

RANCANG BANGUN ALAT *MONITORING* ARUS PADA BEBAN LISTRIK RUMAH TANGGA MENGGUNAKAN WEB BERBASIS ARDUINO UNO R3

Angga Riantiarto¹⁾, Dedy Suryadi²⁾, Saifurrahman³⁾
^{1,2,3)} Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
Email: ¹⁾ angga.rian13@gmail.com

ABSTRAK

Sistem *monitoring* arus dan kontrol beban listrik rumah tangga berbasis Arduino Uno dan Web berfungsi untuk memantau keadaan arus, tegangan, dan daya serta dapat mengontrol penggunaan daya listrik dalam sebuah rumah melalui *smartphone* atau komputer dengan akses internet. Alat tersebut dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino Uno ditambah dengan Wemos D1 Mini sebagai modul wifi, sensor arus SCT 013, rangkaian penyearah sebagai sensor tegangan, serta relay yang berfungsi sebagai aktuator. Cara kerja alat ini adalah mendeteksi arus dan tegangan kemudian data tersebut di arahkan pada modul mikrokontroler Arduino Uno kemudian data diteruskan ke Wemos D1 mini dan di kirim ke web. Alamat web pada sistem *monitoring* adalah <https://borneoduino.com/listrik/index.php>. Pada pengujian sistem sensor arus dapat mengindra arus minimal pada beban Lampu 16W. Nilai selisih terjauh antara sensor tegangan dan alat ukur adalah 180V dimana sensor tegangan membaca sebesar 188,30 dengan selisih sebesar 8,30V. sedangkan nilai selisih terdekat antara sensor tegangan dan alat ukur adalah 220V dimana sensor tegangan membaca sebesar 221,09V dengan selisih 1,09V. Sistem *monitoring* arus dan kontrol beban listrik rumah tangga dapat berkerja dengan baik setelah dilakukan pengujian selama 10 hari memantau dan mengontrol beban listrik melaui web.

Kata kunci : *monitoring, arduino uno, smartphone, SCT 013, wemos D1 mini, web.*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri teknologi saat ini sangat pesat, tidak ketinggalan untuk produk peralatan listrik rumah tangga juga semakin bervariasi. Semua peralatan tersebut sangat membutuhkan energi listrik guna mengoperasikannya. Terkadang dalam satu rumah tangga peralatan listrik sangat banyak tanpa memperhatikan berapa besar langganan daya listrik yang terpasang.

Sering dijumpai dalam satu rumah tangga listriknya sering padam karena MCB nya TRIP, karena disebabkan peralatan listrik rumah tangga di pergunakan bersamaan tanpa pernah memperhitungkan berapa daya listrik yang di pergunakan dengan mengoperasikan peralatan-peralatan listrik rumah tangga tersebut. Jika kejadian tersebut sering terjadi makan akan cepat merusak dari

peralatan listrik rumah tangga. (Aziska & Slamet, 2015)

Untuk mengetahui besarnya energi listrik yang sedang terpakai, perlu dilakukan pengukuran penggunaan energi listrik tersebut. Pengukuran penggunaan energi listrik ini merupakan proses sebuah manajemen energi listrik yang sangat penting sehingga dengan mudah efisiensi bisa diperoleh. Pengukuran tersebut dapat dilakukan menggunakan alat ukur sederhana. Akan tetapi proses pengukuran dan pencatatan masih manual sehingga data yang didapat tidak bisa dilakukan setiap saat dan hasilnya terlalu lama untuk didapatkan karena untuk mengukur harus pergi ke tempat pengukuran.

