

Perancangan Alat Monitoring Error Current Transformer (AMOR CT) Menggunakan Arduino Mega 2560 dan Cayenne IoT

Taufik Hidayat¹, Hansi Effendi²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Jl. Prof.Dr. Hamka Air Tawar, Padang, indonesia
taufikhidayat971001@gmail.com¹, hans_79@ft.unp.ac.id²

Abstract— *Current Transformer (CT) is an important component that has a function as a tool to regulate the amount of current entering the kWh Meter on a 3-phase indirect measurement customer. To ensure the accuracy of measuring instruments, especially CT, it is necessary to check whether the installed CT still meets the standards. Current Transformer error (CT error) is the difference between the measured value on the secondary side and the actual value on the primary side of a CT measurement. This study aims to design a tool that is able to provide information and record CT error value measurement data in real time and display it on the Cayenne IoT. The method in this research is an experiment or experiment. The design of this tool uses Arduino Mega 2560 with PZEM 004T module as a current sensor, GSM 800L module for Arduino connection with Cayenne IoT. Cayenne IoT is used to visualize the data so that the CT measurement conditions can be monitored. Each PZEM 004T will read current changes and the data will be processed by the Arduino Mega 2560 and then sent to the Cayenne Iot Web for display, making it easy to monitor and retrieve data. The results of this study are that the design tool is able to send data to the Cayenne IoT so that it provides real-time information for evaluation materials. The measurement results have a difference of 0% - 0.3% on AMOR CT readings with Ampere Tang.*

Keywords— *Current Transformer (CT), Error CT, Arduino Mega 2560, PZEM 004T, Cayenne Iot.*

Abstrak— *Current Transformer (CT) merupakan komponen penting yang memiliki fungsi sebagai alat bantu untuk mengatur besarnya arus yang masuk ke kWh Meter pada pelanggan 3 phasa pengukuran tak langsung. Untuk memastikan keakuratan alat ukur khususnya CT maka perlu dilakukan pengecekan apakah CT yang terpasang masih memenuhi standar. Error Current Transformer (error CT) merupakan perbedaan antara nilai hasil pengukuran disisi sekunder dengan nilai sebenarnya disisi primer dari sebuah CT pengukuran. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat yang mampu memberikan informasi serta merekam data pengukuran nilai error CT secara waktu nyata dan ditampilkan pada Cayenne IoT. Metode pada penelitian ini berupa percobaan atau eksperimen. Perancangan alat ini menggunakan Arduino Mega 2560 dengan modul PZEM 004T sebagai sensor arus, Modul GSM 800L untuk koneksi Arduino dengan Cayenne IoT. Cayenne Iot digunakan untuk memvisualisasikan data sehingga kondisi CT pengukuran dapat dipantau. Setiap PZEM 004T akan membaca perubahan arus dan data akan diolah oleh Arduino Mega 2560 lalu dikirimkan ke Web Cayenne Iot untuk ditampilkan, sehingga mudah dalam melakukan monitoring dan pengambilan data. Adapun hasil penelitian ini yaitu alat rancangan mampu mengirimkan data ke Cayenne IoT sehingga memberikan informasi secara waktu nyata untuk bahan evaluasi. Hasil pengukuran terdapat perbedaan sebesar 0% - 0.3% terhadap pembacaan AMOR CT dengan Tang Ampere.*

Kata kunci— *Current Transformer (CT), Error CT, Arduino Mega 2560, PZEM 004T, Cayenne Iot.*

I. PENDAHULUAN

Tidak dapat dipungkiri bahwa perkembangan pemakaian energi listrik semakin pesat sehingga diperlukan suatu instrumen yang dapat mengukur besarnya energi listrik yang telah dipakai oleh pihak pelanggan pemakai listrik dengan seteliti mungkin sehingga transaksi jual beli energi listrik dapat berjalan dengan baik tanpa ada suatu pihak pun yang dirugikan [1]. Ketelitian dan akurasi pengukuran dari alat ukur seperti kWh Meter sangat tergantung dari kelas ketelitian dari alat ukur itu sendiri. Untuk memperkecil kehilangan pemakaian daya yang diukur oleh alat ukur, PT. PLN

(Persero) memiliki strategi seperti penggantian alat ukur kWh meter dengan spesifikasi pengukuran dan tahun pembuatan diatas sepuluh tahun dan penggantian kWh meter yang mengalami kerusakan. Begitu juga pada pelanggan dengan daya diatas 41,5 KVA yang diukur dengan cara pengukuran tidak langsung, salah satu faktor penyebab kehilangan pemakaian daya adalah ketidaksesuaian energi yang terukur pada kWh meter dengan energi aktual yang dikonsumsi oleh pelanggan. Ini adalah efek dari pengukuran tidak langsung. Pengukuran tidak langsung dilakukan dengan alat bantu berupa trafo arus atau Current Transformer (CT) yang memiliki fungsi pengukur untuk mengatur besarnya arus yang masuk ke kWh meter [2]. Untuk memastikan keakuratan alat ukur

