

RANCANG BANGUN ALAT UKUR DAYA PADA SMART HOME

DESIGNING ELECTRIC POWER METER ON SMART HOME

Raihan Kurniasugianto¹, Reza Fauzi Iskandar, S.Pd.,M.T.², Ahmad Qurthobi, M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹raihanks@student.telkomuniversity.ac.id,

²rezafauzii@telkomuniversity.ac.id,³Qurthobi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Energi listrik pada sebuah rumah yang dikonsumsi secara berlebihan mengakibatkan penggunaan listrik yang tidak efisien tersebut. Hal ini disebabkan karena pengguna tidak mengetahui berapa besar daya listrik yang dikeluarkan. Untuk mengetahui tingkat konsumsi energi listrik yaitu dengan melakukan pengukuran konsumsi daya listrik. Pada penelitian ini, telah dirancang alat ukur daya listrik yang terdiri dari pengukuran tegangan, arus, dan daya listrik. Sebagai hasilnya untuk pengukuran tegangan memiliki jarak masukan 0-230 VAC dan error rata-rata 0.98%. Pengukuran arus memiliki jarak pengukuran 0-30 A dan minimum beban masukan 100 watt memiliki error rata-rata 5.8%. Sistem daya diuji dengan menggunakan beban bervariasi yang terdiri dari beban resistif dan induktif. Dari hasil uji beban menghasilkan error rata-rata daya listrik sebesar 5.03%, presisi sebesar 98.01%, dan akurasi sebesar 92.51%.

Kata Kunci : Alat ukur, Error, Daya Listrik

Abstract

Electrical energy in a house that is consumed in excess can result in inefficient electricity usage. This is because the user does not know how much electricity is expended. To determine the level of consumption of electrical energy by measuring electrical power consumption. In this research, an electrical power measuring device has been designed which consists of measuring voltage, current, and electric power. As a result, voltage measurements have an input range of 0-230 VAC and an average error of 0.98%. Current measurements have a measurement range of 0-30 A and a minimum input load of 100 watts have an average error of 5.8%. The power system was tested using a variable load consisting of resistive and inductive loads. From the results of the load test, an average error of electric power of 5.03%, a precision of 98.01%, and an accuracy of 92.51%.

Keywords : Measuring instrument, Error, Electric power

1. Pendahuluan

Isu Energi khususnya energi listrik menjadi topik hangat yang diperbincangkan oleh banyak orang. Hal ini diakibatkan oleh energi listrik sebagian besar diperoleh melalui bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui, seperti batu bara. Ditambah penggunaannya tidak efisien akibat perilaku masyarakat yang belum sadar akan pentingnya energi listrik ini. Contohnya adalah sering lupa mematikan lampu, membiarkan tv dalam keadaan menyala padahal tidak digunakan, menggunakan pendingin ruangan padahal suhu ruangan tidak terlalu panas, dan lain-lain. Oleh karena itu *smart home* muncul sebagai solusi mengatasi masalah efisiensi tersebut.

Secara definisi *smart home* adalah struktur yang dirancang baik dengan akses yang memadai terhadap aset, komunikasi, kontrol, data, dan teknologi informasi untuk meningkatkan kualitas hidup penghuninya melalui kenyamanan, pengurangan biaya, dan peningkatan konektivitas [1]. *Smart home* memiliki beberapa manfaat diantaranya memberikan kenyamanan yang lebih baik, hemat dalam penggunaan listrik, dan keamanan yang lebih terjamin [2]. Sistem *smart home* terdiri dari sensor, kontrol pusat, dan aktuasi. Sensor berfungsi mendeteksi atau mendapatkan data pengukuran yang nantinya akan dikirim menuju kontrol pusat sebagai referensi untuk melakukan tindakan. Kontrol pusat sendiri adalah tempat dimana pengambilan keputusan dilakukan dari data yang diperoleh sensor dan akan mengirimkan perintah aksi melalui aktuasi. Aktuasi disini berfungsi menjalankan aksi yang telah diperintahkan oleh kontrol pusat.

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Diah Risqiwati dan kawan-kawan dari universitas negeri Malang, pengukuran arus yang dilakukan menghasilkan error yang cukup besar yakni 26% [3]. Sehingga mempengaruhi nilai daya yang dihasilkan.

