

## Implementasi Sistem Data Logger pada Alat Pemantau Energi Listrik Motor Induksi 3-Fasa Berbasis Arduino Mega 2560 di PT Madu Baru Yogyakarta

Beny Firman\*, Hariyo Santoso, Sigit Priyambodo, Hadi Prasetyo Suseno,  
Prastyono Eko Pambudi, RR Yuliana Rachmawati Kusumaningsih  
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta  
\*email: benyfirman@akprind.ac.id

### Abstract

*An Induction motor is an electric machine that converts electrical energy into kinetics energy and widely used in the industrial fields. Many disturbances that occur in the motor that cause production to be not optimal as for the problems that occur at PT. Madu Baru Yogyakarta is when there is a disturbance in the three-phase induction motor, workers still use manual methods to analyze the disturbance, so that the time used in the analysis takes a long time even the three-phase induction motor cannot work again. In overcoming this, it is necessary to implement a data logger system that can detect the electrical parameters of a three-phase induction motor in real time, in order to make it easier to analyze existing disturbances through graphs. The voltage sensor CYVS13-34U0 and current sensor SCT-019 will detect the electrical parameters which will then be processed by the Arduino Mega 2560 pro so that the processed data will be stored on the microsd card. The data resulting from the processing are electrical parameters in the form of voltage, current, apparent power, real power, reactive power, and power factor. The data will be saved as a file with .txt format which has an interval of about 1 minute for each storage.*

**Keywords:** Data logger, Microsd card, Induction Motor, Voltage Sensor CYVS13-34U0

### 1. Pendahuluan

Motor induksi merupakan peralatan listrik yang dibutuhkan terutama oleh kalangan industri atau komersial. Motor listrik induksi baik 1 fasa maupun 3 fasa banyak digunakan di dunia industri sebagai sumber penggerak peralatan atau mesin [1]. PT. Madubaru Yogyakarta merupakan sebuah industri penghasil gula yang berlokasi di wilayah Yogyakarta. Dalam proses produksi gula, perusahaan ini menggunakan mesin – mesin berkapasitas besar dan sumber penggerakannya menggunakan motor induksi 3 fasa. Hampir setiap jam motor listrik induksi di perusahaan ini bekerja sehingga harus selalu dirawat dan diperbaiki apabila terjadi kerusakan. Penggunaan motor listrik sangat mudah dan dapat dikombinasikan dengan peralatan lainnya. Namun dibalik kemudahan kegunaannya itu motor listrik juga memerlukan peralatan agar tetap dapat dijalankan dengan baik dan memiliki ketahanan yang lama [2].

Dalam pengoperasiannya motor listrik perlu dilakukan pengukuran agar dapat dipantau dalam mengevaluasi kinerjanya. Dalam instalasi ketenagalistrikan tegangan rendah berskala kecil, pengukuran dapat dilakukan secara langsung maupun tak langsung. Dalam perangkat ukur tidak langsung terhubung dengan beban listrik namun dihubungkan melalui trafo ukur dimana bagian – bagian dari trafo ukur tersebut adalah trafo arus dan trafo tegangan [3]. Dalam penelitian yang telah dilakukan, motor induksi 3 fasa dapat dimonitoring dengan sistem cerdas menggunakan jaringan sensor nirkabel dan aplikasi Android untuk mendeteksi ketidakseimbangan tegangan dan beban lebih pada motor induksi 3 fasa. Sensor yang digunakan untuk mendeteksi arus pada sistem ini adalah ACS712 dengan arus maksimum 20A. Data pembacaan arus diinputkan ke modul ADC ADS1115 dan dikendalikan oleh NodeMCU ESP8266 sebagai pengendali utama sekaligus perangkat penghubung ke jaringan internet

melalui wifi [4]. Kemudian, sinyal analog atau ADC dari sensor dibaca oleh Arduino dan akan disimpan dalam sebuah larik array. Pembacaan dilakukan 20 kali. Saat data dibaca kurang dari 20 kali maka akan dibaca lagi oleh ADC selanjutnya data akan diubah ke dalam bentuk tegangan [5].

Nilai pembacaan arus dan tegangan dapat diteruskan untuk mendapatkan nilai pembacaan daya listrik. Alat yang dapat mengukur besaran – besaran listrik secara terintegrasi dari komponen alat ukur menjadi satu kesatuan dalam alat ukur dinamakan *Power Meter*. Sementara itu, penelitian mengenai sistem *power meter* dengan sistem *data logger* dan *gateway* telah diterapkan. Parameter besaran – besaran listrik akan dianalisis jika terjadi gangguan dan memonitor kualitas dan kuantitas energi listrik pada Laboratorium Teknik Sipil Polines [6]. Kemudian, sensor arus SCT 013-000 dan sensor tegangan ZMPT101B dapat digunakan untuk membaca besaran listrik arus dan tegangan AC dengan keluaran tegangan berupa sinyal analog [7]. Hasil pembacaan sensor diolah oleh Arduino Mega2560 dan diteruskan data hasil pengukuran tersebut menggunakan SIM 800L ke perangkat *handphone* pengguna melalui SMS. Pengguna mampu memantau dan mengontrol pemakaian energi listrik secara cepat dan tepat [8].

RMS kepanjangan dari “Root Mean Squared”. Nilai RMS adalah akar kuadrat dari nilai rata-rata dari fungsi kuadrat. Notasi yang digunakan untuk nilai RMS adalah VRMS atau IRMS. Istilah RMS hanya mengacu pada tegangan bolak-balik yang berubah terhadap waktu, arus, atau bentuk gelombang yang kompleks. Setelah tegangan diturunkan, isyarat masukan diumpangkan ke pengkondisi isyarat untuk mengubah isyarat tegangan bolak-balik menjadi isyarat yang sesuai dengan karakteristik masukan ADC mikrokontroler [9]. Kemudian, penggunaan sensor arus dan tegangan pada sistem pencatatan data pada panel surya berbasis Arduino Uno menggunakan modul *data logger* Arduino Shield dan SD Card sebagai media pembaca data dan penyimpanan datanya telah dilakukan. Sistem monitoring output dan pencatatan data ini menggunakan SD Card yang berkapasitas 8 GB. Pencatatan data yang dilakukan selama satu hari membutuhkan ruang penyimpanan pada SD Card rata-rata sebesar  $5.5 \text{ KB} = 0.00537 \text{ MB}$ , sementara SD Card dengan kapasitas 8 GB memiliki nilai kapasitas maksimal yang bisa digunakan adalah 7567MB [10].

