

**RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KARAKTERISTIK
*PHOTOVOLTAIC THERMAL***

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Sarjana Sains Terapan
pada Program Studi Teknik Elektro Industri Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



**Oleh :
JUMADI ALIM
NIM. 1102248 / 2011**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2017**

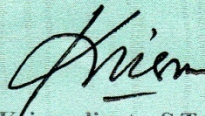
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

Judul : Rancang Bangun Sistem Monitoring Karakteristik
Photovoltaic Thermal
Nama : Jumadi Alim
NIM/BP : 1102248/2011
Program Studi : Teknik Elektro Industri (D4)
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Padang, 7 Februari 2017


Disetujui Oleh

Pembimbing I,



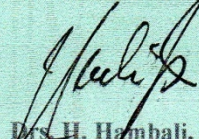
Krismadinata, S.T, M.T, Ph.D
NIP.19770911 200012 1 001

Pembimbing II,



Irma Husnaini, S.T, M.T
NIP. 19720929 199903 2 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro FT UNP



Drs. H. Hambali, M.Kes
NIP. 19620508 198703 1 004

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**Dinyatakan LULUS Setelah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji
Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
Pada Tanggal 7 Februari 2017**

Judul : Rancang Bangun Sistem Monitoring Karakteristik
Photovoltaic Thermal
Nama : Jumadi Alim
NIM/BP : 1102248/2011
Program Studi : Teknik Elektro Industri (D4)
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Tim Penguji :

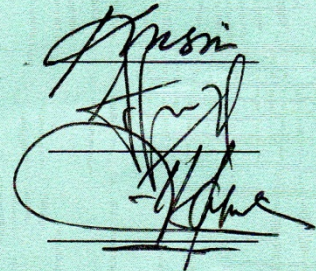
Nama

Tanda Tangan

Ketua : Krismadinata, S.T, M.T, Ph.D

Sekretaris : Irma Husnaini, S.T, M.T

Anggota : Asnil, S.Pd, M.Eng





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Jl. Prof. Dr. Hamka, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25131
Telp. (0751) 445998, Fax (0751) 7055644 e-mail: elo_unp@yahoo.com



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

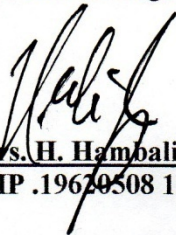
Nama : Jumadi Alim
Nim/BP : 1102248/2011
Program Studi : Teknik Elektro Industri (D4)
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul "**Rancang Bangun Sistem Monitoring Karakteristik *Photovoltaic Thermal***" 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



Drs. H. Hambali M. Kes
NIP. 19620508 198703 1 004

Saya yang menyatakan,



Jumadi Alim
NIM. 1102248/2011

ABSTRAK

Jumadi Alim (1102248/2011) : Rancang Bangun Sistem Monitoring Karakteristik *Photovoltaic Thermal*.

**Pembimbing : I. Krismadinata, S.T, M.T, Ph.D.
II. Irma Husnaini, S.T, M.T.**

Penelitian ini bertujuan untuk memonitoring Karakteristik *Photovoltaic Thermal*. Pengukuran Karakteristik *Photovoltaic Thermal* yaitu Suhu, Irradiance, Tegangan dan Arus dikontrol dengan mikrokontroler ATmega 8535 dan disimpan ke database secara *realtime*, sehingga data *irradiance*, suhu, tegangan dan arus dapat di monitor melalui *Personal Computer* dan disimpan dalam database.

Sistem monitoring karakteristik *Photovoltaic Thermal* yang telah dirancang dalam penelitian ini meliputi beberapa komponen utama pada bagian pengolahan dan pengiriman data seperti ATmega8535, sensor suhu LM35, sensor phototransistor, Voltage Divider, Bluetooth HC-05, rangkaian *driver* relay dan rangkaian catu daya. Sedangkan pada bagian penerimaan data memerlukan aplikasi visual basic 2010 sebagai media penampil data dan microsoft access sebagai media penyimpanan data.