Pada penelitian yang akan dilakukan penulis mengganti sensor arus yang digunakan. Sistem alat ukur daya listrik yang akan dibuat adalah dengan pembacaan data parameter menggunakan dua sensor, yaitu sensor tegangan dan sensor arus. Hasil pembacaan kedua sensor ini akan dijadikan data untuk menghitung besarnya daya yang terpakai. Kemudian hasil dari pengukuran tegangan, arus, dan daya akan ditampilkan pada LCD. Diharapkan akan menghasilkan nilai error arus yang lebih kecil dari penelitian sebelumnya. Sehingga daya yang dihasilkan lebih akurat.

2. Dasar Teori dan Metodologi

2.1. Arus dan Tegangan Bolak Balik

Arus dan tegangan bolak balik terjadi karena mengalami perubahan polaritas positif dan negatif secara periodik [4]

Arus dan tegangan satu fasa memiliki persamaan sebagai berikut :

$$V = V_m \times \sin \omega t \quad (1)$$

$$I = I_m \times \sin \omega t \quad (2)$$

2.2. Daya Listrik

Akibat dari tahanan-tahanan yang telah disebutkan diatas terhubung dengan sumber tegangan, maka akan timbul arus bolak balik dan laju hantaran energi listrik atau daya. Daya dirumuskan dengan :

$$W = V.I.t \quad (3)$$

Daya pada arus dan tegangan bolak balik terbagi menjadi 3, yaitu :

a) Daya aktif

Daya Aktif adalah daya sesungguhnya yang terpakai oleh beban [5]. Satuan daya adalah watt, dengan persamaan sebagai berikut :

$$P = V.I.\cos \varphi \quad (4)$$

Dimana:

P = daya aktif (Watt)

$\cos \varphi$ = faktor daya

b) Daya reaktif

Daya reaktif adalah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet ini akan terbentuk fluks medan magnet. Satuan daya reaktif adalah VAR (Volt Ampere Reaktif).

Persamaan daya reaktif adalah :

$$Q = V.I.\sin \varphi \quad (5)$$

Dimana:

Q = daya reaktif (Volt Ampere Reactive)

$\sin \varphi$ = faktor reaktif

c) Daya nyata

Daya nyata adalah daya yang dihasilkan oleh perkalian antara tegangan rms dan arus rms dalam suatu jaringan yang merupakan hasil penjumlahan trigonometri daya aktif dan daya reaktif. Satuan daya semu adalah VA (Volt Ampere). Persamaan daya semu adalah :

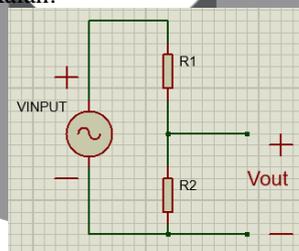
$$S = V.I \quad (6)$$

Dimana:

S = daya semu (Volt Ampere)

2.3. Sensor Tegangan

Sensor tegangan pada umumnya merupakan rangkaian pembagi tegangan. Dimana R_1 dan R_2 dirangkai seri terhadap V_{in} . Lalu, R_2 sebagai V_{out} dari rangkaian.



Gambar 1 Rangkaian Pembagi Tegangan

2.4. Sensor Arus

Pengukuran sensor arus dapat dilakukan dengan 2 cara, pertama dengan melakukan *open circuit* atau memutus kabel dari sumber tegangan ke beban yang akan diukur. Cara yang kedua dengan menggunakan dua rahang penjepit (*clamp*) tanpa harus memutus kabel listrik. Prinsip kerjanya yaitu dengan menggunakan prinsip transformator arus (CT) yang digunakan untuk mengambil flux magnetik yang dihasilkan akibat arus yang mengalir melalui konduktor. Dengan mengasumsikan arus yang mengalir melalui konduktor menjadi arus utama, dapat diperoleh arus yang proporsional dengan arus utama dengan induksi elektromagnetik dari sisi sekunder transformator yang dihubungkan ke rangkaian pengukuran instrument [6]

2.5. Presisi, Akurasi, dan Error

Presisi merupakan derajat kedekatan sistem pengukuran untuk input yang sama. Presisi dapat dituliskan dalam persamaan berikut.

$$presisi = \left(1 - \frac{3\sigma}{x}\right) \times 100\% \tag{7}$$

Akurasi merupakan derajat kedekatan antara nilai alat ukur dengan nilai alat standar. Akurasi dapat dituliskan dalam persamaan berikut.

$$akurasi = \left(1 - \frac{Bias+3\sigma}{X_{benar}}\right) \times 100\% \tag{8}$$

Error adalah selisih nilai *output* pengukuran dengan nilai sebenarnya. Error dapat dituliskan dalam persamaan berikut.

$$error = \frac{|(X_{ukur}-X_{sebenarnya})|}{X_{sebenarnya}} \times 100\% \tag{9}$$