Dari beberapa hasil penelitian diatas penulis membuat alat pemantau energi listrik motor induksi tiga fasa untuk PT. Madu Baru Yogyakarta dengan parameter kelistrikan yaitu berupa data listrik 3-fasa dan arus kerja motor induksi 3-fasa yang akan diolah datanya dan dianalisa melalui *data logger*. Sistem *data logger* ini terdiri dari beberapa komponen diantaranya yaitu pengendali utama dengan teknologi tertanam mikrokontroler, sensor dan penyimpanan eksternal. Sistem *data logger* ini diolah oleh sebuah komponen berbasis mikrokontroler *Arduino Mega 2560 Pro Embed* yang terintegrasi oleh sensor tegangan CYVS1334U0, sensor arus SCT-019 dan Micro SD Card 8 GB sebagai media penyimpan data parameter kelistrikan tersebut.

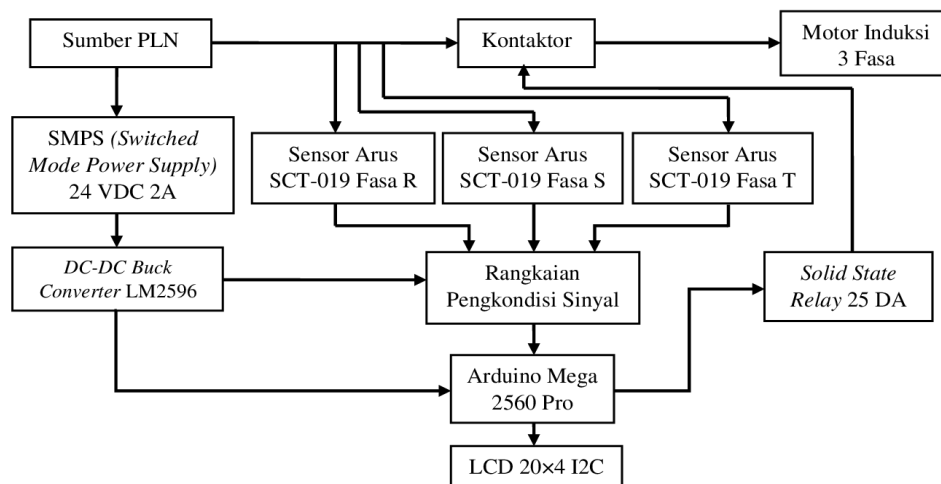
## 2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini penulis melakukan beberapa eksperimen laboratorium dan menguji parameter – parameter kelistrikan pada sistem pemantauan energi listrik pada motor induksi 3-fasa. Pembacaan data sensor tegangan dan arus diuji menggunakan parameter sesungguhnya yaitu tegangan listrik 3-fasa dan arus kerja motor induksi 3-fasa dengan kapasitas yang lebih kecil dari yang sesungguhnya yang ada di PT. Madu Baru Yogyakarta.

### 2.1 Perancangan Sistem

Tahapan pelaksanaan penelitian dilakukan dengan perancangan sistem. Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa komponen utama berupa sensor tegangan dan arus diumpangkan ke sistem pengendali utama berbasis mikrokontroler platform *Arduino MEGA2560 Pro Embed*. IC utama pada platform *Arduino Mega2560 Pro Embed* ini adalah AVR ATMEGA2560 dengan

teknologi 8-bit. Parameter listrik 3-fasa dibaca menggunakan sensor tegangan jenis CYVS1334U0 serta sensor arus SCT-019. Sensor – sensor ini akan membaca data parameter tegangan kerja motor induksi serta kinerja arusnya. Data hasil pembacaan ini akan disimpan pada sebuah penyimpanan data Micro SD. Secara keseluruhan tegangan kerja rangkaian pengendali menggunakan sistem penyedia daya arus searah DC sehingga dibutuhkan pengubah daya AC ke DC menggunakan sistem penyedia daya mode *switching* (SMPS) 1-fasa 220VAC menjadi 24 VDC dan 12 VDC menggunakan *DC to DC Buck Converter/Step down*. Diagram Blok Sistem *Data Logger* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem *Data Logger* pada Motor Induksi 3 Fasa

Pada sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk mengoperasikan peralatan listrik, daya memiliki satuan watt, yang merupakan perkalian dari tegangan (Volt) dan arus (Ampere). Daya dinyatakan dalam  $P$ , tegangan dinyatakan dalam  $V$  dan arus dinyatakan dalam  $I$ . Pada listrik arus bolak-balik daya dibagi menjadi tiga yaitu daya semu ( $S$ ), daya aktif ( $P$ ) dan daya reaktif ( $Q$ ) [11]. Untuk menghitung arus RMS maksimum puncak menjadi arus puncak, dapat dilihat pada Persamaan (1). Perhitungan pembagian arus puncak dengan jumlah lilitan pada trafo arus dapat dilihat pada Persamaan (2), sedangkan untuk meningkatkan resolusi pengukuran, tegangan yang melintasi resistor beban pada arus puncak harus sama dengan setengah dari tegangan referensi dapat dilihat pada Persamaan (3).

