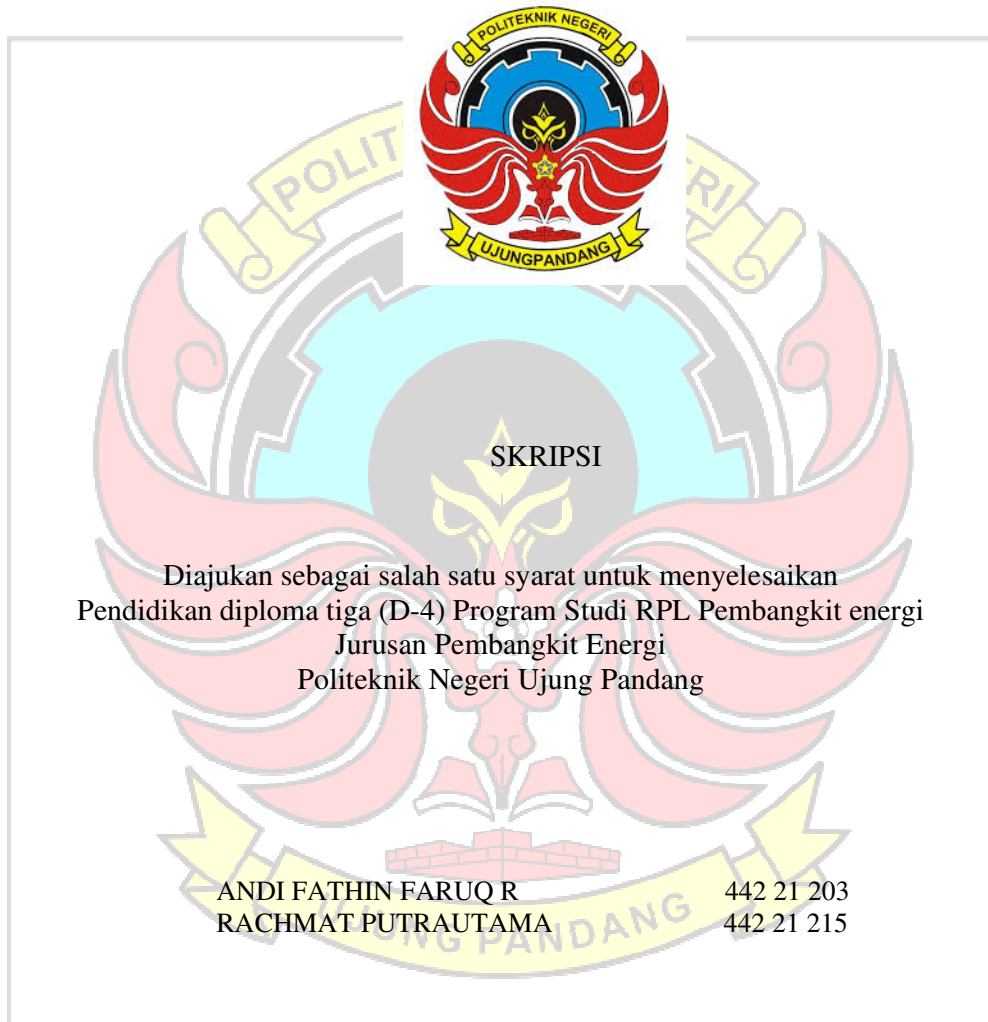


RANCANG BANGUN PROTOTIPE ALAT PEMBERSIH PANEL SURYA  
OTOMATIS



PROGRAM STUDI D-4 RPL TEKNIK PEMBANGKIT ENERGI  
JURUSAN PEMBANGKIT ENERGI  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
MAKASSAR  
2022

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi tugas akhir ini dengan judul “RANCANG BANGUN PROTOTIPE ALAT PEMBERSIH PANEL SURYA OTOMATIS” oleh Andi Fatin Faruq R (442 21 203) dan Rachmat Putrautama (442 21 215) dinyatakan layak untuk diseminarkan.

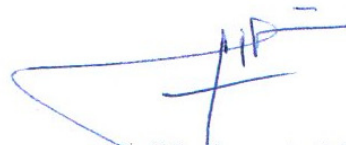
Makassar, 27 September 2022

Pengarah I,



Ir. Andreas Pangkung, M.T.  
NIP : 19631111 199003 1 002

Pengarah II,



Prof. Ir. Suryanto, M. Sc., Ph. D.  
NIP : 19590826 198803 1 002

Mengetahui

Koordinator Program Studi




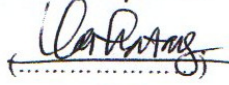

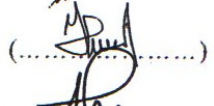
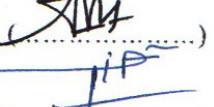
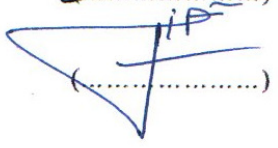
  
Ir. Chandra Buana, M.T.

NIP : 19650319 199103 1 003

## HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, selasa tanggal 27 september 2022 tim penguji seminar skripsi telah menerima skripsi mahasiswa Andi Fatin Faruq R NIM 442 21 203 dan Rachmat Putrautama NIM 442 21 215 dengan judul "RANCANG BANGUN PROTOTIPE ALAT PEMBERSIH PANEL SURYA OTOMATIS"

Makassar, 27 September 2022

1. Ir. Lewi, M.T.	Ketua	(  )
2. Marhatang, S.ST.,M.T.	Sekretaris	(  )
3. Sonong, S.T.,M.T.	Anggota I	(  )
4. Ir. Nur Hamzah, M.T., Ph.D.	Anggota II	(  )
5. Ir. Andreas Pangkung, M.T.	Pengarah I	(  )
6. Prof. Ir. Suryanto, M.Sc., Ph.D.	Pengarah II	(  )

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Andi Fathin Faruq R  
Nim : 442 21 203  
Program Studi : D4 Teknik Pembangkit Energi  
Jurusan : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan melalui berkas wisuda, laman [simakpoliupg.ac.id](http://simakpoliupg.ac.id) dan laman pendaftaran wisuda adalah benar, sehingga data tersebut dapat digunakan untuk keperluan pencetakan Ijazah dan Transkrip Nilai. Dan apabila data tersebut terdapat kesalahan atas kelalaian saya, maka saya tidak akan menuntut untuk pencetakan ulang Ijazah dan Transkrip Nilai saya.

Demikian surat pernyataan saya buat atas dasar kesadaran sendiri, tanpa tekanan dari pihak manapun.

Makassar, 27 September 2022

Yang Membuat,



(Andi Fathin Faruq R)  
NIM 44221203

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rachmat Putrautama  
Nim : 442 21 215  
Program Studi : D4 Teknik Pembangkit Energi  
Jurusan : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan melalui berkas wisuda, laman simakpoliupg.ac.id dan laman pendaftaran wisuda adalah benar, sehingga data tersebut dapat digunakan untuk keperluan pencetakan Ijazah dan Transkrip Nilai. Dan apabila data tersebut terdapat kesalahan atas kelalaian saya, maka saya tidak akan menuntut untuk pencetakan ulang Ijazah dan Transkrip Nilai saya.

Demikian surat pernyataan saya buat atas dasar kesadaran sendiri, tanpa tekanan dari pihak manapun.

Makassar, 27 September 2022

Yang Membuat,



( Rachmat Putrautama )  
NIM 44221215

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat, rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulisan laporan tugas akhir ini yang berjudul **“Rancang Bangun Prototipe Alat Pembersih Panel Panel Surya Otomatis”** dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak atas dukungan, bimbingan, perhatian dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis, antara lain:

1. Kedua orang tua penulis yang tak henti-hentinya mendoakan dan memberikan dukungan kepada kami.
2. Bapak Prof. Ir. Muhammad Anshar, M.T., Ph.D. Selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Rusdi Nur, S.S.T., M.T., Ph.D. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Ir. Chandra Buana, M.T.. Selaku Ketua Program Studi D-4 Teknik Pembangkit Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Bapak Ir. Andreas Pangkung, M.T. sebagai Pembimbing I dan Bapak Prof. Ir. Suryanto, M. Sc., Ph. D. yang telah meluangkan waktu dan kesempatannya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

6. Segenap Dosen pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, khususnya Dosen pada Program Studi Teknik Pembangkit Energi
7. Seluruh tenaga kependidikan dan instruktur pada Program Studi Teknik Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
8. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang,

khususnya teman-teman pada Program Studi Teknik Pembangkit Energi angkatan 2022 yang telah membantu dan memberinya dan seluruh pihak yang telah membantu penulis hingga terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan Laporan ini. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberkati segala usaha dan kerja keras kita semua. Aamiin.

Makassar, 27 September 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENERIMAAN</b> .....	iii
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>RINGKASAN</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 Kegiatan .....	4
1.5 Manfaat Kegiatan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Panel Surya.....	6
2.2 Prinsip Panel Surya .....	6




2.5	Alat Pembersih Panel .....	11
2.5.1	Solar PV Cleaning Robot.....	12
2.5.2	Water-Free Solar Panel Cleaning Robots .....	12
2.5.3	Alat Pembersih Surya GEVA -BOT .....	12
2.5.1	Robot RC Pembersih panel.....	12
2.6	Pegertian Pompa.....	18
2.6.1	Karakteristik Pompa .....	18
2.6.2	Prinsip Kerja Pompa .....	19
2.6.5	Daya input pompa ( <i>P<sub>in</sub> pompa</i> ) .....	21
2.6.6	Daya Output Pompa ( <i>P<sub>out</sub> pompa</i> ).....	22
2.6.7	Efisiensi Pompa ( $\eta$ <i>pompa</i> ).....	22
2.8	RTC (Real Time Clock) .....	26
2.9	Debu .....	27
2.9.1	Efek Debu Pada Panel Surya .....	28
2.9.2	Pengaruh Debu Arang dan Debu Gypsum Terhadap Modul PV.....	29
2.10	Perhitungan Kapasitas PLTS.....	30
2.11	Motor Arus Searah (Motor DC) .....	32
2.11.1	Prinsip Kerja Motor DC.....	33
<b>BAB III METODE KEGIATAN .....</b>		<b>37</b>
3.1	Tempat Kegiatan .....	37

3.2 Tahap Perancangan.....	37
3.2.1 Perancangan Pembersih Panel Surya.....	38
3.3 Diagram alir perancangan.....	39
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>40</b>
4.1 Hasil Rancang Bangun .....	40
4.2 Hasil Pengujian.....	42
4.3 Analisis Data .....	44
4.3.1 Luas Panel.....	44
4.3.2 Waktu Pembersihan.....	44
4.3.3 Transmisi Motor .....	44
4.3.4 Daya Pompa.....	46
4.3.5 Daya Motor.....	46
4.3.6 Menghitung efisiensi modul PV tidak berdebu .....	46
4.3.7 Menghitung efisiensi modul PV berdebu .....	47
4.4 Grafik dan Pembahasan.....	48
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>50</b>
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran.....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>51</b>

## DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
Tabel 2.1	<i>Technical Spesification Arduino Uno</i>	24
Tabel 4.1	Data kondisi modul PV tidak berdebu	43
Tabel 4.2	Data kondisi modul PV berdebu	43

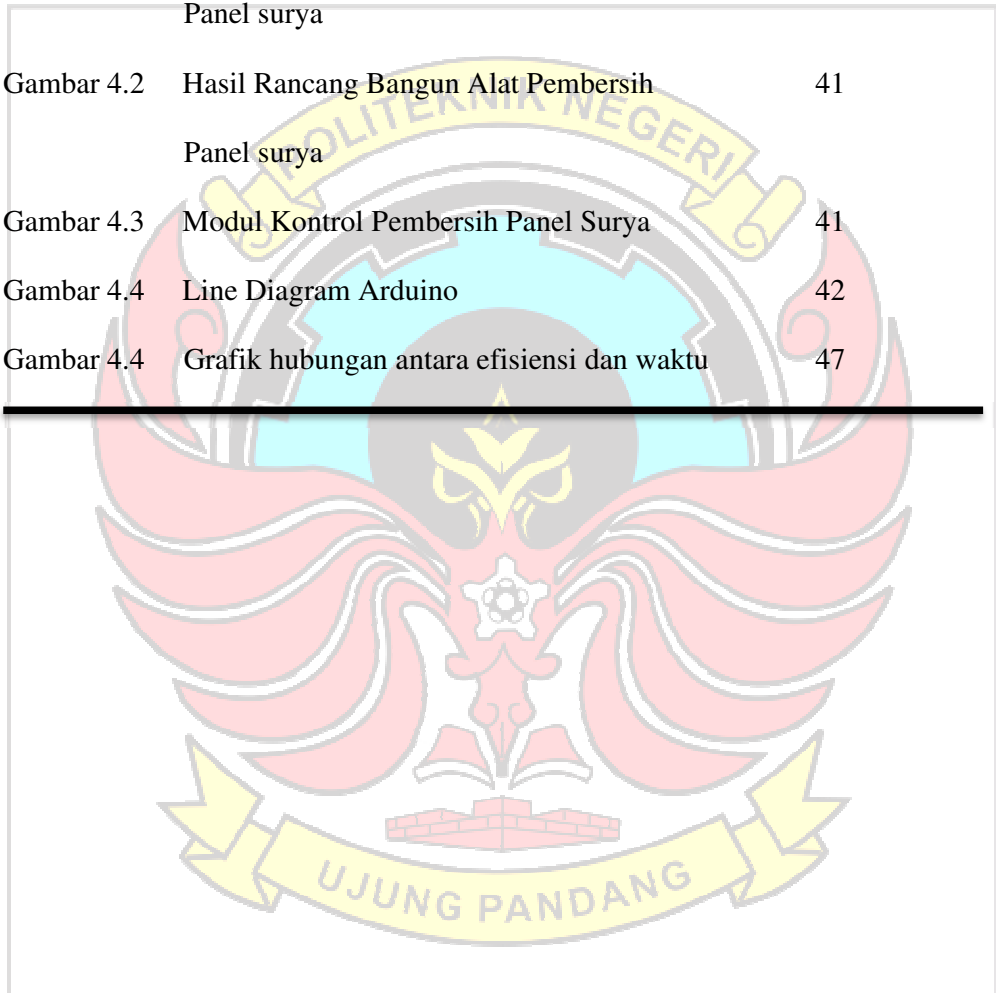


The logo of Politeknik Negeri Ujung Pandang is centered on the page. It features a stylized bird with red and white wings, a yellow crest on its head, and a yellow banner at the bottom with the text 'UJUNG PANDANG'. The bird is set against a blue gear-like background. Above the bird, a yellow banner contains the text 'POLITEKNIK NEGERI'.

## DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
Gambar 2.1	Junction semikonduktor tipe-p dan tipe-n	7
Gambar 2.2	Struktur Panel Surya	8
Gambar 2.3	Kurva Karakteristik Hubungan arus dan tegangan	11
Gambar 2.4	<i>Solar PV Cleaning Robot</i>	12
Gambar 2.5	<i>Water-Free Solar Panel Cleaning Robots</i>	13
Gambar 2.6	<i>GEVA-BOT</i>	15
Gambar 2.7	<i>Robot RC</i> Pembersih Panel	16
Gambar 2.8	Grafik Karakteristik Pompa	19
Gambar 2.9	Penampang Impeller dan perubahan energi pompa	19
Gambar 2.10	Proses Pemompaan	19
Gambar 2.11	Papan <i>Arduino Uno</i>	24
Gambar 2.12	Modul PV yang Tidak Terkena Debu dan Solar PV yang Terkena Debu,	27
Gambar 2.13	Pengaruh Debu Arang dan Debu <i>Gypsum</i> Terhadap Efisiensi Modul PV	28
Gambar 2.14	Prinsip Arus Searah	32
Gambar 2.15	Proses Konversi Energi pada Motor DC	33
Gambar 2.16	Arah Gaya pada Motor DC	33
Gambar 2.17	Dasar Pengaturan Arah Putar Motor	35
Gambar 3.1	Pembersih Panel Surya	36

Gambar 3.2	Rancangan konstruksi Pembersih Panel Surya	37
Gambar 3.3	Diagram Alir Perancangan	38
Gambar 4.1	Hasil Rancang Bangun Alat Pembersih Panel surya	40
Gambar 4.2	Hasil Rancang Bangun Alat Pembersih Panel surya	41
Gambar 4.3	Modul Kontrol Pembersih Panel Surya	41
Gambar 4.4	Line Diagram Arduino	42
Gambar 4.4	Grafik hubungan antara efisiensi dan waktu	47



## DAFTAR SIMBOL

Simbol	Satuan	Keterangan
Q	$m^3/s$	Debit
A	$m^2$	Luas penampang pipa
V	$m^3$	Volume Air
t	s	Waktu
I	Ampere	Arus
$\rho$	$kg/m^3$	Massa Jenis Air
H	$m/s^2$	Ketinggian
g	$m^2/s$	Gaya Gravitasi
$P_{in}$	Watt	Daya Input Pompa
$P_{out}$	Watt	Daya Output Pompa
$\eta_{pompa}$	%	Efisiensi Pompa
$V_t$	V	Tegangan Jangkar
$E_a$	V	Gaya Gerak Listrik Lawan
$I_a$	A	Arus Jangkar
n	RPM	Putaran
$\phi$	Wb	Volt-detik
l	m	Panjang Penghantar
E	Wh	Beban Sistem
$E_B$	Wh	Beban Total
$E_T$	Wh	Energi Sistem
$W_{tot}$	W	Daya Aktif

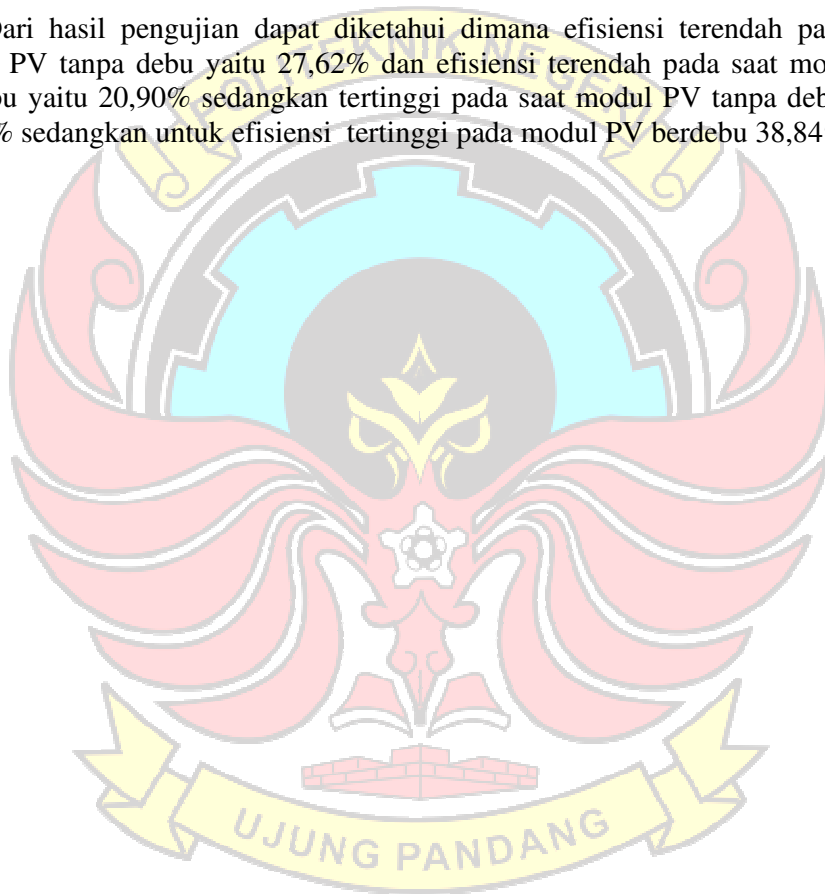
Vmp	Volt	Nilai tegangan PV
Imp	Arus	Nilai Arus PV
Voc	Volt	Tegangan Hubungan Terbuka
Isc	Arus	Arus Hubung Pendek



## RINGKASAN

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memudahkan manusia dalam masalah pembersihan panel surya. Apabila alat ini menunjukkan waktu yang telah di tentukan maka alat ini otomatis membersihkan permukaan panel surya. Metode yang digunakan dalam rancang bangun ini diawali dengan pembuatan *prototype* pembersih *otomatis* panel surya, membuat sistem kendali waktu untuk kebutuhan alat pembersih otomatis panel surya. Proses pembacaan menggunakan modul RTC, untuk penggerakannya menggunakan motor dc dengan media pembersih spon dan menggunakan pompa dc sebagai pembersih permukaan panel surya.

Dari hasil pengujian dapat diketahui dimana efisiensi terendah pada saat modul PV tanpa debu yaitu 27,62% dan efisiensi terendah pada saat modul PV berdebu yaitu 20,90% sedangkan tertinggi pada saat modul PV tanpa debu yaitu 46,66% sedangkan untuk efisiensi tertinggi pada modul PV berdebu 38,84%.





## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kebutuhan energi merupakan kebutuhan primer sepanjang hidup manusia. Penggunaan sumber energi fosil semakin besar seiring meningkatnya kebutuhan membuat cadangan energi fosil kian menipis. Maka dari itu banyak peneliti untuk berlomba mencari energi baru. Terdapat banyak energi alternatif yang persediaanya masih banyak dan bahkan tidak terbatas, contohnya adalah energi matahari. Pada masa yang akan datang penggunaan energi akan semakin besar, sehingga perlu dilakukannya pencarian energi alternatif yang membuat pengkajian terhadap sumber energi alternatif tidak akan menjadi langkah yang tidak berguna.

Salah satu alat yang dapat digunakan untuk energi matahari adalah panel surya. Teknologi fotovoltaik mengubah cahaya matahari menggunakan perangkat semikonduktor atau disebut sel surya. Dengan menggunakan panel surya dapat menghemat 20% biaya listrik dibandingkan listrik konvensional dan juga dapat digunakan pada tempat terpencil karena tidak perlu pembangunan infrastruktur (kabel). Dalam sistem kerjanya, sangat tergantung pada sumber daya alam khususnya cuaca, lingkungan, angin ataupun benda - benda yang berada di sekitar panel surya yang dapat mempengaruhi penyerapan sinar matahari. Dengan adanya unsur - unsur alam tersebut maka panel surya tersebut dapat menjadi lebih efisien ataupun menjadi tidak efisien.

Unsur yang dapat mengganggu penyerapan energi salah satunya adalah debu. Debu pada lingkungan sekitar yang dibawa oleh angin dapat terakumulasi pada permukaan panel surya mengakibatkan penyerapan energi tidak optimal yang berpengaruh pada arus pengisian battery menjadi lebih lama sehingga tidak efisien. Maka perlu dilakukan monitoring dari sisi kinerja dan kebersihan panel surya sehingga panel surya dapat bekerja dengan baik dan efisien. Monitoring panel surya yang dilaksanakan selama ini dilakukan secara manual. Monitoring dengan cara ini dapat menyebabkan kecelakaan kerja, pemeliharaan yang buruk dan memerlukan tenaga, waktu yang lebih sehingga tidak dapat dilakukan setiap saat.

Penelitian *Dr. Hafiz Muhammad Ali, Dkk (2017)* menyimpulkan bahwa kinerja PV modul menurun secara progresif dengan jumlah debu yang disimpan di permukaannya. Daya keluaran rata-rata dari modul PV monokristalin dan polikristalin menunjukkan penurunan sebesar 20% dan 16%, masing-masing, untuk deposisi debu 0,9867 mg/cm<sup>2</sup>. Efisiensi modul juga menunjukkan degradasi yang signifikan di bawah pengaruh deposisi debu. Persentase penurunan efisiensi modul monokristalin lebih tinggi dibandingkan modul polikristalin. Dalam hal modul monokristalin, persentase penurunan efisiensi adalah 3,55% dan untuk modul polikristalin 3,01% setelah 11 minggu paparan lingkungan. Modul PV dengan demikian membutuhkan pembersihan rutin untuk meminimalkan kerugian efisiensi.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Muhamad Rizal Wira Kusuma, Dkk (2020) dengan merancang sebuah alat pembersih panel surya. Desain alat ini menggunakan rangka dari bahan kayu dan sebagai dindingnya menggunakan bahan

dari kardus 3 layer. Di bagian permukaan atau letak panel surya dibuat miring, dengan tujuan agar saat air mengalir di permukaan panel surya air langsung jatuh ke depan. Servo diletakkan dibagian atas panel surya dan diletakkan ditengah karena akan bergerak secara 180°. Pompa air dimasukkan pada tempat penampungan air karena pompa ini berjenis pompa celup, pompa akan mendorong air ke pipa dan akan dikeluarkan saat berada di atas tepatnya di atas permukaan panel surya melalui lubang-lubang kecil. Akan tetapi, masih membutuhkan pengembangan yang dimana pembersih panel itu bergerak secara vertical agar dapat membersihkan seluruh permukaan panel surya.

Adanya hal inilah yang mendasari untuk membuat rancang bangun pembersih panel surya untuk membersihkan seluruh permukaan panel surya dengan menggunakan media pembersih spon dengan arah vertical dan penyemprotan air ke permukaan panel surya sebagai pencuci awalnya. Alat ini bekerja berdasarkan perintah dari arduino uno memakai real time clock (RTC) DS3231. Pembersih panel surya ini diharapkan dapat menjaga efisiensi dalam pembersihan panel surya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perumusan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan membuat alat Pembersih panel surya yang mampu membersihkan permukaan panel surya?
2. Bagaimana pengaruh debu terhadap panel surya?

