

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAYA PADA GENERATOR SINKRON MENGUNAKAN *DATA LOGGER* BERBASIS ARDUINO

Asriadi¹⁾ dan Tan Suryani Sollar²⁾

¹⁾Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Tadulako

²⁾Dosen Teknik Elektro Universitas Tadulako

Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako

E-mail: asriadiarifin020296@gmail.com

tansuryani@yahoo.com

Abstract

Utilization of synchronous generators on micro-hydro Power plant (PLTMH) need direct monitoring with some parameters such as voltage and current. From the results of the monitoring, the information can be obtained whether the synchronous generator installation is appropriate and produce the expected output power.

In some studies, the results of current and voltage measurements are still done by manual use of multimeter, so that the data obtained can not be recorded continuously. The purpose of this research is to create a monitoring system on synchronous generators using arduino-based data logger. Monitoring system using data logger is equipped with timing system.

Based on the research that has been done can be concluded that the monitoring system on synchronous generators using arduino-based data logger can record current, voltage, and power in real time resulting from generator performance and then record or save the data into the form of CSV file (comma separated values) every 2 seconds into the micro SD and the data can be displayed through Microsoft Office software namely Microsoft Excel.

Keywords: synchronous generator, monitoring, timing, micro SD, data logger

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan di zaman modern ini, memicu para pengembang dan peneliti pembangkit listrik energi baru terbarukan (EBT) membuat sebuah alat pengontrol keseimbangan beban yang dapat mengatasi perubahan daya utama pada generator, misalnya, penggunaan generator sinkron pada Pembangkit Listrik Tenaga Micro-Hidro (PLTMH) yang dilengkapi

alat pengontrol beban. [1] Namun demikian, pengembangan alat tersebut belum maksimal dalam menganalisis proses kinerja generator sinkron jika terjadi pengurangan atau penambahan beban peralatan elektronik. Alat pengontrol keseimbangan beban pada generator sinkron perlu dilengkapi sistem monitoring menggunakan data logger.

Permasalahan utama alat pengontrol keseimbangan beban pada generator sinkron adalah kurangnya pemantauan atau sistem monitoring. [4] Jika, terjadi gangguan atau ketidakstabilan arus dan tegangan pada generator akibat perubahan daya beban utama. Salah satu solusi untuk mengatasi hal tersebut adalah menambahkan sistem monitoring menggunakan data logger yang bisa memudahkan peneliti atau pengembang untuk mengambil data dan menganalisis jika terjadi gangguan. [3]

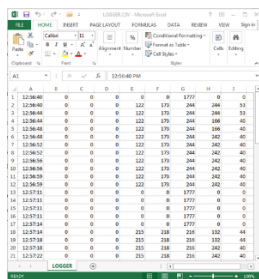
Manfaat utama penggunaan data logger adalah kemampuan dalam mengumpulkan data secara otomatis selama 24 jam. Pada saat aktivitas, pencatat data dibiarkan tanpa pengawasan untuk mengukur dan mencatat informasi selama periode pemantauan. Ini memungkinkan untuk mendapatkan gambaran yang *real time* dan akurat tentang kondisi objek yang dipantau. [2]

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis merancang suatu alat dan mengangkat judul tugas akhir “RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAYA PADA GENERATOR SINKRON MENGGUNAKAN *DATA LOGGER* BERBASIS ARDUINO”.

Gambar 3. Kartu memori

1.1. Data Logger

Data logger (perekaman data) merupakan perangkat elektronik yang dapat merekam data dari waktu ke waktu dengan instrument atau sensor yang dilengkapi dengan mikroprosessor dan memori internal untuk penyimpanan data.[1]



Gambar 1. Tampilan data logger

1.2. Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah papan mikrokontroler yang menggunakan chip ATmega328P. Di dalamnya memiliki 14 pin input/output digital (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, kristal 16 MHz, koneksi USB, socket listrik, header ICSP, dan tombol reset [2]



Gambar 2. Arduino Uno

1.3. Memori

Memori merupakan media penyimpanan data yang digunakan untuk menyimpan Aplikasi atau data yang terekam pada data logger. Memori yang digunakan memiliki kapasitas penyimpanan berukuran 2 GB (Giga Byte).



