

**PENGARUH TEMPERATUR PERMUKAAN SOLAR CELL  
TERHADAP EFISIENSI DAYA OUTPUT PANEL SURYA TIPE  
MONOCRYSTALLINE SKALA LABORATORIUM**

**SKRIPSI**

**BIDANG KONVERSI ENERGI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**RANTAU FITRIANTO**

NIM : 171210974

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK  
2021**

## **LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI**

JUDUL SKRIPSI :

PENGARUH TEMPERATUR PERMUKAAN SOLAR CELL TERHADAP  
EFISIENSI DAYA OUTPUT PANEL SURYA TIPE MONOCRYSTALLINE  
SKALA LABORATORIUM.

Nama Mahasiswa : Rantau fitrianto

NIM : 171210974

Program Studi : Teknik Mesin

Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I : Dr. Doddy Irawan, ST.,M.Eng

Dosen Pembimbing II : Eko Sarwono,ST.,MT

Dosen Penguji I : Fuazen, ST.,MT

Dosen Penguji II : Gunarto, ST.,M.Eng

Pontianak 03 November 2021

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Mesin  
Fakultas Teknik

Ir. Eko Julianto, M.T., IPM  
NIDN.11.1807.8730

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISA PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN PANEL SURYA**  
**TERHADAP RADIASI YANG DITERIMA**

**SKRIPSI**

**BIDANG KONVERSI ENERGI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**RANTAU FITRIANTO**

**NIM. 171210974**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing pada tanggal 21  
Maret 2022

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Dr. Doddy Irawan, ST.,M.Eng)  
NIDN.11.2110.8001

(Eko Sarwono,ST.,MT)  
NIDN.00.1810.6901

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

(Fuazen, ST.,MT)  
NIDN.11.2208.7301

(Gunarto, ST.,M.Eng)  
NIDN.00.0909.730

Mengetahui,  
Ketua program studi

(Ir. Eko Julianto, S.T.,M.T.,IPM)  
NDN.11.1807.8730

## **PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas didalam naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar Pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Pontianak, 21 Maret 2022

RANTAU FITRIANTO  
NIM. 171210974

## HALAMAN PERSEMBAHAN



Dengan memanjatkan penuh rasa syukur kehadiran Allah S.W.T serta sholawat dan salam kepada Baginda Nabi Muhammad S.A.W, penulis persembahkan kepada :

1. Keduaorang tua saya, untuk Bapak **Susilo Kasno** dan Ibu saya **Parti**, Terima kasih yang tak terhingga atas cinta kasih dan kasih sayang yang telah bapak dan ibu curahkan, serta dukungan dan do'a yang selalu senantiasa mendampingi setiap Langkah kaki dan setiap hela nafas dalam mencapai segala kesuksesan anakmu ini.
2. Bapak dan Ibu Mertua, **Subandi** dan **Sri Winarni**, Terima kasih atas do'a dan dukungan baik secara moril, serta kasih sayang yang selalu menyertai Langkahku.
3. Istri dan anakku, **Mudaiyah Tri Mardiyani** dan **Fatimah Nur Khalisa**, Terima kasih atas do'a dan dukungan, kasih sayang serta selalu memberikan semangat dan perhatian yang menjadi alasan kenapa diri ini tetap berdiri dan terus berjuang.
4. **Adik** dan semua keluarga saya, Terima kasih atas do'a dan dukungannya yang selalu menyertai langkahku”
5. Bapak **Dr. Doddy Irawan, ST., Eng** dan **Eko Sarwono, ST., MT** selaku dosen pembimbing, bapak **Fauzen, ST., MT** dan **Gunarto, ST., Eng** selaku dosen penguji dan bapak **Ir. Eko Julianto, ST., IPM** selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin terima kasih banyak telah memberikan nasihat dan pengajaran yang berharga, penuh kesabaran dan dukungan selama penulisan Skripsi ini.
6. Seluruh staf dan dosen pengajar Universitas Muhammadiyah Pontianak.
7. Sahabat dan teman dekat yang telah memberikan saran dan masukan.
8. Semua pihak yang telah memberikan sumbangan dalam penulisan Skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

## RINGKASAN

**Rantau Fitrianto**, Jurusan / Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak, 03 November 2021, Pengaruh Temperatur Permukaan Solar Cell Terhadap Efisiensi Daya Output Panel Surya Tipe Monocrystalline Skala Laboratorium.

Pembimbing : Dr. Doddy Irawan, ST., Eng dan Eko Sarwono, ST., MT.

