

POWER MONITORING SENSOR BOX

**Hoedi Prasetyo^{1*}, Maria Marcelina Widyastuti², Angga Satrya Dermawan³,
Anggono Priyandono⁴, Steven Budi Prasetya⁵,**

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Mekatronika, Politeknik ATMI Surakarta

Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

*Email: hoedi.prasetyo@atmi.ac.id

Abstrak

Penggunaan dan biaya energi listrik yang semakin meningkat setiap tahunnya mendorong masyarakat untuk mengontrol penggunaan energi listrik. Salah satu caranya adalah dengan memantau perangkat elektronik yang digunakan untuk mengontrol penggunaan energi listrik. Pada tugas akhir ini, penulis mengembangkan alat monitoring daya panel listrik dengan menggunakan SCT-013 sebagai sensor arus, adaptor AC-AC 9V sebagai sensor tegangan, Arduino Nano sebagai pengolah data sensor dan Raspberry Pi 4 untuk menampilkan hasil perhitungan di dashboard. Alat ini dapat digunakan untuk memantau informasi yang berkaitan dengan pengukuran energi listrik, meliputi faktor daya (pf), daya nyata (W), daya semu (VA), tegangan (V), arus (A) dan frekuensi (f) dan dapat dipantau melalui gawai. Metode pengujian yang penulis lakukan dalam pembuatan Power Monitoring Sensor Box, yang pertama pembuatan rangkaian pengkondisi sensor arus dan penurunan tegangan untuk sensor tegangan, dilanjutkan pembuatan program perhitungan menggunakan software Arduino, pembuatan program pengiriman data menggunakan Raspberry Pi 4 dan pembuatan dashboard menggunakan Node-RED, dan terakhir pembuatan hardware serta assembly. Berdasarkan hasil pengujian dari Power Monitoring Sensor Box menunjukkan bahwa alat dapat menampilkan informasi yang berkaitan dengan pengukuran energi listrik di dashboard yang dapat diakses melalui gawai dengan selisih hasil pengujian antara Power Monitoring Sensor Box dengan alat ukur pembandingan kurang dari 10%.

Kata kunci: Arduino, Daya listrik, Pemantauan, Raspberry Pi

1. PENDAHULUAN

Penggunaan dan biaya energi listrik yang semakin meningkat setiap tahunnya mendorong masyarakat untuk melakukan penghematan penggunaan daya listrik. Salah satu upaya dalam penghematan penggunaan daya listrik adalah dengan melakukan konservasi energi. Konservasi energi merupakan tindakan untuk mengurangi jumlah penggunaan energi, demi keberlangsungan kehidupan manusia dan lingkungan sekitarnya, salah satu caranya adalah dengan memantau dan mengontrol penggunaan daya listrik. Oleh karena itu untuk mengetahui besarnya penggunaan energi listrik perlu dilakukan pengukuran, saat ini kebanyakan pengukuran masih dilakukan dengan menggunakan alat ukur sederhana dan pengambilan data masih dilakukan secara manual dan tidak bisa dilakukan pemantauan setiap saat, serta membutuhkan waktu yang lama untuk mendapatkan hasilnya.

Pembuatan *Power Monitoring Sensor Box* ini dirancang untuk memantau informasi yang berkaitan dengan pengukuran energi listrik, meliputi faktor daya (pf), daya nyata (W), daya semu (VA), tegangan (V), arus (A) dan frekuensi (f) secara *real time* dan dapat dipantau melalui gawai yang tersambung jaringan internet, sehingga hasil pengukuran dapat dipantau saat itu juga.

Alat ini terdiri dari tiga bagian yaitu sensor, mikrokontroler, dan *interface*. Pada bagian sensor terdapat SCT-013 sebagai sensor arus dan AC-AC Adapter 9V sebagai sensor tegangan. Untuk mikrokontroler digunakan Arduino Nano untuk mengolah data dari sensor dan Raspberry Pi 4 sebagai pengirim data dari Arduino Nano ke *interface*. Dan untuk *interface* digunakan Node-

RED untuk menampilkan hasil pengukuran di *website*, berupa tabel data dan grafik hasil pengukuran.

