



Buku Tugas Akhir

Peningkatan Efisiensi Panel Surya *Monocrystalline* dengan Menggunakan Metode *Water Treatments*

Stephanus Cedric Taruna
2015630010

Pembimbing:
Dr. Ir. Bagus Arthaya, M.Eng
Levin Halim, S.T., M.T.

Diajukan untuk memenuhi salah
satu syarat mendapatkan gelar
Sarjana Teknik

Agustus 2020

Peningkatan Efisiensi Panel Surya *Monocrystalline* dengan Menggunakan Metode *Water Treatments*

Stephanus Cedric TARUNA
2015630010

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Universitas Katolik Parahyangan.

Panitia Penguji :

Dr. Ir. Bagus Arthaya, M.Eng, Pembimbing 1
Levin Halim, S.T., M.T., Pembimbing 2
Faisal Wahab, S.Pd., M.T., Penguji 1
Nico Saputra, PhD., Penguji 2

© 2020, Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekanika)– Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan, Jl. Ciumbuleuit no 94, Bandung 40141, INDONESIA.

Dokumen ini dilindungi oleh undang-undang. Tidak diperkenankan mereproduksi seluruh ataupun sebagian isi dokumen ini dalam bentuk apa pun, baik secara cetak, photoprint, mikrofilm, elektronik, atau cara lainnya tanpa izin tertulis dari Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekanika), Universitas Katolik Parahyangan.

All rights reserved. No part of the publication may be reproduced in any form by print, photoprint, microfilm, electronic or any other means without written permission from the Department of Electrical Engineering (Mechatronics), Parahyangan Catholic University.

Lembar Persetujuan Selesai



Tugas Akhir berjudul:

Peningkatan Efisiensi Panel Surya *Monocrystalline* dengan Menggunakan Metode *Water Treatments*

oleh:

Stephanus Cedric Taruna

NPM : 2015630010

ini telah diujikan pada Sidang Tugas Akhir 2 (IME 184500) di Program Studi Sarjana Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan serta dinyatakan SELESAI.

TANDA PERSETUJUAN SELESAI,

Bandung, 14 Agustus 2020

Ketua Program Studi Sarjana

Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika

Dr. Ir. Ali Sadiyoko, M.T

Pembimbing Pertama,



Dr. Ir. Bagus Arthaya, M.Eng

Pembimbing Kedua,



Levin Halim, S.T., M.T.

**PERNYATAAN TIDAK MENCONTEK ATAU
MELAKUKAN TINDAKAN PLAGIAT**

Saya yang bertandatangan dibawah ini,

STEPHANUS CEDRIC TARUNA

Dengan ini menyatakan bahwa Buku Tugas Akhir dengan judul:

"PENINGKATAN EFISIENSI PANEL SURYA *MONOCRYSTALLINE*
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *WATER TREATMENTS*"

adalah hasil pekerjaan Saya. Seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini Saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan maka Saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada Saya.

Bandung, 14 Agustus 2020



Stephanus Cedric Taruna

NPM: 2015630010

Lembar Persembahan

Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk
almamater tercinta,
bangsa dan negara.

Pedoman Penggunaan Buku Tugas Akhir

Buku Tugas Akhir yang tidak dipublikasikan, terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Katolik Parahyangan, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Universitas Katolik Parahyangan. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh Buku Tugas Akhir haruslah seizin Ketua Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan.

Staf dosen dan mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Mekatronika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan dapat menggunakan Buku Tugas Akhir ini sebagai rujukan pada penelitian-penelitian yang akan dilakukan sesuai dengan rekomendasi yang dikeluarkan oleh Koordinator Tugas Akhir dan/atau Tim Dosen Pembimbing.

