

**SKRIPSI**

**ALTERNATIF SISTEM PEMBERSIHAN UNTUK  
MENINGKATKAN EFISIENSI MODUL SURYA  
MONOKRISTALIN DI LINGKUNGAN BERDEBU**



**Oleh**

**Kadek Putra Aristyawan**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI BALI  
2024**

**SKRIPSI**

**ALTERNATIF SISTEM PEMBERSIHAN UNTUK  
MENINGKATKAN EFISIENSI MODUL SURYA  
MONOKRISTALIN DI LINGKUNGAN BERDEBU**



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

**Oleh**

**Kadek Putra Aristyawan**

NIM. 2015234016

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI BALI**

**2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

# ALTERNATIF SISTEM PEMBERSIHAN UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI MODUL SURYA MONOKRISTALIN DI LINGKUNGAN BERDEBU


Oleh

**Kadek Putra Aristyawan**  
NIM. 2015234016

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Skripsi Program Studi Sarjana  
Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik  
Negeri Bali

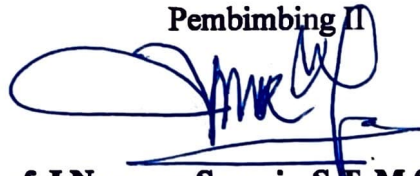
Disetujui oleh:

Pembimbing I



**Dr. Made Ery Arsana, ST,MT**  
NIP. 196709181998021001

Pembimbing II



**Prof. I Nyoman Suamir, S.T, M.Sc,Ph.D.**  
NIP. 196503251991031002

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



**Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg.**  
NIP. 196609241993031003

## LEMBAR PERSETUJUAN

# ALTERNATIF SISTEM PEMBERSIHAN UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI MODUL SURYA MONOKRISTALIN DI LINGKUNGAN BERDEBU

Oleh

**Kadek Putra Aristyawan**  
NIM. 2015234016

Skripsi ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat  
dicetak sebagai Buku Skripsi pada hari/tanggal:  
Selasa, 27 Agustus 2024

### Tim Penguji

Penguji I : Ketut Bangse, ST. MT.

NIP : 196612131991031003

Penguji II : I Dewa Made Susila, ST., M. T.

NIP : 195908311988111001

Penguji III : Ir. I Wayan Suirya

NIP : 196608201993031001

### Tanda Tangan

  
(.....)

  
(.....)

  
(.....)

## **SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Kadek Putra Aristyawan  
NIM : 2015234016  
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas  
Judul Proyek Akhir : Alternatif Sistem Pembersihan Untuk Meningkatkan Efisiensi Modul Surya Monokristalin Di Lingkungan Berdebu

Dengan ini menyatakan bahwa karya ilmiah Buku Skripsi ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Buku Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.

Badung, 27 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan



Kadek Putra Aristyawan

NIM. 2015234016

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk serta dorongan dan bantuan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, SE, M.eCom, selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, S.T., M.T, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Dr. Made Ery Arsana, ST, MT, selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas.
5. Bapak Dr. Made Ery Arsana, ST, MT selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Buku Proposal Skripsi ini dapat diselesaikan.
6. Prof. I Nyoman Suamir, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik serta PLP yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Buku Skripsi ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Buku Skripsi ini
9. Ni Kadek Ayu Wirawati yang telah memberikan semangat, motivasi, dukungan moral, dan doa dalam penyelesaian Buku Skripsi ini
10. Teman begadang penulis Ahmad Kadek Jailani dan teman kelas tru b yang membantu memberi motivasi dan juga masukan dalam menyelesaikan Buku Skripsi ini.
11. Serta masih banyak lagi pihak – pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Buku Skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Semoga buku skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung, 27 Agustus 2024