3. Bagaimana menjaga efisiensi panel surya dengan menggunakan alat pembersih panel surya?

### 1.3 Batasan Masalah

Adapun yang menjadi batasan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian dilakukan pada pagi, siang dan sore.
2. Pengujian menggunakan *real time clock (RTC) DS3231*.

### 1.4 Tujuan Kegiatan

Adapun tujuan dari kegiatan ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat merancang alat pembersih Panel surya yang mampu membersihkan seluruh permukaan panel surya.
2. Menganalisis pengaruh debu terhadap panel surya.
3. Menjaga efisiensi panel surya dengan menggunakan alat pembersih panel surya.

### 1.5 Manfaat Kegiatan

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari kegiatan ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menjaga efisiensi panel surya pada saat digunakan dengan menggunakan prototype yang telah dibuat.
2. Sebagai referensi penulis lain.
3. Sebagai peluang bisnis untuk jangka panjang dengan membersihkan panel surya.

4. Untuk membantu program pemerintah dalam penanganan pembersihan panel surya.



## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

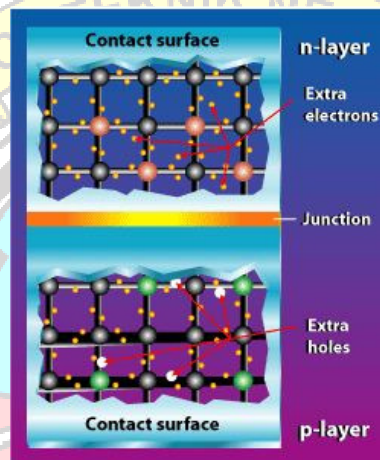
### **2.1 Panel Surya**

Panel surya adalah sebuah alat yang dapat digunakan untuk mengubah sinar matahari menjadi listrik. Panel surya terdiri dari sel surya yang disebut sebagai sel photovoltaic atau pv. Dan prinsip kerja panel surya ini, dimulai dari material semikonduktor. Material semi konduktor ini terdiri dari 2 jenis lapisan, berupa lapisan positif dan lapisan negatif. Dalam menjalankan perannya, solar cell akan menangkap cahaya matahari yang berbentuk partikel kecil. Partikel kecil yang asalnya dari energi foton matahari ini lalu diserap lapisan negatif. Setelah itu, elektron dialirkan dari lapisan negatif tersebut ke lapisan yang positif. Aliran dari lapisan negatif ke positif tersebut kemudian memunculkan tegangan. Selanjutnya dari tegangan inilah tercipta energi listrik yang dapat disimpan dalam baterai. Dalam panel surya ada istilah WP (Watt-Peak) yaitu menggambarkan besarnya nominal Watt tertinggi yang dapat dihasilkan dari sebuah solar system. Ini dikarenakan karena energi dari sinar matahari yang bisa berubah-ubah dalam satu hari.

### **2.2 Prinsip Panel Surya**

Panel surya bekerja menggunakan prinsip p-n junction, yaitu junction antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Semikonduktor ini terdiri dari ikatan-ikatan atom yang dimana terdapat elektron sebagai penyusun dasar. Semikonduktor tipe-n mempunyai kelebihan elektron (muatan negatif) sedangkan semikonduktor tipe-p mempunyai kelebihan hole (muatan positif) dalam struktur atomnya. Kondisi

kelebihan elektron dan hole tersebut bisa terjadi dengan mendoping material dengan atom dopant. Sebagai contoh untuk mendapatkan material silikon tipe-p, silikon didoping oleh atom boron, sedangkan untuk mendapatkan material silikon tipe-n, silikon didoping oleh atom fosfor. Ilustrasi dibawah menggambarkan junction semikonduktor tipe-p dan tipe-n.



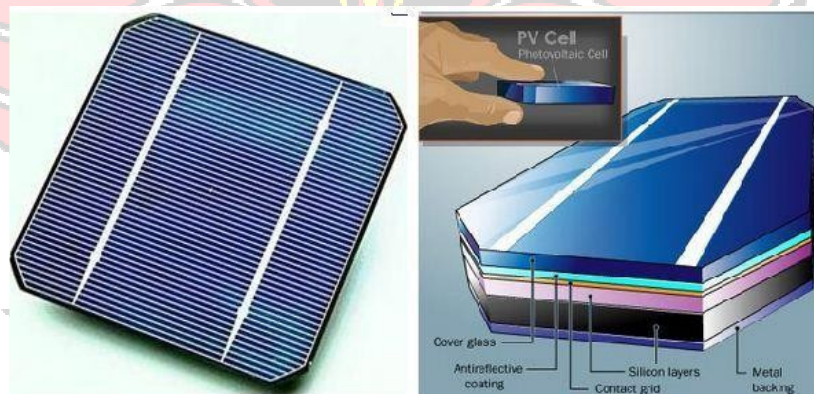
Gambar 2.1 Junction semikonduktor tipe-p dan tipe-n

Peran dari p-n junction ini adalah untuk membentuk medan listrik sehingga elektron (dan hole) bisa diekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik. Ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n terkontak, maka kelebihan elektron akan bergerak dari semikonduktor tipe-n ke tipe-p sehingga membentuk kutub positif pada semikonduktor tipe-n, dan sebaliknya kutub negatif pada semikonduktor tipe-p. Akibat dari aliran elektron dan hole ini maka terbentuk medan listrik yang mana ketika cahaya matahari mengenai susuna p-n junction ini maka akan mendorong elektron bergerak dari semikonduktor menuju kontak negatif, yang

selanjutnya dimanfaatkan sebagai listrik, dan sebaliknya hole bergerak menuju kontak positif menunggu elektron datang,

### 2.3 Struktur Panel Surya

Panel surya yang memiliki tipe fotovoltaik memanfaatkan tegangan yang dihasilkan dari efek fotoelektrik untuk memproduksi energi listrik. Panel surya memiliki 3 lapisan utama, yaitu di bagian paling atas terdapat lapisan panel P, di tengah terdapat lapisan pembatas, dan di bagian paling bawah terdapat lapisan panel N. Panas matahari yang menyinari lapisan paling atas panel surya menyebabkan efek fotoelektrik yang mengakibatkan terjadinya perpindahan elektron di lapisan panel P, kemudian proton akan mengalir ke lapisan panel N di bagian bawah dan terjadinya perpindahan arus proton ini menghasilkan arus.



Gambar 2.2 Struktur Panel Surya

Gambar diatas menunjukkan ilustrasi panel surya dan juga bagian- bagiannya. Secara umum terdiri dari :



## 1. Substrat/metal backing

Substrat berjasa dalam menopang hampir seluruh bagian dari panel surya. Dikarenakan substrat berfungsi sebagai kontak terminal positif panel surya, substrat harus memiliki tingkat konduktifitas listrik yang baik. Oleh karena itu beberapa logam biasanya digunakan sebagai bahan dasar substrat seperti aluminium atau molybdenum. Berbeda pada panel surya dye-sensitized (DSSC) dan panel surya organic, substrat selain dibuat dari bahan yang konduktif akan tetapi juga akan dibuat transparan karena berfungsi sebagai tempat masuknya cahaya matahari.

## 2. Material Semikonduktor

Material semi konduktor merupakan bagian inti dari panel surya dikarenakan berfungsi untuk menyerap panas cahaya matahari. Bagian semikonduktor memiliki ketebalan beberapa ratus mikrometer tergantung dengan jenis panel surya yang digunakan. Pada gambar diatas merupakan panel surya yang menggunakan silicon sebagai bahan semikonduktor utama. Sedangkan untuk sel surya lapisan tipis, material semikonduktor yang umum digunakan dan telah masuk pasaran yaitu contohnya material  $\text{Cu(In,Ga)(S,Se)}_2$  (CIGS), CdTe (kadmium telluride), dan amorphous silikon, disamping material-material semikonduktor potensial lain yang dalam sedang dalam penelitian intensif seperti  $\text{Cu}_2\text{ZnSn(S,Se)}_4$  (CZTS) dan  $\text{Cu}_2\text{O}$  (copper oxide).

### **3. Kontak Metal/contact grid**

Selain substrat yang berfungsi sebagai kontak positif, material semikonduktor pada panel surya juga dilapisi dengan material konduktif transparan yang berfungsi sebagai kontak negative.

### **4. Lapisan antireflektif**

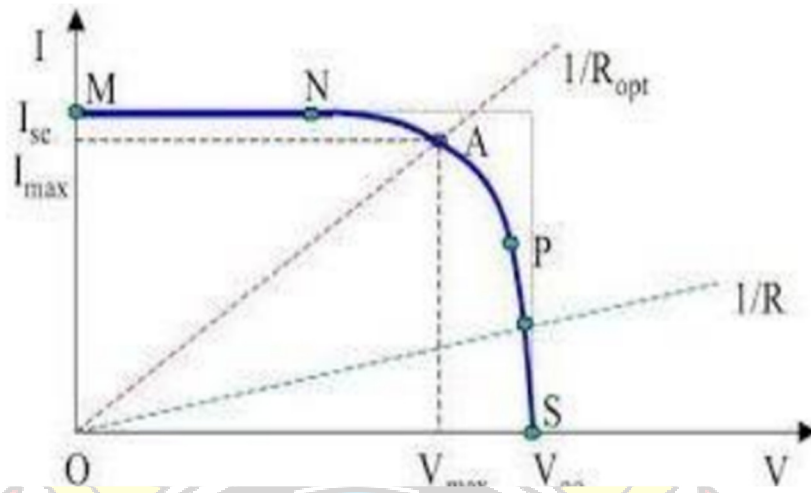
Agar cahaya matahari dapat terserap secara maksimal oleh lapisan semi konduktor harus ditambahkan lapisan antireflektif. Lapisan ini bertugas untuk membelokkan cahaya matahari agar mengarah ke lapisan semi konduktor. Material anti-reflektif ini adalah lapisan tipis material dengan besar indeks refraktif optik antara semikonduktor dan udara.

### **5. Enkapsulasi/ cover glass**

Enkapsulasi merupakan bagian pelindung yang berfungsi untuk enkapsulasi yaitu melindungi panel surya dari hujan atau kotoran.

## **2.4 Karakteristik Panel Surya**

Sifat elektrik dari sel surya dalam menghasilkan energi listrik dapat diamati dari karakteristik sel tersebut, yaitu berdasarkan arus dan tegangan yang dihasilkan sel surya pada kondisi cahaya dan beban yang berbedabeda. Karakteristik panel surya terdiri dari kurva arus tegangan dan kurva daya-tegangan.



Gambar 2.3. Kurva Karakteristik Hubungan arus dan tegangan

## 2.5 Alat Pembersih Panel

Karena perubahan iklim dan pemanasan global mengancam masa depan planet kita, semakin penting untuk menemukan cara berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan energi kita. Salah satu cara paling efisien untuk bergerak menuju sumber energi terbarukan dan tidak menimbulkan polusi adalah dengan menghasilkan listrik menggunakan panel surya untuk memanfaatkan energi matahari.

Karena tidak memiliki bagian yang bergerak, panel surya adalah salah satu cara pembangkitan yang paling hemat biaya dan perawatannya rendah. Terlepas dari semua manfaatnya, efisiensi panel surya dapat menurun jika debu, kotoran, dan kotoran dibiarkan menumpuk. Jika efisiensi maksimum dalam pembangkit listrik ingin dipertahankan, panel surya perlu dibersihkan tepat waktu. Namun, membersihkan panel surya secara manual berbahaya dan memakan waktu.

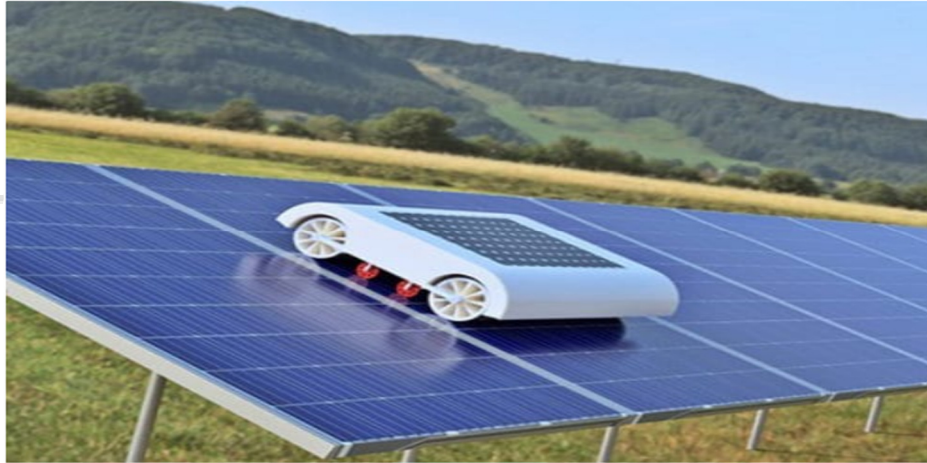
### 2.5.1 Solar PV Cleaning Robot



Gambar 2.4 Solar PV Cleaning Robot

Sebuah Organisasi bernama *PT Surya Utama Nuansa (SUN Energy)* yang didirikan pada tahun 2016, *PT Surya Utama Nuansa (SUN Energy)* terus berinovasi untuk memberikan pelayanan terbaik dalam perawatan panel surya menggunakan teknologi terbaru. Dengan sistem robot pintar, teknologi ini memudahkan pembersihan panel surya secara otomatis dengan waktu pembersihan hanya membutuhkan 2,5 jam/100 kWp. Selain beroperasi menggunakan sumber energi dari baterai, dengan teknologi wireless, robot pembersih ini dapat dengan mudah dikendalikan menggunakan remote control.