Abstrak

Energi fosil yang mempunyai dampak buruk pada lingkungan, akan tergantikan oleh energi terbarukan. Salah satu energi terbarukan adalah energi dari cahaya matahari atau energi surya. Panel surya adalah suatu alat yang dapat mengubah energi dari cahaya matahari menjadi energi listrik. Akan tetapi, semakin tinggi temperatur panel surya semakin kecil juga efisiensi panel surya. Oleh karena itu, penelitian ini membuat sistem untuk mendinginkan panel surya jenis *monocrystalline* berukuran 670 mm x 540 mm x 30 mm dengan metode *water treatments* yaitu meletakkan panel surya dengan kemiringan 10° tersebut di atas sebuah bak yang berisikan air dan mengalirkan air di atas panel surya dengan pompa air ketika panel surya dengan kemiringan 10° diletakkan di atas sebuah bak air agar temperatur permukaan panel surya lebih dingin. Untuk menirukan kondisi panel surya di *Rooftop* Gedung 10 UNPAR, maka data seperti radiasi matahari dan temperatur panel surya dibutuhkan dalam penelitian ini. Efisiensi panel surya *monocrystalline* diukur setelah metode *water treatments* diaplikasikan pada panel surya tersebut. *Cooling rate model* dibutuhkan untuk mengetahui durasi pendinginan panel surya. Temperatur yang didapat ketika melakukan pengukuran pada 7 November 2019 pada pukul 11:00 adalah $74,53^\circ$ C. Debit air dari pompa yang digunakan adalah 17,14 liter/menit, maka durasi pendinginan panel surya dari temperatur $74,53^\circ$ C sampai dengan temperatur 30° C adalah 1,17 menit. Efisiensi yang dihasilkan panel surya dengan menggunakan metode panel surya diletakkan di atas bak air dan tanpa metode pendingin adalah 4,9 %. Efisiensi yang dihasilkan panel surya setelah diterapkan metode panel surya dialirkan air adalah 7,01 %.

Abstract

Fossil energy that has bad impact on the environment, will be replaced by renewable energy. One of the renewable energies is energy from solar light or solar energy. The solar panel is a device that can convert energy from sunlight into electrical energy. However, the higher the solar panel temperature, the smaller the efficiency of the solar panels. Therefore, this research makes a system for cooling monocrystalline solar panel (670 mm x 540 mm x 30 mm) with the water treatments methods that are placing the solar panel with a slope of 10° above a tub contains water and flowing water over solar panel with a water pump when the solar panels with a slope of 10° placed on top of a water tub so that the surface temperature of the solar panel is cooler. In order to simulate the condition of the solar panel on the Rooftop of Building 10 th UNPAR, data such as solar irradiation and temperature of the solar panel are needed in this study. The efficiency of solar panel is measured after the water treatments methods are applied to the solar panel. The cooling rate model is needed to determine the duration of cooling solar panel. The temperature obtained when conduct measurements on November 7, 2019 at 11:00 AM was $74,53^\circ$ C. The water discharge from the pump used is 17,14 liters/minute, hence the solar panel cooling duration from a temperature of $74,53^\circ$ C to a temperature of 30° C is 1,17 minutes. The efficiency produced by putting solar panel above the water tub and without the water treatment method is 4,9%. The efficiency produced by solar panel after flowing water over the solar panel is 7,01%.

Kata Pengantar

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan limpahan rahmat dan anugrah-Nya, Proposal Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Proposal Tugas Akhir yang berjudul "Peningkatan Efisiensi Panel Surya *Monocrystalline* dengan Menggunakan Metode *Water Treatments*" disusun untuk memenuhi syarat mata kuliah Tugas Akhir II (IME 184500-04) pada Program Studi Teknik Elektro (Konsentrasi Mekatronika) Universitas Katolik Parahyangan. Proposal Tugas Akhir ini disusun secara baik atas bantuan dari berbagai pihak sehingga dapat memperlancar dalam penulisan laporan Tugas Akhir. Oleh karena itu, penulis hendak mengucapkan terima kasih khususnya kepada :