Kadek Putra Aristyawan

## ABSTRAK

Ada beberapa masalah yang ditemukan setelah penggunaan panel surya, salah satunya adalah masalah kebersihan pada panel surya seperti adanya kontaminasi dari polutan debu. Adapun jenis penelitian dari Alternatif sistem pembersihan untuk meningkatkan efisiensi modul surya monokristalin di lingkungan berdebu yang penulis uraikan dalam proyek akhir skripsi ini adalah, pengujian yang dilaksanakan meliputi pengujian daya yang di keluarkan modul surya dengan kondisi kotor atau terpapar debu dan kondisi yang bersih, dan juga metode yang digunakan untuk membersihkan modul surya dengan pembersihan manual menggunakan air bersih bertekanan dan juga cairan pembersih. Rata-rata efisiensi yang dihasilkan sebelum panel surya dibersihkan adalah 15,2%, sedangkan saat panel surya sudah dibersihkan mengalami kenaikan menjadi 16,3% peningkatan efisiensi yang di dihasilkan 1,1%. Rata-rata saat panel surya kembali terpapar debu mengalami penurunan menjadi 15,6% efisiensi yang berkurang 0,7%, dan pada saat dilakukan pembersihan kembali mengalami kenaikan sebesar 16,4% peningkatan efisiensi yang dihasilkan 0,8%. Hasil data efisiensi ini menunjukkan bahwa debu sangat mempengaruhi tegangan, arus dan efisiensi pada panel surya sehingga perlu dilakukan pembersihan secara berkala untuk menjaga efisiensi dan juga durasi penggunaan panel surya agar bisa bertahan lama.

**Kata Kunci:** *panel surya, pembersihan panel surya, waktu pembersihan panel surya, efisiensi.*

# ***ALTERNATIVE CLEANING SYSTEM TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF MONOCRYSTALLINE SOLAR MODULES IN DUSTY ENVIRONMENTS***

## ***ABSTRACT***

*There are several problems found after the use of solar panels, one of which is the cleanliness problem on solar panels such as contamination from dust pollutants. The type of research from Alternative cleaning systems to improve the efficiency of monocrystalline solar modules in dusty environments that the author described in the final project of this thesis is the tests carried out including testing the power output of solar modules with dirty conditions or exposed to dust and clean conditions, and also the method used to clean solar modules with manual cleaning using pressurized clean water and also cleaning liquid. The average efficiency produced before the solar panels were cleaned was 15.2%, while when the solar panels were cleaned increased to 16.3%, the increase in efficiency obtained was 1.1%. On average, when solar panels are again exposed to dust, the efficiency decreases to 15.6%, the efficiency decreases by 0.7%, and when cleaning again, it increases by 16.4%, an increase in efficiency of around 0.8%. The results of this efficiency data show that dust greatly affects the voltage, current and efficiency of solar panels so that it is necessary to clean periodically to maintain efficiency and also the duration of use of solar panels so that they can last for a long time.*

***Keywords:*** solar panels, solar panel cleaning, solar panel cleaning time, efficiency.



## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Buku Skripsi ini yang berjudul “Alternatif Sistem Pembersihan Untuk Meningkatkan Efisiensi Modul Surya Monokristalin di Lingkungan Berdebu” tepat pada waktunya. Penyusunan Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Sarjana Terapan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Buku Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi penyempurnaan karya-karya ilmiah penulis di masa yang akan datang.

Badung, 27 Agustus 2024

Kadek Putra Aristyawan

## DAFTAR ISI

Skripsi .....	ii
Lembar Pengesahan .....	iii
Lembar Persetujuan.....	iv
Surat Pernyataan Bebas Plagiat.....	v
Ucapan Terima Kasih .....	vi
Abstrak Dalam Bahasa Indonesia .....	vii
Abstrak Dalam Bahasa Inggris.....	viii
Kata Pengantar .....	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Lampiran .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.4.1 Tujuan umum.....	2
1.4.2 Tujuan khusus.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1 Energi Surya (Matahari).....	5
2.2 Energi Listrik.....	5
2.3 Daya Listrik.....	6
2.4 Tegangan Listrik .....	6
2.5 Arus Listrik.....	6
2.6 Daya <i>Input</i> dan <i>Output</i> Solar Panel .....	7
1. Daya input .....	7