1.4. Generator sinkron

Generator sinkron menghasilkan keluaran listrik AC (bolak balik) berupa tegangan dan arus, sehingga digunakan sebagai pembangkit tenaga listrik.

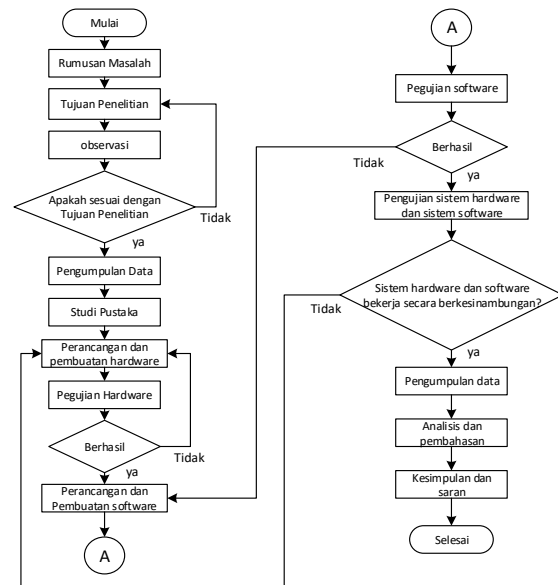


Gambar 4. Tampilan generator sinkron

II. METODE PENELITIAN

2.1 Cara Penelitian

Peneliti membuat rancangan tahapan penelitian yang akan dilakukan agar terstruktur sesuai rencana. Adapun bentuk rancangan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 5. Flowchart proses penelitian

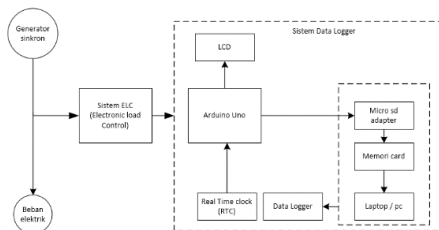
Pada gambar 5 menunjukkan flow chart yang merupakan langkah perancangan dan implementasi penelitian data logger.

Untuk langkah Selanjutnya setelah merancang dan mendesain sistem data logger adalah mempersiapkan dan menentukan komponen yang digunakan. [7] Kemudian dilakukan pengujian dari setiap komponen untuk mengetahui kondisi komponen tersebut. Setelah dilakukan pengujian dilanjutkan ke

pembuatan perangkat keras sistem *data logger*, setelah berhasil dilanjutkan kepembuatan program di software arduino IDE. Setelah selesai pembuatan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) kemudian dilakukan penggabungan antara perangkat keras dan perangkat lunak secara keseluruhan dalam sistem *data logger*.

Setelah pembuatan sistem *data logger* selesai, kemudian dilakukan pengujian sistem *data logger* secara keseluruhan untuk mengetahui apakah *data logger* berfungsi sesuai dengan perencanaan yang dilakukan, jika sesuai dan pengujian berhasil maka penelitian dilanjutkan ke analisis dan pembahasan serta kesimpulan dan saran untuk kelengkapan penelitian tersebut.

2.2 Diagram Blok



Gambar 6. Diagram blok sistem

2.3 Bahan dan Alat

Dalam pembuatan tugas akhir “Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Pada Generator Sinkron Menggunakan Data Logger Berbasis Arduino” menggunakan alat dan bahan sebagai berikut:

2.3.1 Alat Penelitian

Alat penelitian terdiri dari dua jenis, yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

A. Perangkat Keras (Hardware)

1. Arduino Uno
2. Sensor tegangan
3. Sensor arus
4. Kartu memori
5. Sd card adapter
6. RTC (Real Time Clock)
7. LCD (Liquid Crystal Display)
8. Generator
9. Laptop

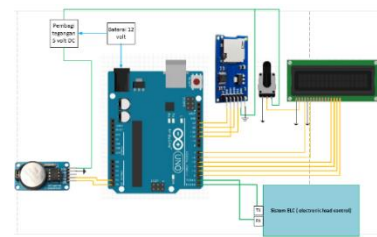
B. Perangkat Lunak (Software)

1. Arduino IDE
2. Microsoft Exel
3. Proteus

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Dari hasil perancangan dan penelitian yang berjudul Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Pada Generator Sinkron Menggunakan Data Logger Berbasis Arduino, maka dapat diperoleh hasil dalam bentuk fisik berupa alat, data tabel, data grafik maupun hasil analisa data. Adapun hasil perancangan dan penelitian secara keseluruhan dapat ditunjukkan pada gambar 7 dan gambar 8.