## 2.5.2 Water-Free Solar Panel Cleaning Robots



Gambar 2.5 Water-Free Solar Panel Cleaning Robots

Ini adalah robot Ecoppia, AI, dan robot pembersih mandiri panel surya otonom berbasis data. Dikembangkan oleh Ecoppia, “pemimpin dunia dalam teknologi pembersihan robot untuk situs surya fotovoltaik”, panel surya ini membersihkan panel surya sehingga dapat menyerap lebih banyak sinar matahari dan berfungsi pada kinerja puncaknya sepanjang tahun.

Seperti lebah pekerja kecil yang sibuk, robot yang sepenuhnya otonom ini bergerak maju mundur di sepanjang panel surya yang luas pada malam hari, menghilangkan debu, pasir, jelaga, dan kotoran dengan kain mikrofiber dan udara yang mengalir. Pembersihan skala besar ini terjadi tanpa menggunakan air, operator manusia, atau listrik. Akibatnya, jutaan galon air dihemat.

Selain itu, robot yang efisien dan ramah lingkungan ini bertenaga surya. Mereka memiliki modul surya khusus onboard mereka sendiri, yang memungkinkan baterai mereka untuk mengisi daya dengan cepat di antara operasi. Oleh karena itu,

robot Ecoppia yang bergantung pada energi ini memberikan pendekatan yang benar-benar berkelanjutan untuk pengoperasian dan pemeliharaan modul surya.

Memfaatkan pembelajaran mendalam dan alat analisis canggih, Ecoppia “menerjemahkan data yang diterima dari situs PV menjadi wawasan operasional yang dapat ditindaklanjuti.” Data ini kemudian diberikan kepada klien melalui dasbor yang disesuaikan melalui server berbasis cloud terbaik. Jadi, halangan, misalnya, bisa dihindari. Dengan menggunakan berbagai sensor canggih dan data pintar, “kesehatan” robot, atau status dan perilaku dapat dipantau untuk mencegah potensi malfungsi dan gangguan dalam layanan.

Ideal untuk pemasangan pelacak dengan kemiringan tetap, kemiringan musiman, atau sumbu tunggal, robot Ecoppia diuji untuk tahan terhadap kondisi lingkungan yang keras, termasuk suhu ekstrem, angin kencang, kotoran besar, dan kilat. Pengguna yang ditunjuk dan berwenang dapat memulai atau membatalkan pembersihan dari jarak jauh. Selain itu, peringatan dan pemberitahuan tentang perilaku luar biasa diterima secara real-time, sehingga dapat diperbaiki dari jarak jauh.

Hujan saja tidak bisa menghilangkan kotoran dan puing-puing yang menempel di panel surya saat mendingin di malam hari dan menarik embun pagi. Untuk lebih memperumit masalah, lokasi yang secara alami kering dan berdebu, seperti Central Valley California memiliki lebih banyak akumulasi debu, yang dapat meningkatkan biaya pembersihan. Di situlah robot pembersih ini masuk dan sangat efektif. Saat ini,

ada 30 panel surya skala besar di seluruh dunia – dari Chili hingga India yang berpartisipasi dalam solusi teknologi ini.

### 2.5.3 Alat Pembersih Panel Surya GEVA-BOT



Gambar 2.6 GEVA-BOT

GEVA-BOT adalah robot pembersih PV portabel revolusioner yang ditemukan oleh pengusaha Israel Eli Geva. GEVA-BOT beroperasi pada teknologi baru yang memungkinkan robot menjadi:

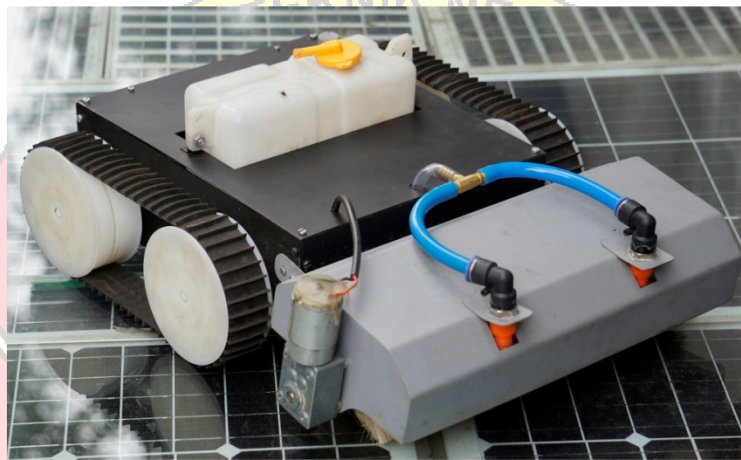
1. Sangat cepat
2. Super efisien terhadap semua jenis kotoran
3. Ringan untuk keperluan seluler
4. Dan yang paling penting, lebih terjangkau daripada solusi pembersih apa pun

di pasar global pada tahun 2017.

Itu berarti Anda hanya membutuhkan 1 karyawan GEVA-BOT + 1, untuk menangani seluruh medan surya, berapa pun ukurannya. Dan yang harus dilakukan

hanyalah memindahkan GEVA-BOT berbobot ringan ke baris panel berikutnya. Semakin banyak GEVA-BOT semakin cepat, Dibangun dengan dimensi dan persyaratan yang tepat dari tata surya Anda. Mempertahankan sistem panel surya yang bersih tidak pernah semudah ini dan terjangkau.

#### 2.5.4 Robot RC Pembersih Panel



Gambar 2.7 Robot RC Pembersih Panel

Robot Pembersih Panel Surya ini bertujuan untuk menjaga efisiensi produksi tenaga surya dengan memastikan panel surya tetap bersih tanpa membahayakan manusia. Robot ini dilengkapi dengan sikat rol dan penyemprot air untuk membersihkan semua kotoran dan kotoran dari permukaan panel. Penyemprot mendapatkan pasokan air melalui tangki onboard. Jejak ulat karet memastikan bahwa robot ini dapat menempel pada permukaan panel surya yang licin. Robot ini beroperasi dari jarak jauh dan tanpa kabel.

Seiring dengan aplikasi industri skala besar seperti pembangkit listrik tenaga surya khusus, robot ini juga dapat membantu meningkatkan efisiensi panel surya



dalam aplikasi yang lebih kecil seperti panel surya atap di rumah dan kantor. Fitur

Robot Pembersih Panel Surya:

1. Menjaga efisiensi panel surya dengan menjaganya tetap bersih.
2. Operasi jarak jauh dan nirkabel memastikan pekerja tidak berada dalam bahaya
3. Sikat rol membersihkan semua debu, kotoran, kotoran, dan kotoran.
4. Dilengkapi dengan penyemprot air yang disertakan dengan tangki air onboard.
5. Desain ringkas, portabel, dan ramah pengguna.

Robot pembersih panel surya ini memanfaatkan tangki air dengan pompa bermotor bersama dengan motor DC 4x untuk mencapai gerakan kendaraan menggunakan gerakan roda ulat. Kendaraan robot dibangun di atas sasis logam dengan sirkuit pengontrol yang dioperasikan melalui remote nirkabel RF.

Pengontrol jarak jauh digunakan untuk mengirimkan data gerakan kontrol secara nirkabel ke kendaraan robot. Kontroler menerima data dan mengoperasikan motor roda ke arah yang diinginkan untuk mencapai gerakan yang diinginkan. Sikat depan dipasang pada bagian depan sasis utama dan dioperasikan oleh motor DC bergigi. Panel depan juga memiliki pipa air terintegrasi yang digunakan untuk mengalirkan air untuk pembersihan menggunakan pompa dc ke bagian depan sikat. Dengan demikian, sistem ini memungkinkan pembersihan panel surya dengan mudah menggunakan kontrol nirkabel.

## 2.6 Pengertian Pompa

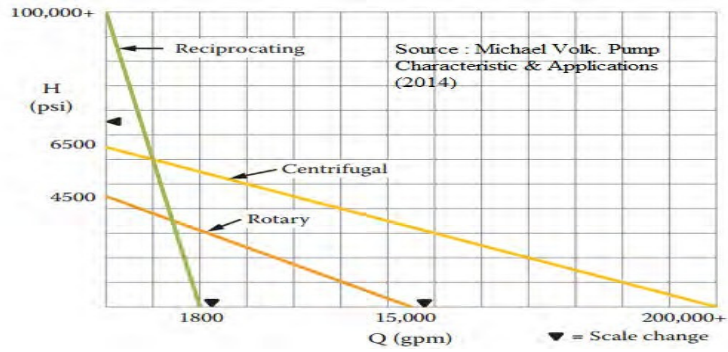
Pompa adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus.

Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian hisap (suction) dengan bagian tekan (discharge). Dengan kata lain, pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan fluida dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran (Syamarianto,2011).

### 2.6.1 Karakteristik Pompa

Karakteristik pompa adalah kemampuan pompa untuk mengalirkan fluida dengan ketinggian tertentu pada berbagai debit. Hubungan debit dengan tekanan adalah berbanding terbalik. Semakin tinggi tekanan fluida maka debit yang didapatkan akan semakin kecil, begitu juga sebaliknya .besarnya debit fluida cair dipengaruhi oleh besarnya tekanan pompa. Semakin besar tekanan yang diterima fluida cair maka kecepatan alirnya akan semakin kecil juga (Wulan Damayanti, 2015).

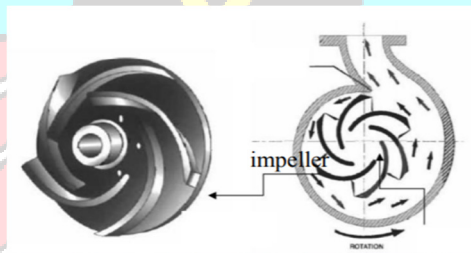
Hubungan antara tekanan fluida dan head pompa adalah berbanding lurus. Semakin besar tekanan pompa *head* pompa akan semakin semakin besar.



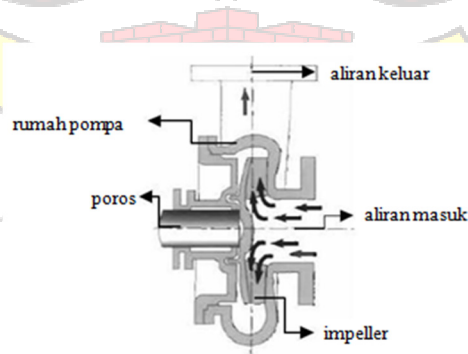
**Gambar 2.8 Grafik Karakteristik Pompa**

### 2.6.2 Prinsip Kerja Pompa

Pada pompa terdapat sudu-sudu impeller yang berfungsi membawa zat cair dari tempat yang rendah ketempat yang lebih tinggi . Impeler dipasang pada poros pompa yang berhubungan dengan motor penggerak, biasanya motor bakar atau motor listrik.



Gambar 2.9 Penampang Impeller dan perubahan energi pompa.



Gambar 2.10 Proses Pemompaan

Poros pompa akan berputar jika penggeraknya berputar. Karena poros pompa memutar impeller dengan sudu-sudu impeller memutar zat cair yang ada didalamnya akan ikut berputar sehingga tekanan dan kecepatannya naik dan terlempar dari tengah pompa ke saluran yang berbentuk volut atau spiral dan disalurkan keluar melalui nosel.

Jadi fungsi impeller pompa adalah merubah energi mekanik yaitu putaran impeller menjadi energi fluida (zat cair). Jadi, zat cair yang masuk pompa akan mengalami penambahan energi. Penambahan energi pada zat cair mengakibatkan pertambahan head tekan, head kecepatan dan head potensial. Jumlah dari ketiga bentuk head tersebut dinamakan head total. Head total pompa juga dapat didefinisikan sebagai selisih head total (energi persatuan berat) pada sisi hisap pompa dengan sisi tekan pompa.

