

**“RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* NIRKABEL PANEL
SURYA”**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang Program Studi
Teknik Elektro Industri (DIV) Sebagai Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Terapan*



oleh :

FAUZAN GUNAWAN

14130048/2014

PROGRAM STUDI DIV TEKNIK ELEKTRO INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2019

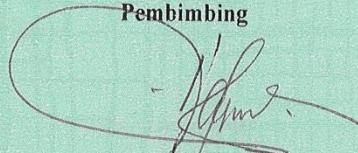
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Judul : Rancang Bangun Sistem Monitoring Nirkabel Panel Surya
Nama : Fauzan Gunawan
BP / NIM : 2014 / 14130048
Jurusan : Teknik Elektro
Program Studi : Teknik Elektro Industri (DIV)

Padang, 17 Juni 2018

Disetujui Oleh

Pembimbing

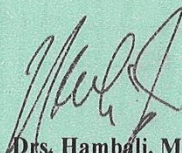


Asnil, S.Pd, M.Eng

NIP.19811007 200604 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Drs. Hambali, M.Kes

NIP. 196205081987031004

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Rancang Bangun Sistem Monitoring Nirkabel Panel Surya

Oleh

Nama : Fauzan Gunawan

BP / NIM : 2014 / 14130048

Jurusan : Teknik Elektro

Program Studi : Teknik Elektro Industri (DIV)

**Dinyatakan LULUS Setelah Dipertahankan Didepan Dewan Penguji Jurusan
Program Studi Teknik Elektro Industri Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang**

Padang, 17 Juni 2018

Dewan Penguji

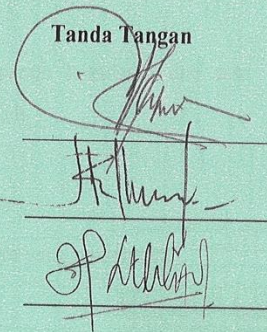
Nama

Tanda Tangan

Ketua : Asnil, S.Pd, M.Eng

Anggota : Dr. Ahyanuardi, M.T

Anggota : Hastuti, S.T, M.T





KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN DIKTI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Jl. Prof. Dr. Hamka, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25171
Telp. (0751) 445998, Fax (0751) 7055644 e-mail: elo_unp@yahoo.com



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fauzan Gunawan
NIM/BP : 14130048/2014
Program Studi : Teknik Elektro Industri
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul “**Rancang Bangun Sistem Monitoring Nirkabel Panel Surya**” adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan Negara.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui Oleh,

Ketua Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang

Mrs. Hambali, M. Kes
NIP. 19620508/1987 03 1004

Saya yang menyatakan,



Fauzan Gunawan
NIM/BP. 14130048/2014

ABSTRAK

Fauzan Gunawan (14130048) : Rancang Bangun Sistem Monitoring Nirkabel Panel Surya

Pembimbing : Asnil, S.Pd, M.Eng.

Pemanfaatan energy terbarukan salah satunya energy matahari merupakan salah satu cara untuk menghasilkan energy listrik. Panel surya merupakan teknologi yang digunakan untuk mengubah energy matahari menjadi energy listrik. Pengembangan teknologi panel surya masih perlu ditingkatkan optimalisasinya, terutama dari keluaran panel surya meliputi tegangan dan arus. Biasanya dalam memonitoring keluaran panel surya dilakukan dengan alat ukur manual. Salah satu cara yang efektif dan efisien untuk mengatasi hal ini adalah dengan menggunakan sistem monitoring yang bersifat *realtime* dan *nirkabel*. Tujuan dari perancangan alat ini adalah merancang sistem monitoring *nirkabel* panel surya dan melakukan pengujian serta analisis sistem monitoring *nirkabel* panel surya.

Perancangan *hardware* sistem monitoring panel surya nirkabel ini menggunakan beberapa komponen diantaranya mikrokontroler Arduino, sensor tegangan, sensor arus ACS712, sensor suhu DHT11, modul nRF24l01 dan rangkaian catu daya. Perancangan *software* yang digunakan pada alat ini menggunakan *visual basic*, *database* dan arduino IDE.