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan energi matahari untuk menjadi energi listrik melalui *photovoltaic module* yang termasuk dalam energi hijau sehingga menjadi suatu pembangkit yang terbarukan, lebih efisien efektif, dan handal.

panel surya *monocrystalline* model no VISERO-20WP, Sel panel memiliki ukuran panjang 485 mm, lebar 320 mm. Pengukuran dilakukan selama 6 hari dengan kondisi cuaca dan intensitas cahaya yang berbeda-beda dengan sudut kemiringan panel surya yang sama yaitu 10°. Rang atau Batasan temperature permukaan panel surya terhadap daya output yang optimal. Temperatur dengan daya output yang optimal berkisaran berada diangka (49°C - 55°C). Nilai tersebut yang dimasukan ke dalam settingan *high low* pada *thermostart* temperatur, untuk menyalakan dan mematikan pompa secara *otomatis* ketika temperatur permukaan panel sudah mencapai *set point* yang ditentukan.

Pada penelitian ini, Pengaruh temperatur permukaan panel surya terhadap efisiensi listrik panel surya (PV). Dari grafik terlihat bahwa efisiensi listrik panel surya tanpa pendinginan berkisar pada 17.13% - 22.57%. Sedangkan untuk panel surya dengan pendinginan air efisiensi listrik berkisar pada 25.64% - 29.22%. Hal ini membuktikan bahwa pendinginan air mampu meningkatkan efisiensi listrik panel surya. Hal ini membuktikan bahwa pendinginan air mampu meningkatkan efisiensi listrik panel surya hingga 3.07% – 6.65%.

Kata Kunci : Energi Surya, Panel Surya, Teknologi Photovoltaic, Analisa Temperatur Panel Surya, Nilai Effisiensi Panel Surya.

## ***SUMMARY***

**Rantau Fitrianto**, Mechanical Engineering Department / Study Program, Faculty of Engineering, University of Muhammadiyah Pontianak, 03 November 2021, The Effect of Solar Cell Surface Temperature on the Output Power Efficiency of Monocrystalline Solar Panels on Laboratory Scale.

Supervisors: Dr. Doddy Irawan, ST., Eng and Eko Sarwono, ST., MT.

Solar Power Plant (PLTS) is a power generation system that utilizes solar energy to become electrical energy through a photovoltaic module which is included in green energy so that it becomes a renewable, more efficient, effective, and reliable generator.

monocrystalline solar panel model no VISERO-20WP, The panel cell has a length of 485 mm, a width of 320 mm. Measurements were carried out for 6 days with different weather conditions and light intensity with the same solar panel tilt angle of 10°. Rang or Limit the surface temperature of the solar panel to the optimal output power. The temperature with the optimal output power is in the range (49°C - 55°C). This value is entered into the high-low setting on the thermostat temperature, to turn the pump on and off automatically when the panel surface temperature has reached the specified set point.

In this study, the effect of solar panel surface temperature on the electrical efficiency of solar panels (PV). From the graph, it can be seen that the electrical efficiency of solar panels without cooling ranges from 17.13% - 22.57%. Meanwhile, for solar panels with water cooling, the electricity efficiency ranges from 25.64% - 29.22%. This proves that water cooling can increase the electrical efficiency of solar panels. This proves that water cooling can increase the electrical efficiency of solar panels up to 3.07% – 6.65%.

**Keywords:** Solar Energy, Solar Panels, Photovoltaic Technology, Solar Panel Temperature Analysis, Solar Panel Efficiency Value.

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillahirrabil'alaamiin*, segala puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan segala rahmat dan hidayah-Nya, karena hanya dengan izin-Nya lah maka penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Dengan Judul **“Pengaruh Temperatur Permukaan Solar Cell Terhadap Efisiensi Daya Output Panel Surya Tipe *monocrystalline* skala laboratorium”**. Shalawat beserta salam semoga selalu tercurah limpahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, keluarganya, sahabatnya, dan umatnya yang teguh terhadap agama islam. *Aamiin*

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Allah S.W.T yang telah memberikan keluasaan ilmunya, dan kemudahan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Keberhasilan dan kelancaran penulis dalam melaksanakan penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dukungan dari pihak yang terkait.