### 2.6.3 Debit Aliran Fluida (Q)

Apabila suatu fluida mengalir dalam suatu pipa dengan volume air (V) dan waktu yang dibutuhkan (t), maka debit aliran (Q) dapat ditulis dengan persamaan :

$$Q = V / t \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

Q = Debit aliran (m<sup>3</sup>/s)

V = Volume air (m<sup>3</sup>)

t = Waktu (s)

#### 2.6.4 Kecepatan Aliran Fluida (v)

Kecepatan aliran fluida merupakan hasil bagi antara debit air dan luas penampang pipa, dapat di tulis dengan persamaan :

$$V = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

Q = Debit aliran (m<sup>3</sup>/s)

A = Luas penampang pipa (m<sup>2</sup>)

#### 2.6.5 Daya input pompa ( $P_{in pompa}$ )

Daya input pompa dapat didefinisikan sebagai hasil kali antara tegangan dan arus pada beban, dapat di tulis dengan persamaan :

$$P_{in pompa} = V \times I, \text{ (pompa Watt)} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

$P_{in pompa}$  = Daya input pompa (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

### 2.6.6 Daya Output Pompa ( $P_{out\ pompa}$ )

Energi yang secara efektif diterima oleh air dari pompa per satuan waktu disebut dengan daya air atau daya ouput pompa, maka persamaannya dapat dituliskan sebagai berikut :

$$P_{out\ pompa} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

$P_{out\ pompa}$  = Daya output pompa (Watt)

$\rho$  = Massa jenis air (kg/m<sup>3</sup>)

$g$  = Gaya gravitasi (m<sup>2</sup>/s)

$Q$  = Debit air (m<sup>3</sup>/s)

$H$  = Tinggi air (m)

### 2.6.7 Efisiensi Pompa ( $\eta_{pompa}$ )

Definisi efisiensi pompa adalah perbandingan antara daya output pompa dengan daya input pompa,persamaannya dapat di tuliskan sebagai berikut :

$$\eta_{pompa} = \frac{P_{Out\ pompa}}{P_{in\ pompa}} \times 100 \% \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana:

$\eta_{pompa}$  = Efisiensi pompa (%)

$P_{out\ pompa}$  = Daya output pompa (Watt)

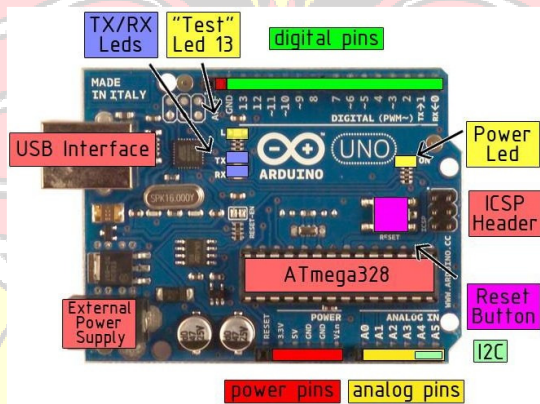
$P_{in\ pompa}$  = Daya input pompa (Watt)

## 2.7 Arduino

*Arduino* adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel (Lestari, 2018: 12). Sedangkan Sanjaya (2016: 38), menyatakan bahwa “*Arduino* tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. Menurut Siswanto dan Winardi (2015: 67) IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau *sketch* program untuk papan *Arduino*.”

Tabel 2. 1 *Technical Spesification Arduino Uno*

<i>Microcontroller</i>	<i>Atmega328</i>
<i>Operating Voltage</i>	<i>5V</i>
<i>Input Voltage (recommended)</i>	<i>7-12V</i>
<i>Input Voltage (limits)</i>	<i>6-20V</i>
<i>Digital I/O Pins</i>	<i>14 (of which 6 provide PWM output)</i>
<i>Analog Input Pins</i>	<i>6</i>
<i>DC Current per I/O Pin</i>	<i>40 mA</i>
<i>DC Current for 3.3V Pin</i>	<i>50 mA</i>
<i>Flash Memory</i>	<i>32 KB of which 0.5 KB used by Bootloader</i>
<i>SRAM</i>	<i>2 KB</i>
<i>EEPROM</i>	<i>1 KB</i>
<i>Clock Speed</i>	<i>16 MHz</i>



Gambar 2.11 Papan Arduino Uno

Secara umum posisi/letak pin-pin terminal I/O pada berbagai Board Arduino posisinya sama dengan posisi/letak pin-pin terminal I/O dari arduino UNO yang mempunyai 14 pin digital yang dapat di set sebagai Input/Output (beberapa diantaranya mempunyai fungsi ganda), 6 pin Input Analog (Ardianto dan Darmawan,



2017: 24). Kemudian Ardianto dan Darmawan (2017: 25-27) menjelaskan fungsi dari pin-pin dan terminal pada Board Arduino Uno sebagai berikut:

1. **USB to Computer:** digunakan untuk koneksi ke komputer atau alat lain menggunakan komunikasi serial RS-232 standard. Bekerja ketika JP0 dalam

posisi 2-3.

2. **DC1, 2.1mm power jack:** Digunakan sebagai sumber 24 tegangan (catu daya) dari luar, sudah terdapat regulator tegangan yang dapat meregulasi tegangan masukan tegangan antara +7V sampai +18V (masukan tegangan yang disarankan antara +9V s/d +12V). Pin 9V dan 5V dapat digunakan sebagai sumber ketika diberi sumber tegangan dari luar.

3. **ICSP, 2x3 pinheader** : untuk memprogram bootloder Atmega atau memprogram Arduino dengan software lain.

4. **JP0, 3 pin jumper** : ketika posisi 2-3,board pada keadaan serial enabled (X1 connector dapat digunakan). Ketika posisi 1-2 board pada keadaan serial disabled (X1 connector tidak berfungsi) dan eksternal pull-down resistor pada pin0 (RX) dan pin1 (TX) dalam keadaan aktif, resistor pull-down untuk mencegah noise dari RX.

5. **JP4** : Ketika pada posisi 1-2, board dapat mengaktifkan fungsi auto-reset yang berfungsi ketika meng-upload program pada board tanpa perlu menekan tombol reset s1.

6. **S1** : adalah push button yang berfungsi sebagai tombol reset.

7. **LED** . Power LED: menyala ketika arduino dinyalakan dengan diberi tegangan dari DC1; RX LED: berkedip ketika menerima data melalui komputer lewat komunikasi serial; TX LED: berkedip ketika mengirim data melalui komunikasi serial; L LED: terhubung dengan digital pin13, berkedip ketika bootloading.

8. **Digital pin IN/OUT** . 8 digital pin inputs/outputs: pin 0-7 (terhubung pada PORT D dari ATmega). Pin-0 (RX) digunakan sebagai pin komunikasi. Untuk ATmega 168/328 pin 3,5 dan 6 dapat digunakan sebagai output PWM. Enam pin inputs/outputs digital: pin 8-13 (terhubung pada PORT B). Pin10(SS), pin11(MOSI), pin12(MISO), pin13(SCK) yang bisa digunakan sebagai SPI 25 (Serial Peripheral Interface). Pin 9,10 dan 11 dapat digunakan sebagai output PWM untuk ATmega8 dan ATmega268/328.

9. **Analog PINOUT INPUT** : Enam analog input : pin 0-5 (A0-A5) (terhubung pada PORT C). Pin4 (SDA) dan pin5 (SCL) yang dapat digunakan sebagai 12C (two-wire serial bus). Pin Analog ini dapat digunakan sebagai pin digital14 (A0) sampai pin **digital pin19 (A5).**”

## 2.8 RTC (Real Time Clock)

RTC (*Real Time Clock*) merupakan chip IC yang memiliki fungsi menghitung waktu yang dimulai dari detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, hingga tahun dengan akurat. Untuk menjaga atau menyimpan data waktu yang telah di-ON-kan pada module terdapat sumber catu daya sendiri yaitu baterai jam kancing, serta keakuratan data waktu yang ditampilkan digunakan osilator kristal eksternal. Sehingga saat

perangkat mikrokontroler terhubung dengan RTC ini sebagai sumber data waktu dimatikan, data waktu yang sudah terbaca dan ditampilkan tidak akan hilang begitu saja. Dengan catatan baterai yang terhubung pada RTC tidak habis dayanya.

Contoh yang dapat ditemui dalam kehidupan sehari-hari yaitu pada motherboard PC yang biasanya letaknya berdekatan dengan chip BIOS. difungsikan guna menyimpan sumber informasi waktu terkini sehingga jam akan tetap *up to date* walaupun komputer tersebut dimatikan.



Gambar 2.12 Modul RTC

## 2.9 Debu

Debu merupakan istilah yang umum yang mendefinisikan materi yang berdiameter kurang dari 500  $\mu\text{m}$ , yang sekiranya seukuran optic fiber digunakan untuk komunikasi atau 10 kali lebih kecil dari diameter sebuah rambut manusia.

Debu merupakan partikel kecil yang biasanya bersumber dari berbagai hal seperti tumbuhan serbuk sari tumbuhan, serat tekstil dan bahan mineral dari geomorfik seperti pasir, tanah, batu kapur yang terkikis.

Debu juga dapat bersumber dari hasil letusan gunung berapi, pergerakan kendaraan dan polusi. Ukuran partikel, konstituen debu dan bentuknya bervariasi menurut wilayah di seluruh dunia. Selanjutnya karakteristik dan laju pengendapan berbeda-beda secara dramatis di tempat yang berbeda. Faktor-faktor ini didasarkan pada geografi, iklim dan urbanisasi suatu wilayah.

### 2.9.1 Efek Debu Pada Panel Surya

Dari penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya menunjukkan penurunan 17% terhadap keluaran pada modul PV saat dilakukan percobaan selama enam hari

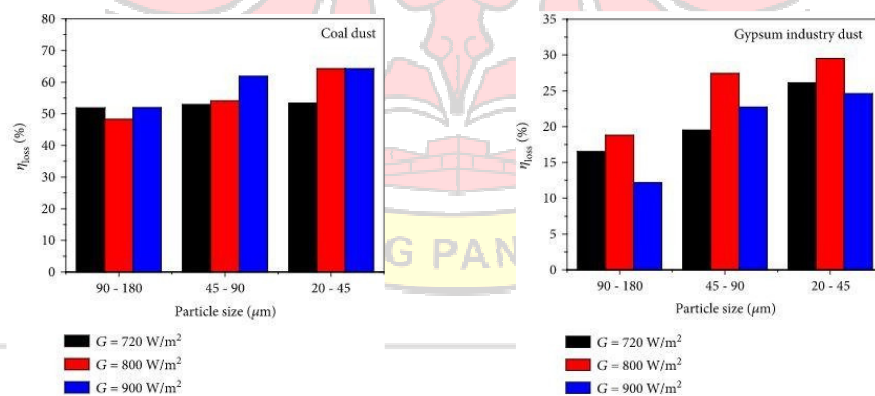
Permukaan modul PV ditutupi dengan debu yang berbeda jenis (yaitu batu kapur, semen, karbon). Arus hubung singkat berkurang menjadi 20% dari nilai awal. Dari data yang didapat mencatat bahwa komposisi material debu juga mempengaruhi kinerja PV. Dari hasilnya penelitian terlihat partikel karbon menyerap matahari radiasi lebih cepat daripada jenis debu lainnya. Hal ini berdampak terhadap kenaikan suhu konverter serta jumlah cahaya mencapai konverter surya.



Gambar 2.13 Modul PV yang Tidak Terkena Debu dan Solar PV yang Terkena Debu.

## 2.9.2 Pengaruh Debu Arang dan Debu Gypsum Terhadap Modul PV

Studi yang dilakukan oleh (W. Javed, Y. Wubulikasimu, B. Figgis, and B. Guo, 2017) dalam jurnalnya yang berjudul *Characterization of dust accumulated on photovoltaic panels in Doha, Qatar* mengatakan bahwa kehilangan efisiensi modul secara progresif meningkat dengan penurunan ukuran partikel. Dalam studi saat ini, partikel halus juga diamati membawa kerugian efisiensi kinerja yang lebih tinggi terhadap kinerja PV. Kehilangan efisiensi maksimum sebesar 64% untuk debu batubara pada ukuran partikel 20  $\mu\text{m}$ -45  $\mu\text{m}$  (partikel halus), sedangkan 48% adalah kehilangan efisiensi minimum yang terjadi pada 90  $\mu\text{m}$ -180  $\mu\text{m}$  (partikel besar) pada penyinaran dari 800 W/m<sup>2</sup>. Kehilangan efisiensi sebesar 30% untuk debu gypsum pada ukuran partikel 20  $\mu\text{m}$ -45  $\mu\text{m}$  (partikel halus), dan 14% untuk kehilangan efisiensi minimum yang terjadi pada 90  $\mu\text{m}$ -180  $\mu\text{m}$  (partikel besar) yang disinari sebesar 900 W/m<sup>2</sup>.



Gambar 2.14 Pengaruh Debu Arang dan Debu Gypsum Terhadap Efisiensi Modul PV.