Oleh karena itu dibutuhkan alat yang mampu memonitor dan mengontrol daya

listrik berbasis mikrokontroler dan web. Hal ini dirancang demi mendapatkan informasi – informasi yang berhubungan dengan pengukuran energi listrik antara lain Daya (Watt), *Current* (A) dan Voltage (V) secara *real time* yang dapat diakses dari jaringan internet kapan saja dan dimana saja. Sistem ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terhubung sehingga informasi yang disajikan dapat langsung diakses pada saat itu juga. Perangkat ini dirancang untuk menggantikan sistem pengukuran energi listrik secara manual dan konvensional. Perangkat ini terdiri 4 (empat) bagian yaitu sensor, *processor*, aktuator dan *network*. Bagian sensor yaitu sensor arus SCT 013 dan sensor tegangan, *Processor* digunakan ATmega328 ada pada Arduino UNO yang akan mengolah hasil sensor, relay sebagai aktuator yang berfungsi untuk memutus arus, dan bagian terakhir yaitu *network* terdiri dari modul wifi Wemos D1 mini untuk komunikasi ke *database server* sebagai tempat penyimpanan tetap dan pengolahan data lebih lanjut. Melalui perangkat ini dengan hanya menggunakan *smartphone* yang diakses web, kita dapat memantau penggunaan energi listrik setiap saat tanpa harus mendatangi lokasi titik pengukuran tersebut.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Daya Listrik

Laju energi yang diserap ataupun yang dikirim disebut daya, sedangkan daya listrik adalah banyaknya energi listrik yang mengalir setiap detik atau joule per second yang diukur dalam satuan watt (W). Daya listrik dirumuskan dengan persamaan berikut: [9]

$$W = P \cdot t \quad (1)$$

Dimana :

P = Daya dalam satuan watt (W)

W = Energi dalam satuan joule (J)

t = Waktu dalam satuan detik (s)

Energi listrik didefinisikan sebagai laju penggunaan daya listrik dikalikan dengan selama waktu tersebut. Satuan SI untuk energi listrik adalah Joule (J), namun dalam kehidupan sehari-hari lebih dikenal dengan *kiloWatt-hour* (kWh). Pada sebuah rangkaian listrik, hubungan antara arus dan tegangan dijelaskan dengan hukum ohm dimana arus berbanding lurus dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan hambatan. Hambatan yang dimaksud adalah hambatan pada rangkaian yang dapat menghalangi aliran arus. Hambatan dinotasikan dengan R dan diukur dalam satuan ohm (Ω).

$$I = \frac{V}{R} \quad (2)$$

$$R = \frac{V}{I} \quad (3)$$

$$V = I \times R \quad (4)$$

Dimana:

I = Arus dalam satuan ampere (A)

V = Tegangan dalam satuan volt (V)

R = Hambatan (resistance) dalam satuan ohm (Ω)

Selanjutnya hubungan arus, tegangan dan daya dijelaskan dengan persamaan berikut :

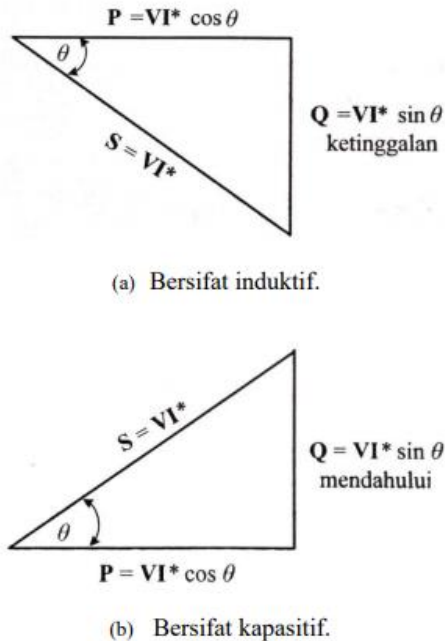
$$P = I \times V \quad (5)$$

$$P = I^2 \times R \quad (6)$$

$$V = \frac{P}{I} \quad (7)$$

Pada jaringan listrik AC dengan bentuk gelombang sinusoidal dikenal beberapa jenis bentuk daya, diantaranya adalah daya kompleks, daya aktif dan daya reaktif. Perkalian tegangan V dengan arus I^2 dalam kedua besaran ini dalam bentuk kompleks adalah VI^2 yang dinamakan daya kompleks dengan simbol S, dalam satuan Volt Ampere (VA). Daya aktif atau daya nyata dirumuskan dengan $S \cos \theta$ atau $VI^2 \cos \theta$ dengan simbol

P, dalam satuan Watt (W). Sedangkan daya reaktif atau daya khayal dirumuskan dengan $S \sin \theta$ atau $VI^2 \sin \theta$ dengan simbol Q, dalam satuan Volt Ampere Reaktif (VAR). Hubungan antara ketiga jenis daya diatas dapat dijelaskan dengan sketsa segitiga daya seperti ditunjukkan pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1 Segitiga Daya