Untuk itu perkenankanlah penulis untuk berterima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Doddy Irawan, ST, M.Eng selaku Rektor Univesitas Muhammadiyah Pontianak atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Muhammadiyah Pontianak.
2. Bapak Fuazen, ST.,MT, Selaku Dekan Fakultas Program Studi Teknik Mesin yang telah memberi bimbingan dengan menerima kehadiran penulis setiap saat disertai masukan-masukan yang berharga untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Eko Julianto, S.T.,M.T.,IPM selaku Kaprodi Teknik Mesin yang telah memberi bimbingan dengan menerima kehadiran penulis setiap saat disertai masukan-masukan yang berharga untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Mursalin, S.T. selaku dosen Pembimbing yang penuh perhatian dan atas perkenaan memberi bimbingan dan dapat dihubungi sewaktu-waktu disertai



kemudahan dalam memberi bahan dan menunjukan sumber-sumber yang relevan sangat membantu penulis.

5. Bapak Gunarto, ST.,MT dan Bapak Eko Sarwono, ST.,MT, sebagai penguji I dan II yang telah memberi masukan yang sangat berharga berupa saran, ralat, perhatian, pertanyaan, komentar, tanggapan, menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.
6. Semua dosen Teknik Mesin Fakultas Universitas Muhammadiyah Pontianak yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.
7. Kedua Orang tua penulis yang telah membantu serta dukungan moril maupun materil kepada penulis.
8. Istriku tercinta yang sudah membantu dan memberi semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Rekan-rekan seperjuangan tugas akhir jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan tugas akhir ini masih banyak kekurangan. untuk itu penulis sangat berharap untuk mendapatkan masukan dan keritikan yang bersifat membangun dan penulis memohon maaf jika ada salah dalam penulisan kata. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya, sekian dan terimakasih.

Pontianak, 21 Maret 2022

RANTAU FITRIANTO  
NIM. 171210974

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>RINGKASAN</b> .....	vi
<b>SUMMARY</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan .....	4
1.5 Manfaat .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	6
2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2 Dasar Teori .....	10
2.2.1 Sel Surya .....	10
2.2.2 Proses Konversi Solar Cell.....	13
2.2.3 Jenis - jenis Sel Surya .....	18
2.2.4 Solar Charge Controller .....	19
2.2.5 Aki (batrai) .....	20
2.2.6 Thermostart Temperatur.....	21
2.2.7 Efisiensi Sel Surya .....	21

2.2.8 Karakteristik Sel Surya .....	25
2.2.9 Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Sel Surya .....	27
2.2.10 Energi Dan Daya .....	31
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian .....	32
3.2 Landasan Perencanaan .....	32
3.2.1 Alat Dan Bahan .....	32
3.2.2 Perancangan .....	34
3.3 Prosedur Penelitian .....	40
3.3.1 Tahap Persiapan .....	41
3.3.2 Tahap Pengujian Kinerja Panel Surya .....	41
3.4 Metode Analisa Data .....	42
3.4.1 Teknik Pengambilan Data .....	42
3.4.2 Analisa Data .....	43
3.5 Diagram Alir Penelitian .....	45
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>46</b>
4.1 Hasil Pengukuran .....	46
4.1.1 Pengukuran Arus Dan Daya Tanpa Menggunakan Beban .....	46
4.1.2 Pengukuran Arus dan Daya Menggunakan beban pompa DC 8 Watt.....	50
4.2 Hasil Pengujian Yang Mempengaruhi Kinerja Panel Surya .....	53
4.2.1 Hasil Pengukuran Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Output Yang Dihasilkan .....	53
4.2.2 Hasil Pengamatan Faktor Bayangan Terhadap Daya Output Yang Dihasilkan .....	56
4.3 Hasil Pengujian Sebelum Dan Sesudah Menggunakan Thermostart Thermometer Temperatur .....	57
4.3.1 Pengambilan Data Sebelum Menggunakan Thermostart Sistem Pendingin Permukaan Panel .....	58
4.3.2 Pengambilan Data Setelah Menggunakan Thermostart Sistem Pendingin Permukaan Panel .....	62

4.4 Pengelolaan Data .....	63
4.4.1 Perhitungan Efisiensi Daya Output Sebelum Menggunakan Thermostart Thermometer Temperatur .....	63
4.4.2 Perhitungan Efisiensi Daya Output Sesudah Menggunakan Thermostart Thermometer Temperatur .....	68
4.4.3 Perbandingan Grafik Efisiensi Dari Data Sebelum Dan Sesudah Menggunakan Sistem Pendingin .....	71
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	72
5.1 Kesimpulan .....	72
5.2 Saran .....	73
DAFTAR PUSTAKA .....	74
LAMPIRAN .....	76