Hasil dari penelitian ini adalah telah berhasil dirancang *hardware* dan *software* sistem monitoring *nirkabel* panel surya dengan mendapatkan hasil keluaran panel surya berupa nilai tegangan, nilai arus, nilai suhu yang dapat diproses secara langsung dan ditampilkan dalam bentuk nilai dan grafik yang ada pada *software visual basic* pada kondisi *real time* melalui komputer secara jarak jauh atau *nirkabel*. Dalam pengujian panel surya menunjukkan presentase kesalahan sensor tegangan 1,2%, sensor arus 2,02%, dan sensor suhu 1,55%. Data pengujian yang telah dilakukan nilai tegangan yang dihasilkan panel surya stabil atau tetap pada kisaran 16 Volt pada saat suhu panel rata-rata 40 °C. Sehingga dapat disimpulkan panel surya dapat bekerja dengan optimal pada saat kondisi suhu 40 °C. Sedangkan modul nRF24l01 dapat bekerja dengan baik dengan jarak maksimal 50 m. Informasi mengenai data pengujian yang dikumpulkan *real time* dapat dilihat melalui *software database* pada *Microsoft office access*.

Kata Kunci : Panel Surya, Monitoring *Nirkabel*, *Visual Basic*.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirabbil 'alamin, puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Nirkabel Panel Surya”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat untuk menyelesaikan Program Studi Diploma IV, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Asnil, S.Pd, M.Eng, selaku pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam pengerjaan Tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ahyanuardi, M.T, selaku Penguji pada Tugas akhir ini.
3. Ibuk Hastuti, S.T.,M.T, selaku Penguji pada Tugas akhir.
4. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik.
5. Bapak Drs. Hambali, M.Kes, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
6. Bapak Dr. Hendri, M.T, selaku Ketua Prodi Teknik Elektro Industri.
7. Bapak dan ibu dosen serta seluruh staf Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang yang telah membimbing dan membantu penulis selama menuntut ilmu.

8. Kedua Orang Tua dan semua keluarga yang telah banyak berjasa baik moral ataupun materil serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNP, khususnya Program Studi Teknik Elektro Industri angkatan 2014.
10. Semua pihak yang telah membantu penulis untuk mewujudkan Tugas Akhir ini dan menyelesaikan studi yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Semoga bantuan dan bimbingan serta arahan yang diberikan menjadi amal shaleh dan mendapatkan pahala dari Allah SWT, amin. Tugas Akhir ini tidak terlepas dari kesalahan dan kekeliruan, oleh sebab itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin...

Padang, Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan	6
F. Manfaat	6
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Sistem Monitoring	7
1. Defenisi	7
2. Tujuan Sistem Monitoring	8
B. Panel Surya	8
1. Panel Surya atau <i>photovoltaic</i>	8
2. Semikonduktor dan Sel surya	9
3. Mengetahui Performansi Solar Cell panel	11
4. Faktor – factor yang mempengaruhi modul Surya.....	13
C. Komunikasi Data.....	16
D. Sistem Akuisisi Data.....	19
E. Mikrokontroler Arduino Uno.....	20

1. <i>Arduino Uno ATmega 328</i>	20
2. <i>Arduino Nano</i>	27
3. <i>Software Arduino</i>	29
F. <i>Modul nRF24L01</i>	33
G. <i>Sensor Arus</i>	35
H. <i>Sensor Tegangan</i>	37
I. <i>Sensor Suhu</i>	38
J. <i>Catu Daya</i>	40
K. <i>Visual Studio 2012</i>	43
L. <i>Ms. Office Access</i>	48
M. <i>Flowchart (Diagram Alir)</i>	49

BAB III METODA PERANCANGAN SISTEM

A. Blok Diagram	52
B. Prinsip Kerja Alat	54
C. Perancangan Hardware	54
1. Perancangan Mekanik	55
2. Perancangan Elektronik	56
D. Rancangan Software	61
1. Arduino IDE	61
2. Flowchart Program	61
3. Perancangan Form Visual Basic	66