khususnya CT maka perlu dilakukan perawatan CT secara berkala dan pengecekan apakah CT yang terpasang masih memenuhi standar. Saat ini, Jumlah pelanggan PLN yang memakai CT lebih dari 100.000 pelanggan dan memberikan kontribusi diatas 40 % yang tersebar di sekitar 500 Unit Layanan pelanggan di perkotaan dan pedesaan [3]. Pelanggan besar yang menggunakan CT relatif tersebar dan unit operasi PLN harus melakukan uji error CT. Dalam melakukan pengujian error CT, pengujian masih dilakukan secara konvensional yaitu dengan cara datang kelokasi pelanggan dan memasang alat pengujian error CT. Hal ini dipandang kurang efisien karena membutuhkan waktu yang cukup lama dan target pelanggan yang harus dilakukan pemeriksaan error CT, pemeliharaan dan penggantian CT belum secara tepat dan prioritas ditambah lagi alat yang ada saat ini penggunaannya dengan metode bongkar pasang sehingga hanya mendapatkan data saat berada di lokasi pelanggan, tidak ada rekaman pengukuran yang dapat digunakan sebagai bahan evaluasi.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Yulizar, dkk [4], menggunakan sensor ACS721 untuk mendeteksi arus AC, dan ditampilkan menggunakan SMS yang berfungsi untuk mengetahui penggunaan energi pada rumah sewa. Indra, dkk [5], melakukan penelitian untuk mengetahui penggunaan energi listrik pada rumah kost, sensor arus (ACS712) dan sensor tegangan (ZMPT101) digunakan untuk mengetahui penggunaan energi listrik. Output dari sensor ini diumpungkan ke mikrokontroler Mega 328P, dan hasilnya ditampilkan pada LCD. Penelitian lain dilakukan oleh Nirmalasari, dkk [6], juga menggunakan sensor yang sama, tetapi sebagai kontrol dari sistem menggunakan AVR Mega16. Penelitian oleh Melipurbowo [7], masih menggunakan sensor arus ACS712 untuk mendeteksi arus yang digunakan untuk melakukan pengukuran energi listrik secara terus menerus yang bermanfaat untuk melakukan penghematan energi listrik. Sedangkan dalam penelitian lainnya, Nusa, dkk [8], merancang sebuah alat monitoring konsumsi energi listrik secara real time berbasis mikrokontroler yang mampu memonitor konsumsi energi listrik dengan menggunakan transformator stepdown yang berfungsi sebagai pengukur tegangan sumber dari PLN sedangkan untuk mengukur arus beban menggunakan sensor arus ACS712, serta menggunakan mikrokontroler Mega328 yang berfungsi untuk mengolah semua data dari parameter-parameter yang dibutuhkan untuk mendapatkan nilai konsumsi energi listrik dan ditampilkan pada LCD.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk sistem monitoring energi listrik, kebanyakan masih menggunakan sensor arus dan sensor tegangan yang secara terpisah dan tidak dapat memberikan informasi mengenai nilai error Current Transformer pengukuran yang terpasang di panel pelanggan secara real time dan tidak adanya perekaman data pengukuran untuk bahan evaluasi secara berkala.

Pada penelitian ini dibuat sebuah rancangan alat yang disebut dengan AMOR CT yang bertujuan untuk memonitoring dan memberikan informasi serta merekam data pengukuran secara waktu nyata apabila ada perubahan nilai beban dan nilai error CT pengukuran yang terpasang dipanel listrik pelanggan. Cayenne IoT digunakan untuk memvisualisasikan data yang diperoleh untuk bahan evaluasi sehingga penggantian terhadap CT dapat dilakukan secara efisien dan prioritas.

Alat ini menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai otak dalam proses pengolahan data masukan maupun keluaran sesuai dengan yang telah diprogramkan menggunakan Arduino IDE. Arduino Mega adalah papan sirkuit sistem minimum dan bersifat open source. Perbedaan dengan arduino jenis lain adalah jumlah pinnya, jumlah pin pada arduino mega adalah 56. Bahasa pemrogramannya adalah bahasa C yang ditulis dalam aplikasi Arduino Ide [9].

Modul PZEM 004-T merupakan modul untuk mengukur nilai tegangan, arus, frekuensi, dan faktor daya yang terdapat pada sebuah rangkaian listrik [10]. Modul GSM 800L yang berfungsi sebagai penyedia internet agar dapat menghubungkan Arduino Mega 2560 dengan Web Cayenne IoT sehingga dapat saling bertukar informasi.

Modul LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media display (tampilan) yang menggunakan kristal cair (liquid crystal) untuk menghasilkan input yang terlihat, modul LCD yang digunakan pada alat ini yaitu 20x4.

Modul I2C merupakan standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk pengontrolan IC. I2C yang digunakan pada alat ini adalah I2C LCD 20x4. Dengan menggunakan modul I2C ini dapat mengurangi penggunaan pin pada papan Arduino Mega yang hanya menggunakan 2 pin yaitu pin 20 (SDA) dan pin 21 (SCL) yang dihubungkan dengan SDA dan SCL pada I2C untuk menghubungkan LCD dengan board arduino mega 2560.

II. METODE

Metode pada penelitian ini berupa percobaan atau eksperimen. Pada metode ini terdapat perancangan alat yang merupakan suatu proses perencanaan sebelum melakukan pembuatan alat, ini merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan berdasarkan rancangan yang di buat sehingga alat dapat berfungsi menurut semestinya. Pada penelitian ini, tahapan pertama yang harus disiapkan adalah perancangan baik untuk perangkat keras maupun perangkat lunak.