2. METODOLOGI

Proses penelitian ini perlu dilakukan secara sistematis dan jelas agar penelitian dapat berjalan dengan lancar. Oleh karena itu, penelitian ini memerlukan beberapa hal diantaranya adalah metode penelitian dan proses penelitian. Berikut merupakan penjelasan mengenai bagian-bagian yang telah disebutkan:

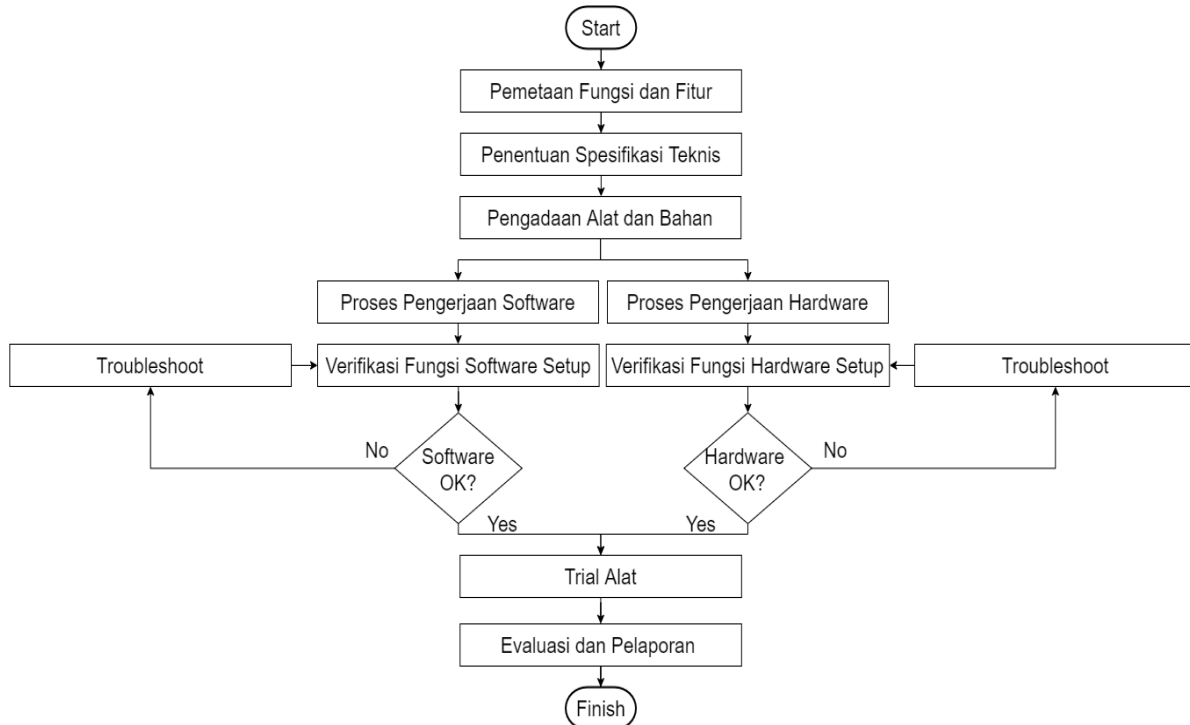
2.1. Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Hal yang ingin menjadi pusat perhatian oleh peneliti adalah kepada masalah – masalah yang terjadi pada proses pengerjaan dan mendeskripsikan masalah tersebut aktual apa adanya tanpa memberikan perlakuan khusus terhadap peristiwa tersebut.

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan dengan alat pendukung praktik yang berada di Politeknik ATMI Surakarta dan pengujian sistem secara keseluruhan dilakukan di Laboratorium Teknik Energi Politeknik ATMI Surakarta. Variabel penelitian adalah parameter yang akan dikaji di dalam melakukan penelitian. Parameter yang akan dikaji antara lain fungsi rangkaian sensor, komunikasi serial Arduino-Raspberry Pi 4, fungsi kalibrasi, dan kesesuaian komponen *hardware*.

2.2. Proses Penelitian

Prosedur pengerjaan *Power Monitoring Sensor Box* secara umum dijelaskan dalam diagram blok Gambar 1. Berikut adalah tahapan pengerjaan *Power Monitoring Sensor Box*:



Gambar 1. Diagram Blok Alur Pengerjaan *Power Monitoring Sensor Box*

Pada diagram blok Gambar 1 terdapat dua jenis proses pengerjaan yaitu proses pengerjaan *software* yang terdiri dari pengerjaan program Arduino dan Raspberry Pi 4 dan proses pengerjaan *hardware* yang terdiri dari pengerjaan rangkaian pengkondisi sinyal untuk SCT-013 dan AC-AC Adapter 9V dan pembuatan box untuk wadah *Power Monitoring Sensor Box*.