Hasil pengujian sistem monitoring karakteristik *Photovoltaic Thermal* menunjukkan persentase kesalahan sensor suhu $\pm 1.78\%$, voltage divider 1 $\pm 0.68\%$, voltage divider 2 $\pm 0.66\%$, sensor phototransistor $\pm 0.19\%$. Sedangkan untuk data pengukuran yang diperoleh pada tanggal 19 Oktober 2016 pada pukul 09.00 – 15.00 WIB di kampus teknik elektro, Universitas Negeri Padang menunjukkan hasil data *Photovoltaic Thermal* dan *Photovoltaic* biasa masing-masing pada suhu 42.2°C dan 53.1°C , tegangan sebesar 18.1 Volt dan 18.6 Volt, dan nilai arus sebesar 3.5 Ampere dan 3.4 Ampere. Data-data tersebut teramati pada *Irradiance* tertinggi sebesar 870.7 W/m^2 pada pukul 13.00 WIB. Jadi dapat disimpulkan bahwa walaupun tegangan yang dihasilkan *Photovoltaic/Thermal* lebih kecil dari *Photovoltaic* biasa suhu air panas yang dihasilkan sistem *Photovoltaic/Thermal* memenuhi standar temperatur air panas untuk keperluan mandi dan mencuci tangan.

Kata kunci : *Akuisisi Data, Photovoltaic Thermal, ATmega8535, Visual Basic 2010.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala 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 Karakteristik *Photovoltaic Thermal*”. 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. Kedua Orang Tua dan semua keluarga yang telah banyak berjasa baik moral ataupun materil serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak H. Krismadinata, S.T, M.T, Ph.D dan Ibuk Irma Husnaini, S.T, M.T selaku pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam pengerjaan Tugas Akhir.
3. Bapak Asnil, S.Pd, M.Eng selaku penguji pada Tugas Akhir.
4. Bapak Drs. H. Aswardi, M.T, selaku ketua Program Studi Teknik Elektro Industri.
5. Bapak Drs. H. Hambali, M.Kes, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
6. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

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. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNP, khususnya Program Studi Teknik Elektro Industri angkatan 2011.
9. 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 saleh dan mendapatkan pahala dari Allah SWT. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Padang, Februari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Idenfikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan	5
F. Manfaat	5
BAB II. LANDASAN TEORI	
A. <i>Photovoltaic Thermal</i>	6
1. <i>Photovoltaic</i>	6
2. <i>Photovoltaic Thermal</i>	10
B. Matahari.....	11
1. Radiasi Matahari	11
2. Konstanta Matahari.....	13
C. Perpindahan Panas	15

1. Perpindahan Panas secara Konveksi	15
2. Perpindahan Panas secara Konduksi.....	16
3. Perpindahan Panas secara Radiasi	17
D. Sistem Akuisisi Data.....	18
E. Komponen Utama Sistem	19
1. Mikrokontroler ATmega 8535	19
2. Sensor Temperatur (LM35)	24
3. Sensor Phototransistor (<i>Irradiance</i>).....	26
4. Rangkaian Pembagi Tegangan (Voltage Divider).....	27
5. Relay	28
6. Rangkaian Driver Relay	29
7. Modul Komunikasi Serial (Bluetooth HC-05).....	30
8. <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	32
F. Perangkat Lunak	34
1. Bahasa Pemrograman Basic	34
2. Visual Basic.Net	39
3. Microsoft Office Access	44
4. <i>Flowchart</i> (Diagram Alir).....	46

BAB III. METODE PERANCANGAN

A. Blok Diagram.....	52
B. Prinsip Kerja Sistem.....	54
1. Akuisisi Data.....	54
2. <i>Photovoltaic</i> yang digunakan.....	55