Current Transformer

Trafo Arus (Current Transformer-CT) yaitu peralatan yang digunakan untuk melakukan pengukuran besaran arus pada instalasi tenaga listrik di sisi primer (TET, TT dan TM) yang berskala besar dengan menurunkan arus secara akurat dan teliti untuk keperluan pengukuran dan proteksi [11].

Error Current Transformer

Error Current Transformer (error CT) adalah perbedaan antara nilai hasil pengukuran disisi sekunder dengan nilai sebenarnya disisi primer dari sebuah CT pengukuran. Semakin besar error CT, maka perbedaan hasil pengukuran kWh meter dengan energi terpakai akan semakin besar [12].

Di dalam SPLN-D3-014-2009 dinyatakan bahwa kesalahan suatu transformator pada pengukuran arus dapat dinyatakan dalam persen, diberikan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{ kesalahan arus} = \left(\frac{(K_n IS - IP)}{IP} \right) \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

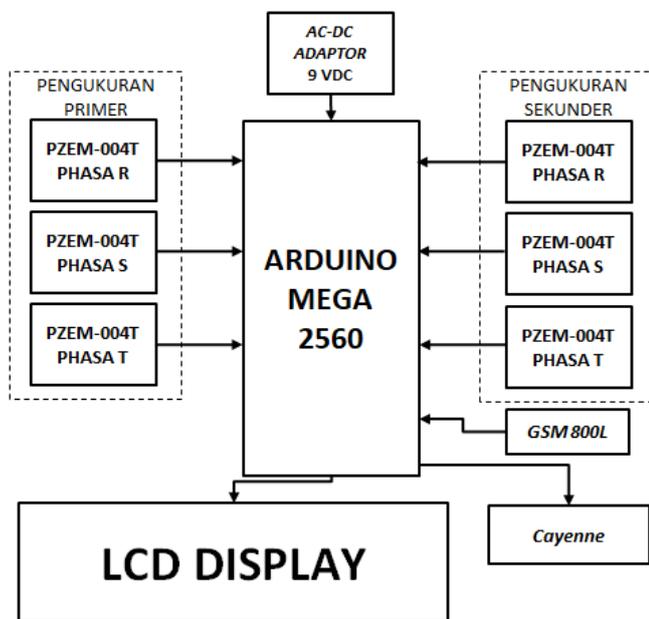
K_n = Perbandingan transformasi nominal/rasio transformasi pengenalan

IS = arus primer aktual

IP = arus sekunder aktual pada waktu I_p mengalir pada kondisi pengukuran

Blok Diagram

Blok diagram adalah ilustrasi atau desain sederhana yang saling berhubungan dan memiliki fungsinya masing-masing. Tujuannya adalah untuk memfasilitasi desain sesuai dengan prinsip kerja perangkat, seperti yang ditunjukkan pada blok diagram berikut gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram

Berikut penjelasan gambar blok diagram:

1. AC-DC Adaptor 9 Vdc untuk menghidupkan arduino.

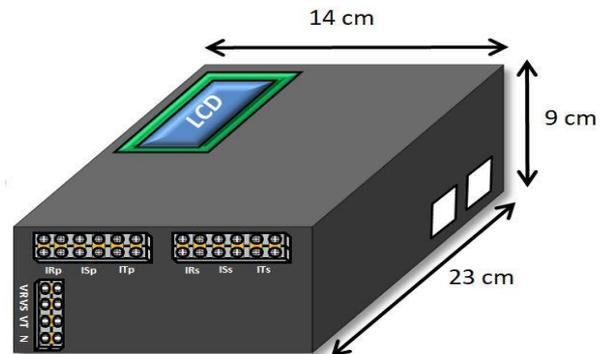
2. Arduino mega 2560 sebagai pusat pengolah data sesuai dengan perintah yang telah diprogramkan menggunakan aplikasi Arduino IDE dan sebagai supply 5 Vdc untuk menghidupkan komponen lainnya.
3. Modul PZEM 004T berfungsi untuk mengukur nilai Tegangan, Arus, dan Power Faktor yang nantinya keluaran modul ini akan dipasang pada sisi primer dan sisi sekunder rangkaian di panel listrik pelanggan.
4. Modul GSM 800l digunakan sebagai penyedia internet agar dapat menghubungkan Arduino AT Mega 2560 dengan Aplikasi Cayenne IoT sehingga dapat saling bertukar informasi.
5. LCD digunakan untuk menampilkan nilai dari hasil pengolahan data oleh arduino mega 2560 yang diperoleh dari pengukuran modul PZEM-004T.
6. Cayenne berfungsi sebagai web dalam penampilan hasil pengukuran dan perekaman data yang nantinya dapat ditarik secara online.

Rangkaian Keseluruhan Alat

Rangkaian keseluruhan alat adalah rangkaian elektronika penuh yang saling terhubung satu sama lain.