BAB IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

A. Tujuan Pengujian Alat	68
B. Instrumentasi Pengujian Alat	69
C. Langkah Pengujian	69
D. Pengujian dan Analisa Perangkat Keras	70
1. Rangkaian Catu Daya	70
a. Pengujian	70
2. Sistem Minimum Mikrokontroler Arduino	71

a. Pengujian I/O Arduino.	71
b. Pengujian dan Karakteristik ADC.	71
c. ADC pada Arduino.	72
3. Sensor Suhu(<i>DHT11</i>).	73
a. Pengujian.	73
b. Analisa.	74
4. Sensor Tegangan.	75
a. Pengujian.	75
b. Analisa.	76
5. Sensor Arus ACS712.	76
a. Pengujian.	76
b. Analisa.	76
6. Modul <i>nRF24101</i>	77
a. Pengujian.	77
b. Analisa.	78
7. Pengujian Panel Surya.	78
a. Pengujian.	79
E. Pengujian dan Analisa Perangkat Lunak.	89
1. Program Aplikasi Monitoring Panel Surya Pada <i>Visual Basic</i> <i>2012</i>	89
a. Program Bagian Koneksi.	89
b. Program Bagian Split Data Serial.	89
c. Program Visualisasi Grafik.	90
d. Program Menyimpan Perekapan Parameter Data ke <i>Ms.</i> <i>Office Access(Database)</i>	91
e. Program Pencarian <i>Database</i> Tersimpan.	91
f. Tampilan Visual Basic Secara Keseluruhan.	92

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.	93
B. Saran.	94

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Panel Surya	10
2. Kurva Performansi	11
3. Kurva I dan V terhadap Intensitas Cahaya	13
4. Kurva I dan V terhadap bayangan	14
5. Kurva I dan V terhadap suhu Panel surya	16
6. Blok Diagram Komunikasi data sederhana.....	16
7. Arduino Uno	21
8. Atmega 328	25
9. Diagram Pin Atmega 328	25
10. Diagram Fungsional Arduino Nano 328	28
11. IC Pin konfigurasi dan Skematik Arduino Nano	28
12. Software Arduino	29
13. Modul nRF24L01	34
14. Sensor Arus	35
15. Sensor Tegangan	38
16. Sensor Suhu (<i>DHT11</i>).....	39
17. Penyearah Gelombang dengan Dioda	41
18. Rangkaian Kapasitor	42
19. Rangkaian IC Voltage regulator.....	43
20. Tampilan Visual Basic	43
21. Blok Diagram Alat	52
22. Tampak Dalam Transmitter	55
23. Tampak Dalam Receiver	56
24. Skematik Rangkaian Catu Daya 5V DC	57
25. Rangkaian Sensor Arus	57
26. Rangkaian Sensor Tegangan	58
27. Rangkaian Sensor Suhu.	59
28. Modul <i>Transmitter</i>	59

Gambar	Halaman
29. Modul <i>Receiver</i>	60
30. Rangkaian Keseluruhan	61
31. <i>Flowchart</i> Program Alat	63
32. <i>Flowchart</i> Program <i>Visual Basic</i>	64
33. Rancangan Tampilan <i>Interface Visual Basic</i>	67
34. Pengaruh Suhu terhadap Tegangan hari pertama.....	82
35. Pengaruh Suhu terhadap Tegangan hari kedua.	82
36. Pengaruh Suhu terhadap Tegangan hari ketiga.....	83
37. Pengaruh Suhu terhadap Tegangan hari keempat.	83
38. Pengaruh Suhu terhadap Tegangan hari kelima.....	84
39. Pengaruh Suhu terhadap Tegangan hari keenam.	84
40. Pengaruh Suhu terhadap Tegangan hari ketujuh.....	85
41. Komunikasi Port Serial.	93
42. Split Data Panel Surya.	95
43. Visualisasi Grafik.....	96
44. Tampilan <i>Database</i> di <i>Visual Basic</i>	97
45. Tampilan Data Hasil Pencarian di <i>Database</i>	99
46. Tampilan Form <i>Visual Basic</i> Keluruhan.	100