1. Orang tua penulis yang senantiasa memberikan dukungan moral dan materi setiap harinya.
2. Bapak Dr.Ir. Bagus Arthaya, M.Eng dan Bapak Levin Halim, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir di Program Studi Sarjana Teknik Elektro (Konsentrasi Mekatronika) Universitas Katolik Parahyangan yang tidak lelah membimbing dan memberikan ilmu dalam menyusun Laporan Tugas Akhir ini.
3. Teman - teman mekatronika angkatan 2015 yaitu Michael Evans, Thomas, Felix S.G, Bertha, Kevin, Gozal, Ivan, Jefri, Bagus, Marvin, Aldo, Samuel Togap, Ignasius Evan, Michael Manuel, Rafiandi, Pascal, Dom, Ajeng, Idham, Satria, David, Roinaldo, dan Jonathan Chandra yang selalu memberikan semangat dalam membuat laporan Tugas Akhir.

Penulis menyadari keterbatasan dan kekurangan dalam penulisan baik dari susunan kalimat dan tata bahasa. Oleh sebab itu, penulis menerima segala bentuk kritik dan saran secara terbuka agar penulis dapat memperbaiki penulisan laporan kedepannya dan sebagai pembelajaran bagi individu penulis. Akhir kata penulis berharap semoga laporan ini dapat memberikan manfaat dan inspirasi bagi pembaca kedepannya.

Daftar Isi

Abstrak	ix
Abstract	xi
Kata Pengantar	xiii
Daftar Isi	xv
Daftar Tabel	xvii
Daftar Gambar	xix
Daftar Simbol dan Variabel	xxi
Daftar Singkatan	xxiii
1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah.	4
1.3 Batasan Masalah dan Asumsi	4
1.4 Tujuan Tugas Akhir	4
1.5 Manfaat Tugas Akhir	5
1.6 Metodologi Tugas Akhir	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
2 Tinjauan Pustaka	7
2.1 Panel surya	7
2.2 Model Elektrik Sel Surya	10

2.3	<i>Fill Factor</i> dan Efisiensi	12
2.4	Lampu Halogen	17
2.5	<i>Cooling Rate Model</i>	18
3	Perancangan Sistem	21
3.1	Metodologi	21
3.2	Panel Surya	23
3.3	<i>Fill factor</i> dan Efisiensi Awal	24
3.4	Data Temperatur dan Radiasi Matahari	25
3.5	Perhitungan <i>Cooling Rate Model</i>	33
3.6	Komponen Sistem dan Spesifikasi Pendingin	36
3.7	Gambar 3D Perancangan <i>Water Treatments</i>	39
4	Hasil dan Analisis Sistem	43
4.1	Hasil Rancangan Sistem Pendingin Panel Surya	43
4.2	Metode Pengambilan Data	46
4.3	Hasil Pengukuran Tanpa Metode Pendingin	49
4.4	Hasil Pengukuran dengan Panel Surya Diletakkan di Atas Bak Air	54
4.5	Hasil Pengukuran dengan Metode Permukaan Atas Panel Surya Dialirkan Air	60
4.6	Perbandingan Data Metode Pendingin Panel Surya	65
4.6.1	Daya Panel Surya Sebelum dan Setelah Didinginkan di <i>Rooftop</i> Gedung 10 UNPAR	71
5	Kesimpulan dan Saran	76
5.1	Kesimpulan	76
5.2	Saran	77
	Daftar Pustaka	79