## 2.10 Perhitungan Kapasitas PLTS

Dibawah ini perhitungan dilakukan untuk menentukan kapasitas dari suatu pembangkit listrik tenaga surya :

Menentukan beban total dalam *Watt Hour (Wh)*.

$$E_B = W_{tot} \times t \text{ (detik)} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

$E_B$  = beban total (Wh)

$W_{tot}$  = daya aktif (W)

1. Beban sistem yang disuplai.

$$E_A = 33,3\% \times E_B \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

$E$  = beban sistem (Wh)

$E_B$  =beban total (Wh)

2. Menentukan jam matahari ekivalen

Jam matahari ekivalen (*Equivalent Sun Hours, ESH*) suatu tempat ditentukan berdasarkan peta insolasi matahari dunia yang dikeluarkan oleh Solarex (*Solarex,1996*). Berdasarkan peta insolasi matahari dunia, diperoleh ESH untuk wilayah Katulistiwa sebesar 4,5.

3. Asumsi rugi-rugi (*losses*).

Asumsi rugi-rugi (*losses*) pada sistem dianggap sebesar 15%, karena keseluruhan komponen sistem yang digunakan masih baru (Mark Hankins, 1991 : 68). Total

energi ( $E_T$ ) sistem yang disyaratkan adalah sebesar:

$$E_T = E_A + \text{rugi rugi sistem} \dots \dots \dots (2.8)$$

$$= E_A + (15\% \times E_A)$$

$E_T$  = energi sistem (Wh)

4. Perhitungan kapasitas modul surya

$$\text{Kapasitas Daya Modul Surya} = \frac{E_T}{\text{Insolasi Matahari}} \times 1,1 \text{ (Faktor penyesuaian)} \dots (2.9)$$

5. Fill Factor (FF)

$$FF = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana:

$V_{mp}$  = nilai tegangan PV

$I_{mp}$  = nilai arus PV

$V_{oc}$  = tegangan hubungan terbuka

$I_{sc}$  = arus hubung pendek

6. Daya Maksimal ( $P_{max}$ )

$$P_{max} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF \dots \dots \dots (2.11)$$

7. Efisiensi

$$n = \frac{P_{max}}{P_{in}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.12)$$

$P_{in}$

H = Efisiensi solar cell

$P_{max}$  = Daya keluaran maksimum solar cell

$P_{in}$  = Daya masukan *solar cell*

## 2.11 Motor Arus Searah (Motor DC)

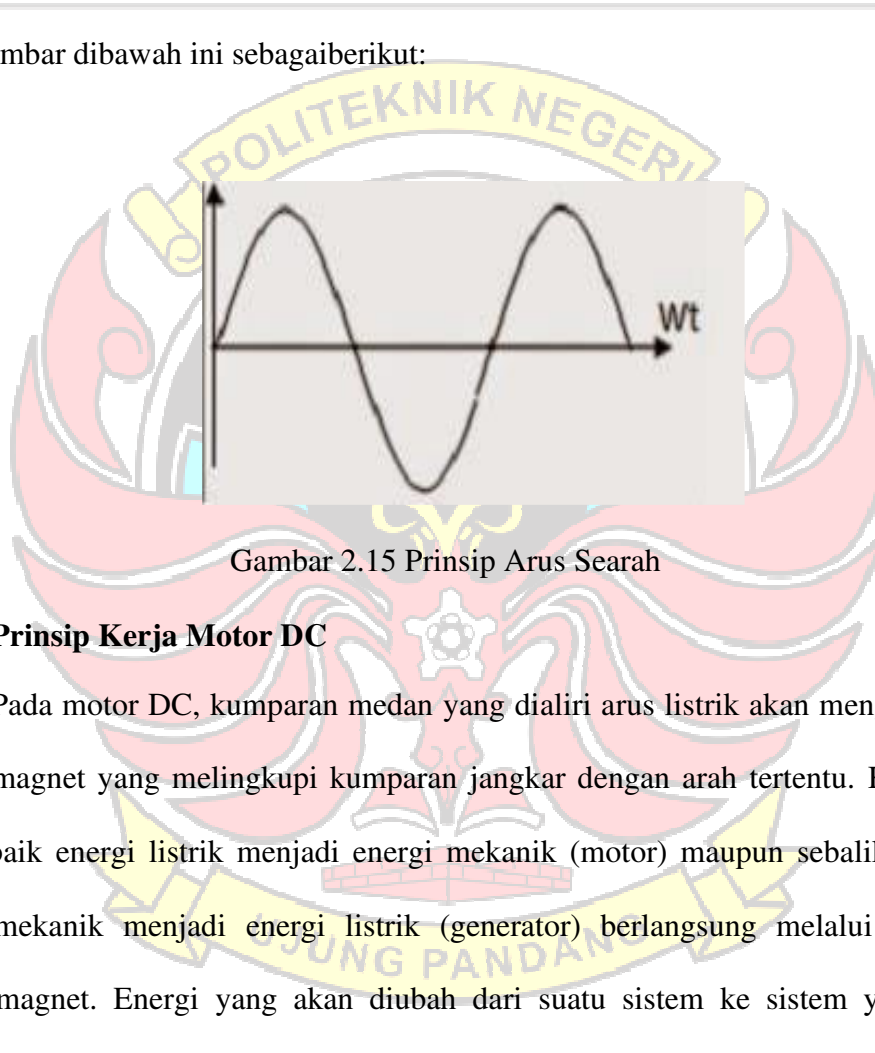
Sebuah motor listrik mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Kebanyakan motor listrik beroperasi melalui interaksi medan magnet dan konduktor pembawa arus untuk menghasilkan kekuatan, meskipun motor elektrostatis menggunakan gaya elektrostatis. Proses sebaliknya, menghasilkan energi listrik dari energi mekanik, yang dilakukan oleh generator seperti alternator, atau dinamo. Banyak jenis motor listrik dapat dijalankan sebagai generator, dan sebaliknya. Motor listrik dan generator yang sering disebut sebagai mesin-mesin listrik.

Motor listrik DC (arus searah) merupakan salah satu dari motor DC. Mesin arus searah dapat berupa generator DC atau motor DC. Generator DC alat yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik DC. Motor DC alat yang mengubah energi listrik DC menjadi energi mekanik putaran. Sebuah motor DC dapat difungsikan sebagai generator atau sebaliknya generator DC dapat difungsikan sebagai motor DC.

Pada motor DC kumparan medan disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tagangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik.



Prinsip dari arus searah adalah membalik fasa negatif dari gelombang sinusoidal menjadi gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet, dihasilkan tegangan (GGL) seperti yang terlihat pada. Gambar dibawah ini sebagai berikut:



Gambar 2.15 Prinsip Arus Searah

### 2.11.1 Prinsip Kerja Motor DC

Pada motor DC, kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konverter energi baik energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya dari energi mekanik menjadi energi listrik (generator) berlangsung melalui medium medan magnet. Energi yang akan diubah dari suatu sistem ke sistem yang lain, sementara akan tersimpan pada medium medan magnet untuk kemudian dilepaskan menjadi energi system lainnya. Dengan demikian, medan magnet disini selain berfungsi sebagai tempat penyimpanan energi juga sekaligus proses perubahan energi,

dimana proses perubahan energi pada motor arus searah dapat digambarkan pada gambar 2.1(Zuhal, 1991)



Gambar 2.16 Proses Konversi Energi pada Motor DC

Dengan mengingat hukum kekekalan energi, proses konversi energi listrik menjadi energi mekanik dapat dinyatakan sebagai berikut:

listrik sebagai input = Energi mekanik sebagai output + energi yang diubah menjadi panas + Energi yang tersimpan dalam medan magnet.

$$F = Bil \dots\dots\dots(2.13)$$

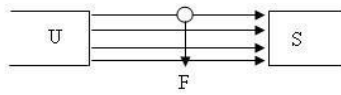
Arah gaya ini ditentukan oleh aturan tangan kiri, dengan ibu jari, jari telunjuk, dan jari tengah saling tegak lurus menunjukan masing – masing arah , dan . Persamaan di atas merupakan prinsip dari sebuah motor arus searah, dimana terjadi proses perubahan energi listrik menjadi energi mekanik . Bila jari-jari rotor adalah r, maka torsi yang akan dibangkitkan adalah :

$$T = Fr = Bilr \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana :

l = panjang penghantar(m)

r = jari – jari rotor



Gambar 2.17 Arah Gaya pada Motor DC

Pada saat gaya  $F$  dibangkitkan, konduktor bergerak didalam medan magnet dan akan menimbulkan gaya gerak listrik (GGL) yang merupakan reaksi (lawan) terhadap tegangan penyebabnya. Agar proses konversi energi listrik menjadi energi mekanik (motor) dapat berlangsung, tegangan sumber harus lebih besar dari gaya gerak listrik lawan (Zuhal, 1991). Torsi akan memutar rotor bila yang terbangkit telah memiliki torsi lawan dari motor dan beban. Rumus kecepatan putar ( $n$ ), yaitu :

$$\eta = \frac{V_t - I_a \cdot R_a}{k \cdot \phi} \dots \dots \dots (2.15)$$

Keterangan :

$V_t$  = Tegangan jangkar (V)

$E_a$  = Gaya gerak listrik lawan (V)

$I_a$  = Arus Jangkar (A)

$R_a$  = Tahanan jangkar

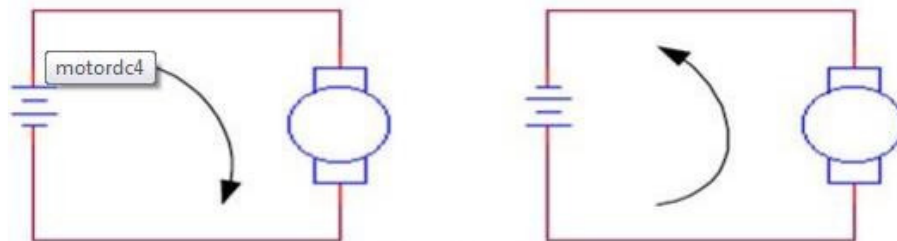
$n$  = Putaran (RPM)

$\phi$  = Fluks / kutub

$k$  = Konstanta

Dari persamaan diatas, dapat dilihat bahwa kecepatan putaran ( $n$ ) motor DC dapat diatur dengan mengubah-ubah besarnya  $V_t$  (tegangan jangkar),  $R_a$  (Tahanan Jangkar), dan  $\phi$  (fluks magnet) (Zuhal, 1991).

Dalam aplikasinya seringkali sebuah motor digunakan untuk arah yang searah dengan jarum jam maupun sebaliknya. Untuk mengubah putaran dari sebuah motor dapat dilakukan dengan mengubah arah arus yang mengalir melalui motor tersebut. Secara sederhana seperti yang ada pada gambar 1, hal ini dapat dilakukan hanya dengan mengubah polaritas tegangan motor.



Gambar 2.18 Dasar Pengaturan Arah Putar Motor

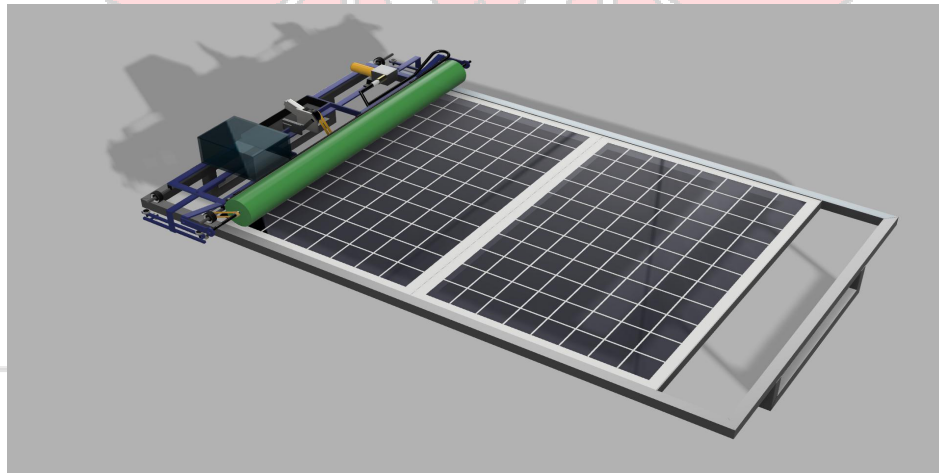
## **BAB III METODE KEGIATAN**

### **3.1 Tempat Kegiatan**

Waktu penelitian ini berlangsung selama 2 bulan yang dimulai pada bulan Agustus sampai dengan bulan Oktober 2022. Perancangan, pembuatan dan perakitan Prototipe yang akan digunakan berlangsung pada bulan Agustus sampai bulan September 2022. Pembuatan alat yang telah dirancang dan pengambilan data dilakukan satu bulan terakhir yaitu bulan September. Pengambilan data akan dilaksanakan di Lab Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.