1. Desain Alat

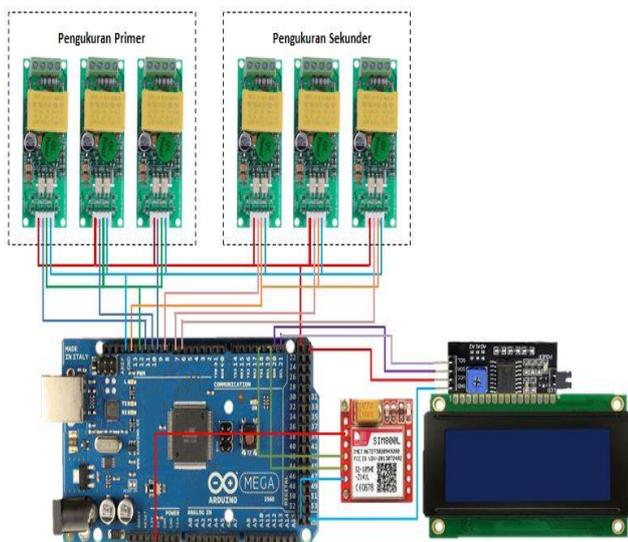
Bagian mekanik terbuat dari akrilik dengan ketebalan 3 mm. Rancang bangun alat ini berbentuk balok dengan ukuran panjang 23 cm, lebar 14 cm, dan tinggi 9 cm. gambar 2 adalah bentuk keseluruhan tata letak dan tampilan alat.



Gambar 2. Desain Casing Alat

2. Perancangan Rangkaian Elektronika

Dalam perancangan perangkat keras rangkaian elektronika, sangat penting untuk memperhatikan komponen-komponen supaya mendapatkan hasil rangkaian yang sesuai. Dibutuhkan komponen utama seperti Arduino Mega 2560, Modul PZEM 004T, LCD 20x4 dan Modul GSM800l. Rangkaian keseluruhan alat dapat dilihat pada gambar 3.

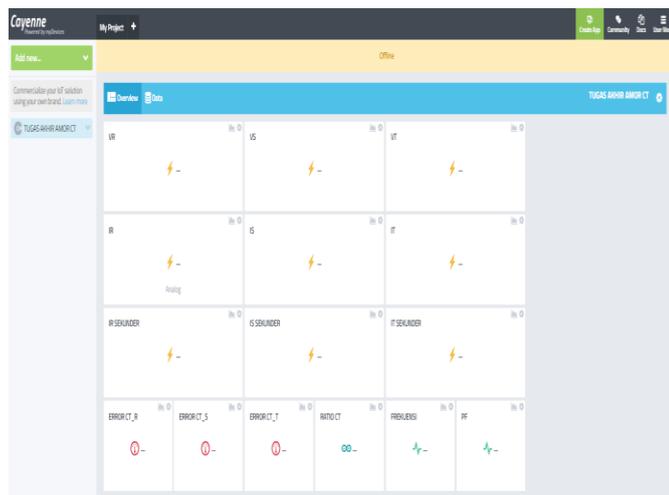


Gambar 3. Rangkaian keseluruhan alat

Web Cayenne IoT

Cayenne IoT adalah sebuah platform pengembang IoT milik myDevices yang menyediakan akses untuk fitur arduino dengan berbagai macam shield termasuk di dalamnya terdapat Wi-fi, BLE, IR, NFC, dan lain sebagainya. Cayenne IoT merupakan salah satu dari platform IoT (Internet of Things) yang berfungsi sebagai server yang menyimpan project kontrol dan memonitoring sebuah alat serta mendukung untuk koneksi dengan berbagai jenis mikrokontroler, platform ini sangat user-friendly. Pembuatan user untuk penggunaan Web Cayenne untuk monitoring alat ini dengan cara membuka alamat web Cayenne IoT di <https://cayenne.mydevices.com>.

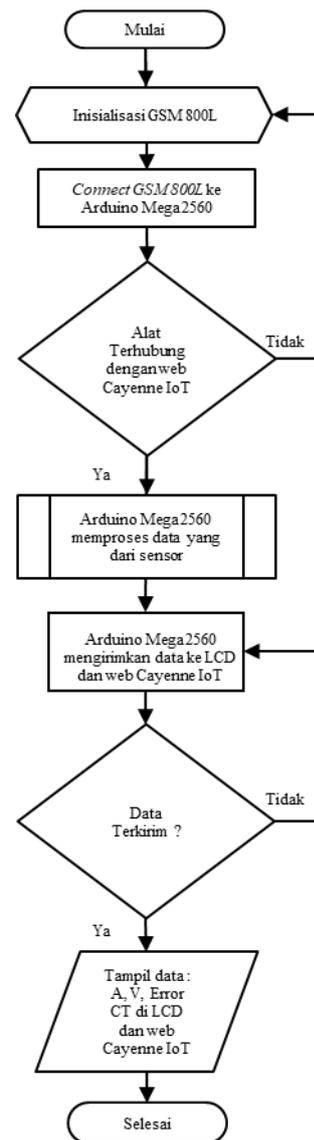
Adapun tampilan akhir untuk tampilan monitoring alat ini yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4. Tampilan Monitoring pada Web Cayenne Diagram Alir (Flowchart)

Diagram alir merupakan logika atau urutan instruksi program dalam suatu diagram. Diagram alir dapat menunjukkan secara jelas arus pengendalian algoritma, yaitu bagaimana rangkaian pelaksanaan kegiatan. Adapun tujuan dari pembuatan diagram alir adalah untuk menggambarkan suatu tahapan penyelesaian masalah secara sederhana, terurai, rapi dan jelas.

