2 Konfigurasi pin pada board Arduino Nano.

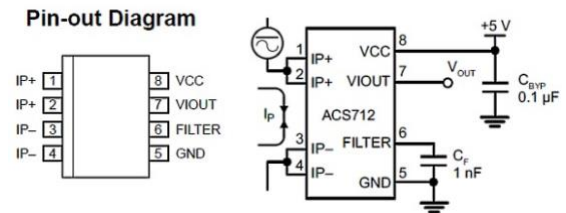
Tabel 2.1 Konfigurasi arduino nano

Mikrokontroler	Atmel ATmega168 atau ATmega328
Tegangan Operasi	5V
Input Voltage (disarankan)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Pin Digital (I/O)	14 (6 pin digunakan sebagai output PWM)
Pin Input Analog	8
Arus DC Per Pin I/O	40 mA
Flash Memory	16KB (ATmega168) atau 32 (ATmega328) 2KB digunakan oleh Bootloader

SRAM	1KB (ATmega168) atau 2KB (ATmega328)
EEPOM	512 byte (ATmega168) atau 1KB (ATmega328)
Clock Speed	16MHz
Ukuran	1,85cm x 4,3cm

2.2 Perancangan Sensor Aus ACS712

Typical Application

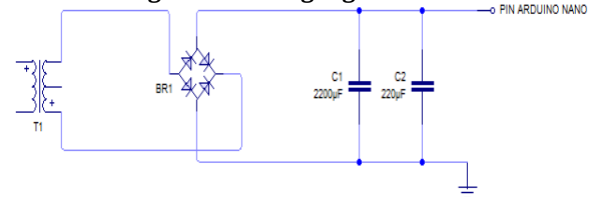


Gambar 2.3 Sensor arus ACS712

Menurut Haviz Setiawan sensor arus adalah alat yang digunakan untuk mengukur kuat arus listrik. Sensor arus ini menggunakan metode Hall Effect Sensor. Hall Effect Sensor merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi medan magnet.

Hall Effect Sensor akan menghasilkan sebuah tegangan yang proporsional dengan kekuatan medan magnet yang diterima oleh sensor tersebut. Pendeteksian perubahan kekuatan medan magnet cukup mudah dan tidak memerlukan apapun selain sebuah inductor yang berfungsi sebagai sensornya. Kelemahan dari detektor dengan menggunakan induktor adalah kekuatan medan magnet yang statis (kekuatan medan magnet nya tidak berubah) tidak dapat dideteksi. Sensor ini terdiri dari sebuah lapisan silikon yang berfungsi untuk mengalirkan arus listrik. Dengan metode ini arus yang dilewatkan akan terbaca pada fungsi besaran tegangan berbentuk gelombang sinusoidal.