- Mengkonversi arus RMS maksimum puncak menjadi arus puncak dengan,

$$\text{Arus Puncak Primer} = (\text{Arus RMS}) \times \sqrt{2} \quad (1)$$

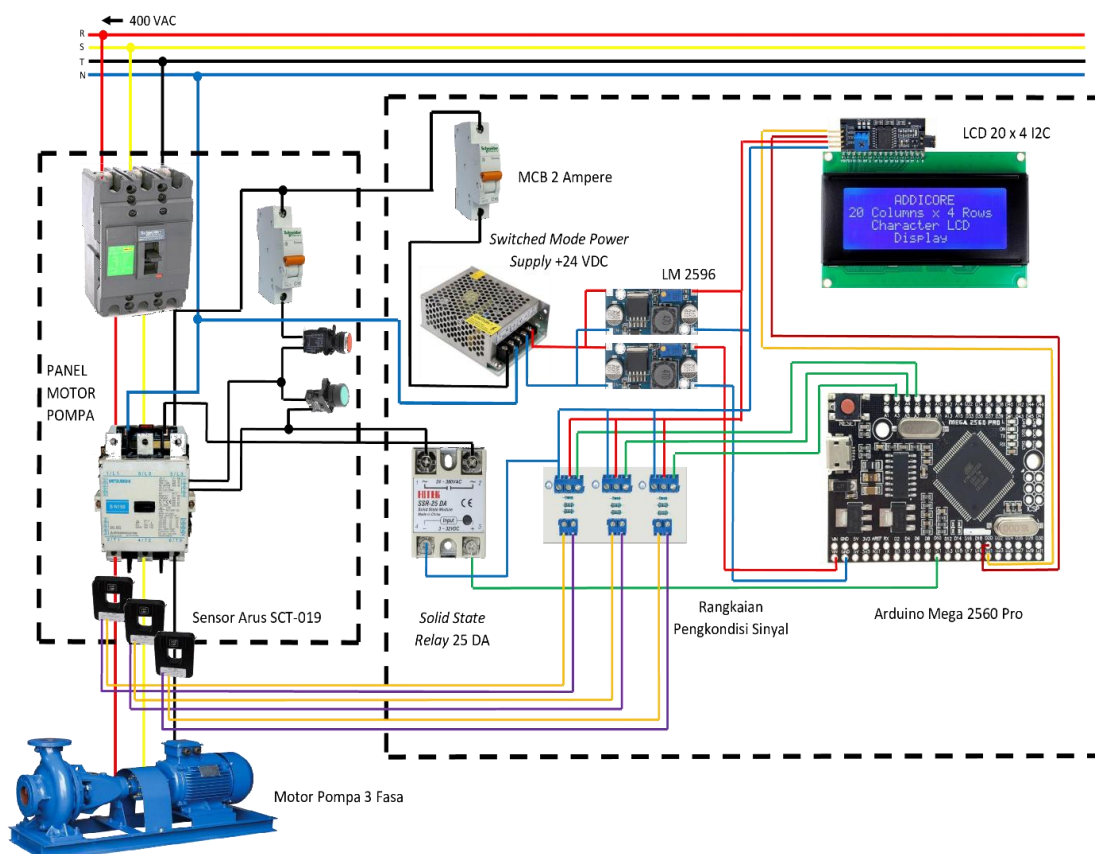
- Membagi arus puncak dengan jumlah lilitan pada *current transformer* dengan,

$$\text{Arus Puncak Sekunder} = \frac{\text{Arus Puncak Primer}}{\text{Jumlah Lilitan}} \quad (2)$$

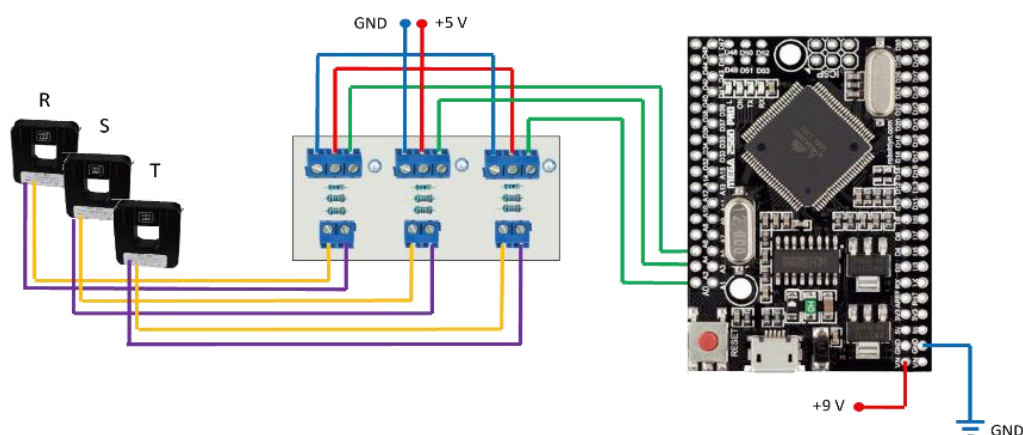
$$\text{Ideal Resistor Burden} = \frac{(A_{REF}/2)}{\text{Arus Puncak Sekunder}} \quad (3)$$

Sensor tegangan dan arus yang dipasang akan membaca parameter tegangan dan arus yang mengalir pada motor induksi. Jenis sensor tegangan CYVS1334U0 dan sensor arus SCT-019 merupakan sensor dengan keluaran sinyal analog berupa arus yang merepresentasikan besaran nilai arus yang diukur pada sisi primer. Keluaran pada sensor arus tersebut dihubungkan dengan resistor burden dan rangkaian pengkondisi nilai berupa tegangan pembagi

untuk dapat dibaca langsung pada kanal ADC *Arduino Mega2560 Pro Embed*. Perangkat pengendali ini memiliki 16 kanal dengan resolusi 8-bit dan 10-bit. Pembacaan data sensor tegangan dan arus menggunakan ADC Internalnya dengan resolusi 10-bit pada kanal A0 – A5 sebanyak 6 kanal. Secara keseluruhan sistem suplai listrik yang dibutuhkan rangkaian pengendali utama adalah listrik 1 fasa yang telah disearahkan menggunakan penyedia daya mode *switching (SMPS)*. Keluaran tegangan DC pada SMPS disesuaikan menggunakan sistem *DC to DC Buck Converter LM2596* agar sesuai dengan kebutuhan tegangan diantaranya adalah untuk sensor tegangan membutuhkan suplai DC 24VDC, rangkaian pengendali utama adalah 5VDC. Diagram pengawatan rangkaian ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Rangkaian Keseluruhan *Data logger* pada Motor Induksi 3 Fasa



Gambar 3. Diagram Pengawatan Sensor Arus SCT-019 200A pada *Arduino Mega2560 Pro Embed*

Resistor Burden berfungsi untuk mengkonversikan arus menjadi tegangan dengan penambahan tahanan sesuai nilai yang telah ditentukan. Proses konversi arus RMS maksimum puncak menjadi arus puncak adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Arus Puncak Primer} &= (\text{Arus RMS}) \times \sqrt{2} \\ &= (200 \text{ A}) \times 1,414 = 282,84 \text{ A} \end{aligned}$$