Diagram alir alat ini dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Flowchart Program

III. HASIL DAN PENGUJIAN

Pada bagian ini untuk dapat membuktikan apakah suatu peralatan atau program berfungsi dengan baik atau tidak maka di perlukan pengujian terhadap fungsi kerja alat tersebut.

pengujian kinerja alat ini dilakukan pada salah satu panel listrik dilokasi pelanggan PT PLN (Persero) UP3 Solok dengan data pelanggan sebagai berikut:

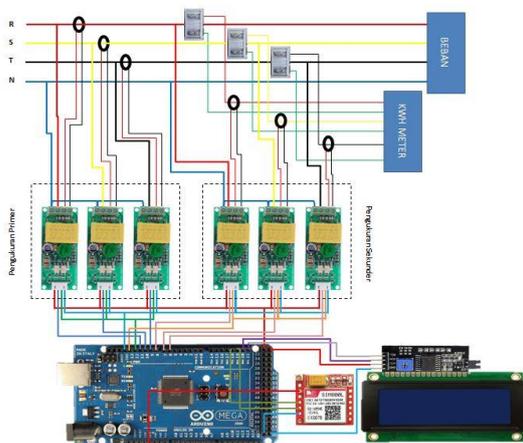
Tabel 1. Data Pelanggan

No	Idpel	Nama Pelanggan	Alamat	Daya/Tarif
1	1330001 07013	Satelindo	Jl. Perpatih Nan Sabatang	66KVA /B2

Pengujian dilakukan dengan cara memasang alat rancangan pada panel listrik pelanggan dan membandingkan hasil pengukuran antara alat rancangan dengan hasil pengukuran menggunakan tang ampere.

A. Pengujian Perangkat Keras

1. Sistem Operasional Prosedur Pemasangan Alat SOP adalah sistem yang disusun untuk memudahkan, merapikan, dan menertibkan suatu pekerjaan. SOP dalam pemasangan alat ini yaitu :
 - a. Menentukan dan datang kelokasi pelanggan untuk melakukan pemasangan alat rancangan.
 - b. Saat tiba dilokasi pelanggan, sampaikan kepada pelanggan terkait adanya pemadaman listrik sementara.
 - c. Melakukan pemasangan alat sesuai dengan gambar rangkaian pada gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Rangkaian Alat Pada Panel

- d. Pastikan rangkaian telah terpasang dengan baik dan benar.
- e. Panel listrik pelanggan sudah bisa dihidupkan kembali.
- f. Melakukan Uji Lapangan yaitu dengan cara memeriksa keberhasilan koneksi alat dengan Cayenne IoT yang ditandai dengan lampu Modul GSM berkedip dengan cepat dan pada LCD bertulisan terhubung.

2. Pengujian kalibrasi alat AMOR CT dengan Tang Ampere

Tabel 2. Hasil Perbandingan Pengukuran Tegangan oleh AMOR CT dan Tang Ampere

No	Phasa	Tang Ampere	AMOR CT	Error (%)
1	R-N	229.70V	230.20V	0.22
2	S-N	227.10V	227.70V	0.26
3	T-N	230.20V	230.60V	0.17

Berdasarkan tabel 2 diatas, dapat diketahui bahwa hasil perbandingan pengukuran tegangan antara AMOR CT dengan Tang Ampere memiliki error untuk phasa R-N = 0.22%, phasa S-N = 0.26% dan phasa T-N = 0.17%. Semakin kecil nilai error perbandingannya, semakin baik fungsi kerja alat. Kemudian dilakukan pengujian AMOR CT dalam mengukur nilai arus pada sisi primer. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3. berikut ini.

Tabel 3. Hasil Perbandingan Pengukuran Arus Primer oleh AMOR CT dan Tang Ampere

No	Phasa	Tang Ampere	AMOR CT	Error (%)
1	R	33.2A	33.25A	0.15
2	S	22.18A	22.24A	0.27
3	T	24.98A	25.02A	0.16

Berdasarkan tabel 3 diatas, dapat diketahui bahwa hasil perbandingan pengukuran arus primer oleh AMOR CT dengan Tang Ampere memiliki error untuk phasa R = 0.15%, phasa S = 0.27% dan phasa T = 0.16%. Kemudian dilakukan pengujian terhadap AMOR CT dalam mengukur nilai arus pada sisi sekunder. hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4. berikut ini.

Tabel 4. Hasil Perbandingan Pengukuran Arus Sekunder oleh PZEM 004T dan Tang Ampere

No	Phasa	Tang Ampere	AMOR CT	Error (%)
1	R	1.656A	1.658A	0.12
2	S	1.107A	1.11A	0.30
3	T	1.254A	1.256A	0.20

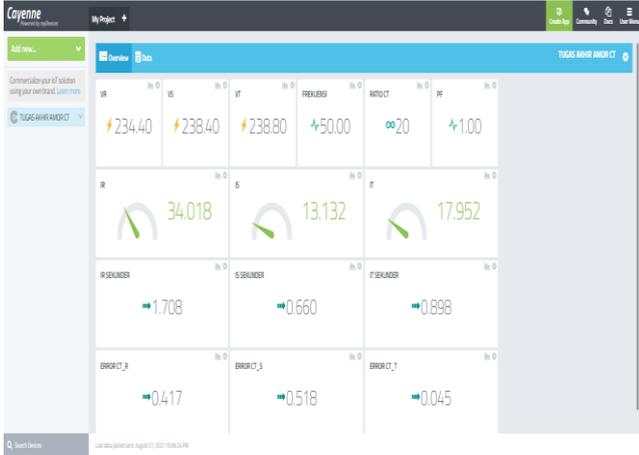
Berdasarkan tabel 4, dapat dilihat hasil perbandingan pengukuran arus sekunder oleh AMOR CT dengan Tang Ampere memiliki error untuk phasa R = 0.12%, phasa S = 0.30% dan phasa T = 0.20%.

B. Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan alat dalam melakukan pengiriman data ke

server Cayenne IOT dan ditampilkan pada situs web Cayenne IOT serta perekaman data yang bisa ditarik secara online untuk bahan evaluasi.

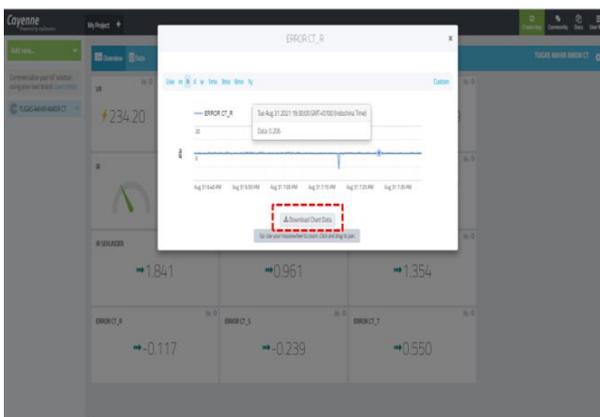
Tampilan keberhasilan dalam pengiriman data pengukuran dapat dilihat pada gambar 7 dibawah ini.



Gambar 7. Tampilan hasil pengujian pengiriman data di situs Web Cayenne

1. Download Data Pengukuran Pada Cayenne IoT

Hasil pengukuran yang dilakukan oleh alat akan dikirimkan ke server Cayene IoT untuk direkam sehingga data dapat ditarik saat dibutuhkan untuk bahan evaluasi. Data dapat ditarik selama perekaman telah dilakukan selama satu jam, satu hari, satu pecan atau satu bulan sesuai dengan data yang ingin dievaluasi. Adapun cara untuk melakukan pengambilan data pada Cayenne IoT yaitu mengklik download Chart Data seperti gambar 8. berikut ini.



Gambar 8. Tampilan Download Chart Data di Cayenne

Adapun hasil download dan analisa dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Hasil Download Data dan Analisa

No	Tanggal	Jam	Phasa R			Phasa S			Phasa T		
			Arus Primer	Arus Sekunder	Error CT (%)	Arus Primer	Arus Sekunder	Error CT (%)	Arus Primer	Arus Sekunder	Error CT (%)
1	1/09/2021	0:00:00	31.301	1.567	0.103	13.904	0.693	-0.315	21.088	1.061	0.641
2	1/09/2021	1:00:00	31.391	1.572	0.131	13.655	0.681	-0.245	20.784	1.044	0.510
3	1/09/2021	2:00:00	27.825	1.393	0.128	15.273	0.762	-0.187	22.271	1.120	0.595
4	1/09/2021	3:00:00	29.870	1.495	0.115	14.237	0.710	-0.293	21.095	1.060	0.607
5	1/09/2021	4:00:00	31.627	1.583	0.114	13.578	0.677	-0.226	20.657	1.040	0.784
6	1/09/2021	5:00:00	32.708	1.637	0.123	13.480	0.672	-0.279	20.588	1.035	0.549
7	1/09/2021	6:00:00	33.095	1.657	0.125	13.652	0.681	-0.306	20.667	1.039	0.597
8	1/09/2021	7:00:00	32.383	1.621	0.123	13.914	0.694	-0.264	21.075	1.061	0.711
9	1/09/2021	8:00:00	31.794	1.592	0.134	14.500	0.723	-0.281	21.382	1.076	0.609
10	1/09/2021	9:00:00	27.867	1.395	0.130	16.271	0.811	-0.259	23.199	1.166	0.519
11	1/09/2021	10:00:00	32.065	1.605	0.089	16.183	0.807	-0.210	22.766	1.145	0.595
12	1/09/2021	11:00:00	33.830	1.692	0.055	16.452	0.821	-0.248	24.650	1.239	0.540
13	1/09/2021	12:00:00	36.750	1.839	0.068	16.633	0.829	-0.293	26.477	1.333	0.662
14	1/09/2021	13:00:00	37.465	1.874	0.051	16.068	0.801	-0.250	26.325	1.325	0.650
15	1/09/2021	14:00:00	37.973	1.900	0.047	15.652	0.780	-0.301	26.239	1.320	0.621
16	1/09/2021	15:00:00	38.467	1.925	0.072	15.861	0.791	-0.254	26.054	1.310	0.583
17	1/09/2021	16:00:00	33.879	1.696	0.107	17.090	0.853	-0.229	27.403	1.378	0.608
18	1/09/2021	17:00:00	37.340	1.868	0.067	15.227	0.759	-0.267	24.442	1.229	0.593
19	1/09/2021	18:00:00	38.152	1.909	0.081	15.057	0.751	-0.265	22.626	1.138	0.613
20	1/09/2021	19:00:00	37.969	1.900	0.101	14.617	0.729	-0.265	22.188	1.115	0.538
21	1/09/2021	20:00:00	36.448	1.824	0.091	14.468	0.722	-0.250	21.950	1.104	0.541
22	1/09/2021	21:00:00	35.077	1.756	0.109	14.439	0.720	-0.283	21.921	1.103	0.653
23	1/09/2021	22:00:00	34.612	1.732	0.077	14.420	0.719	-0.284	21.769	1.095	0.637
24	1/09/2021	23:00:00	29.629	1.483	0.130	15.911	0.793	-0.271	23.023	1.157	0.498
25	Rata-Rata Error (%)				0.099			-0.264			0.602