Daftar Tabel

2.1	Tabel Rangkuman Rancangan Simulator Lampu Halogen	18
3.1	Tabel <i>Datasheet</i> Panel Surya GH Solar Tipe GH 50M-18 <i>monocrystalline</i>	24
3.2	Data Temperatur dan Radiasi Matahari pada 7 November 2019	26
3.3	Data Temperatur dan Radiasi Matahari pada 18 November 2019	30
3.4	Data <i>Cooling Rate Model</i>	34
4.1	Tabel Resistor yang Digunakan dalam Pengukuran	48
4.2	Data Panel Surya dengan Metode Tanpa Pendingin	53
4.3	Data Panel Surya dengan Metode Diletakkan di Atas Bak Air .	58
4.4	Data Panel Surya dengan Metode Panel Surya Dialirkan Air .	63
4.5	Data Hasil Akhir Keluaran Panel Surya dengan Tiga Macam Metode	67
4.6	Daya dan Temperatur Panel Surya di <i>Rooftop</i> Gedung 10 UNPAR	72

Daftar Gambar

1.1	Ilustrasi Pendinginan Panel Surya dengan Panel Pendingin . . .	3
2.1	<i>Terminal Box</i> pada Bagian Belakang Panel Surya	8
2.2	Pengaruh Temperatur pada Tegangan dan Arus	8
2.3	Kurva Arus Terhadap Tegangan	9
2.4	Perbandingan Jenis - Jenis Sel Surya Terhadap Efisiensinya . .	10
2.5	Model Elektrik Sel Surya	11
2.6	<i>Fill factor</i> pada Kurva Arus Terhadap Tegangan	12
2.7	Perbandingan Arus Terhadap Tegangan	13
2.8	Hubungan V_{oc} dan I_{sc} Panel Surya Terhadap Temperatur . . .	14
2.9	Hubungan <i>Fill Factor</i> dan Efisiensi Berbagai Jenis Panel Surya	15
2.10	Ilustrasi Letak Sudut γ_s	16
3.1	Diagram Blok Metodologi Penelitian	22
3.2	Panel Surya GH solar Tipe GH 50M-18 <i>Monocrystalline</i>	23
3.3	Grafik Radiasi Matahari pada 7 November 2019	28
3.4	Grafik Daya Panel Surya pada 7 November 2019	29
3.5	Grafik Radiasi Matahari pada 18 November 2019	31
3.6	Grafik Daya Panel Surya pada 18 November 2019	32
3.7	Waktu Pendinginan terhadap Debit Air	36
3.8	Lampu halogen 50 W	37
3.9	Sensor Temperatur Thermistor	37
3.10	Sensor Tegangan dan Sensor Arus DC	38
3.11	Pompa Air DC 12 V	38
3.12	Baterai 12 V DC	39
3.13	Tampak Depan Sistem Pendingin	40
3.14	Tampak Kanan Sistem Pendingin	41
3.15	Tampak Atas Sistem Pendingin	41
3.16	Hasil Keseluruhan Perancangan Sistem Pendingin Panel Surya	42
4.1	Sistem Pendingin Panel Surya	44

4.2	Ilustrasi Cara Kerja Sistem Pendingin	45
4.3	Posisi Sensor Temperatur pada Bagian Belakang Panel Surya .	46
4.4	Metode Pengukuran Arus, V_{oc} , dan I_{sc}	47
4.5	Rangkaian Pengukur Arus dan Tegangan	49
4.6	Diagram Alir Pengukuran Panel Surya Tanpa Metode Pendingin	50
4.7	Grafik V_{oc} terhadap Temperatur tanpa Metode Pendingin	51
4.8	Grafik I_{sc} terhadap Temperatur tanpa Metode Pendingin . . .	52
4.9	Grafik I – V dengan Metode tanpa Pendingin	54
4.10	Diagram Alir Pengukuran Panel Surya Menggunakan Metode Panel Surya Diletakkan di Atas Bak Air	55
4.11	Grafik V_{oc} terhadap Temperatur dengan Metode Panel Surya Diletakkan di Atas Bak Air	56
4.12	Grafik I_{sc} terhadap Temperatur dengan Metode Panel Surya Diletakkan di Atas Bak Air	57
4.13	Grafik I – V dengan Metode Panel Surya Diletakkan di Atas Bak Air	59
4.14	Diagram Alir Pengukuran Panel Surya Menggunakan Metode Panel Surya Permukaan Atas Panel Surya Dialirkan Air ketika Diletakkan di Atas Bak Air	60
4.15	Grafik V_{oc} terhadap Temperatur dengan Metode Panel Surya Dialirkan Air	61
4.16	Grafik I_{sc} terhadap Temperatur dengan Metode Panel Surya Dialirkan Air	62
4.17	Grafik Perbandingan Arus terhadap Tegangan antar Ketiga Metode	64
4.18	Grafik V_{oc} Metode tanpa Pendingin dan Metode Panel Surya Diletakkan di Atas Bak Air	65
4.19	Grafik I_{sc} Metode tanpa Pendingin dan Metode Panel Surya Diletakkan di Atas Bak Air	66
4.20	Grafik Arus terhadap Tegangan dengan Ketiga Metode	68
4.21	Grafik Tegangan dan Arus Pompa Air	69
4.22	Grafik Daya Panel Surya dan Daya Pompa Air	70
4.23	Grafik Daya Panel Surya dan Daya Pompa Air Pukul 08:00 - 14:00	74