2. Daya output .....	7
2.7 Efisiensi Solar Panel.....	7
2.8 Pengertian Panel Surya.....	8
2.9 Prinsip Kerja Panel Surya.....	8
2.10 Jenis-jenis Panel Surya .....	8
2.11 Komponen Panel Surya .....	11
2.12 Teknis Pembersihan Modul Surya.....	13
2.12.1 Pembersihan secara otomatis.....	13
2.12.2 Pembersihan Secara Manual.....	14
2.13 Definisi Debu .....	15
2.14 Jenis-Jenis Debu .....	15
2.15 Pengaruh Debu Terhadap Panel Surya .....	16
2.16 Waktu Pembersihan Panel Surya .....	17
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
3.1 Jenis Penelitian .....	17
3.2 Alur Penelitian .....	17
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	26
3.4 Penentuan Sumber Data .....	26
3.5 Sumber daya Penelitian .....	26
3.6 Instrumen Penelitian.....	27
3.7 Spesifikasi Panel Surya .....	30
3.8 Prosedur Penelitian.....	30
3.8.1 Tahap pengamatan dan persiapan .....	30
3.8.2 Tahap pengujian dan pengambilan data.....	31
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>32</b>
4.1 Hasil Penelitian.....	32
4.1.1 Pengujian panel surya sebelum dibersihkan.....	33
4.1.2 Proses pembersihan panel surya.....	40
4.1.3 Data panel surya setelah dibersihkan .....	43
4.1.4 Data perbandingan efisiensi panel surya setelah dibersihkan .....	51
4.2 Pembahasan .....	64

4.2.1 Data rata-rata panel surya sebelum dan sesudah dibersihkan .....	64
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>67</b>
5.1 Kesimpulan.....	67
5.2 Saran.....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>69</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>71</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal pelaksanaan .....	26
Tabel 3.2 Hasil data penelitian .....	31
Tabel 4.1 Data hasil pengujian panel surya sebelum dibersihkan.....	36
Tabel 4.2 Data hasil pengujian panel surya sebelum dibersihkan.....	37
Tabel 4.3 Data hasil pengujian panel surya sebelum dibersihkan.....	38
Tabel 4.4 Data hasil pengujian panel surya sebelum dibersihkan.....	39
Tabel 4.5 Data hasil pengujian panel surya setelah dibersihkan .....	46
Tabel 4.6 Data hasil pengujian panel surya setelah dibersihkan .....	47
Tabel 4.7 Data hasil pengujian panel surya setelah dibersihkan .....	48
Tabel 4.8 Data hasil pengujian panel surya setelah dibersihkan .....	49
Tabel 4.9 Data hasil pengujian panel surya setelah dibersihkan .....	50
Tabel 4.10 Data pengujian panel surya setelah kembali terpapar debu .....	54
Tabel 4.11 Data pengujian panel surya setelah kembali terpapar debu.....	55
Tabel 4.12 Data pengujian panel surya setelah kembali terpapar debu .....	56
Tabel 4.13 Data pengujian panel surya setelah kembali terpapar debu .....	57
Tabel 4.14 Data pengujian panel surya setelah dibersihkan .....	60
Tabel 4.15 Data pengujian panel surya setelah dibersihkan .....	61
Tabel 4.16 Data pengujian panel surya setelah dibersihkan .....	62
Tabel 4.17 Data pengujian panel surya setelah dibersihkan .....	63

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panel surya monokristalin .....	9
Gambar 2.2 Panel surya polikristalin .....	10
Gambar 2.3 <i>Thin film solar cell</i> .....	11
Gambar 2.4 Komponen panel surya.....	12
Gambar 2.5 Robot mobil <i>cop rose</i> .....	13
Gambar 2.6 Robot ekskavator <i>soeasy</i> .....	14
Gambar 2.7 Sapu <i>telescopic extentool</i> .....	14
Gambar 2.8 Sapu <i>telescopic gold dasion</i> .....	15
Gambar 3.1 panel surya.....	17
Gambar 3.2 Diagram alur penelitian.....	25
Gambar 3.3 <i>Termokopel</i> .....	27
Gambar 3.4 Environment meter .....	28
Gambar 3.5 Stopwatch.....	28
Gambar 3.6 PV inverter .....	29
Gambar 3.7 Tang ampere digital.....	29
Gambar 3.8 Spesifikasi panel surya .....	30
Gambar 4.1 Panel surya sebelum dan sesudah dibersihkan.....	32
Gambar 4.2 Panel surya sebelum dibersihkan .....	33
Gambar 4.3 Pengambilan data ampere panel surya sebelum dibersihkan .....	34
Gambar 4.4 Pengambilan data tegangan panel surya sebelum dibersihkan.....	34
Gambar 4.5 Pengambilan data temperatur lingkungan .....	35
Gambar 4.6 Pengambilan data intensitas .....	35
Gambar 4.7 Proses pembersihan panel surya menggunakan air bertekanan .....	41
Gambar 4.8 Proses pembersihan panel surya menggunakan cairan pembersih....	41
Gambar 4.9 Proses pembersihan panel surya menggunakan spoons lembut.....	41
Gambar 4.10 Proses pembilasan cairan pembersih .....	42
Gambar 4.11 Proses pengeringan panel surya menggunakan kain microfiber .....	42
Gambar 4.12 Panel surya setelah dilakukan pembersihan.....	43