Kemudian, membagi arus puncak dengan jumlah lilitan pada *current transformer*. Diketahui jumlah lilitan pada sensor arus SCT-019 sebesar 6000 *turns* (lilitan), maka;

$$\begin{aligned} \text{Arus Puncak Sekunder} &= \frac{\text{Arus Puncak Primer}}{\text{Jumlah Lilitan}} \\ &= \frac{282,84 \text{ A}}{6000} = 0,04714 \text{ A} \end{aligned}$$

Untuk meningkatkan resolusi pengukuran, tegangan yang melintasi resistor beban pada arus puncak harus sama dengan setengah dari tegangan referensi. Jika tegangan sumber (AREF) sebesar 5V, maka AREF/2;

$$\begin{aligned} \text{Ideal Resistor Burden} &= \frac{(\text{AREF}/2)}{\text{Arus Puncak Sekunder}} \\ &= \frac{(2,5 \text{ V})}{0,04714 \text{ A}} = 53,0335 \Omega \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, maka nilai resistor yang akan digunakan untuk rangkaian burden resistor pada sensor arus SCT-019 adalah senilai 53,0335  $\Omega$ . Karena nilai 53  $\Omega$  bukan nilai resistor yang umum, maka menggunakan nilai yang mendekati 53  $\Omega$  yaitu 56  $\Omega$  dengan toleransi sebesar  $\pm 1\%$ .

Dalam pemrograman sensor arus dengan arduino, disini penulis menggunakan *library* dari *Emon.Lib*. Untuk menghitung nilai kalibrasi maka dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Calibration Value} &= (I (\text{measured})/I (\text{sensor})/R (\text{burden})) \\ &= 200\text{A}/33\text{mA}/56\Omega \\ &= 108,225 \end{aligned}$$

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil Pengujian Pembacaan Data Sensor Tegangan CYVS1334U0

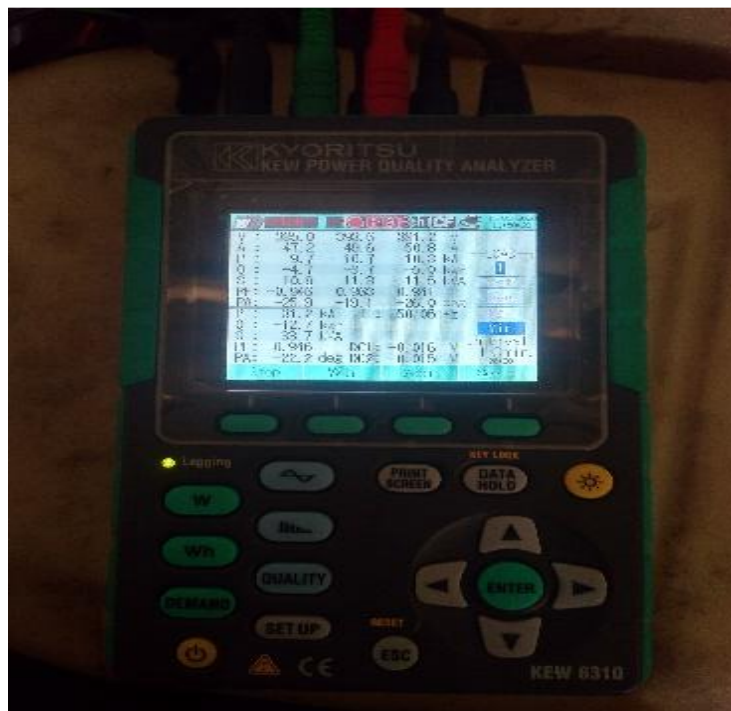
Sebelum tahapan pengujian pembacaan sensor tegangan dan arus yang telah dirancang maka dilakukan pembacaan data kelistrikan pada Gedung Cobri Jogonalan PT. Madu Baru Yogyakarta menggunakan perangkat *Power Quality Analyzer* Kyoritsu 6310 yang dilakukan pada tanggal 15 Januari 2020 dengan mengambil objek pengukuran pada instalasi unit motor pompa 3 fasa yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik pada saat proses penggilingan tebu maupun digunakan untuk keperluan sehari-hari.

Adapun hasil pengambilan data parameter tegangan listrik jaringan 3 fasa Gedung Cobri Jogonalan menggunakan *Power Quality Analyzer Kyoritsu 6310* tampak pada Tabel 1. Hasil pengukuran menggunakan alat tersebut menunjukkan bahwa parameter tegangan 3 fasa pada Gedung Cobri Jogonalan sesuai dengan SNI 04-0227-2003 yaitu tegangan nominal sistem 220/380 V yang harus dikembangkan menuju nilai yang direkomendasikan yaitu 230/400 V. Untuk instalasi tegangan rendah, turun tegangan ini dibatasi sampai dengan 5% [12].

Tabel 1. Data Parameter Tegangan 3 Fasa Gedung Cobri Jogonalan

Tanggal	Jam	Teg R (V)	Teg S (V)	Teg T (V)
15/01/2020	7:30:00	384,7	382,5	381,8
15/01/2020	7:40:00	384,4	383,3	382,9
15/01/2020	7:50:00	385,8	384,5	384,0
15/01/2020	8:00:00	384,7	383,2	382,8
15/01/2020	8:10:00	382,1	380,5	380,6
15/01/2020	8:20:00	381,4	379,9	379,5
15/01/2020	8:30:00	379,9	378,7	377,4
15/01/2020	8:40:00	382,6	380,9	381,2
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
15/01/2020	12:53:57	389,1	388,3	386,6
15/01/2020	12:58:57	386,2	384,4	382,3
15/01/2020	13:03:57	382,2	380,6	379,5
15/01/2020	13:08:57	386,6	384,1	383,8
15/01/2020	13:13:57	386,8	384,3	383,1
15/01/2020	13:18:57	385,0	382,6	381,6

Gambar 4 adalah gambar Power Quality Analyzer yang digunakan untuk mengetahui nilai – nilai kelistrikan yang ada pada Gedung Cobri Jogonalan PT. Madu Baru Yogyakarta.