Daftar Simbol dan Variabel

%	Persen
°	Derajat
mm	Milimeter
W	Watt
MW	Megawatt
Wh	Watt-hour
kWh	Kilowatt-hour
K	Kelvin
I	Arus keluaran sel surya
I_c	Arus yang muncul karena foton menghantam silikon
I_{shunt}	Arus yang melewati hambatan <i>shunt</i>
I_{dioda}	Arus yang melewati dioda
I_o	Arus saturasi dioda
n	Faktor ideal dioda
V	Tegangan sel surya
V_{dioda}	Tegangan pada dioda
V_{mp}	Tegangan yang dicapai ketika daya maksimal
I_{mp}	Arus yang dicapai ketika daya maksimal
V_{oc}	Tegangan maksimal panel surya ketika <i>open circuit</i>
I_{sc}	Arus maksimal panel surya ketika <i>short circuit</i>
γ_s	Sudut kemiringan matahari terhadap horisontal
SI	Radiasi matahari
A	Luas permukaan panel surya
T_{sc}	Temperatur panel surya
$T_{ambient}$	Temperatur lingkungan sekitar panel surya
q_{in}	Kalor masuk
q_{out}	Kalor keluar
\dot{m}_{water}	Laju aliran massa air
C_{water}	Kapasitas kalor air
Δt_{water}	Perbedaan antara temperatur air sebelum dan sesudah pendinginan
t	Waktu yang dibutuhkan untuk mendinginkan panel surya
m_{glass}	Massa kaca panel surya
C_{glass}	Kapasitas kalor gelas
Δt_{glass}	Perbedaan antara temperatur panel surya sebelum dan setelah pendinginan
ρ_{water}	Massa jenis air
Q_{water}	Debit air

ρ_{glass}	Massa jenis kaca panel surya
A_{glass}	Luas permukaan kaca panel surya
X_{glass}	Ketebalan kaca panel surya

Daftar Singkatan

IEA	International Energy Agency
UNPAR	Universitas Katolik Parahyangan
STC	<i>Standard Test Condition</i>
LED	<i>Light-Emitting Diode</i>
NOCT	<i>Nominal Operating Cell Temperature</i>
WIB	Waktu Indonesia Barat
DC	<i>Direct Current</i>

Bab 1

Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada tahun 2040, kebutuhan energi dunia diperkirakan naik sebesar 50 % menurut *International Energy Agency's* (IEA's) [1]. Peningkatan kebutuhan energi ini disebabkan oleh naiknya jumlah populasi di seluruh dunia. Energi fosil menjadi energi utama yang digunakan oleh dunia perindustrian saat ini karena harganya yang murah dan dapat digunakan setiap saat. Energi fosil terbentuk dalam waktu yang sangat lama yaitu sekitar 300 juta tahun [2]. Energi terbarukan dihasilkan dengan memanfaatkan sumber energi dari alam dan akan habis dalam jangka waktu yang sangat lama. Energi terbarukan memiliki keuntungan yaitu ramah lingkungan, merupakan energi berkelanjutan, dan dapat ditemukan dimana - mana [3]. Terdapat dua alasan utama energi terbarukan digunakan yaitu energi fosil semakin lama semakin sedikit dan penggunaan energi fosil berlebihan menghasilkan dampak buruk yaitu pemanasan global. Energi matahari, energi angin, dan energi tenaga air menjadi bagian dari energi terbarukan [3].