Standar deviasi adalah nilai sebaran data dalam sampel,serta seberapa dekat nilai pengukuran dengan rata-rata. Standar deviasi dapat dituliskan dalam persamaan berikut.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i-x)^2}{n-1}} \tag{10}$$

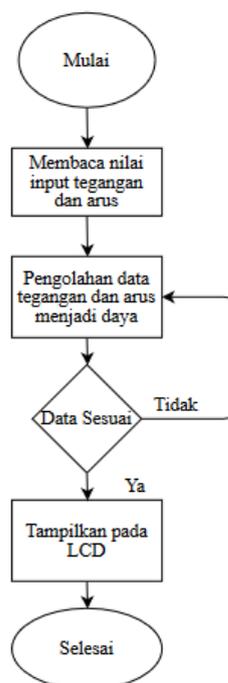
- Keterangan :
- n = Banyak data
 - x_i = Data ke-i
 - x = Nilai rata-rata
 - σ = Standar deviasi
 - X_{benar} = nilai sebenarnya
 - Bias = X_{benar} – X_{rata-rata}

2.6. Alur Penelitian

Dalam penelitian ini tahap pertama yang dilakukan adalah persiapan. Dalam tahap persiapan akan dilakukan studi literatur dan menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian. Tahap selanjutnya adalah perancangan sistem sensor tegangan dan arus. Selanjutnya dilakukan kalibrasi sensor. Tahap perakitan adalah tahap dimana alat mulai dirakit. Dan tahap pengujian akan dilakukan pengujian terhadap sistem.

2.7. Perancangan Perangkat Lunak

Dalam penelitian ini akan dilakukan pembuatan perangkat lunak didalam Arduino mega. Pembuatan perangkat lunak dilakukan untuk memproses data tegangan dan arus dari sensor.



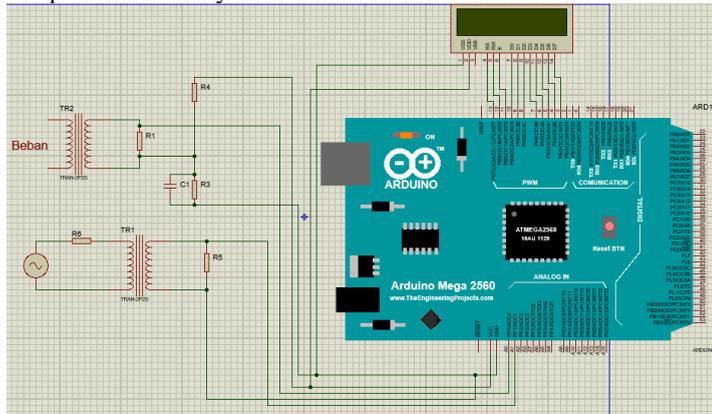
Gambar 2 Desain Perangkat Lunak

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Realisasi Alat

Desain alat monitoring pada penelitian ini menggunakan Arduino mega sebagai mikrokontrolernya. Alat ini

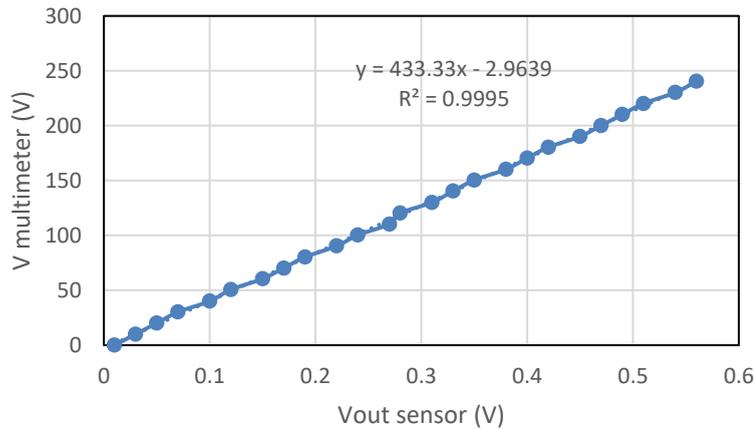
dilengkapi dengan sensor tegangan dan arus yang terhubung dengan pin analog mikrokontroler. Dari pengolahan data tegangan dan arus akan diperoleh nilai daya.