2.2.1. Proses Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara dengan *customer*, sehingga didapatkan berbagai data yang dapat digunakan dalam pemilihan komponen dan rangkaian sensor. Dari wawancara tersebut peneliti mendapatkan komponen yang akan digunakan meliputi :

1. Raspberry Pi 4
2. Arduino Nano
3. LCD 16x2 I2C
4. SCT 013-005
5. SCT 013-010
6. SCT 013-015
7. AC-AC Adapter 9V
8. Resistor 1M
9. Resistor 100K
10. Capacitor 10uF

2.2.2. Proses Pengerjaan Software

Pada proses pengerjaan *software Power Monitoring Sesor Box* dibagi menjadi pengerjaan program Arduino dan pengerjaan program Raspberry Pi. Berikut pemaparan dari proses pengerjaan *software*.

2.2.2.1. Pemrograman Arduino

Proses pengerjaan program Arduino dilakukan dengan membuat program pengolah data sensor SCT dan AC-AC adapter agar menghasilkan output sesuai kebutuhan. Setelah membuat program pengolah data dari sensor SCT dan AC-AC adapter, selanjutnya membuat program pengirim data supaya data yang sudah diolah tersebut bisa dikirim ke Raspberry Pi 4 untuk ditampilkan di *website* Node-RED.

2.2.2.2. Pemrograman Raspberry Pi 4

Proses pengerjaan program Raspberry Pi 4 dilakukan dengan menginstal *image* dari comitup supaya Raspberry Pi 4 bisa menjadi hotspot sebelum terhubung ke jaringan *wifi* dan menjadi *user* setelah terhubung ke *wifi*. Selain itu di Raspberry Pi 4 akan dibuat supaya bisa menjalankan Node-RED secara otomatis setelah dinyalakan, dan membuat program untuk menampilkan alamat IP dari Raspberry Pi 4 di LCD.

2.2.3. Proses Pengerjaan Hardware

Pada proses pengerjaan *hardware Power Monitoring Sensor Box* dibagi menjadi pengerjaan elektrik dan pengerjaan box. Berikut pemaparan dari proses pengerjaan *hardware*.

2.2.3.1. Proses Pengerjaan Elektrik

Pada proses pengerjaan elektrik dilakukan dengan membuat rangkaian pengkondisi sinyal untuk sensor SCT-013 dan rangkaian pengkondisi sinyal untuk AC-AC adapter, dan pembuatan PCB. Diketahui keluaran dari sensor SCT-013 dan AC-AC adapter merupakan gelombang sinus, sehingga jika terhubung langsung ke Arduino Nano dapat merusak Arduino Nano, untuk itu diperlukan rangkaian pengkondisi sinyal untuk menyesuaikan dengan tegangan

kerja Arduino Nano. Dan untuk pembuatan PCB dilakukan dengan mendesain jalur rangkaian pada PCB dengan menggunakan aplikasi sprint layout, setelah mendesain layout PCB, dilanjutkan dengan pembuatan PCB.

2.2.3.2. Proses Pengerjaan Box

Proses pengerjaan *box* diawali dengan membeli *box* aluminium hf7 dengan ukuran 16x10.5x5.5 cm secara *online*. Lalu dilakukan proses *machining* dengan melubangi *box* dengan menggunakan bor tangan, dilanjutkan dengan mengikir lubang hasil proses *machining* supaya ukurannya bisa sesuai dengan *design* dan besar komponen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini akan membahas mengenai hasil penelitian yang telah dilakukan. Hasil yang didapat akan dibagi menjadi beberapa bagian diantaranya adalah pengujian rangkaian, pengujian program Arduino, pengujian program Raspberry Pi 4, dan pengujian alat ukur. Berikut merupakan penjelasan dari bagian-bagian tersebut:

3.1. Pembuatan Box

Pada pembuatan *box* digunakan *box* berbahan aluminium hf7 dengan dimensi *box* 16x10.5x5.5cm. Dikarenakan *box* tersebut masih dibutuhkan untuk di *mock up* untuk lubang tempat masuknya *input* sensor SCT dan AC-AC adapter, lubang LCD 16x2 serta lubang Raspberry Pi dan Arduino. Maka pada proses pembuatan *box* ini dilakukan pengerjaan pelubangan pada bagian samping, depan dan atas *box*. Pada akhirnya, proses pembuatan *box* ini berhasil dan dapat berfungsi sesuai dengan rencana pembuatan.