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Spesifikasi panel surya .....	32
Tabel 3.2 Komponen Utama .....	33
Tabel 3.3 Alat yang digunakan .....	33
Tabel 3.4 Bahan yang digunakan .....	34
Tabel 3.5 Hubungan antara lokasi pemasangan dan waktu cadangan modul photovoltaik buatan Solarex .....	38
Tabel 3.6 Pengambilan Nilai Pinput .....	43
Tabel 3.7 Pengambilan Nilai Poutput .....	43
Tabel 4.1 hasil pengukuran tanpa menggunakan beban.....	47
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Menggunakan Beban.....	51
Tabel 4.3 Pengukuran Temperatur dan daya output .....	54
Tabel 4.4 pengukuran daya output terhadap factor bayangan.....	56
Tabel 4.5 Data hari ke 1 sebelum menggunakan sistem pendingin .....	58
Tabel 4.6 Data hari ke 2 sebelum menggunakan sistem pendingin .....	59
Tabel 4.7 Data hari ke 3 sebelum menggunakan sistem pendingin .....	59
Tabel 4.8 Hasil pengujian hari ke 1 setelah menggunakan system pendingin panel surya .....	62
Tabel 4.9 pengambilan data sebelum menggunakan thermostart thermometer temperatur hari ke 1 .....	63
Tabel 4.10 pengambilan data sebelum menggunakan thermostart thermometer temperatur hari ke 2 .....	64
Tabel 4.11 pengambilan data sebelum menggunakan thermostart thermometer temperatur hari ke 3 .....	65
Tabel 4.12 pengambilan data sesudah menggunakan sistem pendingin hari ke 1.....	68
Tabel 4.13 pengambilan data sesudah menggunakan sistem pendingin hari ke 2.....	69

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Proses pengubahan energi matahari menjadi energi listrik pada sel surya .....	10
Gambar 2.2 Modul Panel Surya .....	11
Gambar 2.3 Struktur pita sebuah semikonduktor .....	11
Gambar 2.4 Tingkat energi yang dihasilkan oleh sambungan p-n Semikonduktor .....	12
Gambar 2.5 Semikonduktor jenis p dan n sebelum disambung .....	14
Gambar 2.6 Perpindahan elektron dan <i>hole</i> pada semikonduktor .....	14
Gambar 2.7 Hasil muatan <i>positif</i> dan <i>negatif</i> pada semikonduktor .....	14
Gambar 2.8 Timbulnya Medan Listrik <i>Internal E</i> .....	15
Gambar 2.9 Sambungan Semikonduktor Terkena Cahaya Matahari .....	16
Gambar 2.10 Sambungan Semikonduktor Ditembus Cahaya Matahari .....	16
Gambar 2.11 Kabel Dari Sambungan Semikonduktor Dihubungkan ke Lampu .	17
Gambar 2.12 <i>Monocrystalline</i> .....	18
Gambar 2.13 <i>Polycrystalline</i> .....	18
Gambar 2.14 <i>Solar Charge Controller</i> .....	19
Gambar 2.15 Aki (Baterai) .....	20
Gambar 2.16 <i>Thermostart Temperatur</i> .....	21
Gambar 2.17 Kurva I-V Karakteristik Arus Tegangan .....	23
Gambar 2.18 Karakteristik tegangan terhadap arus sel surya .....	26
Gambar 2.19 Pengaruh suhu terhadap daya panel surya .....	27
Gambar 2.20 Perbandingan besarnya penyinaran matahari terhadap keluaran panel .....	28
Gambar 2.21 Hubungan antara keluaran panel surya dengan dan tanpa bayangan .....	28
Gambar 2.22 Variasi antara <i>Fouling coefficient</i> dan waktu .....	30
Gambar 3.1 Skema perancangan panel surya .....	34
Gambar 3.2 Kerangka Panel surya .....	35

Gambar 3.3 Skema perancangan.....	36
Gambar 3.4 Instalasi panel surya .....	37
Gambar 3.5 Blok Diagram Penelitian .....	41
Gambar 4.1 Proses pengambilan data .....	46
Gambar 4.2 Grafik pengambilan data tegangan tanpa menggunakan beban .....	47
Gambar 4.3 Grafik pengambilan data arus tanpa menggunakan beban.....	48
Gambar 4.4 Grafik pengambilan data temperatur tanpa menggunakan beban .....	48
Gambar 4.5 Grafik intensitas cahaya terhadap arus yang dihasilkan.....	50
Gambar 4.6 Grafik pengambilan data tegangan menggunakan beban pompa.....	51
Gambar 4.7 Grafik pengambilan data arus menggunakan beban pompa.....	52
Gambar 4.8 Grafik daya output panel surya dan pompa.....	52
Gambar 4.9 Grafik waktu terhadap perubahan temperatur .....	52
Gambar 4.10 Pengukuran temperatur panel surya .....	53
Gambar 4.11 Grafik perubahan temperatur permukaan panel surya .....	55
Gambar 4.12 Grafik daya output panel surya .....	55
Gambar 4.13 Grafik faktor bayangan terhadap daya output .....	57
Gambar 4.14 Grafik data temperatur se belum menggunakan sistem pendingin .	60
Gambar 4.15 Grafik data tegangan sebelum menggunakan sistem pendingin ....	60
Gambar 4.16 Grafik data arus sebelum menggunakan sistem pendingin .....	60
Gambar 4.17 Grafik data intensitas cahaya matahari .....	61
Gambar 4.18 Grafik perbandingan sebelum dan sesudah menggunakan sistem pendingin.....	71