Indonesia sebagai negara beriklim tropis yang mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun dan memiliki kekayaan pasir silika. Potensi pengembangan energi matahari di Indonesia sangat besar yaitu 207,898 MW ($4,8 \text{ kWh}/m^2/\text{hari}$) [4]. Energi matahari di Indonesia baru dimanfaatkan sebesar 0,05 % dan kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Surya baru mencapai 100 MW. Oleh karena itu, Pemerintah Indonesia mendorong masyarakat untuk memanfaatkan energi matahari.

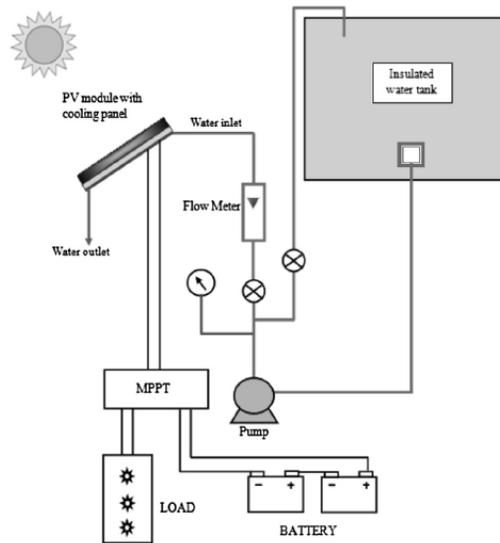
Energi matahari merupakan energi yang berasal dari cahaya matahari dan jumlahnya melimpah di bumi [3]. Untuk dapat memanfaatkan energi tersebut,

maka dibutuhkan alat yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Sebuah panel surya dapat mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik, tetapi panel surya memiliki kekurangan yaitu efisiensi yang relatif kecil. Efisiensi yang dimiliki panel surya *monocrystalline* berkisar antara 16 % - 18 % pada umumnya [5]. Efisiensi panel surya berpotensi menurun dikarenakan temperaturnya meningkat, sehingga efisiensi panel surya berkurang sebanyak 0,38 % / ° C [6].

Adapun beberapa faktor yang memengaruhi turunnya daya keluaran panel surya seperti panel surya tertutup debu dan bayangan, orientasi, cuaca, dan temperatur panel surya [7]. Terdapat dua parameter temperatur yang menyebabkan turunnya efisiensi panel surya [7] yaitu temperatur pada panel surya dan temperatur lingkungan di sekitar panel surya [8]. Untuk meningkatkan efisiensi panel surya yang turun akibat peningkatan temperatur, maka dapat digunakan sistem pendingin aktif atau pasif. Sistem pendingin aktif menggunakan daya untuk mendinginkan panel surya seperti pompa dan kipas, sedangkan sistem pendingin pasif menggunakan konveksi alami seperti angin yang berhembus ke panel surya.

Pada penelitian [9], permukaan panel surya dialirkan air dengan menggunakan pompa hidrolis ram (hidram). Karena pompa hidram memiliki kekurangan yaitu air lebih banyak terbuang saat dipompa, maka 80 % air yang terbuang dipompa lagi menggunakan pompa tesla. Efisiensi panel surya dari eksperimen tersebut mengalami peningkatan sebesar 12 %. Pada penelitian [10], beberapa panel surya dipasang mengapung di atas air, sehingga temperatur lingkungan di bawah panel surya lebih dingin daripada diinstalasi di daratan. Hasilnya adalah sistem apung panel surya tersebut mempunyai efisiensi 11 % lebih baik dari panel surya yang diinstalasi di daratan.