Komponen – komponen segitiga daya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Daya aktif} : P = VI^* \cos \theta \quad (8)$$

$$\text{Daya reaktif} : Q = VI^* \sin \theta \quad (9)$$

$$\text{Daya kompleks} : S = VI^* \quad (10)$$

$$\text{Faktor daya} : p.f = \cos \theta \quad (11)$$

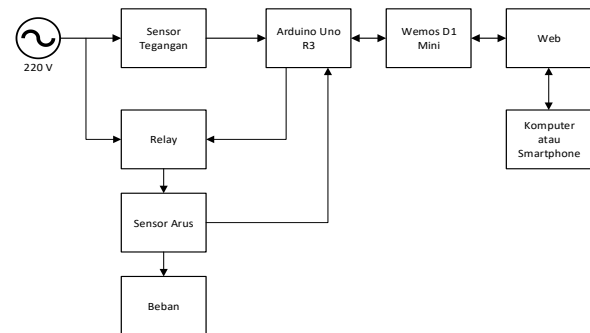
Sudut fasa θ muncul akibat adanya selisih fasa antara fasa tegangan dan fasa arus, jika rangkaian bersifat induktif maka fasa arus akan tertinggal dari fasa tegangan, jika rangkaian bersifat kapasitif maka fasa arus akan mendahului fasa tegangan, sedangkan jika rangkaian bersifat resistif maka arus akan sefasa dengan tegangan sehingga sudut fasa $\theta = 0$. Dengan adanya sudut fasa θ maka akan muncul sebuah besaran yang disebut Faktor daya atau power factor (pf) yang merupakan nilai cosinus dari besar sudut fasa θ . Faktor daya pf sering

digunakan sebagai indikator baik atau buruknya pasokan daya pada sebuah sistem. Nilai pf tidak akan lebih besar dari satu, jika nilai pf semakin mendekati 1 maka akan semakin baik bagi sistem. Setiap rumus memiliki tanda “*” adalah *conjugate* yaitu perintah untuk mengubah tanda minus menjadi plus atau sebaliknya, plus menjadi minus pada elemen imajiner dalam bilangan kompleks.

3. PERANCANGAN

3.1 Perancangan Sistem

Diagram blok sistem dibuat agar dapat mengetahui cara kerja alat *monitoring* dan kontrol. Oleh karena itu penulis menentukan kerangka berpikir dari alat ini. Sistem alat *monitoring* dan kontrol ini memiliki *input* dan *output*. Adapun diagram blok dari alat tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.

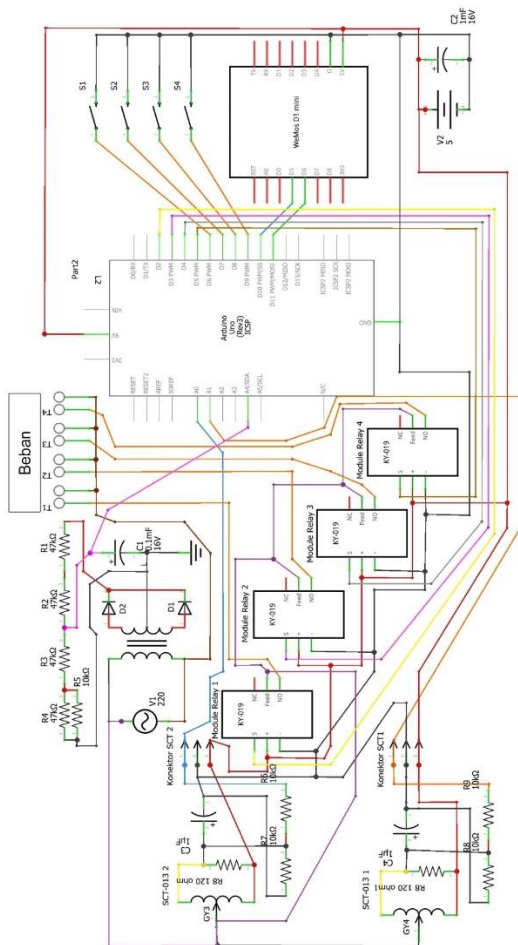


Gambar 2 Diagram Blok Sistem

Dari Gambar 2 dapat dijelaskan sensor berfungsi sebagai pengindra arus dan tegangan, kemudian Arduino sebagai mikrokontroler mengolah data tersebut dan mengirimkannya ke Wemos D1 Mini dan sebaliknya. Setelah itu Wemos D1 Mini berfungsi sebagai jembatan agar informasi dari Arduino dikirim ke web melalui wifi. Dari web kita dapat memantau dan mengontrol penggunaan energi menggunakan *smartphone* atau komputer.