## DAFTAR SIMBOL

WP	: Watt peak
KWH	: kilo watt hour
AH	: ampere hour
$\eta$	: Efisiensi Sel Surya
$P_{out}$	: Daya Keluar
$P_{in}$	: Daya Masuk
$V_m$	: Tegangan Maksimum
$I_m$	: Arus Maksimum
$V_{oc}$	: Open Circuit Voltage
$I_{sc}$	: Short Circuit Current
$I(t)$	: Intensitas Cahaya
Ff	: Faktor isi (Fill Factor)
$I_{mp}$	: Arus maksimum (Ampere)
$V_{mp}$	: Tegangan maksimum (Volt)
$I_{sc}$	: Arus hubung singkat (Ampere)
$V_{oc}$	: Tegangan hubung terbuka (Volt)
V	: tegangan yang dibangkitkan (volt)
I	: arus yang dibangkitkan (ampere)
P	: rapat daya yang mengenai panel surya
A	: luas penampang panel surya
$I_r$	: Radiasi yang diserap panel
$I_{r0}$	: Radiasi yang mengenai panel
$\Theta$	: Sudut antara sinar datang dengan normal bidang panel



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan energi matahari untuk menjadi energi listrik melalui *photovoltaic module* yang termasuk dalam energi hijau sehingga menjadi suatu pembangkit yang terbarukan, lebih efisien efektif, dan handal. PLTS merupakan salah satu sarana untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan listrik yang sangat ramah lingkungan. Mengingat Indonesia merupakan daerah tropis, maka pemanfaatan PLTS dapat diupayakan secara optimal (Gifson, Siregar, & Pambudi, 2020).

Pada saat ini semakin banyak dikembangkan sumber tenaga atau sumber energi *alternative*. Pemanfaatan energi matahari digunakan untuk mengkonversikan energi (sel surya) menjadi energi listrik, yang dirancang menjadi panel surya. Panel surya dibangun modul-modul solar sel yang dapat menyerap energi matahari dan merubahnya menjadi sumber listrik atau energi yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Cuaca dan iklim yang tidak stabil menjadi salah satu masalah dalam pengoperasian panel surya, karena ketidak setabilannya mempengaruhi besar tegangan dan arus yang dihasilkan sel surya. Setiap tipe atau merk panel surya memiliki daya hasil yang berbeda dalam mengkonversikan energi matahari menjadi energi listrik. Susunan dan bahan sel surya tidak selalu sama pada setiap pendistribusi sel surya. (Suhardi Istiawan,2019).

Panel surya merupakan susunan dari beberapa sel surya yang dihubungkan secara seri maupun paralel. Sebuah panel surya terdiri dari 32-40 sel surya tergantung ukuran panel. Jenis-jenis panel surya yang terjual saat ini antara lain adalah monokristal *silicon*, polikristal *silicon* dan *amorphous silicon*. Monokristal (*mono-crystalline silicon*) merupakan panel yang paling efisien yaitu mencapai angka sebesar 12-14%. Polikristal silikon (*poly-crystalline silicon*) Polikristal

merupakan panel surya yang memiliki susunan kristal acak. Tipe ini memiliki efisiensi sebesar 10-12%. Sedangkan *amorphous silicon Amorphous* adalah tipe panel dengan harga paling murah akan tetapi efisiensinya paling rendah, yaitu antara 4-6%. (M. Denny Surindra, 2020).

Potensi energi surya di Indonesia  $\pm 4.8$  kWh/m<sup>2</sup>/hari atau setara dengan 112.000 GWp (EBTKE, 2018). Sedangkan *energy* surya yang dihasilkan melalui sel surya berkapasitas 100 Wp dengan luas permukaan sel 1 m<sup>2</sup> yang menerima paparan *energy* radiasi matahari sebesar 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/hari akan menghasilkan *energy* listrik sebesar 675 Wh perhari jika diasumsikan nilai efisiensi sel surya sebesar 15 % (Akhmad, 2011). Para ilmuwan di Hong Kong melaporkan bahwa mereka telah berhasil mengembangkan sel surya tandem *perovskitesilikon* dengan efisiensi konversi daya tertinggi di dunia yaitu sebesar 25,5% (Ehsanul, 2018).

Tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh sel surya dipengaruhi oleh dua *variabel* fisis, yaitu intensitas radiasi matahari dan suhu temperatur permukaan sel surya. Intensitas radiasi cahaya matahari yang diterima sel surya sebanding dengan tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh sel surya, sedangkan apa bila suhu lingkungan semakin tinggi dengan intensitas radiasi cahaya matahari yang tetap, maka tegangan panel surya akan berkurang dan arus listrik yang di hasilkan akan bertambah (Deni& Ali, 2016).

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, terdapat kesimpulan yang saat ini menjadi dasar informasi terkait panel surya. Dalam penjelasan literasi tersebut, dikemukakan bahwa kenaikan dan penurunan temperatur pada permukaan sel surya mempengaruhi daya keluaran yang akan dihasilkan. Kenaikan dan penurunan temperatur akan memberikan gangguan pada elektron yang berada di semikonduktor sehingga efek *photovoltaic* tidak terjadi secara optimal.

Guna untuk mengantisipasi masalah daya output panel surya yang tidak stabil dikarenakan perubahan temperatur pada permukaan panel surya, demi mendapatkan nilai daya output dan efisiensi yang *optimal*, maka diperlukannya

*thermostart* temperatur dan pompa air *DC* guna mengontrol temperatur permukaan panel surya, dengan cara mencari tingkat efisiensi daya output paling tinggi dan mengukur temperatur permukaan panel surya terlebih dahulu. Maka didapat nilai rata-rata temperatur permukaan panel surya yang tingkat efisiensinya paling tinggi, nilai temperatur itulah yang menjadi *set point* pada *thermostart* temperatur, ketika nilai temperatur naik lebih besar dari *set point* yang kita batasi maka dengan *otomatis* pompa *DC* akan menyala dan menyemburkan air pada permukaan panel surya untuk menurunkan temperatur. Setelah temperatur turun *diset point* yang kita berikan maka dengan cara *otomatis* juga pompa *DC* akan mati, sehingga temperatur permukaan panel surya dapat kita *control* untuk mendapatkan daya output yang *optimal*.

Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini akan dilakukan **Pengaruh Temperatur Permukaan Solar Cell Terhadap Efisiensi Daya Output Panel Surya Tipe *monocrystalline* skala laboratorium**. Penelitian ini sangat penting untuk dilaksanakan dikarenakan hasil dari penelitian ini dapat menjadi referensi utama dalam pengembangan untuk optimalisasi dan peningkatan efektifitas penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya sehingga dapat digunakan oleh seluruh kalangan masyarakat. Selain itu, penelitian ini diharapkan bisa membantu mahasiswa Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak dalam pengenalan alat serta pembelajaran praktikum pada bidang konversi energi.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penulisan, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan keluaran daya dari panel surya jenis *monocrystalline* terhadap perubahan temperatur permukaan *solar cell*.
2. Bagaimana menjaga suhu permukaan panel surya agar tetap terjaga disuhu yang *ideal* untuk mendapatkan daya output yang *optimal*.

### 1.3. Batasan Masalah

Agar penulisan tugas akhir ini sesuai dengan tujuan penulisan, maka penulis memberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Panel surya yang digunakan memiliki spesifikasi daya sebesar 20Wp yang terdiri dari jenis *monocrystalline*
2. Menggunakan *Charger solar controller* dengan kapasitas 10 *ampere*.
3. Menggunakan sistem pendingin permukaan panel surya dengan menggunakan *thermostart thermometer* temperatur 12V DC untuk menyalakan dan mematikan pompa secara *otomatis*, sehingga dapat mengontrol suhu permukaan panel surya.
4. Parameter yang diukur adalah arus dan tegangan keluaran dari panel surya .
5. Pengujian dilakukan pada posisi menyesuaikan cahaya dari matahari, dengan waktu yang sudah ditentukan dipukul 12.00 – 14.00 WIB.
6. Merancang dan membuat dudukan panel surya dibuat dengan sedemikian rupa agar dapat menyesuaikan arah cahaya matahari dengan cara manual.