2. Perbandingan Data

Perbandingan data berupa perbandingan hasil pengukuran antara pengukuran secara konvensional dengan pengukuran Alat Rancangan.

Tabel 6. Perbandingan Hasil Pengukuran antara Alat Rancangan dengan Konvensional

No	Tanggal	Jam	Phasa R			Phasa S			Phasa T			Cara Konvensional		
			Arus Primer	Arus Sekunder	Error CT (%)	Arus Primer	Arus Sekunder	Error CT (%)	Arus Primer	Arus Sekunder	Error CT (%)	Error CT_R (%)	Error CT_S (%)	Error CT_T (%)
1	1/09/2021	0:00:00	31.301	1.567	0.103	13.904	0.693	-0.315	21.088	1.061	0.641			
2	1/09/2021	1:00:00	31.391	1.572	0.131	13.655	0.681	-0.245	20.784	1.044	0.510			
3	1/09/2021	2:00:00	27.825	1.393	0.128	15.273	0.762	-0.187	22.271	1.120	0.595			
4	1/09/2021	3:00:00	29.870	1.495	0.115	14.237	0.710	-0.293	21.095	1.060	0.607			
5	1/09/2021	4:00:00	31.627	1.583	0.114	13.578	0.677	-0.226	20.657	1.040	0.784			
6	1/09/2021	5:00:00	32.708	1.637	0.123	13.480	0.672	-0.279	20.588	1.035	0.549			
7	1/09/2021	6:00:00	33.095	1.657	0.125	13.652	0.681	-0.306	20.667	1.039	0.597			
8	1/09/2021	7:00:00	32.383	1.621	0.123	13.914	0.694	-0.264	21.075	1.061	0.711			
9	1/09/2021	8:00:00	31.794	1.592	0.134	14.500	0.723	-0.281	21.382	1.076	0.609			
10	1/09/2021	9:00:00	27.867	1.395	0.130	16.271	0.811	-0.259	23.199	1.166	0.519			
11	1/09/2021	10:00:00	32.065	1.605	0.089	16.183	0.807	-0.210	22.766	1.145	0.595	1.41	1.09	0.77
12	1/09/2021	11:00:00	33.830	1.692	0.055	16.452	0.821	-0.248	24.650	1.239	0.540			
13	1/09/2021	12:00:00	36.750	1.839	0.068	16.633	0.829	-0.293	26.477	1.333	0.662			
14	1/09/2021	13:00:00	37.465	1.874	0.051	16.068	0.801	-0.250	26.325	1.325	0.650			
15	1/09/2021	14:00:00	37.973	1.900	0.047	15.652	0.780	-0.301	26.239	1.320	0.621			
16	1/09/2021	15:00:00	38.467	1.925	0.072	15.861	0.791	-0.254	26.054	1.310	0.583			
17	1/09/2021	16:00:00	33.879	1.696	0.107	17.090	0.853	-0.229	27.403	1.378	0.608			
18	1/09/2021	17:00:00	37.340	1.868	0.067	15.227	0.759	-0.267	24.442	1.229	0.593			
19	1/09/2021	18:00:00	38.152	1.909	0.081	15.057	0.751	-0.265	22.626	1.138	0.613			
20	1/09/2021	19:00:00	37.969	1.900	0.101	14.617	0.729	-0.265	22.188	1.115	0.538			
21	1/09/2021	20:00:00	36.448	1.824	0.091	14.468	0.722	-0.250	21.950	1.104	0.541			
22	1/09/2021	21:00:00	35.077	1.756	0.109	14.439	0.720	-0.283	21.921	1.103	0.653			
23	1/09/2021	22:00:00	34.612	1.732	0.077	14.420	0.719	-0.284	21.769	1.095	0.637			
24	1/09/2021	23:00:00	29.629	1.483	0.130	15.911	0.793	-0.271	23.023	1.157	0.498			
25	Rata-Rata Error (%)				0.099			-0.264			0.602	1.41	1.09	0.77

Berdasarkan tabel 6 diatas, diketahui bahwa pengambilan data error CT secara konvensional hanya memberikan data sesuai jam saat berada dilokasi pelanggan, tidak adanya perbandingan pada saat jam-jam tertentu dimana adanya beban yang bervariasi sehingga kurangnya data untuk acuan dalam menentukan apakah

CT masih dalam kelas ketelitiannya. Sedangkan pengambilan data error CT menggunakan alat Rancangan dapat dilihat adanya perekaman hasil pengukuran pada jam-jam tertentu sehingga dapat dijadikan acuan dalam pengambilan nilai rata-rata terhadap error CT pengukuran yang terpasang.