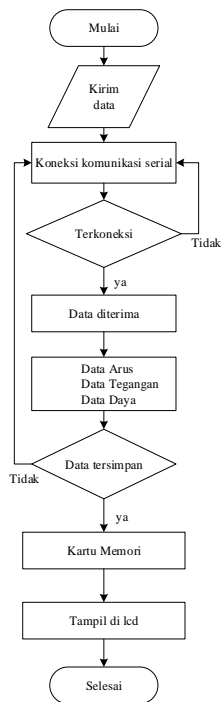
Gambar 7. Skema rangkaian *data logger*



Gambar 8. Bentuk fisik *data logger*

3.2 Diagram alir sistem *data logger*

Data logger bekerja berdasarkan diagram alir perintah program berikut ini :



Gambar 9. Diagram alir sistem data logger

3.3 Pembahasan

Pada penelitian ini, dilakukan percobaan untuk menyimpan data pada data logger. Dalam hal ini, dilakukan 2 kali pengambilan data, yaitu pengambilan data dengan sistem monitoring terkontrol dan tak terkontrol. Kemudian, ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

3.3.1 Tabel hasil pengukuran data logger Terkontrol dan Tak Terkontrol

Tabel hasil pengukuran data logger terkontrol dan tak terkontrol ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Hasil pengukuran data logger Terkontrol

TANGGAL	WAKTU	V1 (Volt)	V2 (Volt)	V3 (Volt)	I1 (mA)	I2 (mA)	I3 (mA)	P1 (VA)	P2 (VA)	P3 (VA)
3/12/2019	16:21:07	216	221	213	17	26	29	59	58	61
3/12/2019	16:21:07	216	221	213	17	26	27	59	57	60
3/12/2019	16:21:08	216	221	213	17	26	27	59	57	60
3/12/2019	16:21:09	216	221	213	17	26	29	59	57	63
3/12/2019	16:21:11	216	221	213	17	21	39	59	57	63
3/12/2019	16:21:11	216	221	213	17	21	28	59	57	61
3/12/2019	16:21:12	216	221	213	17	34	39	59	57	61
3/12/2019	16:21:12	216	221	213	17	34	34	61	57	61
3/12/2019	16:21:14	216	221	213	17	33	41	61	57	61
3/12/2019	16:21:14	216	221	213	17	33	41	62	60	64
3/12/2019	16:21:15	216	221	213	17	33	41	61	62	64
3/12/2019	16:21:15	216	221	213	17	33	41	61	57	64
3/12/2019	16:21:17	216	221	213	17	21	41	61	61	64
3/12/2019	16:21:17	216	221	213	32	21	34	61	58	61
3/12/2019	16:21:19	216	221	213	34	21	35	61	58	63
3/12/2019	16:21:20	216	221	213	34	21	35	61	58	61
3/12/2019	16:21:20	216	221	213	39	21	41	60	60	66
3/12/2019	16:21:22	216	221	213	26	21	41	60	60	66
3/12/2019	16:21:22	216	221	213	19	17	48	59	60	69
3/12/2019	16:21:24	216	221	213	19	17	48	59	60	69
3/12/2019	16:21:24	216	221	213	19	17	47	59	62	68
3/12/2019	16:21:25	216	221	213	19	17	47	59	61	68
3/12/2019	16:21:25	216	221	213	24	14	38	60	59	67
3/12/2019	16:21:27	216	219	217	24	14	38	60	59	67
3/12/2019	16:21:27	216	219	217	34	16	48	62	60	69
3/12/2019	16:21:28	216	219	217	34	16	48	62	60	69
3/12/2019	16:21:29	215	220	217	29	9	51	61	58	70
3/12/2019	16:21:30	215	220	217	29	9	52	61	58	70
3/12/2019	16:21:30	215	219	217	17	10	35	58	58	66
3/12/2019	16:21:31	215	219	217	17	10	35	58	58	66
3/12/2019	16:21:32	215	219	216	16	14	35	58	59	66
3/12/2019	16:21:33	215	219	216	18	16	35	58	59	66
3/12/2019	16:21:34	215	219	216	18	16	45	60	58	68
3/12/2019	16:21:35	215	219	216	18	16	45	60	58	68
3/12/2019	16:21:35	215	219	216	19	9	39	59	58	67