Gambar 4.13 Panel surya setelah dibersihkan.....	43
Gambar 4.14 Panel surya setelah dibersihkan.....	44
Gambar 4.15 Pengambilan data ampere Panel surya setelah dibersihkan .....	44
Gambar 4.16 Pengambilan data tegangan panel surya setelah dibersihkan.....	44
Gambar 4.17 Pengambilan data temperatur lingkungan .....	45
Gambar 4. 18 Pengambilan data intensitas cahaya .....	45
Gambar 4.19 Jarak antara panel surya dan lokasi pembangunan gedung baru.....	52
Gambar 4.20 Panel surya setelah kembali terpapar debu .....	52
Gambar 4.21 Pengambilan data ampere panel surya .....	53
Gambar 4.22 Pengambilan data tegangan panel surya .....	53
Gambar 4.23 Pengambilan data temperatur lingkungan.....	53
Gambar 4. 24 Panel surya setelah dilakukan pembersihan .....	58
Gambar 4. 25 Pengambilan data arus panel surya setelah dibersihkan.....	58
Gambar 4. 26 Pengambilan data tegangan panel surya setelah dibersihkan.....	59
Gambar 4. 27 Pengambilan data temperatu lingkungan .....	59
Gambar 4.28 Grafik rata-rata tegangan panel surya .....	64
Gambar 4.29 Grafik rata-rata arus panel surya .....	65
Gambar 4. 30 Grafik rata-rata efisiensi panel surya .....	65

## **DAFTAR LAMPIRAN**



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Energi menjadi kebutuhan kelangsungan hidup manusia. Diperkirakan 80% konsumsi energi dunia masih menggunakan bahan bakar fosil. Penggunaan bahan bakar fosil menjadi salah satu faktor perubahan iklim. Penggunaan energi terbarukan seperti solar photovoltaik, turbin angin, dan biomassa menjadi salah satu solusi untuk mengurangi dampak tersebut serta menggantikan energi tak terbarukan. Panel surya menjadi salah satu teknologi yang dapat menghasilkan energi secara signifikan dan polusi yang rendah.

Mempertimbangkan hal tersebut, penggunaan panel surya dapat menjadi solusi untuk mengurangi penggunaan energi tak terbarukan. Dengan penggunaan panel surya pemerintah dan masyarakat mendapatkan manfaat dalam mengkonsumsi listrik dimana energi matahari dari panel surya dapat mengurangi ketergantungan penggunaan energi listrik dari bahan fosil dan merusak lingkungan. Tetapi ada beberapa masalah yang ditemukan setelah penggunaan panel surya, salah satunya adalah masalah kebersihan pada panel surya seperti adanya kontaminasi dari polutan debu.