Gambar 4. Gambar *Power Quality Analyzer* Kyoritsu 6310

Mengacu pada hasil pengukuran menggunakan *Power Quality Analyzer Kyoritsu 6310*, berikut adalah hasil pengujian sensor tegangan CYVS13-34U0 menggunakan variabel tegangan yang dapat diatur dari sumber 3 fasa dengan rentang nilai 0 – 400 VAC. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Tegangan CYVS13-34U0

No.	Tegangan Input Sensor (VAC) (Y)	Tegangan Output Sensor (VDC)	Tegangan Output Sensor (VDC)	Tegangan Output Sensor (VDC)
		Uab (X)	Ubc (X)	Uca (X)
1	0	0,01	0,03	0,03
2	20	0,24	0,24	0,25
3	40	0,49	0,5	0,5
4	60	0,74	0,74	0,75
5	80	0,99	1	1
6	100	1,24	1,26	1,24
7	120	1,49	1,5	1,5
8	140	1,74	1,75	1,74
9	160	1,99	2	2
10	180	2,24	2,25	2,25
11	200	2,49	2,5	2,5
12	220	2,74	2,75	2,74
13	240	2,99	3	3
14	260	3,24	3,24	3,24
15	280	3,49	3,5	3,49
16	300	3,75	3,75	3,75
17	320	3,99	4	4
18	340	4,24	4,25	4,25
19	360	4,5	4,5	4,5
20	380	4,75	4,75	4,75
21	400	4,99	5	5

Pada Tabel 2 didapatkan hasil pengujian sensor tegangan CYVS13-34U0 pada keluaran sensor Uab, Ubc, dan Uca dengan pengujian tegangan masukan tegangan 3-fasa RST. Pengujian tegangan masukan listrik 3 fasa dengan rentang nilai 0 – 400 VAC sementara itu hasil tegangan keluaran sensor tegangan baik pada sisi Uab maupun Ubc dan Uca bergerak linier mengikuti perubahan pada sisi tegangan masukan R, S, dan T listrik 3-fasa yang diuji. Adapun untuk sensor telah bekerja dengan baik dan rentang nilai sesuai dengan masukan ADC pada mikrokontroler yaitu antara 0,01 – 4,99 VDC pada tegangan keluaran Uab dan masing – masing untuk Ubc dan Uca adalah 0,03 – 5 VDC. Hasil yang didapatkan pada Tabel 2 selanjutnya diolah menggunakan *Microsoft Excel* untuk analisis regresi linier secara otomatis sehingga didapatkanlah persamaan regresi linier untuk masing – masing keluaran sensor Uab, Ubc, dan Uca seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Kalibrasi Sensor Tegangan CYVS13-34U0 dan Perhitungan Nilai Rumus Regresi Linier

No.	Sisi Keluaran Sensor	Persamaan Regresi Linier	R <sup>2</sup>
1	Uab	$80x + 0,633$	1
2	Ubc	$80,1x + -0,262$	1
3	Uca	$80,1x \pm 0,231$	1

Dari persamaan regresi linier yang didapatkan pada masing – masing keluaran sensor tegangan CYVS13-34U0 selanjutnya dijadikan sebagai rumus yang akan dimasukkan ke dalam program Arduino untuk mengolah data masukan sensor tegangan tersebut yang akan merepresentasikan tegangan pada jaringan listrik 3 fasa RST yang akan dipantau. Pengolahan data sensor tersebut melalui ADC internal mikrokontroler ATMEGA 2560 dengan resolusi ADC sebesar 10-bit. Hasil perbandingan pembacaan melalui sensor tegangan dengan alat ukur

Multimeter Digital dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Perbandingan Pengujian Sensor Tegangan CYVS13-34U0 dengan Multimeter Digital

No.	Hasil Pengukuran (Volt)						Error (%)		
	Multimeter Digital			Sensor Tegangan			R	S	T
	R	S	T	R	S	T			
1	178,4	178,5	181	178,2	178,3	180,5	0,1121	0,1120	0,2762
2	218	219	221	218	218,9	220,6	0	0,0456	0,1809
3	296,7	298	302	296,5	297,8	301,8	0,0674	0,0671	0,0662
4	355	357	360	355	356,7	360	0	0,0840	0
5	396	397,5	402,2	395,7	397,4	402	0,0757	0,0251	0,0497
<b>Rata-rata</b>							<b>0,1946</b>	<b>0,3138</b>	<b>0,5334</b>

Pada tabel diatas didapatkan selisih hasil pengukuran antara pengukuran sensor CYVS13-34U0 dengan hasil pengukuran multimeter digital. Persentase kesalahan (*Error*) dalam pengujian sensor tegangan pada fasa R sebesar 0,19%, fasa S sebesar 0,31%, dan pada fasa T sebesar 0,53%.

### 3.2 Hasil Pengujian Pembacaan Data Sensor Arus SCT-019

Selanjutnya adalah pengujian data sensor arus SCT-019 200A. Sensor arus SCT-019 atau *Split Core Current Transformer* merupakan sensor arus yang menggunakan konsep kinerja dari trafo arus. Trafo arus menghasilkan arus bolak-balik pada belitan sekundernya yang sebanding dengan arus yang diukur pada lilitan primernya. Keluaran dari sensor arus berupa nilai arus 33mA dengan masukan arus yang dibaca maksimum 300A. Untuk menghubungkan sensor arus SCT-019 ke Arduino dibutuhkan suatu rangkaian pengkondisi sinyal yang terdiri dari resistor burden dan kapasitor. Tabel 5 menunjukkan hasil pengukuran sensor arus SCT-019.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Sensor Arus SCT-019

No.	Beban Lampu	SCT-019 (A)			Clamp Meter (A)			Selisih		
		Arus R	Arus S	Arus T	Arus R	Arus S	Arus T	Arus R	Arus S	Arus T
1	Tanpa Beban	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	100 Watt	0,46	0,45	0,46	0,48	0,48	0,48	0,041	0,062	0,041
3	200 Watt	0,94	0,92	0,94	0,88	0,88	0,88	-0,068	-0,045	-0,068
4	300 Watt	1,44	1,41	1,44	1,32	1,32	1,32	-0,09	-0,068	-0,09
5	400 Watt	1,93	1,92	1,91	1,92	1,92	1,92	-0,005	0	0,005
6	500 Watt	2,38	2,36	2,37	2,4	2,4	2,4	0,008	0,016	0,012
7	600 Watt	2,88	2,87	2,87	2,6	2,6	2,6	-0,107	-0,103	-0,103
8	700 Watt	3,35	3,34	3,33	3,39	3,39	3,39	0,011	0,014	0,017
9	800 Watt	3,83	3,81	3,86	3,85	3,85	3,85	0,005	0,01	-0,002
10	900 Watt	4,31	4,27	4,27	3,91	3,91	3,91	-0,102	-0,092	-0,092
11	1000 Watt	4,78	4,64	4,76	4,27	4,27	4,27	-0,119	-0,086	-0,114
12	1100 Watt	5,15	5,09	5,11	4,72	4,72	4,72	-0,091	-0,078	-0,082
13	1200 Watt	5,39	5,31	5,31	5,16	5,16	5,16	-0,044	-0,029	-0,029
14	1300 Watt	5,53	5,57	5,55	5,59	5,59	5,59	0,01	0,003	0,007