Gambar 2. Box Power Monitoring Sensor Box

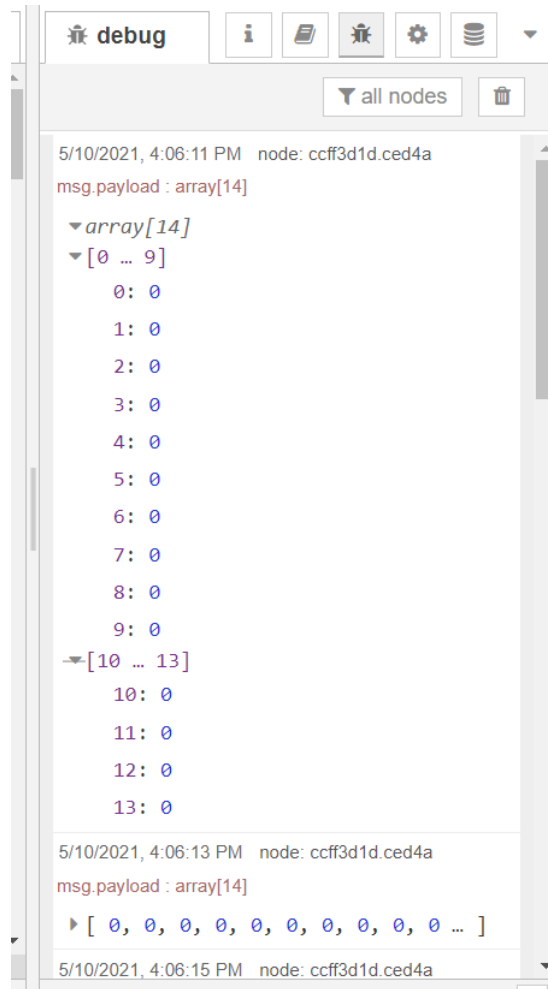
3.2. Pengujian Rangkaian

Pada pengujian rangkaian, terdapat dua rangkaian yang diuji, yaitu rangkaian pengkondisi sinyal sensor SCT-013 dan rangkaian pengkondisi sinyal AC-AC adapter. Hasil pengujian rangkaian pengkondisi sinyal sensor SCT-013 didapatkan keluaran gelombang sinus 1VPP yang dihasilkan sensor SCT-013 dapat berubah menjadi gelombang DC ketika melewati rangkaian pengkondisi

sinyal. Dan hasil pengujian rangkaian pengkondisi sinyal AC-AC adapter didapatkan keluaran gelombang sinus 9VPP yang dihasilkan AC-AC adapter dapat diturunkan menjadi 2.3VPP dan diubah gelombangnya menjadi gelombang DC. Sehingga didapatkan kesimpulan yaitu keluaran dari sensor SCT-013 dan AC-AC adapter sudah sesuai dengan tegangan kerja Arduino Nano.

3.3. Pengujian Program Arduino

Pada pengujian program Arduino didapatkan hasil yaitu Arduino dapat mengolah data dari sensor SCT-013 dan AC-AC adapter dan dapat ditampilkan pada *dashbord* Node-RED. Didapatkan semua paramater yang digunakan sudah terbaca dengan tipe data *array*.



Gambar 3. Pengujian parameter secara serial

3.4. Pengujian Program Raspberry Pi 4

Pada pengujian program Raspberry Pi 4 didapatkan Raspberry Pi 4 dapat menjadi *hotspot* saat tidak terhubung ke jaringan *wifi* dan menjadi *user* saat tersambung ke jaringan *wifi* dengan menggunakan *image* comitup. Raspberry Pi 4 juga dapat menerima data yang dikirim Arduino Nano lalu ditampilkan di *dashboard* Node-RED, dan Raspberry Pi 4 dapat menampilkan alamat IP Raspberry Pi 4.

Gambar 4. Tampilan *dashboard* Node-RED

Gambar 5. Tampilan LCD saat menampilkan alamat IP Raspberry Pi 4

3.5. Pengujian Alat Ukur

Pengujian alat ukur dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran *Power Monitoring Sensor Box* dibandingkan dengan hasil pengukuran alat ukur *power analyzer* dari laboratorium energi. Untuk beban menggunakan gabungan beban resistif berupa dua buah lampu 100watt dan beban induktif berupa motor listrik 200watt, jadi total beban yang digunakan adalah 400watt.