3.2 Rangkaian Skematik Perangkat Keras

Pada tahap perancangan penulis dahulu membuat rangkaian skematik untuk menghubungkan sensor arus, sensor tegangan, Wemos D1 Mini, relay, *push button*, terhubung dengan Arduino Uno R3 sebagai otak dari sistem yang akan dibuat. Perancangan ini dilakukan untuk mempermudah perakitan sistem *monitoring* dan kontrol itu sendiri seperti diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Rangkaian Skematik Alat Monitoring Arus

3.3 Perancangan Web

Setelah pemrograman mikrokontroler dilakukan, maka yang dilakukan selanjutnya adalah perancangan aplikasi antarmuka sistem hardware dan aplikasi web. Yaitu penyambungan sistem mikokontroler dengan

aplikasi web yang akan dibuat. Wemos D1 Mini sebagai jembatan yang menghubungkan antara Arduino dan web, kemudian data akan di sinkronisasikan dengan aplikasi web. Antarmuka sistem ini dirancang dalam bentuk aktivitas-aktivitas (*activity*) yang memiliki fungsi-fungsi tertentu sesuai dengan proses-proses yang ada. Struktur antarmuka pada aplikasi dirancang sebagai berikut :

a. Menu Utama

Aktivitas ini merupakan aktivitas utama yang menyediakan pilihan untuk mengakses menu lainnya.

b. Login

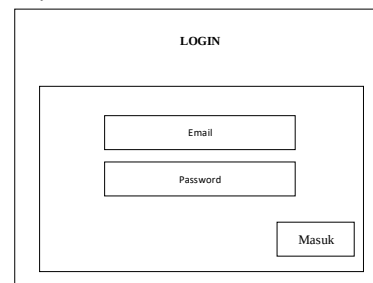
Aplikasi ini dilengkapi dengan username dan password, agar tidak sembarang orang dapat mengoperasikannya.

c. Bantuan Aplikasi

Aktivitas ini merupakan rincian penjelasan aplikasi, fitur, dan cara penggunaannya untuk mempermudah pengguna dalam menjalankan aplikasi.

3.3.1 Perancangan Aktivitas Menu Login

Menu login digunakan sebagai pengamanan agar tidak sembarang user dapat masuk ke jendela web yang di jelaskan pada Gambar 4.



Gambar 4 Rancangan Menu Login

3.3.2 Perancangan Menu Utama

Menu utama digunakan sebagai aktivitas utama untuk mengakses aktivitas lain pada aplikasi web akan dibangun yang dijelaskan pada Gambar 5.

	SAKLAR	TINDAKAN	STATUS
1	TERMINAL 1	PADAM/NYALA	TERHUBUNG/TERPUTUS
2	TERMINAL 2	PADAM/NYALA	TERHUBUNG/TERPUTUS
3	TERMINAL 3	PADAM/NYALA	TERHUBUNG/TERPUTUS
4	TERMINAL 4	PADAM/NYALA	TERHUBUNG/TERPUTUS

Gambar 5 Rancangan Menu Utama

3.3.3 Perancangan Menu Riwayat

Riwayat adalah daftar penggunaan daya yang telah di gunakan, pada jendela riwayat terdapat tanggal, bulan, tahun, KWh dan total pemakaian daya, yang di jelaskan pada Gambar 6.