Dari perhitungan menggunakan program pada Arduino Mega 2560 seperti rangkaian pada Gambar 3, maka didapatkan nilai selisih pembacaan pada masing-masing sensor terbesar pada arus R sebesar 0,041 A atau 4,1 %, pada arus S sebesar 0,062 A atau 6,2 % dan pada arus T sebesar 0,041 A atau 4,1 %. Dari hasil perhitungan selisih antara sensor arus dengan Clamp



meter, perbandingan pengukuran tersebut dapat dikatakan hampir mendekati dengan pembacaan menggunakan Clamp meter.

### 3.3 Pengujian Penyimpanan File *Data Logger* Alat

Pada pengujian penyimpanan data parameter listrik 3-fasa yang diolah oleh *Arduino Mega 2560 Pro Embed* tampak pada Gambar 5. Data parameter tersebut didapatkan dari hasil penyimpanan pada media *Micro SD Card* dengan format *.txt* dan dibuka menggunakan *Microsoft Excel*.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	10/11/2020	15:37:55	403.11	399.81	398.76	0.37	0.38	0.38	255.72	264.41	260.03	212.25	219.46	215.82	143.2	148.07	145.62	0.69	0.83	0.83
2	10/11/2020	15:38:11	402.69	399.27	398.58	2.43	1.93	0.55	1689.84	1334.23	377.62	1402.57	1107.42	313.43	946.31	747.17	211.47	0.69	0.83	0.83
3	10/11/2020	15:39:13	402.75	400.12	398.69	2.73	2.67	2.4	1898.82	1850.34	1653.86	1576.02	1535.78	1372.7	1063.34	1036.19	926.16	0.69	0.83	0.83
4	10/11/2020	15:40:14	403.45	400.03	397.77	2.05	2.18	1.94	1429.29	1506.08	1332.61	1186.31	1250.05	1106.06	800.4	843.4	746.26	0.69	0.83	0.83
5	10/11/2020	15:41:15	402.68	398.73	396.32	1.99	2.11	1.9	1387.36	1452.4	1303.77	1151.51	1205.49	1082.13	776.92	813.35	730.11	0.69	0.83	0.83
6	10/11/2020	15:42:17	402.66	398.76	396.57	2.01	2.1	1.88	1400.81	1446.3	1286.95	1162.67	1200.43	1068.17	784.45	809.93	720.69	0.69	0.83	0.83
7	10/11/2020	15:43:18	401.64	398.02	396.62	2.01	2.06	1.86	1395.03	1416	1273.62	1157.87	1175.28	1057.1	781.22	792.96	713.23	0.69	0.83	0.83
8	10/11/2020	15:44:19	401.34	397.84	396.5	2.04	2.09	1.89	1413.76	1437.06	1298.05	1173.42	1192.76	1077.38	791.71	804.75	726.91	0.69	0.83	0.83
9	10/11/2020	15:45:21	401.87	399.06	397.61	2.04	2.09	1.93	1416.56	1441.73	1330.02	1175.74	1196.63	1103.91	793.27	807.37	744.81	0.69	0.83	0.83
10	10/11/2020	15:46:22	402.41	399.54	398.42	2.02	2.06	1.94	1404.08	1425.31	1337.54	1165.39	1183.01	1110.16	786.28	798.17	749.02	0.69	0.83	0.83
11	10/11/2020	15:47:24	402.59	399.9	398	1.99	2.08	1.92	1384.87	1438.25	1319.13	1149.45	1193.75	1094.88	775.53	805.42	738.71	0.69	0.83	0.83

Gambar 5. Data dari Tampilan Excel

### 3.4 Hasil Pengujian *Data Logger* Parameter Tegangan RST

Hasil pengujian parameter tegangan listrik 3-fasa yaitu berupa tegangan RS, tegangan ST, dan tegangan TR seperti pada Tabel 6 menunjukkan nilai pembacaan yang sesuai dengan parameter tegangan 3-fasa seperti pada pengujian sebelumnya dimana rentang nilai sesuai standar adalah 230/400 V dengan toleransi naik dan turunnya tegangan adalah sebesar 5%. Penyimpanan data pada media *Micro SD Card* bekerja dengan baik dengan interval waktu 1 menit.

Tabel 6. Hasil Pembacaan Parameter Tegangan RST (Tanggal 10/11/2020)

No.	Waktu	Teg Fasa RS (V)	Teg Fasa ST (V)	Teg Fasa TR (V)
1	15:37:55	403.11	399.81	398.76
2	15:38:11	402.69	399.27	398.58
3	15:39:13	402.75	400.12	398.69
4	15:40:14	403.45	400.03	397.77
5	15:41:15	402.68	398.73	396.32
6	15:42:17	402.66	398.76	396.57
7	15:43:18	401.64	398.02	396.62
8	15:44:19	401.34	397.84	396.5
9	15:45:21	401.87	399.06	397.61
10	15:46:22	402.41	399.54	398.42
11	15:47:24	402.59	399.9	398

### 3.5 Hasil Pengujian *Data Logger* Parameter Arus RST

Hasil pengujian parameter arus pada jaringan listrik 3-fasa yaitu pada fasa R, fasa S, dan fasa T seperti pada Tabel 7. Pengujian dilakukan pada tanggal 10/11/2020 dan data disimpan pada media *MicroSD Card* dengan interval waktu 1 menit. Seperti tampak pada Tabel 7 pembacaan arus oleh sensor arus SCT-019 bekerja dengan baik seperti pada pengujian sebelumnya dan dapat membaca setiap perubahan nilai arus yang terjadi pada saat memantau

kinerja motor induksi 3-fasa di Gedung Cobri Jogonalan.