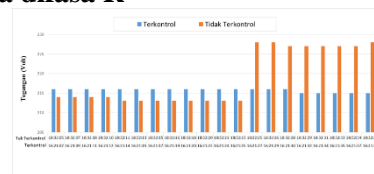
Tabel 2. Hasil pengukuran data logger Tak Terkontrol

TANGGAL	WAKTU	V1 (Volt)	V2 (Volt)	V3 (Volt)	I1 (mA)	I2 (mA)	I3 (mA)	P1 (VA)	P2 (VA)	P3 (VA)
4/12/2019	18:32:05	214	219	216	20	1	65	60	56	70
4/12/2019	18:32:05	214	219	216	20	13	72	62	56	71
4/12/2019	18:32:06	214	219	216	20	13	72	62	56	71
4/12/2019	18:32:07	214	219	216	42	13	81	64	59	73
4/12/2019	18:32:08	214	219	216	42	14	81	64	59	73
4/12/2019	18:32:08	214	219	217	35	14	80	62	56	72
4/12/2019	18:32:10	214	219	217	35	14	80	62	56	72
4/12/2019	18:32:10	213	218	215	21	14	89	59	59	74
4/12/2019	18:32:11	213	218	215	21	14	89	59	59	74
4/12/2019	18:32:11	213	219	216	37	250	58	63	57	68
4/12/2019	18:32:13	213	219	216	37	250	58	63	57	68
4/12/2019	18:32:13	213	219	216	38	250	58	63	56	72
4/12/2019	18:32:15	213	219	216	38	250	58	63	55	72
4/12/2019	18:32:15	213	219	216	29	14	88	61	59	74
4/12/2019	18:32:16	213	219	216	29	14	88	61	59	74
4/12/2019	18:32:16	213	219	216	38	252	60	63	55	73
4/12/2019	18:32:21	213	219	216	38	252	60	63	55	73
4/12/2019	18:32:21	213	219	216	61	212	99	71	49	76
4/12/2019	18:32:23	213	219	216	61	212	99	71	49	76
4/12/2019	18:32:23	213	219	216	66	209	80	73	46	74
4/12/2019	18:32:24	213	219	216	66	209	80	73	46	74
4/12/2019	18:32:25	213	219	216	66	208	80	73	47	74
4/12/2019	18:32:26	213	219	216	66	208	80	73	47	74
4/12/2019	18:32:26	227	231	229	62	197	66	72	45	74
4/12/2019	18:32:28	227	231	229	62	197	66	72	45	74
4/12/2019	18:32:28	227	231	229	62	197	66	72	45	74
4/12/2019	18:32:28	227	231	229	62	197	66	72	45	74
4/12/2019	18:32:28	227	231	229	62	197	66	72	45	74
4/12/2019	18:32:29	227	231	229	62	197	66	72	45	74
4/12/2019	18:32:31	227	231	229	62	197	66	72	45	74
4/12/2019	18:32:31	227	230	229	59	201	71	71	46	71
4/12/2019	18:32:33	227	230	229	59	201	71	71	46	71
4/12/2019	18:32:33	227	230	229	53	209	54	70	48	67
4/12/2019	18:32:33	227	230	229	53	209	54	70	48	67
4/12/2019	18:32:34	228	232	228	54	208	59	70	47	68
4/12/2019	18:32:34	228	232	228	54	208	59	70	47	68
4/12/2019	18:32:36	228	232	228	54	208	59	70	47	68
4/12/2019	18:32:38	228	232	228	54	209	79	68	48	72
4/12/2019	18:32:38	228	232	228	54	209	79	68	48	72