3.	Prinsip Kerja Photovoltaic Thermal	57
C.	Perancangan <i>Hardware</i>	58
1.	Rangkaian Catu Daya 5VDC	58
2.	Rangkaian Sistem Minimum ATmega 8535	59
3.	Rangkaian Pembagi Tegangan (<i>Voltage Divider</i>).....	60
4.	Sensor Phototransistor	61
5.	Sensor <i>Temperature</i> LM35	62
6.	Rangkaian Komunikasi Serial Bluetooth HC-05	62
7.	Rangkaian Driver Relay	63
8.	<i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	65
9.	Rancangan Box Panel Kontrol.....	66
D.	Perancangan Software(Perangkat Lunak).....	67
1.	Flowchart Sistem Akuisisi Data.....	67
2.	Perancangan Flowchart Kendali <i>Photovoltaic Thermal</i>	73
3.	Perancangan Form Visual Basic	75
E.	Proses Pembuatan Alat	77
1.	Perancangan Papan PCB.....	77
2.	Pengeboran	79
3.	Pemasangan Komponen	79

BAB IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

A.	Tujuan Pengujian Alat	81
B.	Instrumentasi Pengujian Alat	82
C.	Langkah Pengujian.....	82

D. Pengujian dan Analisa Perangkat Keras	83
1. Rangkaian Catu Daya	83
a. Pengujian.....	83
b. Analisa	85
2. Sistem Minimum ATmega 8535	87
a. Pengujian I/O Mikrokontroler	87
b. Pengujian dan Karakterisasi ADC	88
3. Pengujian LCD	90
4. Driver Relay	91
a. Pengujian.....	91
b. Analisa	92
5. Sensor Suhu LM35	93
a. Pengujian.....	93
b. Analisa	95
6. Voltage Divider	97
a. Pengujian.....	97
b. Analisa	98
7. Sensor Phototransistor	100
a. Kalibrasi Sensor	100
b. Pengujian	105
c. Analisa	106
8. Modul Bluetooth HC-05	106
a. Pengujian.....	107

b.	Analisa	108
9.	Pengujian Photovoltaic	109
a.	Pengaruh Suhu Terhadap Tegangan Keluaran Photovoltaic Thermal dan Photovoltaic biasa.....	109
b.	Pengaruh Suhu Terhadap Arus Keluaran Photovoltaic Thermal dan Photovoltaic biasa.....	111
c.	Pengaruh <i>Irradiance</i> Terhadap Suhu Keluaran Photovoltaic Thermal dan Photovoltaic biasa.....	113
d.	Pengaruh <i>Irradiance</i> Terhadap Arus Keluaran Photovoltaic Thermal dan Photovoltaic biasa.....	116
e.	Pengaruh <i>Irradiance</i> Terhadap Tegangan Keluaran Photovoltaic Thermal dan Photovoltaic biasa.....	118
E.	Pengujian dan Analisa Perangkat Lunak.....	121
1.	Program Mikrokontroler ATmega 8535.....	121
a.	Bagian Deklarasi dan Konfigurasi	121
b.	Bagian Kontrol Pompa dan Selenoid (On/Off).....	122
c.	Bagian Kontrol <i>Open Circuit</i> dan <i>Short Circuit</i>	122
d.	Bagian Program ADC	123
e.	Bagian Pengiriman Data ke Visual Studio.....	125
2.	Program Aplikasi Monitoring Karakteristik Photovoltaic Thermal pada Visual Basic 2010	
a.	Program Bagian Koneksi	126
b.	Program Bagian <i>Split</i> data Serial	126

c. Program Bagian <i>Open Circuit</i> dan <i>Short Circuit</i>	129
d. Program Bagian Visualisasi Grafik	129
e. Program Menyimpan data Pengukuran ke Microsoft Access (Database)	130
f. Tampilan Visual Basic Secara Keseluruhan	132