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Fungsi Khusus Port B	26
2. Fungsi khusus Port C	26
3. Fungsi khusus Port D	27
4. Deskripsi Pin nRF24L01	34
5. Spesifikasi Sensor Arus	36
6. Operator operator dalam <i>visual basic</i>	47
7. Simbol simbol <i>Flowchart</i>	51
8. Pengujian Catu Daya.....	70
9. Pengukuran Parameter Arduino	71
10. Pengukuran Parameter ADC terhadap Perubahan Tegangan.....	73
11. Pengukuran Suhu dengan <i>DHT11</i> dan <i>Thermocouple Thermometer</i>	74
12. Pengukuran Tegangan Panel Surya dengan Multimeter dan Sensor.	75
13. Pengukuran Arus Panel Surya dengan Multimeter dan Sensor.	76
14. Pengujian Koneksi modul nRF24101.	77
15. Pengukuran Suhu terhadap Tegangan Keluaran Panel Surya.	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
47. Objek Penelitian	104
48. Rangkaian Keseluruhan	105
49. Program Keseluruhan Arduino	106
50. Program Keseluruhan <i>Visual Basic</i>	110
51. Datasheet Arduino.....	114
52. Datasheet Sensor <i>DHT11</i>	121
53. Datasheet modul nRF24101	124
54. Spesifikasi <i>Thermocouple Thermometer</i>	145
55. Spesifikasi Multimeter Digital APPA 109N	146

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada zaman sekarang ini energi listrik sangat dibutuhkan dalam kegiatan sehari-hari. Energi listrik yang digunakan saat ini berasal dari PLN yang masih bergantung pada energi fosil yang terbatas dan lama – lama akan habis. Adapun alternatif lain yang dapat diterapkan untuk mengatasi ini yaitu pemanfaatan energi terbarukan. Pemanfaatan energi terbarukan, salah satunya matahari merupakan salah satu cara untuk mendapatkan/menghasilkan energi listrik.

Indonesia yang terletak di khatulistiwa memiliki potensi penyinaran matahari yang sangat luar biasa besar. Matahari bersinar selama 12 jam setiap harinya, sepanjang tahun, dengan intensitas yang tinggi 4,8 kWh/m²/hari (Pramana et al. 2017). Sehingga energi terbarukan yang paling ideal dikembangkan di Indonesia adalah energi matahari. Adapun alat yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik adalah panel surya atau *photovoltaic*.

Pengembangan teknologi Panel surya diseluruh dunia terus dilakukan. Akan tetapi, panel surya yang dikembangkan masih perlu ditingkatkan optimalisasinya, sehingga nantinya keluaran panel surya yang didapatkan sesuai dengan yang diharapkan. Beberapa factor yang diperhatikan agar kinerja panel surya optimal yaitu pengaruh cuaca, kelembapan, temperature, dan posisi panel surya. Panel surya yang tidak bekerja dengan maksimal akan

mempengaruhi tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan panel surya (Yuwono, Budi. 2005).

Menurut Adam(2015), nilai *temperature* berpengaruh terhadap daya *output* dari *photovoltaic* atau panel surya. Semakin besar *temperature photovoltaic* maka energi yang dihasilkan semakin berkurang dan begitu sebaliknya.

Penelitian mengenai sistem monitoring panel surya telah dilakukan sebelumnya oleh Winata, P.P.T. 2015. "Penelitian ini mengenai perancangan *system monitoring output* dan pencatatan data pada PLTS berbasis mikrokontroler yang dilakukan berupa pencatatan data tegangan, arus dan daya pada panel surya dan disimpan langsung pada *microsd*. Penelitian ini belum menggunakan antarmuka dengan *software* dan masih menggunakan sistem *kabel*."

M. Fuentes. (2014) " Sistem monitoring panel surya yang dilakukan dengan memantau langsung parameter keluarannya seperti tegangan, arus dan daya. Metode pemantauan panel surya ini hanya mengumpulkan data parameter keluaran panel surya dalam bentuk *text file* dengan format tertentu. Data ini tidak dapat diambil langsung pada kondisi *realtime* sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama untuk merekap data parameter panel surya.

Penelitian lain yang berjudul rancang bangun alat *monitoring* arus dan tegangan berbasis mikrokontroler dengan *SMS gateway*, tetapi masih banyak kekurangan dari alat tersebut dimana saat mengirim data mengakibatkan boros

pemakaian pulsa, dan tanpa di *request* terlebih dahulu. (Fitriandi, Afrizal. Et al. 2016)

Secara umum, proses pemantauan (*monitoring*) panel surya dilakukan dengan manual sehingga parameter data *monitoring* yang diperoleh sangat terbatas, tidak berkelanjutan serta tidak lengkap. Dan dalam proses perekapan data yang dilakukan belum *realtime* sehingga bisa menimbulkan kesalahan data dan ketidak akuratan data yang didapat. Pengamatan operator secara lokal juga memiliki keterbatasan, terlebih jika lokasi panel surya yang ingin dipantau tersebar dimana-mana atau berada pada lokasi yang jauh tentu akan memakan waktu dan biaya monitoring yang banyak. Oleh sebab itu, diperlukan suatu alat monitoring yang dapat memantau tegangan, arus, dan daya keluaran panel surya secara *nirkabel* dan *realtime* untuk mengetahui karakteristik panel surya tersebut.