Gambar 6 Rancangan Riwayat

4 HASIL DAN ANALISA

4.1 Pengujian terhadap Arduino Uno R3 dan Wemos D1 Mini

Berikut hasil pengujian Arduino dan Wemos menggunakan serial monitor Arduino IDE. Gambar 7 dan Gambar 8 menunjukkan bahwa Arduino dapat mengirim data ke Wemos dan sebaliknya Wemos dapat mengirim data ke Arduino.

```

V:166.08      millis:20126      amp1:0.000,      amp2:0.000,1,1,1,1
fromWemos: 1,1,1,1
V:165.86      millis:22126      amp1:0.000,      amp2:0.000,1,1,1,1
fromWemos: 1,1,1,1
V:166.08      millis:24126      amp1:0.000,      amp2:0.000,1,1,1,1
fromWemos: 1,1,1,1
V:166.08      millis:26126      amp1:0.000,      amp2:0.000,1,1,1,1
fromWemos: 1,1,1,1
V:166.08      millis:28126      amp1:0.000,      amp2:0.000,1,1,1,1
fromWemos: 1,1,1,1
V:165.86      millis:30126      amp1:0.000,      amp2:0.000,1,1,1,1
fromWemos: 1,1,1,1
V:166.30      millis:32126      amp1:0.000,      amp2:0.000,1,1,1,1
fromWemos: 1,1,1,1
  
```

Gambar 7 Serial Monitor Arduino Uno

Pada Gambar 7 dapat dilihat data arus, tegangan dan relay yang di terima dan dikirim dari Wemos dan sensor dapat diterima dengan baik dengan Arduino. Dapat dilihat bahwa tegangan, arus dan status relay dapat di tampilkan pada serial monitor setiap satuan detik.

```

18:37:02.027 -> WiFi connected 1
18:37:02.027 -> IP Address: 192.168.43.109 2
18:37:02.027 -> 192.168.43.109
Synchronizing
18:37:02.296 -> [HTTP] GET... code: 200
18:37:02.296 -> 1
18:37:02.296 -> 1
18:37:02.296 -> 1
18:37:02.296 -> 1
18:37:02.296 -> 1
18:37:04.305 -> from Uno 188.50.0.086,1,1,1,1
18:37:04.305 -> http://borneoarduino.com/listrik/adddata.php?v=188.50&i=0.086&kwh=0.0000045031
18:37:04.573 -> [HTTP] GET... code: 200
18:37:04.573 -> ("data":1,1,1,1)
18:37:04.573 -> 1,1,1,1
18:37:04.573 -> from Uno 188.72.0.081,1,1,1,1
18:37:04.608 -> http://borneoarduino.com/listrik/adddata.php?v=188.72&i=0.081&kwh=0.0000042462
  
```

Gambar 8 Serial Monitor Wemos D1 Mini

Pada Gambar 4.8 dapat dilihat wifi sudah terhubung dengan Wemos D1 Mini dengan IP address 192.168.43.109. Berarti status Wemos D1 mini sudah dapat mengirim data ke web. Kemudian komunikasi data dari Wemos D1 Mini dengan Arduino Uno R3 dapat dikirim dengan baik, yang artinya pengiriman data dari Arduino Uno R3 sebagai otak rangkaian dapat mengirim data ke web melalui Wemos D1 Mini yang terhubung wifi.

4.2 Pengujian Sensor Tegangan

Pengujian sensor tegangan dilakukan untuk melihat bagaimana kualitas sensorik terhadap tegangan PLN.

Tabel 1 Hasil pengukuran Sensor Tegangan dan Volt Meter

Voltmeter (V_{ac})	Sensor Tegangan (V_{ac})
0,5	0,62
25	21,13
50	48,04
75	74,71
100	102,65
125	129,57
150	157,0
175	183,66
180	188,30
190	197,76
200	206,48
210	214,94
220	221,09
230	227,00
240	231,60

Nilai selisih terjauh antara sensor tegangan dan alat ukur adalah 180V dimana sensor tegangan membaca sebesar 188,30 dengan selisih sebesar 8,30V. sedangkan nilai selisih terdekat antara sensor tegangan dan alat ukur adalah 220V dimana sensor tegangan membaca sebesar 221,09V dengan selisih 1,09V.

4.3 Pengujian Sensor Arus SCT013

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor dan *Clamp* Meter.