2.3 Perancangan Sensor tegangan

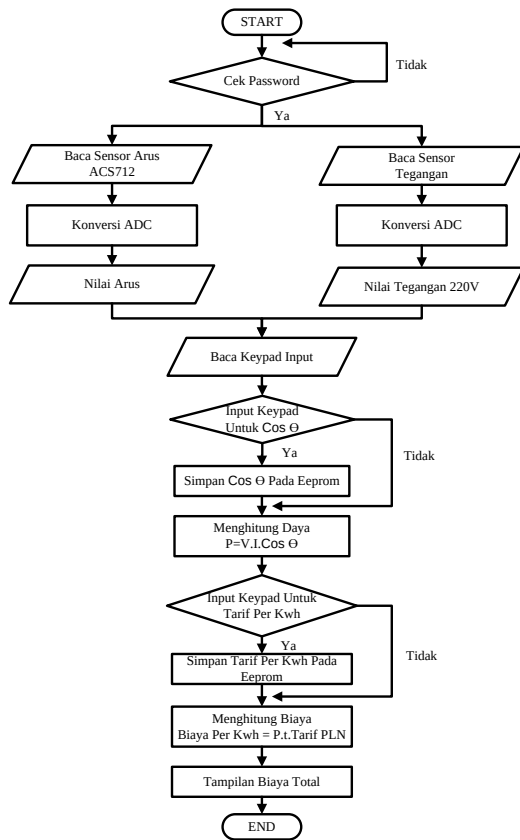


Gambar 2.4 Rangkaian Sensor Tegangan

Sensor ini menggunakan rangkaian transformator *step down* 1A untuk mengambil data tegangan AC dari 220V yang diturunkan menjadi 4,5V. Setelah melalui diode *bridge* (penyearah), beberapa filter dan pembagi tegangan, dihasilkan tegangan DC yang berbanding lurus dengan naik turunnya tegangan listrik PLN. Tegangan yang diturunkan menjadi tegangan DC murni menggunakan

kapasitor. Output tersebut dimasukkan ke pin ADC yang ada pada mikrokontroler arduino nano.

2.4 Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 2.4 Diagram Alir Program Utama

Pada perancangan program mikrokontroler arduino nano ini bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C, dimana dalam menata setiap bahasa yang akan digunakan sudah *open source*.

Pada pemrograman pemantauan biaya listrik ini menggunakan penggunaan *library* arduino. Dimana *library* ini sangat mempermudah dalam memprogram sesuatu. Yang dimaksud dengan *library* adalah suatu pustaka dalam bahasa pemrograman C++ yang didalamnya merupakan program untuk mendukung penggunaan *hardware* agar bisa digunakan dalam *software*. Sehingga programannya hanya tinggal memasukan *library* tersebut didalam listing program arduino dan memodifikasinya untuk dibaca dari mikrokontroler ke LCD.

III. Hasil dan Analisis

3.1 Pengujian Sensor Tegangan

Tabel 3.1 Hasil Pengujian Sensor Tegangan

Waktu	Hasil Pengukuran		Tegangan keluar (Vout)	Kesalahan %
	Alat yang dibuat (V)	Alat ukur Tegangan (V)		
Pagi	216 V	215 V	4,7 V	0,46

Siang	215 V	213 V	4,5 V	0,93
Sore	213 V	211 V	4,2V	0,93
Malam	210 V	209 V	4,2 V	0,46
Rata-rata				0,7

Dari Tabel 4.1 diperoleh hasil dari alat yang telah dibuat hampir sama dengan alat yang telah terstandarisasi

$$Toleransi = \frac{\text{Selisih}}{\text{Hasil alat standar}} \times 100\% \\ = \frac{1}{216} \times 100\% \\ = 0,46\%$$

Dari perhitungan rata-rata toleransi dengan rumus diatas diperoleh toleransi sebesar 0,7% untuk pengukuran tegangan. Ini menunjukan alat sudah bekerja dengan baik untuk pengukuran tersebut.

3.2 Pengujian Sensor Arus ACS712

Pada pengujian arus disini alat penelitian yang dibuat dibandingkan dengan Tang meter, diambil data dari 5 kali pengukuran dengan beban yang berbeda dengan membandingkan 2 alat pengukuran.

Hasil pengujian sensor arus ACS712 dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Pengujian sensor arus ACS712

No.	Beban	Pengukuran		Selisih	Kesalahan (%)
		Tang Meter	Sensor ACS712		
1	Tanpa beban	0	0,5	0	0
2	Lampu 8 watt	0,04	0,06	-0,02	-50%
3	Laptop	0,06	0,7	-0,01	-16,67%
4	Printer	0,04	0,06	-0,02	-50%
5	Scanner	0,05	0,07	-0,02	-40%
Total				-0,07	-166,67%
Rata - rata				-0,01	-33,34%

$$Toleransi = \frac{\text{Selisih}}{\text{Hasil alat standar}} \times 100\% \\ = \frac{0,04 - 0,06}{0,04} \times 100\% \\ = -50\%$$

Dari hasil perhitungan, diketahui nilai akurasi pengukuran menggunakan sensor arus ACS712 sebesar $\pm -33,34\%$ untuk pengukuran arus. Hal tersebut dikarenakan beberapa faktor, diantaranya didalam data *sheet* mempunyai spesifikasi total error keluaran 1,5% pada TA = 25°, dan 4% pada -40° C sampai 85° C.