Berdasarkan tabel 1 selisih nilai tegangan maksimal hanya 0.92%. Dan untuk selisih hasil pengukuran arus kurang baik pada sensor 2 dengan selisih pengukuran antara 3.89%-4.28%, tetapi untuk hasil pengukuran sensor 1 dan 3 sudah cukup baik, dengan selisih antara 0.39%-1.17% untuk sensor 1 dan 1.56%-2.33% untuk sensor 3.

Berdasarkan tabel 2 selisih pengukuran daya nyata dari ketiga sensor hampir sama dengan selisih pengukuran antara 1.29%-2.59%. Dan untuk selisih pengukuran daya semu dapat dilihat pada tabel 3 sudah cukup baik pada sensor 1 dan sensor 3 dengan selisih pengukuran antara 0%-1.07% untuk sensor 1 dan 1.07%-2.14% untuk sensor 3, tetapi selisih pengukuran pada sensor 2 cukup besar yaitu antara 3.21%-3.92%.

Berdasarkan tabel 4 selisih pengukuran faktor daya pada sensor 2 dan sensor 1 kurang baik karena memiliki selisih pengukuran yang besar antara 9.11%-9.92% untuk sensor 2 dan 5.66% pada sensor 1, sedangkan hasil pengukuran pada sensor 3 sudah cukup baik dengan selisih

pengukuran sebesar 1.89%-3.77%. Dan hasil pengukuran nilai frekuensi sudah baik dengan selisih pengukuran antara 0.09%-0.17%.

Tabel 1. Perbandingan Vrms dan Irms

No	Sensor	Alat Ukur	%Error	Sensor			Alat Ukur	%Error		
	Vrms(V)	Vrms(V)	Vrms	Irms 1(A)	Irms 2(A)	Irms 3(A)	Irms(A)	Irms1	Irms2	Irms3
1	220	218	0.92%	2.56	2.47	2.53	2.57	0.39%	3.89%	1.56%
2	219		0.46%	2.55	2.47	2.52		0.78%	3.89%	1.95%
3	219		0.46%	2.55	2.47	2.52		0.78%	3.89%	1.95%
4	219		0.46%	2.55	2.47	2.52		0.78%	3.89%	1.95%
5	219		0.46%	2.55	2.47	2.52		0.78%	3.89%	1.95%
6	219		0.46%	2.55	2.47	2.52		0.78%	3.89%	1.95%
7	219		0.46%	2.55	2.47	2.52		0.78%	3.89%	1.95%
8	220		0.92%	2.55	2.47	2.53		0.78%	3.89%	1.56%
9	220		0.92%	2.55	2.47	2.53		0.78%	3.89%	1.56%
10	220		0.92%	2.55	2.47	2.53		0.78%	3.89%	1.56%
11	220		0.92%	2.55	2.47	2.53		0.78%	3.89%	1.56%
12	220		0.92%	2.55	2.47	2.53		0.78%	3.89%	1.56%
13	220		0.92%	2.55	2.47	2.53		0.78%	3.89%	1.56%
14	219		0.46%	2.55	2.47	2.52		0.78%	3.89%	1.95%
15	219		0.46%	2.55	2.47	2.52		0.78%	3.89%	1.95%

Tabel 2. Perbandingan Daya Nyata

No	Sensor			Alat Ukur	%Error		
	W1(w)	W2(w)	W3(w)	W(w)	W1	W2	W3
1	314	314	302	309	1.62%	1.62%	2.27%
2	313	314	301		1.29%	1.62%	2.59%
3	313	314	301		1.29%	1.62%	2.59%
4	313	314	301		1.29%	1.62%	2.59%
5	314	314	301		1.62%	1.62%	2.59%
6	314	314	301		1.62%	1.62%	2.59%
7	314	314	301		1.62%	1.62%	2.59%
8	314	315	303		1.62%	1.94%	1.94%
9	314	315	303		1.62%	1.94%	1.94%
10	314	315	303		1.62%	1.94%	1.94%
11	314	315	303		1.62%	1.94%	1.94%
12	315	315	303		1.94%	1.94%	1.94%
13	314	315	303		1.62%	1.94%	1.94%
14	314	315	303		1.62%	1.94%	1.94%
15	313	314	302		1.29%	1.62%	2.27%