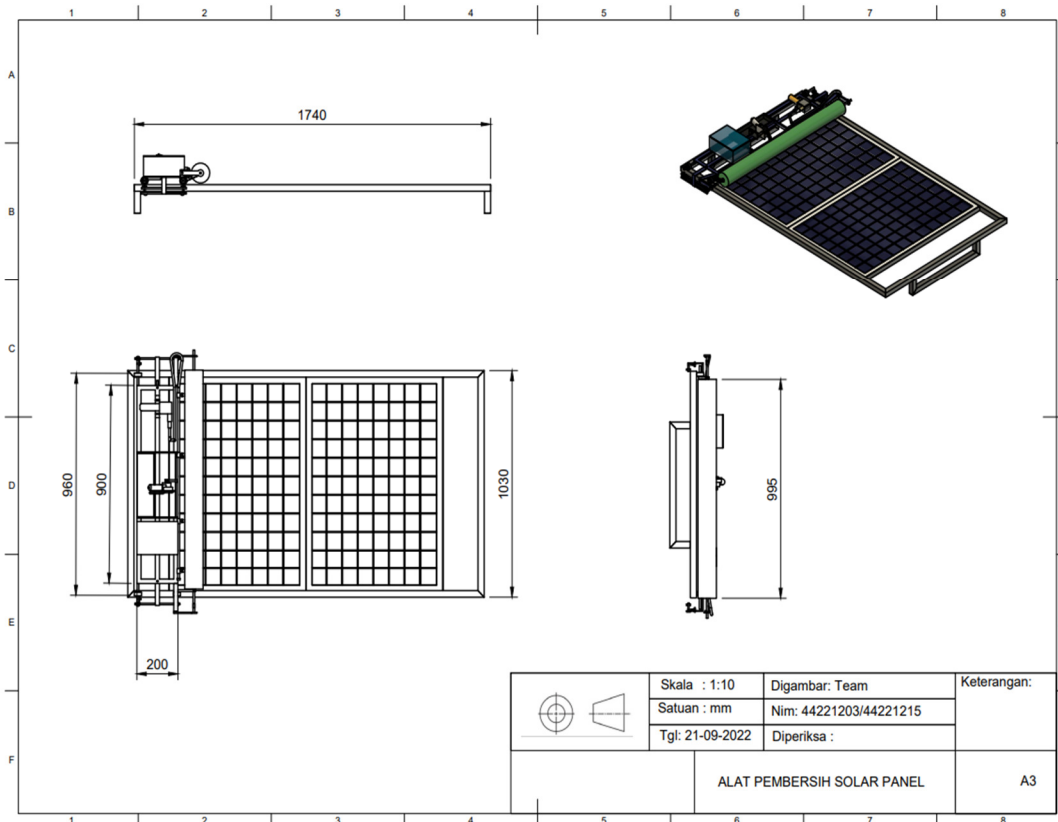
### **3.2 Tahap Perancangan**

Tahap perancangan merupakan langkah awal sebelum prototipe pembersih panel surya dibuat. Tahap ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum dari sistem yang akan berjalan dan mempertimbangkan beberapa rancangan agar prototipe ini dapat beroperasi dengan optimal.



Gambar 3.1 Pembersih Panel Surya

### 3.2.1 Perancangan Pembersih Panel Surya

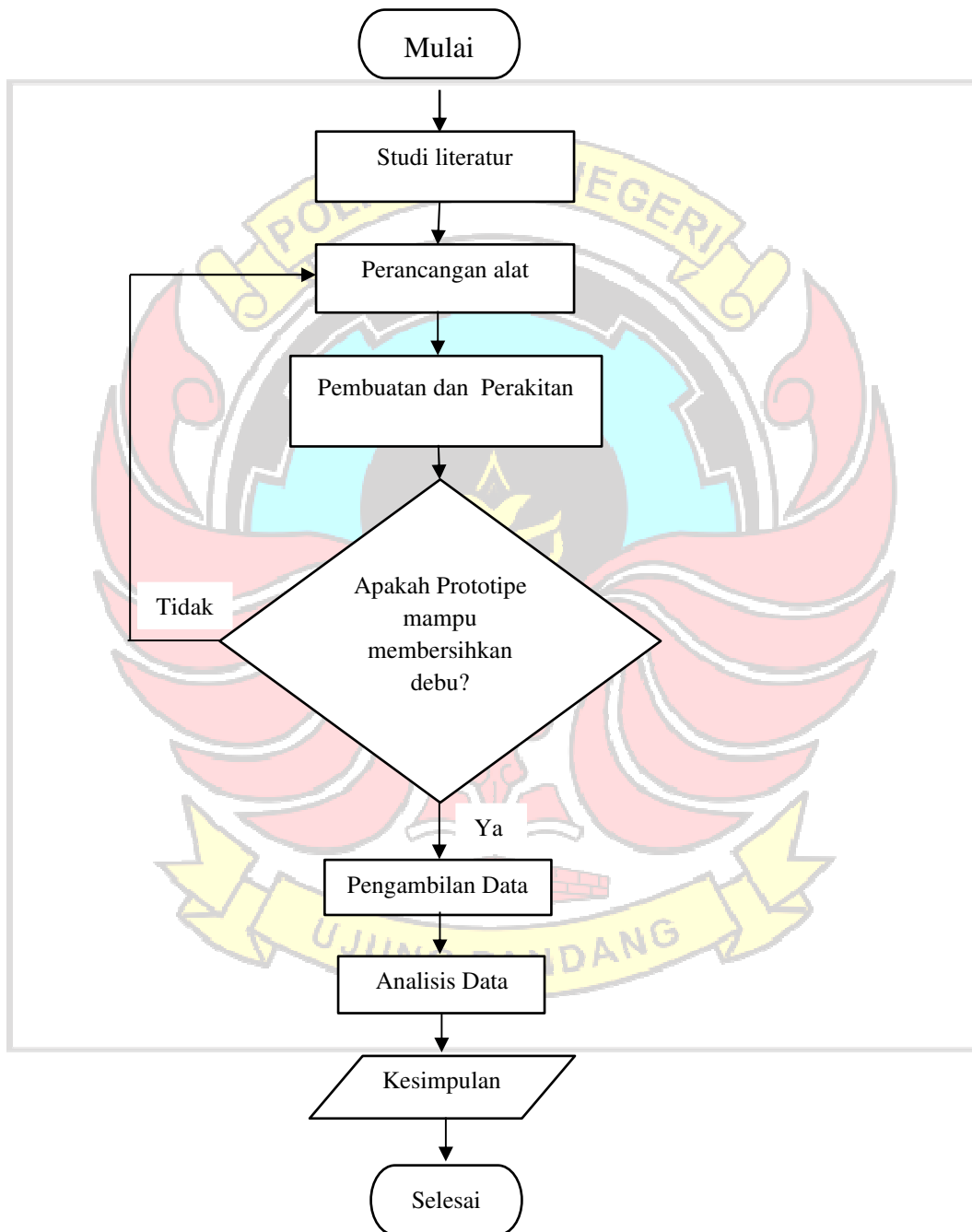


Gambar 3.2 Rancangan konstruksi pembersih panel surya

Alat dan Bahan yang dibutuhkan pada gambar diatas adalah :

- |                       |                  |                  |
|-----------------------|------------------|------------------|
| 1. Arduino uno        | 8. Kabel jumper  | 15. Selang air   |
| 2. Modul RTC DS3231   | 9. Motor dc      | 16. Baut dan mur |
| 3. Pompa Air dc       | 10. Pompa air dc | 17. Nozzle       |
| 4. Wiper              | 11. Las listik   | 18. Bearing      |
| 5. Panel surya 12 Vdc | 12. Bor          | 19. Pulley kecil |
| 6. Kunci Pas Ring     | 13. Gurindra     | 20. Tang         |
| 7. Solder             | 14. Palu         | 21. Spon         |

### 3.3 Diagram alir perancangan



Gambar 3.3 Diagram Alir Perancangan

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Rancang Bangun

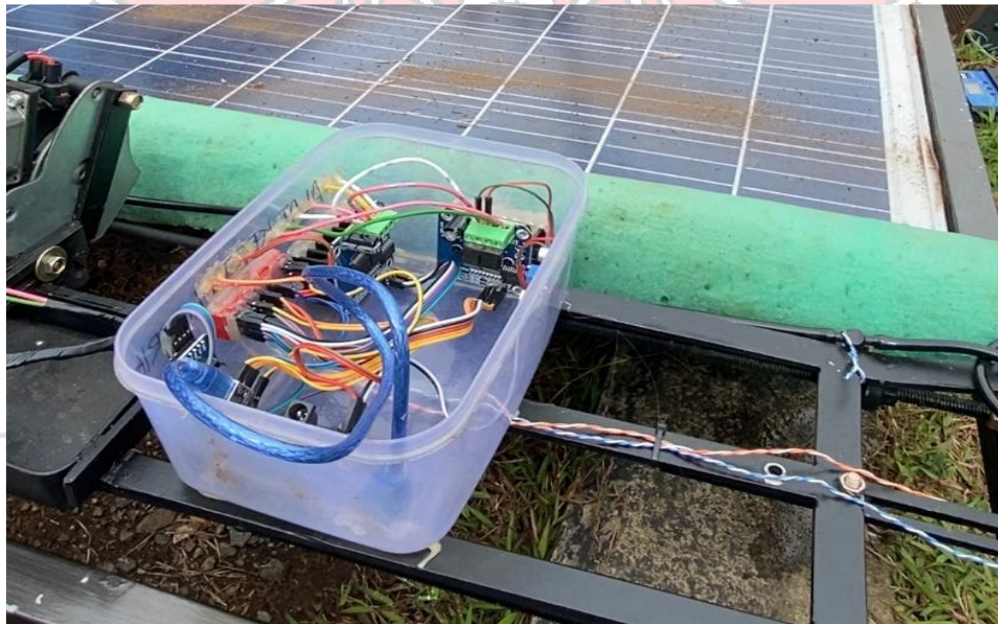


Gambar 4.1 Hasil Rancang Bangun Alat Pembersih Panel surya

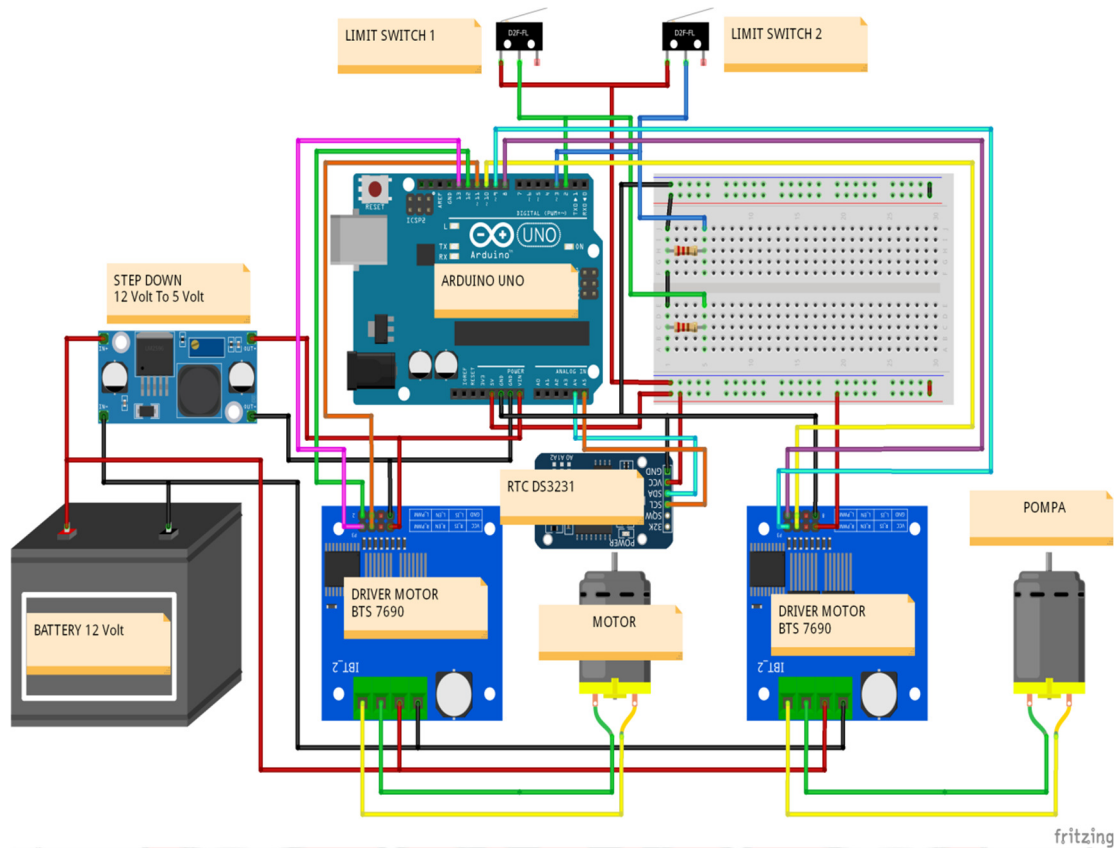




Gambar 4.2 Hasil Rancang Bangun Alat Pembersih Panel surya



Gambar 4.3 Modul Kontrol Pembersih Panel Surya



Gambar 4.4 Line Diagram Arduino

## 4.2 Hasil Pengujian

Penelitian ini menyajikan data yang diperoleh dari pengukuran dan analisis eksperimental. Bagian pertama adalah tentang variasi kondisi saat modul PV tidak berdebu dan bagian kedua variasi saat modul PV berdebu, saat melakukan percobaan yang meliputi tegangan, arus, suhu, dan radiasi selama pengukuran eksperimental di daerah penelitian. Bagian selanjutnya merupakan dampak kinerja modul PV seperti Efisiensi dan penurunan keluaran karena deposisi debu.