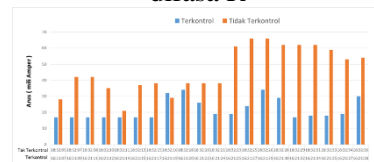
3.3.2 Grafik hasil pengukuran data logger terkontrol

Pengukuran hasil data dilakukan pada kondisi terkontrol (menggunakan sistem penyeimbang beban). Pada kondisi tersebut dilakukan beberapa perubahan beban konsumen (resistansi) pada selector dengan range selector yang digunakan yaitu posisi 4 sampai 1. Hasil pengukuran tersebut ditunjukkan dalam bentuk grafik. [5]

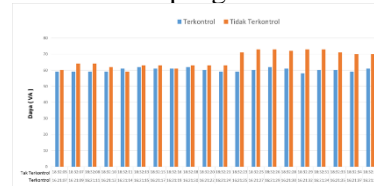
1. Grafik pengukuran tegangan, arus dan daya difasa R



Gambar 10. Grafik pengukuran tegangan difasa R



Gambar 11. Grafik pengukuran arus difasa R

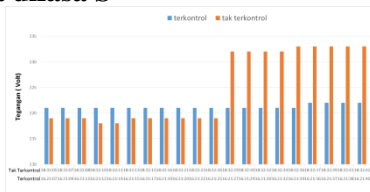


Gambar 12. Grafik pengukuran daya difasa R

Dari gambar 10, 11, dan 12, menunjukkan grafik hasil pengukuran tegangan, arus dan daya pada fasa R dapat dinyatakan

dengan jelas, dalam bentuk grafik tegangan, arus dan daya terhadap waktu dengan kondisi tak terkontrol (tidak menggunakan beban penyeimbang) dan kondisi terkontrol (menggunakan beban penyeimbang), dalam grafik tersebut tegangan, arus dan daya tidak terkontrol mengalami kenaikan tegangan, arus, dan daya saat terjadi perubahan beban pada selektor (resistansi). Pada saat beban penyeimbang dipasang (menggunakan beban penyeimbang), nilai tegangan sebesar 213 volt dapat dipertahankan sampai 216 volt, nilai arus sebesar 17 mA dapat dipertahankan sampai 34 mA, dan nilai daya sebesar 58 VA dapat dipertahankan sampai 63 VA.

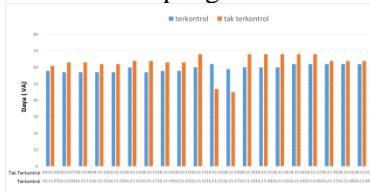
2. Grafik pengukuran tegangan, arus dan daya difasa S



Gambar 13. Grafik pengukuran tegangan difasa S



Gambar 14. Grafik pengukuran arus difasa S

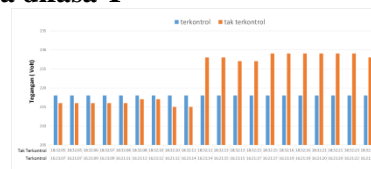


Gambar 15. Grafik pengukuran daya difasa S

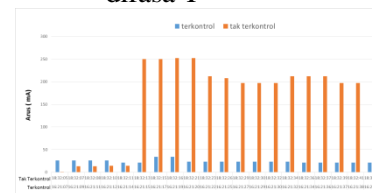
Pada gambar 13, 14, dan 15, menunjukkan grafik hasil pengukuran tegangan, arus dan daya pada fasa S dapat dinyatakan dengan jelas, dalam bentuk grafik tegangan, arus dan daya terhadap waktu dengan kondisi tak terkontrol (tidak menggunakan beban penyeimbang) dan kondisi terkontrol (menggunakan beban penyeimbang), dalam grafik tersebut tegangan, arus dan daya tidak terkontrol mengalami kenaikan tegangan, arus, dan daya saat terjadi perubahan beban pada selektor (resistansi). Pada saat beban penyeimbang dipasang (menggunakan beban

penyeimbang), nilai tegangan sebesar 220 volt dapat dipertahankan sampai 222 volt, nilai arus sebesar 21 mA dapat dipertahankan sampai 34 mA, dan nilai daya sebesar 57 VA dapat dipertahankan sampai 62 VA.