Hal inilah yang mendasari penulis untuk membuat alat monitoring panel surya jarak jauh secara *realtime*. Dalam pembuatan alat monitoring ini untuk mengetahui parameter yang akan diukur maka penulis menggunakan sensor ACS712 untuk mengukur arus panel surya, sensor tegangan untuk mengukur tegangan yang dihasilkan panel surya, dan sensor DHT11 untuk mengukur suhu panel surya. Untuk mengolah data menggunakan mikrokontroler Arduino dan *visual basic* untuk menampilkan parameter panel surya berupa data dan grafik serta penyimpanan parameter data langsung dalam bentuk *database*. Sedangkan untuk komunikasi jarak jauh(*nirkabel*) secara *realtime* penulis menggunakan modul nRF24L01 *tranceisver*, dimana modul nRF24L01

berfungsi sebagai pengirim(*transfer*) parameter data jarak jauh(*nirkabel*) dengan cara modul *transmitter* nRF24L01 mengirimkan data yang diperoleh oleh masing-masing sensor yang digunakan melalui radio frekuensi ke modul *receiver* nRF24L01.

Keuntungan menggunakan *system* monitoring *nirkabel* pada panel surya yaitu proses pengambilan parameter data lebih akurat, mudah, cepat dan hasil perekapan bisa langsung dilihat melalui *database*.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka penulis tertarik untuk mengaplikasikan *system nirkabel* pada monitoring panel surya yang dimuat pada Tugas Akhir dengan judul “**Rancang Bangun Alat Sistem Monitoring Nirkabel Panel Surya**”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat diidentifikasi masalah-masalah sebagai berikut:

1. Perekapan *akuisisi* parameter data panel surya masih secara manual.
2. Memakan waktu cukup lama dan biaya untuk merekap *akuisisi* parameter data panel surya.
3. Tidak efektifnya tempat untuk perekapan *akuisisi* parameter data panel surya.

C. Batasan Masalah

Perlunya pembatasan ruang lingkup untuk menghindari kerancuan dan pembahasan yang meluas dalam Tugas Akhir ini diantaranya dapat dilihat sebagai berikut.

1. *System nirkabel* yang dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino/uno sebagai pengontrol dengan bahasa pemograman C.
2. *System nirkabel* menggunakan modul nRF24L01 sebagai komunikasi nirkabel dengan personal computer.
3. Alat menggunakan sensor arus ACS712, sensor tegangan DC dan sensor suhu DHT11.
4. *System nirkabel* menggunakan software *Visual Basic 2012* sebagai *interface* untuk pengolahan data dan *visualisasi* data panel surya.
5. Menggunakan *Database Ms. Access* sebagai media penyimpanan perekapan akuisisi parameter data panel surya.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah yang telah dijabarkan maka diperoleh rumusan masalah yaitu bagaimana merancang sebuah purwarupa untuk merekap akuisisi parameter data panel surya (*Monitoring System*) menggunakan *system nirkabel*.

E. Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah merancang, membuat dan melakukan pengujian alat *monitoring* parameter data panel surya menggunakan *system nirkabel*.

F. Manfaat

Manfaat yang akan didapatkan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah dapat merancang, membuat dan mengetahui cara kerja dari alat *monitoring* parameter data panel surya menggunakan *system nirkabel*.