Khususnya di daerah bukit, polutan debu lebih banyak dibandingkan di daerah lainnya karena panas radiasi matahari dan juga asap kendaraan serta pengaruh lingkungan yang masih terdapat lahan kosong yang terdapat banyak tanah atau pasir bila tertiup angin tanah atau pasir tersebut dapat menempel pada permukaan panel surya, yang dapat mengurangi optimasi daya listrik dari sebuah panel surya. Dimana jika debu dan kotoran tersebut menempel di panel surya, maka akan menghalangi cahaya matahari yang semestinya diserap maksimal oleh panel surya menjadi daya listrik, sehingga akan mengurangi optimasi penerimaan daya listrik. Partikel debu halus mengendap lebih dalam pada permukaan modul panel surya, sehingga mempengaruhi kinerja keluarann

Pembersihan panel surya merupakan salah satu tantangan besar bagi pengembang tenaga surya karena pembersihan permukaan panel surya memerlukan perencanaan dan sumber daya yang cermat (waktu, bahan, dan tenaga kerja) serta mengakibatkan biaya produksi yang lebih tinggi. Namun, pembersihan panel surya merupakan tugas penting untuk memastikan keberhasilan operasional dan finansial jangka panjang dari pembangkit listrik tenaga surya. Pembersihan panel surya diperlukan karena memastikan permukaan panel surya dirawat dengan baik untuk memastikan pembangkitan energi yang efisien. Ini juga mencegah kerusakan akibat penuaan yang dipercepat atau korosi yang disebabkan oleh kondisi cuaca yang ekstrem.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis akan membahas “Alternatif Sistem Pembersih Untuk Meningkatkan Efisiensi Modul Surya Monokristalin Di Lingkungan Berdebu”

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana akumulasi debu mempengaruhi kinerja panel surya dan apa dampaknya terhadap efisiensi panel surya?
2. Bagaimana tingkat penurunan efisiensi yang dapat diterima sebelum panel surya dibersihkan?

## **1.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas peneliti akan membatasi masalah yang telah diidentifikasi menjadi sebagai berikut :

1. Lokasi panel surya berada di wilayah kampus Politeknik Negeri Bali di jalan kampus bukit,jimbaran,bali yang memiliki intensitas debu cukup tinggi
2. Pada saat pengambilan data terdapat kendala akibat faktor cuaca yang tidak menentu.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

### **1.4.1 Tujuan umum**

Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

#### **1.4.2 Tujuan khusus**

1. Untuk menentukan sejauh mana akumulasi debu dapat mempengaruhi kinerja panel surya dan efisiensinya.
2. Untuk memperoleh tingkat penurunan efisiensi yang dapat diterima sebelum membersihkan panel surya.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Dengan mengoptimalkan efisiensi panel surya, penelitian ini dapat berkontribusi pada konservasi sumber daya dengan memaksimalkan penggunaan energi terbarukan. Hal ini konsisten dengan upaya global untuk mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil dan mengurangi dampak lingkungan.
2. Dengan memahami pengaruh debu pada efisiensi panel surya, penelitian ini dapat membantu mengidentifikasi strategi pembersihan untuk mengoptimalkan kinerja panel surya dalam kondisi terpapar debu.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dikarenakan inverter mengalami masalah maka pengujian ini dilakukan pada panel surya tanpa beban, oleh sebab itu hasil yang diperoleh tidak maksimal. Dari data yang sudah diambil pada pengujian alternatif pembersihan panel surya untuk meningkatkan efisiensi di lingkungan berdebu, dapat disimpulkan bahwa:

1. Dampak akumulasi ketebalan debu terhadap kinerja dan efisiensi panel surya sangat berpengaruh, dikarenakan debu yang menempel pada lapisan panel surya dapat menghalangi penyerapan cahaya sehingga kinerja panel surya tidak maksimal, pembersihan dengan metode ini mendapatkan tingkat rata-rata efisiensi yang dihasilkan sebelum panel surya dibersihkan adalah 15,2%, sedangkan saat panel surya sudah dibersihkan mengalami kenaikan menjadi 16,3% peningkatan efisiensi sebesar 1,1%. Rata-rata saat panel surya kembali terpapar debu mengalami penurunan menjadi 15,6% efisiensi yang berkurang 0,7% , dan pada saat dilakukan pembersihan kembali mengalami kenaikan sebesar 16,4% peningkatan efisiensi sekitar 0,8%.
2. Penetapan waktu pembersihan pada panel surya belum bisa ditentukan karena adanya pembangunan gedung baru di dekat area panel surya di pasang, sehingga satu minggu setelah panel surya dibersihkan terdapat penumpukan debu kembali, tetapi pembersihan perlu dilakukan apabila efisiensi panel surya mencapai rata-rata dibawah 15,5% dikarenakan keluaran tegangan yang kecil di khawatirkan tidak bisa untuk menghidupkan beban.