Gambar 1.1 adalah gambar ilustrasi pendingin panel surya dengan panel pendingin yang dialirkan air. Penelitian [11] menjelaskan sistem pendingin panel surya menggunakan panel pendingin yang diletakkan di belakang permukaan panel surya, kemudian panel pendingin tersebut dialirkan air menggunakan pompa. Hasil dari eksperimennya adalah temperatur panel surya turun sebesar 20 % dan efisiensi naik sebesar 9 %. Penelitian [12] menjelaskan eksperimen yaitu permukaan bawah panel surya dipasang dengan rangka yang dapat mengapung di atas air. Kesimpulannya adalah daya mengalami peningkatan sebesar 15,5 % dibandingkan dengan panel surya pada umumnya. Dari beberapa eksperimen tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan air sebagai pendingin panel surya merupakan metode yang efektif untuk meningkatkan efisiensi.



Gambar 1.1. Ilustrasi Pendinginan Panel Surya dengan Panel Pendingin [11]

Pada penelitian ini dilakukan perancangan dan simulasi metode *water treatments* ketika panel surya berada di *rooftop* Gedung 10 Universitas Katolik Parahyangan yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi panel surya. *Water treatments* tersebut terdiri dari pengaliran air di atas panel surya menggunakan pompa dan panel surya diletakkan di atas sebuah bak berisikan air. Panel surya yang digunakan pada penelitian ini adalah panel surya *monocrystalline* dengan ukuran 670 mm x 540 mm x 30 mm. Untuk mengetahui durasi mengalirkan air ke atas panel surya dan durasinya, maka temperatur panel surya, radiasi matahari, dan *cooling rate model* dibutuhkan. Pemodelan *cooling rate* dilakukan untuk menentukan debit air yang dikeluarkan oleh pompa dan durasi pendinginan panel surya, sehingga pemilihan pompa air yang tepat dapat mengurangi penggunaan listrik. Temperatur panel surya dan radiasi matahari digunakan sebagai data acuan ketika menyimulasikan kondisi panel surya ketika berada di *Rooftop* Gedung 10 UNPAR. Gambar 3D dibuat dengan memanfaatkan perangkat lunak SolidWorks yang meliputi komponen-komponen sistem seperti bak air, pompa, dan panel surya. Gambar 3D tersebut dibuat untuk memudahkan instalasi sistem pendingin panel surya yang dibahas pada penelitian ini. Peningkatan efisiensi panel surya dibandingkan setelah diberi metode *water treatments*, dengan dua perbandingan yaitu

1. Efisiensi panel surya setelah diletakkan di atas sebuah bak air.

2. Efisiensi panel surya setelah dialirkan air dan diletakkan di atas sebuah bak air.

1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah.

Pada latar belakang masalah dinyatakan bahwa kekurangan panel surya adalah menurunnya efisiensi panel surya ketika peningkatan temperatur terjadi. Oleh karena itu, identifikasi masalah dan perumusan masalah yang digunakan adalah

1. Bagaimana cara meningkatkan efisiensi panel surya ketika peningkatan temperatur terjadi?
2. Bagaimana cara merancang sistem yang dapat secara aktif mendinginkan panel surya ketika peningkatan temperatur terjadi?

1.3 Batasan Masalah dan Asumsi

Pada penelitian panel surya menggunakan metode *water treatments* diperlukan batasan masalah antara lain:

1. Pendinginan panel surya dilakukan ketika panel surya mencapai temperatur maksimum.
2. Parameter temperatur panel surya menjadi parameter pertimbangan utama yang mempengaruhi efisiensi.
3. Panel surya yang digunakan adalah panel surya jenis *monocrystalline*.
4. Panel surya yang ditinjau memiliki jenis instalasi *fixed panel*.
5. Panel surya yang telah diinstalasi memiliki sudut kemiringan terhadap horisontal yaitu 10° .