1. Memberikan kemudahan pemantauan tegangan, arus dan suhu Panel Surya.
2. Dapat digunakan sebagai alat ukur serta perangkat *monitoring* peralatan listrik lainnya menggunakan *system nirkabel*.
3. Penelitian ini dapat menjadi panduan bagi penelitian dan pengembangan lebih lanjut mengenai sistem *monitoring* menggunakan nRF24L01.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa *hardware, software* dan menganalisa parameter keluaran panel surya yang terjadi pada Rancang Bangun Sistem Monitoring *Nirkabel* Panel Surya, maka dapat diperoleh kesimpulan. Alat dan program yang telah dirancang pada tugas akhir ini dapat berfungsi dengan baik. Dikatakan baik yaitu pengujian alat dapat membaca dan mengirimkan data-data suhu, tegangan, arus panel surya ke *personal computer* melalui komunikasi *nirkabel* dan disimpan pada *database*. Pada pengujian modul komunikasi nRF24101 dapat bekerja dengan baik dengan jarak maksimal 50 m. Pada pengujian parameter keluaran panel surya dengan sensor memiliki presentase kesalahan, masing-masing sensor tegangan adalah 1,2%, sensor arus adalah 2,02% dan sensor suhu adalah 1,55% dengan demikian dapat dikatakan perancangan ini sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian dilakukan tanggal 17 Mei 2019 dari pukul 09.00 – 15.00 WIB selama seminggu diperoleh nilai tegangan yang dihasilkan panel surya stabil atau tetap pada kisaran 16 Volt pada saat suhu panel rata-rata 40 °C. Sehingga dapat disimpulkan panel surya dapat bekerja dengan optimal pada saat kondisi suhu 40 °C.

B. Saran

Dalam proses pembuatan tugas akhir ini, ditemukan beberapa keterbatasan. Berikut beberapa saran – saran yang diharapkan dapat bermanfaat untuk mengembangkan sistem ini.

1. Penggunaan sensor arus sebaiknya menggunakan program yang lebih akurat karna pada alat ini memiliki kesalahan 2.02% diharapkan kedepannya lebih meminimalisir kesalahan sensor arus.
2. Untuk modul komunikasi jarak jauh penulis menyarankan untuk mengoptimalkan penggunaan *modul nRF24l01* sehingga bisa mendapatkan jarak maksimalnya modul tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- ADC Teknik Interface dan Peripheral. 2018. <https://ADC/kuliah9/TeknikInterfacedanPeripheral>. diakses pada 15 November 2018.
- Alonso, Marcelo. 1992. *Dasar-Dasar Fisika Universitas*. Jakarta: Erlangga.
- Amsler, G.M. 2009. *Perfomance Monitoring: Guidance For The Modern Workplace*. Supervision.
- Andrianto, Heri. 2015. “*Pemograman Mikrokontroler AVR Atmega 16 Menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR)*.” Bandung: Informatika.
- Arduino Nano. 2017. ”[https://wiki.eprolabs.com/index.php?title=Arduino Nano](https://wiki.eprolabs.com/index.php?title=Arduino+Nano). diakses pada 15 November 2018.
- Arduino. 2018. <https://arduino.cc>. 15 November 2018
- Arduino. Datasheet Arduino Uno R3. 2014. “*Arduino Board Uno*. (Online).” <https://www.arduino.cc/en/main/arduinoBoardUno>. Diakses 18 November 2018.
- ATMEL. 2006. “*Datasheet AVR ATmega328P*.” www.atmel.com. Diakses 18 November 2018.
- Chamdareno, Prian Gagani. Dkk. 2017. “*Studi Eksperimen Terhadap Panel Surya dan Inverter*.” TE-004. P-ISSN: 2407-1846. E-ISSN: 2460.8416.
- DHT11. 2019. 07April2019. “ <http://howtomechatronics.com/tutprial/Arduino/dht11-dht22-sensor-temperature-and-humadity-tutorial-using-arduino/>
- Editiya, Dimas. 2015. “*Karakteristik Sel Surya*. Jurnal Elektro ITB.” <http://notes.dimas-editiyanet/2015/08/karakteristik-sel-surya-tegangan-arus.html>. Diakses 14 November 2018.
- F. Burhan, dkk., 2016. "Evaluasi Karakteristik XBee Pro dan nRF24L01+sebagai Transceiver Nirkabe." Publish on "Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika (ELKOMIKA)." Vol. 4, No. 1, 83 - 97,ISSN (p): 2338-8323, ISSN (e): 2459-9638.
- Faludi, R. 2012. “*Building Wireless Sensor Network*.” United States of Amerika: Beijing O’Reilly.
- Fitriadi, Afrizal. Komalasari, Endah. Gusmedi, Herri. 2016. “*Rancang Bangun*