## **5.2 Saran**

Adapun saran yang penulis ingin sampaikan berkenaan dengan proses pengujian dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Rancang bangun sistem pembersihan panel surya otomatis yang hemat air dan energi, seperti robot pembersih atau sistem berbasis IoT.
2. Optimalkan desain sistem pembersihan untuk mengurangi gesekan, meningkatkan efisiensi penggunaan air, dan memperpanjang umur komponen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Angin, A. P. S. D. K. Efisiensi Panel Surya Kapasitas 100 Wp Akibat Pengaruh Suhu Dan Kecepatan Angin.
- Asrul, A., Demak, R. K., dan Hatib, R. 2016. Komparasi Energi Surya Dengan Lampu Halogen Terhadap Efisiensi Modul *Photovoltaic* Tipe *Multicrystalline*. *Jurnal Mekanikal*, 7(1).
- Bee atonergi. 2022. *Keuntungan Menggunakan Panel Surya*. Terdapat pada: <https://atonergi.com/>. Diakses tanggal 30 juli 2024.
- Handayani, I. A.(2018). *Synthesis of ZnO/NiO Thin Film on Fluorine-doped Tin Oxide (FTO) by Two Step Electrodeposition as Photoanode of a Solar Cell*. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 21(3), 124-130.
- Hanifah. 2022. *Mengenal 3 jenis panel Surya on grid sistem di Pasaran*. <https://www.solarreviews.com/blog/pros-and-cons-of-monocrystalline-vs-polycrystalline-solar-panels>. Diakses Tanggal 6 Januari 2024.
- Julianto, Eko. 2022. Pembangkit Listrik Tenaga Surya Tipe Monocrystalline Dengan Memanfaatkan Atap Gedung Sebagai Media Pemantul Panas Matahari. *Dinamis* : Vol. 10 No.1.
- Kusuma, M. R. W., Apriaskar, E., dan Djunaidi, D. (2020). Rancang Bangun Sistem Pembersih Otomatis Pada Solar Panel Menggunakan Wiper Berbasis Mikrokontroler. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 19(1), 23-32.
- Daud, L. 2024 *.Panduan Perawatan Panel Surya*. <https://www.marketwatch.com/guides/solar/solar-panel-maintenance/>. Diakses Tanggal 31 Juli 2024.
- Manan, S. 2009. Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif Yang Effisien, Handal Dan Ramah Lingkungan Di Indonesia. *Gema teknologi* : Vol. 15 No 4.
- Mudhofiroh, N., dan Noor, M. F. (2014). Karakteristik Solar Cell 10-WP Pada Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan. *Energy*, 4.
- Muji. 2023. Analisis Kinerja Motor Induksi 3 Fasa Sebagai Penggerak Solar Tracking Plts 10 Kwp Kedaireka Di Universitas Hkbp Nommensen Medan.
- Putra, D.M. 2023. Analisa Pendinginan Permukaan Solar Cells Dengan Variasi Media Dan Temperatur Menggunakan *Water Spray* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional Malang).
- Saintif. 2019. Panel Surya. *Retrieved* Januari 6, 2024, Diakses Tanggal 6 Januari 2024.
- Suma'maur. (2009). Hubungan Paparan Partikel Debu Kayu dengan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Mebel di UD. Surya Abadi Furniture, Gatak, Sukoharjo.
- Triyanto, A. dan Kusnadi, H. 2023. Rancang dan Bangun Sistem Pembersih Permukaan Panel Surya Otomatis dengan Sistem Elektromekanis

Cerdas. *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 4(3), 731-740.

Wahid, A. 2014. Analisis kapasitas dan kebutuhan daya listrik untuk menghemat penggunaan energi listrik di fakultas teknik universitas tanjungpura. *Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology (J3EIT)*, 2(2).

Yandri, A., dan Riki, F. I. 2018. Meningkatkan Keamanan Energi Melalui Perincian Indikator Energi Terbarukan dan Efisiensi Guna Membangun Ketahanan Nasional dari Daerah. *Jurnal Ketahanan Nasional* : Vol. 24 No. 02, 239-26