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	133
B. Saran	134

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1.Pengaruh Suhu Pada tegangan PV.....	9
2.2. Pengaruh Irradiance Matahari terhadap arus dan tegangan PV.....	9
2.3. Kolektor air PV/T pada umumnya.....	11
2.4. Bumi Menerima Radiasi Surya Matahari	12
2.5. Hubungan Matahari dan Bumi	13
2.6. Perpindahan Panas Konveksi.....	16
2.7. Perpindahan Panas Konduksi pada dinding.....	17
2.8. Perpindahan Panas Radiasi.....	17
2.9. Konfigurasi Pin ATmega 8535	21
2.10. Sensor Temperature LM35	25
2.11. Grafik <i>sensitivitas spectral relative</i> sensor phototransistor dan sensor photodiode (Datasheet Sensor)	26
2.12. Rangkaian Pembagi Tegangan	27
2.13.Relay SPDT dan DPDT	29
2.14. Rangkaian Driver Relay	29
2.15. Bentuk fisik Bluetooth HC-05	31
2.16. <i>Liquid Crystal Display</i>	33
2.17.Strukture Sekuensial	48
2.18.Strukture Seleksi.....	49
2.19. Diagram Alir untuk menggambarkan Pengulangan	50
3.1.Blok Diagram Sistem Monitoring Karakteristik Photovoltaic Thermal	52

3.2.Rangkaian Catu daya keluaran 5 Volt	58
3.3.Rangkaian Sistem Minimum ATmega 8535	59
3.4.Rangkaian Pembagi Tegangan	60
3.5.Skematik Rangkaian Sensor Phototransistor	61
3.6.Skematik Sensor LM35	62
3.7.Skematik Rangkaian Bluetooth HC-05	63
3.8.Skematik Rangkaian Driver Relay Pengendali Pompa	64
3.9.Skematik Rangkaian Driver Relay Pengendali Pembebanan pada Photovoltaic.....	65
3.10.Skematik LCD 16X2	66
3.11.Desain Box Panel Kontrol	66
3.12.Ukuran Box Panel Kontrol	67
3.13.Flowchart Pemograman	68
3.14.Flowchart Sub start dan inialisasi port serial	69
3.15.Flowchart Sub <i>connected</i> dan kirim perintah start	70
3.16.Flowchart Sub terima dan <i>passing</i> data serial	70
3.17.Flowchart Sub <i>split</i> data pada Visual Basic	71
3.18.Flowchart Sub tampilan grafik dan nilai suhu, <i>irradiance</i> , arus dan tegangan	71
3.19.Flowchart Database	72
3.20.Flowchart Sub <i>Disconnected</i> dan <i>End</i>	72
3.21. Flowchart Kendali <i>Photovoltaic Thermal</i>	73
3.22. Flowchart Sub start dan inialisasi	74

3.23. Flowchart Sub ambil data sensor suhu	74
3.24. Flowchart Sub pengontrolan	75
3.25. Perancangan <i>Layout form</i> utama <i>akusisi data photovoltaic thermal</i> menggunakan visual basic	76
4.1. Titik Pengukuran rangkaian catu daya	84
4.2. Gelombang Keluaran Setelah IC Regulator	86
4.3. Rangkaian Pengujian minimum sistem ATmega 8535	87
4.4. Grafik pengujian ADC Mikrokontroler ATmega 8535	89
4.5. Tampilan LCD tanpa program.....	90
4.6. Tampilan LCD sesudah didownloadkan program ke mikrokontroler	91
4.7. Skematik Rangkaian Driver Relay	92
4.8. Skematik Rangkaian Sensor suhu LM35.....	94
4.9. Grafik hubungan Vout Sensor dan Nilai Lux	102
4.10. Grafik Hubungan Vout Sensor dan Nilai Lux persamaan regresi pertama	103
4.11. Grafik Hubungan Vout Sensor dan Nilai Lux persamaan regresi kedua	103
4.12. Grafik Hubungan Vout Sensor dan Nilai Lux persamaan regresi ketiga	104
4.13. Grafik pengukuran suhu terhadap tegangan pada PV <i>Thermal</i>	110
4.14. Grafik pengukuran suhu terhadap tegangan pada PV Biasa.....	110
4.15. Grafik pengaruh suhu terhadap arus pada PV <i>Thermal</i>	111
4.16. Grafik pengaruh suhu terhadap arus pada PV Biasa	112
4.17. Grafik pengaruh suhu terhadap tegangan dan arus pada PV <i>Thermal</i>	112
4.18. Grafik pengaruh suhu terhadap tegangan dan arus pada PV Biasa	113
4.19. Grafik pengaruh <i>Irradiance</i> terhadap suhu pada PV <i>Thermal</i>	114