Beban	Sensor SCT 013	Ampere Meter
Lampu 8W	0 A	0,03 A
Lampu 14W	0 A	0,04 A
Lampu 16W	0,037 A	0,06 A
Kipas Angin 25W	0,058 A	0,08 A
Kipas Angin 65W	0,107 A	0,12 A
TV 65W	0,186 A	0,20 A
Hairdryer 350W Kecepatan 1	0,547 A	0,6 A
Pompa Air 125W	0,847 A	0,9 A
Hairdryer 350W Kecepatan 2	1,091 A	1,1 A

Setrika 350 W	1,215 A	1,2 A
Setrika 350W dan Hairdryer 350W Kecepatan 2	2,315 A	2,3 A

Dari hasil pengujian sensor dapat diketahui bahwa:

1. Sensor Arus SCT 013 tidak dapat mengindra beban sebesar 12W atau lebih kecil. Hal ini dibuktikan pada percobaan pertama dan ke-2 pada beban lampu 8W dan 14W dimana sensor tidak dapat membaca arus.
2. Pada percobaan ke-3 Lampu 16W dapat terbaca oleh sensor dengan arus 0,037A sebagai beban minimum yang dapat dibaca sensor.
3. Perbedaan nilai baca arus yang terdapat pada beban TV 65W dengan Kipas Angin 65W atau Setrika 350W dengan Hairdryer 350W dipengaruhi oleh nilai $\cos \phi$ setiap alat.

4.4 Pengujian Relay dan Push Button

Tabel 3 Hasil pengujian tindakan *push button* terhadap *relay*.

Status Relay 1	Tindakan Push button 1	Delay (s)	Status relay setelah tindakan
OFF	Ditekan	0,05	ON
ON	Ditekan	0,1	OFF

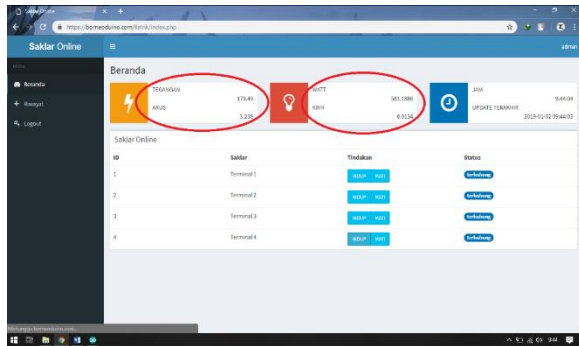
Status Relay 2	Tindakan Push Button 2	Delay (s)	Status relay setelah tindakan
OFF	Ditekan	0,1	ON
ON	Ditekan	0,78	OFF

Status Relay 3	Tindakan Push Button 3	Delay (s)	Status relay setelah tindakan
OFF	Ditekan	0,13	ON
ON	Ditekan	0,9	OFF

Status Relay 4	Tindakan Push Button 4	Delay (s)	Status relay setelah tindakan
OFF	Ditekan	0,1	ON
ON	Ditekan	0,12	OFF

Dari hasil pengujian didapat disimpulkan push button dan relay dapat bekerja sesuai perintah dengan delay dibawah 1 detik.

4.5 Pengujian Seluruh Sistem Alat *Monitoring* arus dan Kontrol Beban Listrik Rumah Tangga menggunakan Web



Gambar 9 Pengujian seluruh sistem menggunakan beban.

Pada Gambar 9 dilakukan percobaan *monitoring* menggunakan sebuah beban yaitu setrika, televisi, *hairdryer*, kulkas, amplifier, kipas angin, pompa air dan *rice cooker*. Kemudian data di pantau melalui web apakah data yang ditampilkan sesuai dengan data sebenarnya ditunjukkan pada Gambar 9 tertera tegangan yaitu 179,49V kemudian total arus yang terukur 3,238A, daya 581,1886W, dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa alat *monitoring* dan kontrol besaran arus listrik tersebut dapat bekerja dengan baik dari besaran tegangan, arus, dan daya, serta relay

yang dapat bekerja dengan baik mulai dari kontrol melalui web maupun kontrol melalui *push button*.