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Penelitian pendinginan panel surya dengan metode *water treatments* ini memiliki tujuan yaitu

1. Merancang sistem pendingin untuk meningkatkan efisiensi panel surya *monocrystalline*.
2. Mengetahui peningkatan efisiensi paling baik dengan kedua metode *water treatments* dan tanpa metode pendinginan yaitu
 - (a) Efisiensi panel surya tanpa metode pendingin.
 - (b) Efisiensi panel surya setelah diletakkan di atas sebuah bak air.

- (c) Efisiensi panel surya setelah dialirkan air dari sebuah bak berisi air dengan pompa.

1.5 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat yang didapatkan dari hasil penelitian ini adalah

1. Mengetahui metode baru untuk mendinginkan panel surya secara aktif yaitu metode *water treatments*.
2. Mengetahui perbandingan efisiensi sebelum dan setelah diberi perlakuan kedua metode *water treatments* yaitu
 - (a) Efisiensi panel surya tanpa metode pendingin.
 - (b) Efisiensi panel surya setelah diletakkan di atas sebuah bak air.
 - (c) Efisiensi panel surya setelah dialirkan air dari sebuah bak berisi air dengan pompa.

1.6 Metodologi Tugas Akhir

Metodologi yang dilakukan dalam Tugas Akhir ini adalah

1. Studi literatur
Pada langkah ini, literatur terkait pembangkit listrik tenaga surya yang bersumber dari buku dan jurnal dipelajari.
2. Menentukan panel surya
Menentukan panel surya yang cocok untuk digunakan pada penelitian ini.
3. Perhitungan dengan rumus
Perhitungan menggunakan rumus dilakukan untuk mendapatkan nilai yang dibutuhkan seperti sudut kemiringan panel surya, durasi pendinginan panel surya, temperatur maksimum panel surya, dan efisiensi panel surya.
4. Merancang gambar 3D pada SolidWorks
Konsep gambar 3D pada SolidWorks dibuat agar memudahkan instalasi sistem.
5. Instalasi sistem dan uji coba
Sistem pendingin panel surya diinstalasi dan pengukuran dengan ketiga metode *water treatments*.

1.7 Sistematika Penulisan

Laporan ini dibagi menjadi 5 bab, yaitu

1. Bab 1 Pendahuluan. Dalam bab ini dijelaskan mengenai latar belakang masalah, identifikasi dan perumusan masalah, batasan masalah dan asumsi, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir, metodologi tugas akhir serta sistematika penulisan .
2. Bab 2 Tinjauan Pustaka. Bab ini berisi teori-teori yang digunakan dalam menentukan panel surya, menghitung efisiensi, menentukan sudut kemiringan dan arah panel surya, menentukan model *cooling rate*, dan menentukan spesifikasi komponen sistem. pemecahan masalah dan dibutuhkan dalam pengolahan data serta analisis. Teori-teori dasar tersebut dibutuhkan dalam merancang sistem panel surya yang dibuat.
3. Bab 3 Perancangan Sistem. Bab Perancangan Sistem berisi data untuk menentukan nilai *cooling rate* dari pemodelan, *fill factor* panel surya, efisiensi awal panel surya, diagram alir sistem, skematik sistem, gambar 3D SolidWorks, dan spesifikasi pendingin yang digunakan.
4. Bab 4 Hasil dan Analisis Sistem. Bab ini menjelaskan hasil pengukuran dan analisis data seperti tegangan, arus, daya, gambar sistem pendingin, dan efisiensi panel surya.
5. Bab 5 Kesimpulan dan Saran. Untuk mengetahui hasil akhir dan meningkatkan kualitas dari penelitian ini, maka dalam bab ini dipaparkan kesimpulan dan saran hasil penelitian.