4.20. Grafik pengaruh <i>Irradiance</i> terhadap suhu pada PV Biasa	115
4.21. Grafik pengaruh <i>Irradiance</i> terhadap arus pada PV <i>Thermal</i>	117
4.22. Grafik pengaruh <i>Irradiance</i> terhadap arus pada PV Biasa.....	117
4.23. Grafik pengaruh <i>Irradiance</i> terhadap Tegangan pada PV <i>Thermal</i>	119
4.24. Grafik pengaruh <i>Irradiance</i> terhadap Tegangan pada PV Biasa.....	119
4.25. Grafik pengaruh <i>Irradiance</i> terhadap Arus dan Tegangan pada PV <i>Thermal</i>	120
4.26. Grafik pengaruh <i>Irradiance</i> terhadap Arus dan Tegangan pada PV Biasa	120
4.27. Tampilan setting komunikasi serial.....	126
4.28. Tampilan penerimaan data pada Visual Basic.....	128
4.29. Bentuk tampilan grafik pada Visual Basic	130
4.30. Tampilan Database pada Visual Basic	131
4.31. Tampilan Visual Basic secara Keseluruhan	132

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Deskripsi Pin ATmega 8535	21
2.2. Tipe data pada BASCOM.....	35
2.3. Operator Aritmatik	36
2.4. Operator Relasional	37
2.5. Operator-operator di dalam <i>Visual Basic</i>	44
3.1. Data-data Pengaruh Suhu terhadap Daya keluaran <i>Photovoltaic</i>	56
3.2. Spesifikasi Pompa.....	63
4.1. Titik Pengukuran Rangkaian Catu Daya	84
4.2. Pengukuran parameter mikrokontroler ATmega 8535	88
4.3. Pengukuran parameter ADC terhadap perubahan tegangan input.....	89
4.4. Parameter Pengukuran Rangkaian <i>Driver Relay</i>	92
4.5. Pengukuran Suhu dengan LM35 dan Termometer Digital.....	94
4.6. Pengukuran Tegangan Voltage Divider dengan Multimeter Digital	97
4.7. Karakteristik Nilai ADC Sensor Phototransistor dengan Nilai Lux pada Luxmeter.....	101
4.8. Pengukuran Lux Meter dengan Sensor Phototransistor	105
4.9. Pengujian Koneksi Modul <i>Bluetooth</i> HC-05	107
4.10. Pengukuran Suhu Terhadap Tegangan Panel PV dan PVT	109
4.11. Pengukuran Suhu Terhadap Arus Panel PV dan PVT	111
4.12. Pengukuran <i>Irradiance</i> Terhadap Suhu Panel PV dan PVT	114
4.13. Pengukuran <i>Irradiance</i> Terhadap Arus Panel PV dan PVT.....	116

4.14. Pengukuran <i>Irradiance</i> Terhadap Tegangan Panel PV dan PVT.....	118
--	-----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Objek Penelitian	138
2. Gambar Rangkaian Keseluruhan	139
3. Data Pengukuran <i>Photovoltaic Thermal</i> dan <i>Photovoltaic</i> Biasa tanggal 19 Oktober 2016	140
4. Program Keseluruhan Mikrokontroler ATMega 8535	141
5. Program Keseluruhan Visual Basic 2010	146
6. Alat dan Komponen yang Digunakan	152
7. Datasheet Sensor Phototransistor PT202C	154
8. Datasheet Sensor LM35	158
9. Datasheet Bluetooth HC-05	162