3.3 Implementasi Alat

Tabel 3.3 Hasil Implementasi Alat Per Jam

No.	Ruang	Jenis Beban	Daya Beban (Watt)	Daya tampil di LCD (Kwh)	Waktu	Biaya	
						Perhitungan	Tampilan LCD
1	Ruang 1	2 Lampu 1 Laptop 1 Printer	18 watt dan 8 watt 65 watt 11 watt	0,028	1 jam	Rp 37,8	Rp 38,18
2	Ruang 2	1 Lampu 1 Pc 1 Sound 1 Printer	23 watt 350 watt 50 watt 11 watt	0,061	1 jam	Rp 82,35	Rp 82,01
3	Ruang 3	1 Lampu 1 Laptop	24 watt 65 watt	0,031	1 jam	Rp 41,85	Rp 41,20
4	Ruang 4	4 Lampu	24 watt	0,038	1 jam	Rp 51,30	Rp 52,65
5	Ruang 5	2 Lampu 1 TV	18 watt 100 watt	0,049	1 jam	Rp 66,15	Rp 68,27

Dari data Tabel 3.3 dapat dibandingkan dengan hasil perhitungan manual yang menggunakan rumus sebagai berikut:

Biaya = Kwh x Tarif dasar listrik PLN

Kwh = Data daya tampilan LCD (Kwh)

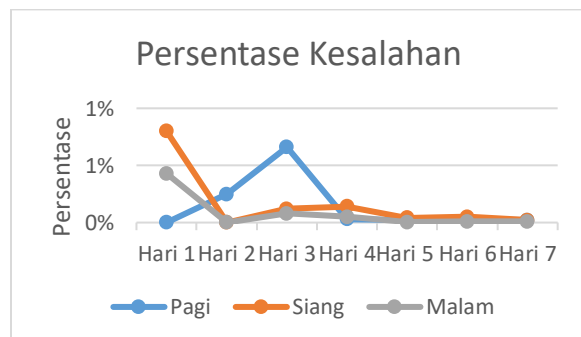
Tarif dasar listrik PLN = RP 1350

Biaya = 0,028 x 1350
= Rp 37,8

Pada hasil perbandingan selisih antara hasil dari alat dan perhitungan hanya beberapa persen saja dikarenakan sensor arus yang terdapat pada alat tersebut belum akurat yang mempunyai spesifikasi total error keluaran 1,5% pada TA = 25°, dan 4% pada -40° C sampai 85° C.

Dengan beban yang sama pada ruangan 1 dan $\cos \theta$ yang sama, maka dengan menganalisis tiap hari dengan waktu yang tetap catatatan per hari akan terlihat berapa pengeluaran daya yang berbeda. Berikut adalah menunjukkan hasil dari analisis per hari dengan waktu yang telah ditentukan yaitu:

Pagi = Jam 08.00 – 12.00
Siang = Jam 08.00 – 17.00
Malam = Jam 17.00 – 21.00



Gambar 3.1 Grafik persentase kesalahan

Dari data diatas dapat mengetahui berapa persen kesalahan dengan membandingkan hasil Kwh meter milik PLN dengan tampilan alat menggunakan rumus sebagai berikut:

Toleransi Kesalahan

$$= \frac{\text{Kwh Meter Milik PLN} - \text{Tampilan Alat}}{\text{Kwh Meter Milik PLN}} \times 100\%$$

$$= \frac{44,55 - 44,19}{44,55} \times 100\%$$

$$= 0,80\%$$

$$\text{Rata - rata kesalahan} = \frac{\text{Total}}{7} = \frac{1,02\%}{7} = 0,14\%$$

Dari hasil analisis diatas dapat diketahui berapa persen pengeluaran biaya pada saat pagi, siang, dan malam. Dimana pada pagi hari biaya yang dikeluarkan Rp13,50 dikarenakan lampu dalam ruangan tersebut belum menyala dan hanya laptop dan printer saja yang dipakai. Sedangkan pada siang hari biaya yang dikeluarkan naik menjadi Rp44,55 dengan keadaan yang sama seperti pada pagi hari hanya saja ada penambahan beban yaitu pengisian baterai ponsel, dan pada kondisi pada saat malam ada perubahan biaya pengeluaran dengan naik menjadi Rp103,95 karena dalam kondisi tersebut beban yang ada dalam ruangan tersebut menyala semua.