Tabel 3. Perbandingan Daya Semu

No	Sensor			Alat Ukur	%Error		
	VA1(VA)	VA2(VA)	VA3(VA)	VA	VA1	VA2	VA3
1	562	543	555	561	0.18%	3.21%	1.07%
2	561	541	553		0.00%	3.57%	1.43%
3	560	541	552		0.18%	3.57%	1.60%
4	560	541	553		0.18%	3.57%	1.43%
5	561	541	554		0.00%	3.57%	1.25%
6	560	541	553		0.18%	3.57%	1.43%
7	560	541	553		0.18%	3.57%	1.43%
8	561	543	555		0.00%	3.21%	1.07%
9	561	543	555		0.00%	3.21%	1.07%
10	561	543	555		0.00%	3.21%	1.07%
11	561	543	555		0.00%	3.21%	1.07%
12	561	543	555		0.00%	3.21%	1.07%
13	561	543	555		0.00%	3.21%	1.07%
14	560	541	554		0.18%	3.57%	1.25%
15	558	541	552		0.53%	3.57%	1.60%

Tabel 3. Perbandingan Faktor Daya dan Frekuensi

No	Sensor			Alat Ukur	%Error			Sensor	Alat ukur	%Error
	pf 1	pf 2	pf 3		pf1	pf2	pf3			
1	0.56	0.58	0.54	0.53	5.66%	9.11%	1.89%	49.95	50.02	0.13%
2	0.56	0.58	0.54		5.66%	9.51%	1.89%	49.95		0.13%
3	0.56	0.58	0.54		5.66%	9.51%	1.89%	49.95		0.13%
4	0.56	0.58	0.54		5.66%	9.51%	1.89%	49.95		0.13%
5	0.56	0.58	0.54		5.66%	9.51%	1.89%	49.93		0.17%
6	0.56	0.58	0.54		5.66%	9.51%	1.89%	49.93		0.17%
7	0.56	0.58	0.54		5.66%	9.51%	1.89%	49.95		0.13%
8	0.56	0.58	0.55		5.66%	9.45%	3.77%	49.95		0.13%
9	0.56	0.58	0.55		5.66%	9.45%	3.77%	49.95		0.13%
10	0.56	0.58	0.55		5.66%	9.45%	3.77%	49.95		0.13%
11	0.56	0.58	0.55		5.66%	9.45%	3.77%	49.95		0.13%
12	0.56	0.58	0.55		5.66%	9.45%	3.77%	49.97		0.09%
13	0.56	0.58	0.55		5.66%	9.45%	3.77%	49.95		0.13%
14	0.56	0.58	0.55		5.66%	9.86%	3.77%	49.95		0.13%
15	0.56	0.58	0.55		5.66%	9.51%	3.77%	49.95		0.13%

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian dan analisis data hasil pengukuran, maka dapat disimpulkan *Power Monitoring Sensor Box* bisa berfungsi sesuai tujuannya yaitu mengukur panel listrik dimana hasil pengukuran bisa diakses melalui gawai pada *dashboard* Node-RED dan juga hasil pengukuran dengan akurasi yang sudah cukup baik baik. Untuk penggunaan beban yang diluar range dari sensor SCT-013 akan mempengaruhi keakuratan pembacaan dari *Power Monitoring Sensor Box*. Dan secara keseluruhan selisih hasil pengukuran *Power Monitoring Sensor Box* dibandingkan dengan alat ukur pembanding, kurang dari 10%.

DAFTAR PUSTAKA

- Lianda, J., Handarly, D., Adam. (2019). *Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Jarak Jauh Berbasis Internet of Things*. 4(1). 79- 81.
- Anggraini, D., Effendy, N., Al Hafiz, M. I., & Luviano, D. O. (2017). Research and Development of a Power Monitoring System for the Sustainable Energi Management System Implementation at Green School, Bali, Indonesia. 43. 1- 2.
- Sunanda, W., Dinata, I. (2014). Penerapan Perangkat Wireless Monitoring Energi Listrik Berbasis Arduino dan Internet. 4(2). 21- 23.
- Lianda, J., Handarly, D. (2018). Sistem Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Thing). 3(2). 205- 208.
- Riaqi, M., Nrratha, M. A., Rachman, A. S. (2018). RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING ENERGI METER BERBASIS ANDROID.
- TrystanLea. (2017). EmonLibCM. Diakses 25 Februari 2021, dari <https://github.com/openenergymonitor/EmonLibCM>
- Emon Pi. (2016). An Introduction to AC Power. Diakses 20 Oktober 2020, dari <https://learn.openenergymonitor.org/>