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pemanfaatan energi yang tidak dapat diperbaharui secara berlebihan dapat menimbulkan krisis energi. Salah satu gejala krisis energi yang terjadi akhir-akhir ini yaitu kelangkaan bahan bakar minyak (BBM), seperti minyak tanah, bensin, dan solar. Produksi minyak dalam negeri dari tahun ke tahun cenderung mengalami penurunan rata – rata 3 persen per tahun. Tahun 2005 produksi minyak berjumlah 268,529 juta barel dan terus mengalami penurunan pada tahun berikutnya dan pada tahun 2012 produksi minyak hanya mencapai 208,453 juta barel per tahun, sedangkan konsumsi minyak mencapai 479,245 juta barel dimana konsumsinya di dominasi oleh konsumen dari sektor transportasi, sektor rumah tangga, sektor listrik, dan sektor industri (Ditjen migas, 2012). Hal ini memaksa pemerintah melakukan impor minyak pada tahun tersebut mencapai 200,000 juta barel.

Berbagai upaya dilakukan pemerintah dalam mengatasi masalah diatas. Pengalihan konsumsi bahan bakar minyak dengan bahan bakar gas, penggunaan bahan bakar mineral dan batu bara, serta penggunaan energi alternatif terbarukan seperti pemanfaatan energi surya, angin dan panas bumi (Simanjuntak, 2009). Selain sebagai upaya pemerintah mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar yang berasal dari fosil dengan memakai energi alternatif juga sekaligus menjaga lingkungan (RKP-ESDM, 2011)

Cahaya matahari merupakan diantara sumber energi alternatif terbarukan yang sedang dikembangkan, salah satunya dengan menggunakan teknologi *photovoltaic*, yaitu sebuah teknologi tenaga matahari berupa semi konduktor yang menggunakan *sel solar* untuk mengubah cahaya dari matahari menjadi listrik. Pemanfaatan cahaya matahari sebagai sumber energi terbarukan sangat mungkin dilakukan di Indonesia yang berada di daerah *tropis* yang selalu terpapar sinar matahari sepanjang tahun. Ketersediaannya tanpa batas, dapat digunakan untuk keperluan apa saja dan dimana saja, juga dampak buruk yang dihasilkannya terhadap lingkungan hampir tidak ditemukan.

Penulis menyadari perkembangan sistem *photovoltaic* di masa datang akan semakin berkembang. Oleh karena itu *photovoltaic* layak diteliti dari karakteristik yang mempengaruhinya. Menurut Adam (2015), Nilai *irradiance* dan *temperatur* berpengaruh terhadap daya output dari *photovoltaic/thermal*, semakin besar *irradiance* yang diterima *photovoltaic*, maka semakin besar pula energi yang dihasilkan, sebaliknya semakin besar temperatur *photovoltaic* maka energi yang dihasilkan semakin berkurang.

Rancang bangun sistem akuisisi data *photovoltaic/thermal* telah dirancang oleh Jamal (2015), Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Padang. Dalam perancangan tersebut, sistem *PV/Thermal* menggunakan sistem penangkap panas berupa pipa tembaga yang dibentuk spiral pada bagian bawah PV. Pipa tersebut akan dialiri air sebagai penangkap panas yang bertujuan untuk mereduksi suhu pada PV dan juga dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi yang membutuhkan panas seperti pemanas air rumah tangga.

Pada sistem akuisisi data *photovoltaic/thermal* yang telah dirancang oleh Jamal (2015) pengambilan data-data suhu, tegangan dan arus dilakukan secara kontiniu melalui aplikasi Visual Basic 2010 dan disimpan ke dalam *database*. Namun dalam perancangan sistem tersebut, pengambilan data *irradiance* masih secara manual. Data nilai *irradiance* diukur menggunakan *Luxmeter* pada waktu yang ditentukan, kemudian data tersebut diinputkan ke dalam *database*, yang menyebabkan pengumpulan data *irradiance* menjadi lambat dan pastinya akan merepotkan bila dilakukan berulang kali. Selain itu, penggunaan fungsi *passing data* pada program *form* VB 2010 akuisisi data *Photovoltaic/Thermal* didapati *error* apabila sebuah data yang masuk berubah dari puluhan ke ratusan ataupun sebaliknya.