Tabel 7. Hasil Pengujian Parameter Arus (Tanggal 10/11/2020)

No.	Waktu	Arus Fasa R (A)	Arus Fasa S (A)	Arus Fasa T (A)
1	15:37:55	0.37	0.38	0.38
2	15:38:11	2.43	1.93	0.55
3	15:39:13	2.73	2.67	2.4
4	15:40:14	2.05	2.18	1.94
5	15:41:15	1.99	2.11	1.9
6	15:42:17	2.01	2.1	1.88
7	15:43:18	2.01	2.06	1.86
8	15:44:19	2.04	2.09	1.89
9	15:45:21	2.04	2.09	1.93
10	15:46:22	2.02	2.06	1.94
11	15:47:24	1.99	2.08	1.92

### 3.6 Hasil Pengujian *Data Logger* Daya Semu Jaringan 3-fasa

Hasil pengujian pada parameter Daya Semu yaitu berupa Daya Semu fasa R, fasa S, dan fasa T seperti pada Tabel 8. Hasil berikut adalah hasil perhitungan yang diproses dengan menggunakan program pada Arduino dari nilai dasar berupa tegangan dan arus 3 fasa dikalikan dengan akar 3 dan dinyatakan dalam satuan VA. Interval waktu penyimpanan data adalah 1 menit. Daya Semu tertinggi yang dibaca dalam rentang waktu penyimpanan seperti tampak pada Tabel 8 adalah sebesar 1898.82 VA untuk fasa R, 1850.34 VA untuk fasa S, dan 1653.86 VA untuk fasa T pada jam 15:39 WIB sesuai catatan waktu tersimpan dalam media *MicroSD Card*. Hasil perhitungan Daya Semu menunjukkan nilai yang sesuai dengan keadaan beban yang sedang dioperasikan.

Tabel 8. Hasil Pengujian Parameter Daya Semu (Tanggal 10/11/2020)

No.	Waktu	Daya R (VA)	Daya S (VA)	Daya T (VA)
1	15:37:55	255.72	264.41	260.03
2	15:38:11	1689.84	1334.23	377.62
3	15:39:13	1898.82	1850.34	1653.86
4	15:40:14	1429.29	1506.08	1332.61
5	15:41:15	1387.36	1452.4	1303.77
6	15:42:17	1400.81	1446.3	1286.95
7	15:43:18	1395.03	1416	1273.62
8	15:44:19	1413.76	1437.06	1298.05
9	15:45:21	1416.56	1441.73	1330.02
10	15:46:22	1404.08	1425.31	1337.54
11	15:47:24	1384.87	1438.25	1319.13

### 3.7 Hasil Pengujian *Data Logger* Daya Nyata Jaringan 3-fasa

Hasil pengujian parameter Daya Nyata yaitu berupa Daya Nyata pada fasa R, S, dan T seperti tampak pada Tabel 9. Hasil berikut adalah hasil perhitungan yang diproses dengan menggunakan program pada Arduino dari nilai dasar berupa tegangan dan arus 3 fasa dengan perhitungan perkalian terhadap faktor daya ( $\cos \varphi$ ) dan dinyatakan dalam satuan Watt. Hasil pembacaan menunjukkan setiap perubahan yang terjadi untuk memantau energi listrik yang terpakai saat motor induksi 3-fasa sedang dinyalakan. Interval waktu penyimpanan data adalah 1 menit. Daya Nyata tertinggi yang dibaca dalam rentang waktu penyimpanan seperti tampak pada Tabel 9 adalah sebesar 1576.02 Watt untuk fasa R, 1535.78 Watt untuk fasa S, dan 1372.7 Watt untuk fasa T pada jam 15:39 WIB sesuai catatan waktu tersimpan dalam media *MicroSD*

*Card*. Hasil perhitungan daya nyata menunjukkan nilai yang sesuai dengan keadaan beban yang sedang dioperasikan.

Tabel 9. Hasil Pengujian Parameter Daya Nyata (Tanggal 10/11/2020)

No.	Waktu	Daya Nyata R (Watt)	Daya Nyata S (Watt)	Daya Nyata T (Watt)
1	15:37:55	212.25	219.46	215.82
2	15:38:11	1402.57	1107.42	313.43
3	15:39:13	1576.02	1535.78	1372.7
4	15:40:14	1186.31	1250.05	1106.06
5	15:41:15	1151.51	1205.49	1082.13
6	15:42:17	1162.67	1200.43	1068.17
7	15:43:18	1157.87	1175.28	1057.1
8	15:44:19	1173.42	1192.76	1077.38
9	15:45:21	1175.74	1196.63	1103.91
10	15:46:22	1165.39	1183.01	1110.16
11	15:47:24	1149.45	1193.75	1094.88

### 3.8 Hasil Pengujian *Data Logger* Parameter Daya Reaktif Jaringan 3-fasa

Hasil pengujian pada parameter Daya Reaktif yaitu berupa Daya Reaktif fasa R, fasa S, dan fasa T seperti pada Tabel 10. Hasil berikut adalah hasil perhitungan yang diproses dengan menggunakan program pada Arduino dari nilai dasar berupa tegangan dan arus 3 fasa dengan perhitungan perkalian dengan  $\sin \phi$  dan dinyatakan dalam satuan VAR. Hasil pembacaan menunjukkan setiap perubahan yang terjadi untuk memantau energi listrik yang terpakai saat motor induksi 3-fasa sedang dinyalakan. Interval waktu penyimpanan data adalah 1 menit. Daya reaktif tertinggi yang dibaca dalam rentang waktu penyimpanan seperti tampak pada Tabel 10 adalah sebesar 1063.34 VAR untuk fasa R, 1036.19 VAR untuk fasa S, dan 926.16 VAR untuk fasa T pada jam 15:39 WIB sesuai catatan waktu tersimpan dalam media *MicroSD Card*. Hasil perhitungan daya nyata menunjukkan nilai yang sesuai dengan keadaan beban yang sedang dioperasikan.