5 PENUTUP

Berdasarkan rumusan masalah serta pengujian dan analisis pada alat *monitoring* arus dan energi listrik rumah tangga menggunakan web berbasis Arduino uno maka didapat kesimpulan:

1. Sistem *monitoring* arus dan kontrol beban listrik rumah tangga dapat menampilkan data arus, tegangan, dan energi listrik melalui web dengan perubahan data setiap 5 detik.
2. Sensor Arus SCT 013 tidak dapat mengindra beban sebesar 12W atau lebih kecil. Hal ini dibuktikan pada percobaan pertama dan ke-2 pada beban lampu 8W dan 14W dimana sensor tidak dapat membaca arus.
3. Pada percobaan ke-3 Lampu 16W dapat terbaca oleh sensor dengan arus 0,037A sebagai beban minimum yang dapat dibaca sensor.
4. Nilai selisih terjauh antara sensor tegangan dan alat ukur adalah 180V dimana sensor tegangan membaca sebesar 188,30 dengan selisih sebesar 8,30V. sedangkan nilai selisih terdekat antara sensor tegangan dan alat ukur adalah 220V dimana sensor tegangan membaca sebesar 221,09V dengan selisih 1,09V.
5. Kualitas data yang ditampilkan di web sangat berpengaruh terhadap kualitas sinyal. Apabila kualitas sinyal kurang baik maka data yg seharusnya diupdate setiap 5 detik akan terlambat atau *delay*.

REFERENSI

- [1] Amaro, Najib., 2017., *Sistem Monitoring Besaran Listrik dengan Teknologi IoT (Internet Of Things).*, Fakultas Teknik Universitas Lampung

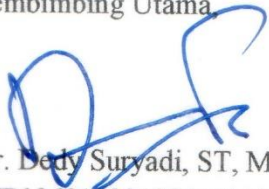
- [2] Purba, Azizka., 2016., *Perancangan Alat Monitoring Penggunaan Daya Listrik Secara Detail Menggunakan Mikrokontroler.*, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Narotama Surabaya
- [3] Datasheet SCT013 from https://www.mcielectronics.cl/websit e_MCI/static/documents/Datasheet_ SCT013.pdf
- [4] Kadir, Abdul 2013. Indonesia:Andi publisher. *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroller dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino*
- [5] Afrizal, Fitriandi,. 2016 *Rancang Bangun Alat Monitoring Arus dan Tegangan Berbasis Mikrokontroler dengan SMS Gateway.*, Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro, Teknik Elektro Universitas Lampung
- [6] Rangkaian Pendukung SCT 013 from <https://www.nyebarilmu.com/alternatif-sensor-arus-menggunakan-module-sct-013/.html>
- [7] Dwi Wahyu Suryawan,. 2012., *Rancang Bangun Sistem Monitoring Tegangan, Arus Dan Temperatur Pada Sistem Pencatu Daya Listrik Di Teknik Elektro Berbasis Mikrokontroler Atmega 128.*, Fakultas Teknik Universitas Dipenogoro
- [8] Joko Triyadi, Hendro Priyatman, Syaifurrahman 2018., *Rancang Bangun Alat Pengolahan Biodiesel Menggunakan Arduino.*, Fakultas Teknik Universitas Tanjung pura
- [9] Ariefman,. Zulpa 2015., *Prototype Monitoring Pengukuran Bebban dan Biaya Arus Listrik Dengan Mikrokontroler Arduino pada Pelanggan Pascabayar Berbasis Web.*, Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta
- [10] Ir.Budoyono Mismail., 1995., *Rangkaian Listrik.*, Bandung
- [11] M. Rudyanto Arief., 2011., *Pemograman Web Dinamis menggunakan PHP dan My SQL.*, Yogyakarta
- [12] Syaifurrahman, Abang Razikin., 2018., *Sistem Peringatan Dini Bahaya Kebakaran pada Lahan Gambut.*, Fakultas Teknik Universitas Tanjung pura

BIOGRAFI



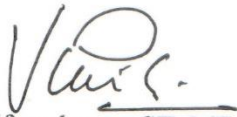
Angga Riantiarto, lahir di Pontianak, Kalimantan Barat, Indonesia, pada tanggal 17 September 1994. Memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) dari Program Studi Teknik Elektro Universitas Tanjung Pura Pontianak pada tahun 2019.

Mengetahui,
Pembimbing Utama

A blue ink signature, appearing to be 'Dedy Suryadi', written over a horizontal line.

Dr. Dedy Suryadi, ST, MT
NIP196812031995121001

Pembimbing Pembantu,

A black ink signature, appearing to be 'Syaifurrahman', written over a horizontal line.

Syaifurrahman, ST, MT
NIP197009211995121001