IV. PENUTUP

Dari hasil pengujian dan analisa Alat Monitoring Error Current Transformer (AMOR CT) Menggunakan Arduino Mega 2560 Dan Cayenne IoT yang telah dibuat, dapat disimpulkan bahwa :

1. Rancangan alat monitoring error trafo arus mampu mengirimkan hasil pengukuran ke Cayenne IoT untuk ditampilkan dan perekaman data.
2. Rancangan alat monitoring error trafo arus mampu memberikan informasi serta merekam data nilai error CT pengukuran yang terpasang pada panel listrik pelanggan secara waktu nyata untuk bahan evaluasi.
3. Untuk setiap hasil pengukuran dapat di download pada web Cayenne IoT guna untuk evaluasi sehingga memudahkan dalam persiapan (material dan personil) untuk menindaklanjuti jika ditemukan CT dengan error yang melebihi dari kelas ketelitiannya.
4. Pengukuran yang diharapkan dengan pengukuran langsung terdapat perbedaan 0% - 0.3% terhadap pembacaan AMOR CT dengan Tang Ampere.
5. Dari hasil pengukuran, didapatkan hasil nilai error CT yang berbeda antara AMOR CT dengan pengukuran konvensional, dikarenakan hasil pengukuran error CT dengan cara konvensional hanya didapatkan pada saat berada dilokasi pelanggan sehingga hasilnya belum dapat dikatakan akurat disebabkan terjadinya perubahan beban pada waktu tertentu. Sedangkan hasil pengukuran dengan AMOR CT didapatkan selama 1x24 Jam atau lebih sehingga kita dapat melihat nilai error CT yang lebih akurat pada setiap jamnya.

REFERENSI

- [1] Darma, S., Yusmartono, & Akhiruddin. (2019). Studi sistem peneraan kwh meter. *Journal of Electrical Technology*, 4(3), 158-165.
- [2] Hasanah, A. W., Koerniawan, T., & Yuliansyah, Y. (2019). Kajian Ketelitian Current Transformer (CT) Terhadap Kesalahan Rasio Arus pada Pelanggan 197 kVA. *Energi & Kelistrikan*, 11(1), 9-16.
- [3] Kurniadi, F. (2019). Pengembangan kWh Meter Elektronik untuk Pengecekan CT Konsumen Secara On Site. *Energi & Kelistrikan*, 11(2), 108-113.

- [4] Yulizar, Ira Devi Sara, M. S. (2016). Pada Kamar Kos Dalam Satu Hunian Berbasis Arduino Uno R3 Dan Gsm Shield Sim900. *Jurnal Online Teknik Elektro*, 1(3), 47-56.
- [5] Indra, Y. I., Pahlanop, B. L., & Sanubary, I. (2018). Rancang Bangun Alat Kontrol Pemakaian Energi Listrik Berbasis Mikrokontroler Atmega 328P pada Rumah Indekos. *PRISMA FISIKA*, Vol. 6, No. 3 (2018), Hal. 220 - 227, 6(3), 220-227.
- [6] Nirmalasari, I., Putra, A. E., & Prastowo, B. N. (2015). Purwarupa Alat Ukur Daya Listrik Berbasis Netduino Plus. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, 5(1), 21.
- [7] Melipurbowo, B. G. (2016). Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan Sensor Arus Acs.712. *ORBITH*, 12(1), 17-23.
- [8] Nusa, T., Sompie, S. R. U. A., & Rumbayan, E. M. (2015). Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler. *E-jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 4(5), 19-26.
- [9] Nasution, A. U. (2020). *Alat Monitoring Beban Trafo Tiga Fasa Menggunakan Arduino Berbasis Web*. 1(2), 92-98.
- [10] PZEM-004T-Datasheet-user-manual - PZEM-004T-V3.0-Datasheet-User-Manual.pdf. (n.d.).
- [11] Hasanah, A. W., Koerniawan, T., & Yuliansyah, Y. (2019). *Kajian Ketelitian Current Transformer (CT) Terhadap Kesalahan Rasio Arus pada Pelanggan 197 kVA*. *Energi & Kelistrikan*, 11(1), 9-16.
- [12] Suhantono, D., & Yasa, K. A. (2015). *547-13-1770-1-10-20171029*. 7(2), 47-52.

Biodata Penulis

Taufik Hidayat, lahir di Bekasi, 01 Oktober 1997. Menyelesaikan studi DIV Teknik Elektro Industri pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dr. Hansi Effendi, S.T., M.Kom., lahir di Batusangkar, 11 Februari 1979. Menamatkan studi Strata 1 (S1) di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas (UnAnd) Padang pada tahun 2001. Menamatkan studi Strata 2 (S2) di Program Pasca Sarjana Magister Ilmu Komputer Universitas Putra Indonesia (UPI) YPTK Padang pada Tahun 2009. Menamatkan studi Strata 3 (S3) di Program Pascasarjana Pendidikan Teknologi dan Kejuruan di Universitas Negeri Yogyakarta (UNY) pada Tahun 2015. Staf pengajar di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang (FT-UNP) sejak tahun 2002.