Gambar 3 Realisasi alat

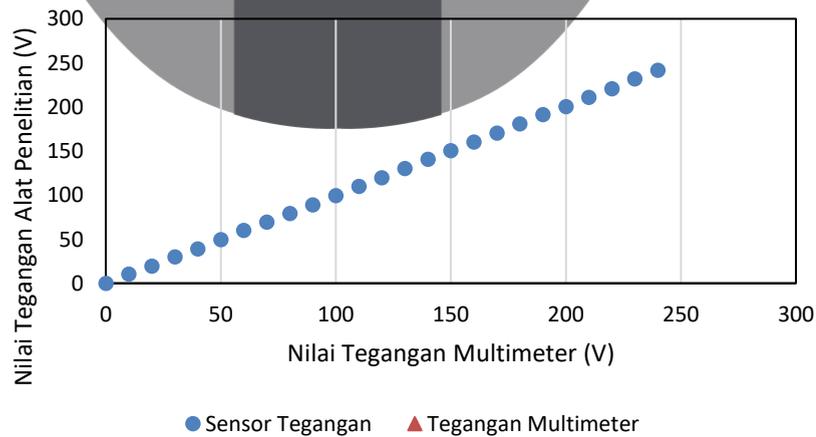
3.2. Karakterisasi Sensor Tegangan

Karakterisasi sensor tegangan dilakukan dengan cara mengambil data antara masukan tegangan AC dengan output tegangan sensor pada setiap kenaikan 10 volt menggunakan AC voltage regulator



Gambar 4 Hasil Karakterisasi Sensor Tegangan

Berdasarkan hasil karakterisasi tersebut kemudian didapatkan hasil pengukuran alat. Pada gambar 5 adalah hasil pengukuran alat yang dibandingkan dengan hasil pengukuran multimeter.

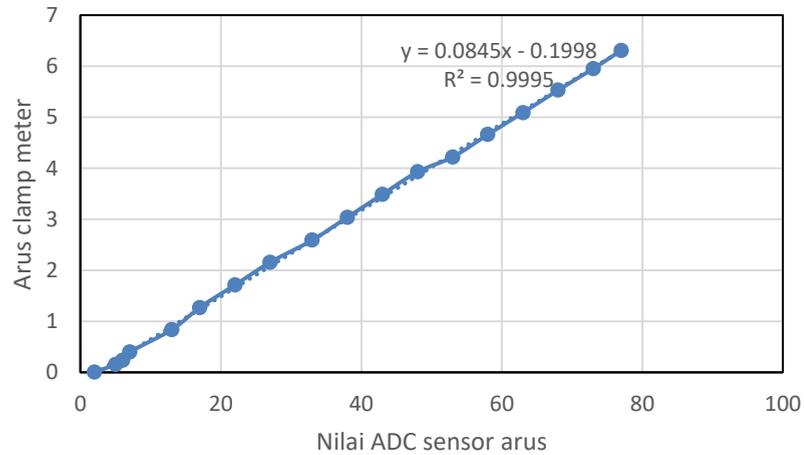


Gambar 5 Hasil Perbandingan Sensor dengan Multimeter

Dari gambar 5 didapat persamaan linier untuk sensor tegangan yaitu $y=1.0074*x-1.1506$. Dimana sensor tegangan memiliki nilai kemiringan 1. Sensor tegangan dapat dikatakan linier karena nilai kemiringannya bernilai 1. Dari hasil perbandingan, sensor tegangan memiliki error rata-rata sebesar 0.98%.

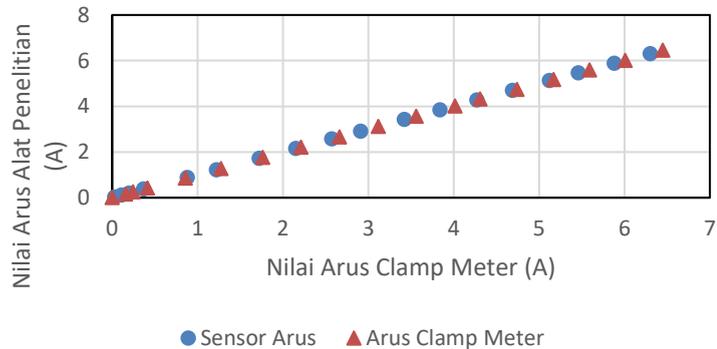
3.3. Karakterisasi Sensor Arus

Sensor arus yang digunakan adalah SCT-013 30 Ampere. Karakterisasi sensor arus dilakukan dengan cara mengalungkan sensor pada salah satu kabel input. Kemudian pengukuran dilakukan menggunakan lampu pijar dengan beban daya 40 watt, 60 watt, dan 15 lampu pijar 100 watt.