### 1.4. Tujuan

Berdasarkan permasalahan diatas tujuan dari penelitian PLTS *monocrystalline* skala laboratorium ialah :

1. Mengetahui apakah ada perbandingan daya output dari hasil kinerja panel surya jenis *Monocrystalline* terhadap perubahan temperatur permukaan *solar cell*.
2. Mengetahui temperature permukaan panel surya yang ideal terhadap daya output yang dihasilkan panel surya *monocrystalline*.
3. Mengetahui tingkat efisiensi tertinggi dari panel surya *monocrystalline*.
4. Menjaga suhu permukaan panel surya agar tetap terjaga disuhu yang ideal untuk mendapatkan daya output yang *optimal*.

### 1.5. Manfaat

Dengan adanya penelitian yang merancang sebuah pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 20 Wp ini, nantinya dapat mempunyai manfaat sebagai berikut :

1. Mengetahui tingkat efisiensi maksimal keluaran daya dari panel surya jenis *monocrystalline* terhadap perubahan temperatur permukaan panel surya.
2. Dapat menambah pemahaman tentang efektivitas dari panel surya jenis *monocrystalline*
3. Pembahasan ini dapat menjadi salah satu acuan untuk mengembangkan wawasan tentang PLTS panel surya jenis *monocrystalline* dengan penambahan *Changer controller* kapasitas 10 *ampere*
4. Manfaat pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 20 Wp bagi mahasiswa dapat dijadikan referensi untuk penelitian lanjutan penelitian yang lebih baik lagi
5. Manfaat dari pembangkit listrik tenaga surya kapasitas 20 Wp bagi masyarakat, memberikan sumber energi alternatif terhadap masyarakat sebagai penambah maupun pengganti dari sumber energi listrik dari PLN

#### **1.6. Sistematika Penulisan**

Untuk mempermudah mengetahui sisi dari proposal penelitian ini maka sistematika penulisan disajikan dalam tulisan yang terdiri dari :

- BAB I :Merupakan Pendahuluan Yang Berisikan Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan, Manfaat, Dan Sistematika Penuisan.
- BAB II :Merupakan Tinjauan Pustaka, Dan Dasar Teori Berupa Kajian Dari Penelitian Terdahulu Yang Telah Diuji Kebenarannya.
- BAB III :Merupakan Metodologi Penelitian yaitu menjelaskan Tempat Dan Waktu Penelitian, Landasan Perencanaan, Alat Dan Bahan Yang Digunakan, Perancangan Sistem Mekanik Dan Sistem Elektrik, Prosedur Penelitian Dengan Tahap Persiapan Dan Tahap Pengujian, Metode Analisa Data, Diagram Alir Penelitian, Penelitian Dilakukan, Mengungkapkan Bagaimana Cara Mencari Fakta, Alat Ukur Yang Digunakan, Teknik-Teknik Pengujian.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari pengambilan data, pengolahan data, analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian Tugas Akhir ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan diantaranya:

1. Temperatur dan intensitas cahaya sangat mempengaruhi tingkat efisiensi yang dihasilkan panel surya monocrystalline.
2. Rang atau Batasan temperature permukaan panel surya terhadap daya output yang optimal. Temperatur dengan daya output yang optimal berkisaran berada diangka (49°C - 55°C). Nilai tersebut yang dimasukan ke dalam settingan *high low* pada *thermostart* temperatur, untuk menyalakan dan mematikan pompa secara *otomatis* ketika temperatur permukaan panel sudah mencapai *set point* yang ditentukan.
3. Efisiensi sel surya monocrytalline maksimal sebelum menggunakan sistem pendingin yaitu mencapai 40.27%, dengan volt panel 20.41 V, arus 1.13 A, temperatur permukaan panel 36.5°C, dan intensitas cahaya 369 W/m<sup>2</sup>.
4. Efisiensi sel surya monocrytalline maksimal setelah menggunakan sistem pendingin yaitu mencapai 47.53%, dengan volt 20.1 V, arus 1.2 A, temperatur permukaan panel surya 47.2°C, dan intensitas cahaya 327 W/m<sup>2</sup>.
5. Pengaruh temperatur permukaan panel surya terhadap efisiensi listrik panel surya (PV). Dari grafik terlihat bahwa efisiensi listrik panel surya tanpa pendinginan berkisar pada 17.13% - 22.57%. Sedangkan untuk panel surya dengan pendinginan air efisiensi listrik berkisar pada 25.64% - 29.22%. Hal ini membuktikan bahwa pendinginan air mampu meningkatkan efisiensi listrik panel surya. Hal ini membuktikan bahwa pendinginan air mampu meningkatkan efisiensi listrik panel surya hingga 3.07% – 6.65%.