Oleh karena itu, untuk mengurangi keterbatasan rancangan tersebut, penulis tertarik untuk menyempurnakan rancangan sebelumnya dengan menambahkan sensor phototransistor untuk mengukur nilai *irradiance* yang dikontrol dengan *mikrokontroler Atmega 8535* dan disimpan ke *database* secara *realtime*, sehingga data suhu, *irradiance*, tegangan dan arus dapat dimonitor melalui *Personal Computer*. Selain itu digunakan fungsi *split* untuk pengolahan data-data pada program *form* VB 2010. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka dibuatlah Tugas Akhir dengan judul **“Rancang Bangun Sistem *Monitoring Karakteristik Photovoltaic Thermal*”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, dapat diidentifikasi masalah dari tugas akhir ini yaitu

1. Pengukuran nilai *irradiance* pada PV/T masih secara manual.
2. Pencatatan manual nilai *irradiance* mengakibatkan pengumpulan informasi pengukuran menjadi lambat.
3. Didapati error pada penggunaan fungsi “*passing data*” pada form aplikasi Visual Basic 2010 yang telah dibuat.

C. Batasan Masalah

Banyaknya perangkat ataupun metode yang digunakan, maka perlunya pembatasan ruang lingkup untuk menghindari pembahasan yang meluas dalam tugas akhir ini diantaranya adalah:

1. Modul panel surya yang digunakan yaitu SJS 20-888 50W dengan sudut kemiringan 15° .
2. Menggunakan sensor suhu LM35.
3. Air akan dialiri ke pipa tembaga saat suhu LM35 pada panel bawah PV/T besar 42°C dan berhenti saat suhu kecil 41°C
4. Sensor phototransistor untuk mengukur nilai *irradiance* PV/T.
5. Menggunakan *mikrokontroler* AVR Atmega8535.
6. Menggunakan *Bluetooth* HC-05 sebagai komunikasi *nirkabel* mikrokontroler dengan PC.
7. Menggunakan *Visual Basic 2010* untuk pengolahan data dan visualisasi sinyal dengan dukungan *Plotlab* dan database *MS Acces*.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan Latar belakang dan batasan masalah, maka penulis menemukan masalah pada Tugas Akhir ini yaitu bagaimana merancang dan membuat sistem monitoring karakteristik *photovoltaic thermal*.

E. Tujuan

Tujuan tugas akhir ini adalah :

1. Merancang alat monitoring (pencatat dan penyimpan) data-data karakteristik *photovoltaic thermal* secara *realtime*.
2. Menganalisa data dan hasil pengujian alat monitoring (pencatat dan penyimpan) data-data karakteristik *photovoltaic thermal* secara *realtime*.

F. Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan sistem hybrid PV/T
2. Dapat digunakan sebagai alat ukur serta perangkat monitoring peralatan listrik berbasis PC menggunakan komunikasi nirkabel.
3. Dapat digunakan sebagai pembelajaran, karena besaran besaran listrik ditampilkan dalam bentuk grafis dan numerik dan disimpan ke dalam *database*.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa *hardware, software* dan menganalisa perpindahan panas yang terjadi pada rancang bangun sistem monitoring karakteristik *Photovoltaic Thermal*, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat dan program pada tugas akhir ini dapat berfungsi dengan baik, yaitu di tandai dengan pengujian program mikrokontroller ATmega 8535 yang dapat membaca dan mengirimkan data-data Suhu, *Irradiance*, Tegangan dan Arus *Photovoltaic thermal* ke *Personal Computer* dan disimpan pada database.
2. Pengukuran yang dilakukan pada tanggal 19 Oktober 2016 pada pukul 09.00-15.00 WIB diperoleh nilai *irradiance* tertinggi pada *Photovoltaic Thermal* dan *Photovoltaic* biasa terjadi pada jam 13.00 WIB sebesar $870.7 \text{ W}/\text{m}^2$ dengan nilai tegangan masing masing 18.1 Volt dan 18.6 Volt dengan nilai arus masing-masing sebesar 3.5 Ampere dan 3.4 Ampere. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa tegangan yang dihasilkan *Photovoltaic/Thermal* lebih kecil dari *Photovoltaic* biasa, tetapi suhu air panas yang dihasilkan sistem *Photovoltaic Thermal* memenuhi standar temperatur air panas untuk keperluan mandi dan mencuci tangan.
3. Persentase kesalahan, masing masing sensor suhu adalah 1.78%, *voltage divider* 1 adalah 0,68%, *voltage divider* 2 adalah 0.66%, sensor