Gambar 6 Hasil Karakterisasi Sensor Arus

Berdasarkan hasil karakterisasi tersebut kemudian didapatkan hasil pengukuran alat. Pada gambar 6 adalah hasil pengukuran alat yang dibandingkan dengan hasil pengukuran *clamp meter*.



Gambar 7 Hasil Perbandingan Sensor dengan *Clamp Meter*

Pada grafik gambar 7 menunjukkan perbandingan nilai arus pada tang ampere dan sensor. Kemudian didapat persamaan kemiringan untuk sensor arus $y=0.982x - 0.0249$. Dimana sensor arus memiliki kemiringan 0.9994. Sensor arus dapat dikatakan linier karena nilai kemiringannya mendekati 1. Dari hasil perbandingan didapat nilai error rata-rata 5.8%.

3.4. Hasil Pengukuran Daya

Pengujian daya dilakukan dengan menggunakan beberapa beban diantaranya lampu, kompor listrik, kulkas 1 pintu, kipas angin, dan penanak nasi.

3.5. Tabel 1 Hasil Pengukuran Daya

No.	Beban	Daya Alat (Watt)	Daya Referensi (Watt)	Error (%)
1	Lampu pijar 1500 Watt	1449.48	1477	1.86
2	Kompor listrik	684.61	675	1.42
3	Kulkas 1 pintu	128.63	126.3	1.84
4	Kipas angin	64.49	54.5	18.33
5	Penanak nasi	344.14	350	1.67
Error rata-rata				5.03

Dari tabel 1 alat ukur daya memiliki rata-rata error sebesar 5.03%.

3.6. Hasil Analisis Karakteristik Statik

Dari persamaan 7, 8, 9, 10 diperoleh karakteristik static untuk masing-masing beban.

Tabel 2 Karakteristik Statik Beban

No.	Beban	Standar Deviasi	Akurasi	Presisi
1	Lampu 1500 watt	28.14	90.29	94.18
2	Kompor listrik	1.07	98.1	99.53
3	Kulkas 1 pintu	0.32	97.3	99.26
4	Kipas angin	0.26	80.21	98.79
5	Penanak nasi	1.97	96.63	98.28
Rata-rata			92.51	98.01

Dari tabel 2 didapat rata-rata akurasi sebesar 92.51% dan presisi sebesar 98.01%. Pada pengukuran kipas angin didapat akurasi yang cukup rendah yaitu 80.21%. Hal ini terjadi karena sensor arus yang dipakai memiliki rentang pengukuran 0-30 ampere sehingga pada pengukuran daya listrik dibawah 100 watt memiliki error pengukuran cukup besar dan berpengaruh pada hasil pengukuran daya. Kemudian kipas sebagai beban induktif juga berpengaruh terhadap hasil pembacaan sensor tegangan dan arus. Hal ini diakibatkan karena beban induktif menimbulkan harmonik sehingga nilai puncak dari tegangan dan arus naik.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian tugas akhir yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Telah berhasil membuat alat ukur daya dengan menggunakan sensor tegangan ZMPT101B dengan pengukuran tegangan dari 0 Volt hingga 240 Volt dengan error rata-rata sebesar 0.98%. Kemudian sensor arus SCT-013-030 dengan error rata-rata sebesar 5.8%. Pengukuran daya berdasarkan nilai tegangan dan nilai arus menghasilkan error rata-rata sebesar 5.03%, presisi sebesar 98.01%, dan akurasi sebesar 92.51%.
2. Telah berhasil menampilkan hasil pengukuran tegangan, arus, dan daya pada LCD.

Daftar Pustaka

- [1] R. Harper, Inside The Smart Home, London: Springer-Verlag, 2003.
- [2] K. S., "Ubiquitous Smart Home System Using Android Application," *IJCNC*, vol. 6, no. 1, pp. 33-44, 2014.
- [3] A. G. Rizal, D. Risqiwati and Z. Sari, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Listrik Prabayar dengan Menggunakan Arduino Uno," *KINETIK*, vol. 1, no. 2, pp. 47-54, 2016.
- [4] C. K. Alexander and M. N. Sadiku, *Fundamentals of Electric Circuit*, New York: McGraw-Hill, 2009.
- [5] B. T. and C. C., *Transmisi Daya Listrik*, Yogyakarta: Andi, 2013.
- [6] "Radius Allkindo Electric," 22 Februari 2018. [Online]. Available: www.radius.co.id/blog/item/105-cara-menggunakan-clamp-meter-kyoritsu. [Accessed 26 Desember 2019].