## 5.2 Saran

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik lagi, penulis menyarankan bahwa untuk penelitian-penelitian kedepan perlu dikakukan pengukuran *konduktivitas* material untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap sifat *konduktivitas* material dan juga ditambahkan variasi lokasi pengambilan data untuk mendapatkan data yang lebih umum tidak terpaku pada lokasi tertentu namun secara keseluruhan. Serta dibandingkan dengan hasil pengukuran panel surya *tipe monocrystalline* agar dapat mengetahui pemakaian untuk tiap daerah karena setiap daerah diIndonesia ini mempunyai cuaca yang tidak sama.

Melakukan pengujian dengan durasi yang lebih lama sehingga dapat dilihat nilai dari parameter sebelum pukul 12.00 . Melakukan pengujian dengan menambahkan alat pendingin, sehingga memperoleh perbedaan suhu yang signifikan pada intensitas cahaya matahari secara aktual .

Semoga energi baru terbarukan kedepannya bisa lebih dikembangkan, mengingat Cadangan batu bara Indonesia diperkirakan bisa habis sekitar 2040, terutama karena tidak ada eksplorasi baru. Saat ini sumber daya batu bara berjumlah 113 miliar ton, dengan cadangan terbukti mencapai 33 miliar ton, dikutip dari (CNBC Indonesia, 2020).

Energi baru terbarukan seperti tenaga surya, tenaga air, dan tenaga angin adalah enegy yang ramah lingkungan dan memiliki efisiensi yang lebih tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Rahman, F., Rokhmat, M., & Fathonah, I. W. (2020). *Analisis Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Kapasitas Daya Keluaran*. eProceedings of Engineering
- Hutajulu, A. G., Siregar, M. R., & Pambudi, M. P. (2020). Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) On Grid di Ecopark Ancol. TESLA: Jurnal Teknik Elektro
- Yuliananda, S., Sarya, G., & Hastijanti, R. R. (2015). Pengaruh perubahan intensitas matahari terhadap daya keluaran panel surya. JPM17: Jurnal Pengabdian Masyarakat
- Pido, R., Dera, S., & Rifal, M. (2019). ANALISA PENGARUH KENAIKAN TEMPERATUR PERMUKAAN SOLAR CELL TERHADAP DAYA OUTPUT. Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering
- PRATAMI, D. E. (2017). *ANALISA PENGARUH PERUBAHAN INTENSITAS MATAHARI TERHADAP DAYA KELUARAN PANEL SURYA* (Doctoral dissertation, POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA).
- Assiddiq, H., & Bastomi, M. (2019). Analisis pengaruh perubahan temperatur panel terhadap daya dan efisiensi keluaran sel surya polycrystalline. Dinamika: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin
- Surindra, M. D. (2020). Eksperimental Studi Aplikasi Panel Surya Monocrystalline 50 WP Sebagai Sumber Tenaga Aerator Dengan Aliran Kombinasi Horizontal dan Vertikal. Eksergi
- Romadhon Hafid, W. P. (2017). *HUBUNGAN INTENSITAS CAHAYA LAMPU HALOGEN SEBAGAI INPUT PANEL SURYATERHADAP NILAI KELUARAN PANEL SURYA JENIS MONOCRYSTALLINE DAN POLYCRYSTALLINE* (Doctoral dissertation, Universitas Negeri Semarang).
- Aryza, S., Hermansyah, H., Siahaan, A. P. U., Suherman, S., & Lubis, Z. (2017). Implementasi Energi Surya Sebagai Sumber Suplai Alat Pengereng Pupuk Petani Portabel. IT Journal Research and Development
- Asrori, A., & Yudiyanto, E. (2019). Kajian Karakteristik Temperatur Permukaan Panel terhadap Performansi Instalasi Panel Surya Tipe Mono dan Polikristal. FLYWHEEL: Jurnal Teknik Mesin Untirta
- Yuwono, B. (2005). Optimalisasi panel sel surya dengan menggunakan sistem pelacak berbasis mikrokontroler AT89C51.
- SETYANINGRUM, Y. (2017). *PENGUKURAN EFISIENSI PANEL SURYA TIPE MONOKRISTALIN DAN KARAKTERISASI STRUKTUR MATERIAL*



*PENYUSUNNYA* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

Harahap, P. (2020). Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*

Ivana, R. D. (2020). *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 200 Wp Dengan Sistem Solar Charge* (Doctoral dissertation).

Bachtiar, M. (2006). Prosedur perancangan sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk perumahan (solar home system). *SMARTek*

## LAMPIRAN

### 1. Lampiran Foto Perakitan Alat



## 2. Lampiran Foto Pengujian Alat



### 3. Lampiran Foto Pengambilan Data