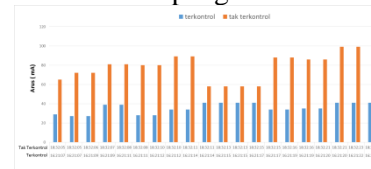
3. Grafik pengukuran tegangan, arus dan daya difasa T



Gambar 16. Grafik pengukuran tegangan difasa T



Gambar 17. Grafik pengukuran arus difasa T



Gambar 18. Grafik pengukuran daya difasa T

Pada gambar 16, 17, dan 18, menunjukkan grafik hasil pengukuran tegangan, arus dan daya pada fasa T dapat dinyatakan dengan jelas, dalam bentuk grafik tegangan, arus dan daya terhadap waktu dengan kondisi tak terkontrol (tidak menggunakan beban penyeimbang) dan kondisi terkontrol (menggunakan beban penyeimbang), dalam grafik tersebut tegangan, arus dan daya tidak terkontrol mengalami kenaikan tegangan, arus, dan daya saat terjadi perubahan beban pada selektor (resistansi). Pada saat beban penyeimbang dipasang (menggunakan beban penyeimbang), nilai tegangan sebesar 218 volt dapat dipertahankan sampai 220 volt, nilai arus sebesar 21 mA dapat dipertahankan sampai 41 mA, dan nilai daya sebesar 60 VA dapat dipertahankan sampai 68 VA.

3.3.4 Hasil pengukuran alat ukur terhadap pembacaan sensor

1. Kondisi Terkontrol

Tabel 3. Hasil pengukuran kondisi terkontrol

Nomor posisi selektor	Kondisi Terkontrol												Selisih					
	Hasil pengukuran alat ukur						Hasil pengukuran sensor tampil diled											
	V1 (V)	V2 (V)	V3 (V)	I1 (A)	I2 (A)	I3 (A)	V1 (V)	V2 (V)	V3 (V)	I1 (A)	I2 (A)	I3 (A)	V1 (V)	V2 (V)	V3 (V)	I1 (A)	I2 (A)	I3 (A)
1	224	208	224	0.23	0.26	0.25	217	217	223	0.27	0.36	0.36	7	9	1	0.04	0.10	0.11
2	221	224	218	0.26	0.26	0.29	218	220	220	0.34	0.27	0.40	3	4	2	0.08	0.01	0.11
3	223	213	222	0.25	0.30	0.27	222	218	224	0.27	0.33	0.34	1	5	2	0.02	0.03	0.07
4	221	220	219	0.26	0.25	0.26	220	222	222	0.27	0.26	0.25	1	2	3	0.01	0.01	0.01

2. Kondisi Tak Terkontrol

Tabel 4. Hasil pengukuran kondisi tak terkontrol

Nomor posisi selektor	Kondisi Tak Terkontrol												Selisih					
	Hasil pengukuran alat ukur						Hasil pengukuran sensor tampil diled											
	V1 (V)	V2 (V)	V3 (V)	I1 (A)	I2 (A)	I3 (A)	V1 (V)	V2 (V)	V3 (V)	I1 (A)	I2 (A)	I3 (A)	V1 (V)	V2 (V)	V3 (V)	I1 (A)	I2 (A)	I3 (A)
1	245	244	245	0.06	0.08	0.08	244	244	224	0.11	0.10	0.12	1	0	1	0.05	0.04	0.04
2	239	236	235	0.13	0.13	0.15	237	237	238	0.21	0.23	0.25	2	1	3	0.08	0.1	0.1
3	231	232	221	0.20	0.20	0.21	226	228	229	0.21	0.29	0.39	5	4	8	0.01	0.09	0.18
4	219	219	221	0.26	0.25	0.26	217	220	220	0.26	0.31	0.39	2	1	1	0	0.06	0.13