Dari hasil analisis diatas dapat diketahui keakurasian alat tersebut sudah memenuhi standar PLN. Dengan persentase kesalahan 0,14% pada kondisi pagi, 0,16% pada kondisi siang dan 0,081% pada kondisi malam.

IV. Penutup

4.1 Kesimpulan

Dari pembahasan pada bab-bab sebelumnya, maka akhirnya penelitian pada skripsi ini dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Perancangan alat ini dirancang untuk mengetahui pemakaian daya listrik dengan menggunakan sensor arus ACS712 yang menghasilkan nilai arus dari beban dan sensor tegangan yang menghasilkan nilai tegangan yang dikalikan dengan $\cos \theta$.

2. Berdasarkan hasil perhitungan bahwa sistem mikrokontroler arduino nano dapat mengontrol sensor tegangan dan arus untuk mendapatkan daya dengan menggunakan rumus $P=V.I.\cos \theta$ dengan $\cos \theta$ yang dimasukkan melalui keypad.
3. Dengan mengaktifkan alat yang telah dibuat dengan menggunakan perancangan pada LCD 16x2 ini dapat menampilkan perhitungan daya dengan menghubungkan LCD 16x2 ke arduino nano yang sudah ada program perhitungan daya.
4. Untuk mengetahui Nilai biaya listrik yang ditampilkan dengan 0,028 Kwh yang diukur dapat mengetahui biaya listrik yang dipakai dengan perhitungan biaya $= 0,028 \times 1350 = \text{Rp } 37,8$ dimana tarif dasar listrik dapat dirubah jika sewaktu-waktu tarif dasar listrik berubah dengan menggunakan keypad.
5. Pada hasil kalibrasi dari alat yang telah dibuat dengan alat ukur standar bawasannya sensor tegangan yang dipakai dengan toleransi 0,7 % alat sudah berkerja dengan baik dan sensor arus yang dipakai belum memenuhi peneliti karena sensor ACS712 memiliki spesifikasi total error keluaran 1,5% pada $T_A = 25^\circ$, dan 4% pada -40° C sampai 85° C . dan dalam analisis selama 7 hari alat tersebut sudah memenuhi standart PLN dengan kesalahan hanya 0,14% pada pagi, 0,16% pada siang dan 0,080% pada saat malam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Artanto, Dian. “*Interaksi Arduino dan LabVIEW*” Elex Media Komputindo. Jakarta Pusat 2012.
- [2]. Cekdin, Cekmas & Berlian, Taufik. “*Rangkaian Listrik*”, CV Andi Offset Yogyakarta, 2013.
- [3]. <http://www.alldatasheet.com>. Diakses tanggal 18 Maret 2015.
- [4]. <http://www.pln.co.id/>. Diakses tanggal 7 April 2013.
- [5]. Kadir, Abdul. “*Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler Dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*” Andi publisher. Jakarta 2013.
- [6]. Malvino, Paul, Albert, 1996, *Prinsip-prinsip Elektronika*, Erlangga, Jakarta.
- [7]. Silaban, Pantur, Ph.D. “*Rangkaian Listrik*” Gramedia. Jakarta Pusat 2000.
- [8]. Sugiri A., Md, S. pd, “*Elektronika Dasar dan Peripheral Komputer*”, CV Andi Offset Yogyakarta, 2004.
- [9]. Wibisono. “*Dasar-dasar Listrik dan Elektronika*”, Andi publiser. Jakarta 2011.
- [10]. Zainal, Yuda Bakti. “*Monitoring dan Kendali Prototipe Sistem Kelistrikan Rumah Menggunakan Human Machine Interface (HMI)*”. Proceeding Techlite Seminar Nasional Teknik Elektro Unjani, Mei 2012.