Tabel 10. Hasil Pengujian Parameter Daya Reaktif (Tanggal 10/11/2020)

No.	Waktu	Daya Reaktif R (VAR)	Daya Reaktif S (VAR)	Daya Reaktif T (VAR)
1	15:37:55	143.2	148.07	145.62
2	15:38:11	946.31	747.17	211.47
3	15:39:13	1063.34	1036.19	926.16
4	15:40:14	800.4	843.4	746.26
5	15:41:15	776.92	813.35	730.11
6	15:42:17	784.45	809.93	720.69
7	15:43:18	781.22	792.96	713.23
8	15:44:19	791.71	804.75	726.91
9	15:45:21	793.27	807.37	744.81
10	15:46:22	786.28	798.17	749.02
11	15:47:24	775.53	805.42	738.71

### 3.9 Hasil Pengujian *Data Logger* Parameter *Power Factor* Jaringan 3-fasa

Hasil pengujian pada parameter *Power factor* yaitu berupa Pf fasa R, fasa S, dan fasa T seperti pada Tabel 11. Hasil berikut adalah hasil perhitungan yang diproses dengan menggunakan program pada Arduino dari perbandingan antara Daya Aktif dan Daya Semu yang didapatkan pada pengukuran nilai sebelumnya dalam program yang dilakukan perulangan terus menerus. Hasil pembacaan menunjukkan setiap perubahan yang terjadi untuk memantau energi listrik yang terpakai saat motor induksi 3-fasa sedang dinyalakan. Interval waktu

penyimpanan data adalah 1 menit. Nilai pembacaan faktor daya pada fasa R sebesar 0,69 dan untuk fasa S sebesar 0,83 serta untuk fasa T sebesar 0,83 sehingga dalam pengukuran dan pemantauan nilai faktor daya ini diketahui untuk nilai faktor daya pada fasa R lebih kecil dari fasa S dan fasa T dan secara keseluruhan nilai faktor daya pada jaringan listrik 3-fasa Gedung Cobri Jogonalan masih kurang baik sebagaimana sesuai dengan standar nilai minimum untuk faktor daya yang ditetapkan oleh PLN berdasarkan peraturan SPLN 70-1 adalah  $>0,85$ .

Tabel 11. Hasil Pengujian Parameter *Power Factor* (Tanggal 10/11/2020)

No.	Waktu	Pf fasa R ( $\cos \varphi$ )	Pf fasa S ( $\cos \varphi$ )	Pf fasa T ( $\cos \varphi$ )
1	15:37:55	0.69	0.83	0.83
2	15:38:11	0.69	0.83	0.83
3	15:39:13	0.69	0.83	0.83
4	15:40:14	0.69	0.83	0.83
5	15:41:15	0.69	0.83	0.83
6	15:42:17	0.69	0.83	0.83
7	15:43:18	0.69	0.83	0.83
8	15:44:19	0.69	0.83	0.83
9	15:45:21	0.69	0.83	0.83
10	15:46:22	0.69	0.83	0.83
11	15:47:24	0.69	0.83	0.83

#### 4. Kesimpulan

Implementasi sistem *data logger* berhasil dilakukan dengan mengambil parameter listrik pada motor induksi 3-fasa menggunakan sensor tegangan CYVS1334U0 0-400 VAC dan arus SCT-019 0-200 Amp telah bekerja dengan baik dengan tingkat *error* sebesar 0,1946, 0,3138 dan 0,5334 pada masing – masing pengujian fasa R, S dan T untuk sensor tegangan CYVS1334U0 0-400 VAC. Sedangkan untuk sensor arus SCT-019 0-200 Amp, nilai *error* sebesar 4,1%, 6,2% dan 4,1% pada masing – masing fasa R, S, dan T. Data pembacaan sensor diolah oleh *Arduino Mega 2560 Pro Embed* dan data tersebut disimpan pada media SD Card. Pengaturan interval waktu penyimpanan data parameter listrik pada SD Card adalah 1 menit. Format file pada pembacaan parameter berupa format *.txt* dan dapat dibuka dengan menggunakan aplikasi MS. Excel dengan cara menggunakan *delimited comma* pada pilihan menu tipe data. Grafik dapat ditampilkan dengan memilih menu *insert* dan memilih *chart* grafik pada MS. Excel. Grafik yang berhasil ditampilkan merupakan data dari nilai parameter yang ada agar dapat dianalisa gangguannya oleh teknisi.

#### Daftar Pustaka

- [1] Harahap, P. (2016). Pengaruh Jatuh Tegangan Terhadap Kerja Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Simulink Matlab. *Media Elektrika*, 9(2).
- [2] Sadikin, M., Maulana, A., & Baihaqi, M. M. (2018). Pemeliharaan Dan Pengujian Motor Induksi 3 Phasa Menggunakan Motor Circuit Analysis (MCA) Di PT. DIAN SWASTIKA SENTOSA. *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, 14(1), 47-52.
- [3] Khosyi'in, M., Nugroho, A. A., & Yulistiyanto, A. (2019, December). Three-Phase Power Data Logger Using IEM 3255 Schneider Module Based On Internet Of Things (IOT). In Conference SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta (Vol. 5, pp. 263-274).
- [4] Fartino, N., Tarmizi, T., & Syukri, M. (2020). Kajian Perancangan Alat Perbaikan Faktor Daya Otomatis. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, 5(1).
- [5] Iskandar, H. R., Juniarto, E., & Heryana, N. (2018). Sistem Monitoring dan Data Logging Motor Induksi 3 Fasa Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel Menggunakan Blynk Cloud Server. *Jurnal Teknik*, 17(2), 94-101.

- [6] Badruzzaman, Y. (2012). Real Time Monitoring Data Besaran Listrik Gedung Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang. *JTET (Jurnal Teknik Elektro Terapan)*, 1(2).
- [7] Mnati, M. J., Van den Bossche, A., & Chisab, R. F. (2017). A smart voltage and current monitoring system for three phase inverters using an android smartphone application. *Sensors*, 17(4), 872.
- [8] Adam, A., & Amri, H. (2019). Prototype Monitoring Arus Dan Tegangan Menggunakan Sms Gateway. *Multitek Indonesia*, 13(1), 16-23.
- [9] Nanda, F. W., Kurniawan, F., & Setiawan, P. (2020). Analisis Ketepatan Pengukur Tegangan True RMS Jala-Jala Listrik Berbasis Mikrokontroler ATmega 328P. *AVITEC*, 2(2), 111-128.
- [10] Winata, P. P. T., Wijaya, I. W. A., & Suartika, I. M. (2016). Rancang bangun sistem monitoring output dan pencatatan data pada panel surya berbasis mikrokontroler arduino. *E-Journal Spektrum*, 3(1).
- [11] Badan Standarisasi Nasional. (2003). Tegangan Standar. *Standar Perusahaan Listrik Negara*, 391, 5.