phototransistor (*irradiance*) adalah 0.19% dengan demikian dapat dikatakan perancangan ini sesuai dengan yang diharapkan.

B. Saran

Selama proses pembuatan Tugas Akhir ini, ditemukannya berbagai keterbatasan. Berikut akan dipaparkan beberapa saran-saran yang diharapkan dapat bermanfaat untuk mengembangkan sistem ini.

1. Pengujian nilai *Irradiance* pada tugas akhir ini yaitu membandingkan pengukuran sensor phototransistor dengan Lux meter, diharapkan untuk pengembangan kedepannya pengujian dilakukan menggunakan alat ukur pyranometer dalam pengukuran *Irradiance* oleh sensor phototransistor.
2. Sensor LM35 sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan sehingga perubahan nilai suhu dapat berubah drastis, sebaiknya digantikan dengan sensor DS18B20 karena output dari sensor DS18B20 sudah digital.
3. Kecilnya kenaikan tegangan pada *Photovoltaic Thermal* diduga disebabkan oleh penggunaan *Thermal* berbentuk pipa tidak terlalu menempel ke dinding *Photovoltaic* sehingga dirasa kurang efisien, diharapkan untuk pengembangan kedepannya menggunakan thermal persegi yang dapat menempel sempurna ke dinding dan jarak lengkungan tidak terlalu jauh sehingga panas dapat diserap dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, Kharisma. (2015). *Photovoltaic* (<http://kharisma.adam.staff.telkomuniversity.ac.id>, diakses tanggal 17 November 2015)
- Arismunandar, Wiranto. (1995). *Teknologi Rekayasa Surya*. Jakarta : Pradnya Paramita
- Bishop, Owen. (2002). *Dasar-Dasar Elektronika*. Jakarta: Erlangga
- Bosanac, Microslav, (2003). Photovoltaic/Thermal Solar Collectors and Their Potential in Denmark; Jurnal .Denmark
- Cooper, W., D. 1991. *Instrumenstasi Elektronika dan Teknik Pengukuran*. Erlangga, Jakarta
- DatasheetAtmega8535. (Online). (atmel.com, diakses pada tanggal 20 November 2015).
- Datasheet LM35. (Online). (biltek.tubitak.gov.tr, diakses pada tanggal 20 November 2015).
- Datasheet Sensor Photo transistor PT202. (Online). (<http://www.alldatasheet.com/Everlight/PT202C>), diakses pada tanggal 20 November 2015).
- DatasheetHC-05 Serial Module Bluetooth. (Online). (robotshop.com, diakses pada tanggal 20 November 2015).
- Ditjenmigas. (2012). (online). (<http://prokum.esdm.go.id/Publikasi/Hasil%20Kajian/ESDM%20SDE.pdf>)
Diakses 29 November 2015
- Duffie dan Backman. (2013). *Solar Engineering of Thermal Process, 4th edition*. New Jersey : Wiley.
- Guerra, Fernando. (2012). *Design of a Low Cost Sensor for Solar Irradiance*. (<http://oceanoptics.com/wp-content/uploads/Fernando-Guerra-Hidalgo-Sensors-Design.pdf>) Diakses 15 Februari 2016 (online).
- Holman, J.P. (1991). *Heat Transfer: Edisi ke 6*. Erlangga : Jakarta.