IV. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian hardware dan software serta pengambilan data yang telah dilakukan pada penelitian dengan judul rancang bangun sistem monitoring daya pada generator Sinkron menggunakan *data logger* berbasis arduino, maka diperoleh beberapa kesimpulan diantaranya yaitu :

1. Telah dibuat sistem monitoring menggunakan data logger berbasis arduino yang terdiri dari kartu memori sebagai media output untuk pengumpulan data atau perekaman data yang dimonitoring pada generator Sinkron berdasarkan pembacaan sensor arus dan sensor tegangan, sedangkan LCD sebagai penampil informasi secara langsung serta RTC digunakan untuk memberikan waktu secara real time.
2. Pada pengondisian sinyal dalam hal ini sudah terintegrasi didalam modul sensor arus ACS712 dan sensor tegangan ZMPT101B. Sehingga, output sensor tersebut berupa data analog yang kemudian bisa diolah oleh mikrokontroler arduino uno dengan menggunakan fungsi ADC (analog to digital converter).
3. Sistem penyimpanan data logger pada penelitian tersebut menggunakan media penyimpanan yaitu kartu memori berukuran 2 Giga byte. Data yang tersimpan berupa hasil data pembacaan sensor arus, pembacaan sensor tegangan dan daya dari generator Sinkron dan tersimpan dalam format file CSV (comma separated values).
4. Sistem pewaktuan pada data logger tersebut menggunakan RTC untuk memberikan waktu secara real time. Dalam hal ini, setiap

perekaman data atau penyimpanan data terjadi dalam waktu 2 detik.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari penelitian tersebut dapat diberikan beberapa saran untuk meningkatkan keberhasilan penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan penelitian sekarang :

1. Pada penelitian Selanjutnya tentang alat monitoring pada generator bias dikembangkan dengan menambahkan sensor *temperature* seperti sensor LM35 untuk mengukur suhu generator pada saat beroperasi, agar data penelitian yang ditampilkan lebih beragam.
2. Perlu diadakan penelitian Selanjutnya tentang pengumpulan data atau perekaman data (data logger) seperti pada energi baru terbarukan (EBT), monitoring cuaca, monitoring kadar oksigen dalam suatu ruangan terbuka atau tertutup, dan monitoring aktifitas pada kendaraan roda dua atau roda empat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Anton, dkk. 2016 . “Pengendalian beban generator PLTMH berbasis mikrokontroler”. Padang : Politeknik Negeri Padang.
- [2]. Hermawan, D. 2015 . “Rancang bangun sistem pemesanan makanan menggunakan media komunikasi nirkabel”. Palu : Universitas Tadulako.
- [3]. Idris, M dan Indra Jaya. 2014 . “Pengembangan data logger suhu air berbiaya rendah”. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- [4]. Isnianto, H.N dan Esti Puspitaningrum. 2018 . “Monitoring tegangan, arus, dan daya secara real time untuk perbaikan factor daya secara otomatis pada jaringan listrik satu fase berbasis arduino”. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- [5]. Rusman. 2015 . “Pengaruh variasi beban terhadap efisisensi solar cell dengan kapasitas 50WP”. Lampung : Universitas Muhammadiyah Metro.

- [6]. Sanjaya I.P.G.M, dkk. 2017 . “Rancang bangun sistem data logger berbasis visual pada solar cell”. Denpasar : Universitas Udayana.
- [7]. Setyo W.E, dkk. 2014 . “Perancangan electronic load controller (ELC) sebagai penstabil frekuensi pada pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH)”. Malang : Universitas Brawijaya.
- [8]. Somari, F.H. 2017 . “Sistem data logger peralatan elektronik berbasis android”. Yogyakarta : Universitas Sanata Dharma.
- [9]. Suryawinata, H. dkk. 2017 . “Sistem monitoring pada panel surya menggunakan data logger berbasis ATmega 328 dan real time clock DS1307”. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- [10]. Wardana, I.N.K. 2016 . “Teknik antar muka secara serial peripheral interface (SPI) menggunakan plat form arduino dan matlab”. Bali : Politeknik Negeri Bali.