Berikut ini tabel analisis percobaan data PV berdebu dan tidak berdebu :

**Tabel 4.3 Data kondisi modul PV tidak berdebu**

Waktu	V <sub>in</sub>	V <sub>out</sub>	Arus	Daya	Suhu	Iradiasi	Effisiensi
			(I)	(W)	(°)	(W/M <sup>2</sup> )	(%)
09.30	20	12,6	12,4	156,24	29	589	30,96
10.00	20	12,6	12	151,2	30	543	32,50
10.30	20	12,6	12,8	161,28	30	645,1	29,18
11.00	20	12,6	10,8	136,08	31	434	36,60
11.30	20	12,6	11,2	141,12	31	491,9	33,48
12.00	20	12,6	11,2	141,12	31	596,3	27,62
12.30	20	12,6	10,8	136,08	31	452,2	35,12
13.00	20	12,6	11,2	141,12	31	551,4	29,87
13.30	20	12,6	10,8	136,08	31	340,4	46,66
14.00	20	12,6	11,2	141,12	30	451,4	36,49
14.30	20	12,6	10,8	136,08	31	415,7	38,21
15.00	20	12,6	11,2	141,12	31	422,8	38,96

**Tabel 4.4 Data kondisi modul PV berdebu**

Waktu	V <sub>in</sub>	V <sub>out</sub>	Arus	Daya	Suhu	Iradiasi	Effisiensi
			(I)	(W)	(°)	(W/M <sup>2</sup> )	(%)
09.30	19	12,6	10,8	136,08	29	576	26,19
10.00	19	12,6	11,2	141,12	30	568,2	27,54
10.30	19	12,6	10	126	30	668,3	20,90
11.00	18	12,6	9,6	120,96	31	420	30,25
11.30	19	12,6	10	126	31	487,6	28,65
12.00	19,5	12,6	10,8	136,08	31	618	25,06
12.30	18,5	12,6	10	126	31	398,6	34,13
13.00	19	12,6	10,8	136,08	31	563,2	26,79
13.30	18	12,6	10,4	131,04	31	435,7	31,59
14.00	19	12,6	10,8	136,08	30	425,5	35,46
14.30	19	12,6	10,4	131,04	31	415,6	34,96
15.00	19,5	12,6	10,8	136,08	31	398,7	38,84

### 4.3 Analisis Data

#### 4.3.1 Luas Panel Surya

Menghitung luasan panel surya

$$\text{Luas (L)} = \text{Panjang (P)} \times \text{Lebar (L)}$$

$$= 206 \times 67$$

$$= 1442 \text{ cm}^2$$

#### 4.3.2 Waktu pembersihan

Menghitung waktu pembersihan panel surya

$$\text{Waktu (T)} = \text{Jarak (s)} : \text{Kecepatan (v)}$$

$$= 206 : 16,07$$

$$= 12,33 \text{ detik}$$

Pembersihan panel surya ini dilakukan sebanyak 6 kali maka dari itu :

$$12,33 \times 6 = 73,98 \text{ detik}$$

#### 4.3.3 Transmisi Motor

Dik = Gear motor : 6 mata

Gear output motor : 84 mata

Diameter pully motor : 20 mm

Diameter pully sikat : 20 mm

Diameter pully input sikat : 37 mm

RPM motor : 255 RPM

Dit = Kecepatan roda?

Kecepatan sikat?

Penyelesaian:

A. 1. Gear box motor = Gear output : Gear pully

$$= 84 : 6$$

$$= 14 : 1$$

2. Pully motor-roda = Pully roda : pully motor

$$= 20 : 20$$

$$= 1 : 1$$

3. Pully roda-sikat = Pully sikat : Pully roda

$$= 20 : 37$$

$$= 1 : 1,85$$

B. 1. Kecepatan motor-gear box = Kecepatan motor : Gear box

$$= 225 : 14$$

$$= 16,07 \text{ RPM}$$

2. Karena keluaran gear box dipasang pully 20 mm maka pully 20 mm  
kecepatannya sama = 16,07 RPM

3. Pully motor 1 : 1 (Diameter sama = 20 mm)

Maka kecepatan pully roda = 16,07 RPM

#### 4. Kecepatan sikat

Karena pully sikat lebih kecil dari pully roda (1: 1,8) maka kecepatan

pully sikat :

Pully sikat = Kecepatan roda x pully sikat

$$= 16,07 \times 1,8$$

$$= 28,92$$

Maka kecepatan sikat meningkat = 28,92 RPM

#### 4.3.4 Daya Pompa

Menghitung daya pompa pemakaian perhari

Energi = Daya motor x Waktu

$$= 17,64 \text{ J/s} \times 182 \text{ s}$$

$$= 3210,48 \text{ J}$$

#### 4.3.5 Daya Motor

Menghitung daya pompa pemakaian perhari

Energi = Daya pompa x Waktu

$$= 38,16 \text{ J/s} \times 180 \text{ s}$$

$$= 6868,8 \text{ J}$$

#### 4.3.6 Menghitung efisiensi modul PV tidak berdebu

$$m_{loss} = \frac{P_{output}}{P_{Input}} \times 100$$

Mencari nilai  $P_{in}$  dan  $P_{max}$  :

$$P_{in} = (\text{intensitas radiasi}) \times (\text{luas daerah modul})$$

$$= 589,0 \text{ W/m}^2 \times 1,36 \text{ m}^2$$

$$= 801,04 \text{ W}$$

$$P_{out} = V_{mp} \times I_{mp}$$

$$= 20 \times 1,02$$

$$= 248 \text{ W}$$

Sehingga efisiensi yang didapat adalah :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \%$$

$$= \frac{248}{801,04} \times 100 \%$$

$$= 30,96 \%$$

#### 4.3.7 Menghitung efisiensi modul PV berdebu

$$m_{loss} = \frac{P_{output}}{P_{Input}} \times 100$$

Mencari nilai  $P_{in}$  dan  $P_{max}$  :

$$P_{in} = (\text{intensitas radiasi}) \times (\text{luas daerah modul})$$

$$= 576 \text{ W/m}^2 \times 1,36 \text{ m}^2$$

$$= 783,36 \text{ W}$$

$$P_{out} = V_{mp} \times I_{mp}$$

$$= 19 \times 10,8$$

$$= 205,2 \text{ W}$$

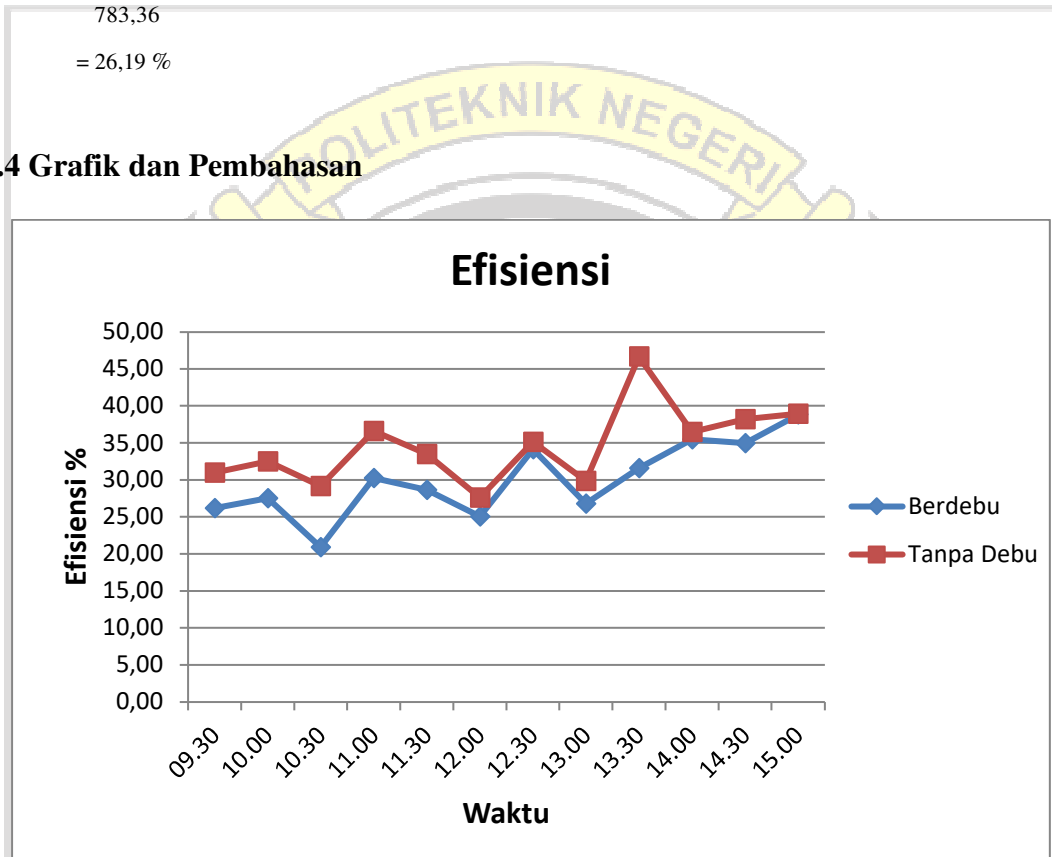
Sehingga efisiensi yang didapat adalah :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \%$$

$$= \frac{205,2}{783,36} \times 100 \%$$

$$= 26,19 \%$$

#### 4.4 Grafik dan Pembahasan



Gambar 4.5 Grafik hubungan antara efisiensi dan waktu

Pada gambar 4.5 grafik hubungan antara efisiensi terhadap waktu dimana modul PV saat tanpa debu dan berdebu memiliki efisiensi yang berbeda dikarenakan intensitas radiasi matahari yang mengenai permukaan modul PV. Dimana efisiensi terendah pada saat permukaan modul PV tanpa debu yaitu 27,62% dan efisiensi terendah pada saat modul PV berdebu yaitu 20,90% sedangkan efisiensi tertinggi pada saat



permukaan modul PV tanpa debu yaitu 46,66% dan untuk efisiensi tertinggi pada permukaan modul PV berdebu yaitu 38,84%.



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengujian yaitu:

1. Pembersih panel surya yang dibuat dan didesain mampu memenuhi tujuan dan penelitian dengan mampu membersihkan kotoran seperti debu pada modul PV
2. Pada gambar 4.5 grafik hubungan antara efisiensi terhadap waktu dimana modul PV saat tanpa debu dan berdebu memiliki efisiensi yang berbeda dikarenakan intensitas radiasi matahari yang mengenai permukaan modul PV. Dimana efisiensi terendah pada saat permukaan modul PV tanpa debu yaitu 27,62% dan efisiensi terendah pada saat modul PV berdebu yaitu 20,90% sedangkan efisiensi tertinggi pada saat permukaan modul PV tanpa debu yaitu 46,66% dan untuk efisiensi tertinggi pada permukaan modul PV berdebu yaitu 38,84%.
3. Dari hasil pengujian yang dilakukan, waktu yang diperlukan untuk membersihkan modul PV yaitu 75,72 detik dan jarak 206 cm dengan media pembersih spon.

### 5.2 Saran

Untuk melengkapi dan memperoleh data yang lebih baik, pembersih panel surya sebaiknya dilakukan pengujian terhadap kotoran lain seperti kotoran ayam. Harapannya jika dilakukan maka kemampuan alat pembersih panel surya akan meningkat dan data yang diperoleh menjadi bervariasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Hafiz Muhammad, et al. "Effect of dust deposition on the performance of photovoltaic modules in Taxila, Pakistan." *Thermal Science* 21.2 (2017): 915-923.
- Andrea, Y., Pogrebnya, T., & Kichonge, B. (2019). Effect of Industrial Dust Deposition on Photovoltaic Module Performance: Experimental Measurements in the Tropical Region. *International Journal of Photoenergy*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/1892148>
- Lutz, Josef, et al. "Semiconductor power devices." *Physics, characteristics, reliability* 2 (2011).
- Aprilyo, Jemmi. *Pembangunan Sistem Pemantauan Dan Pelacakan Cahaya Matahari Pada Panel Surya Berbasis Iot*. Diss. Universitas Komputer Indonesia, 2018
- Purwoto, Bambang Hari, et al. "Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif." *Emitor: Jurnal Teknik Elektro* 18.1 (2018): 10-14.
- Andrianto, H., dan Darmawan, A. 2017. *Arduino: Belajar Cepat dan Pemrograman*. Cetakan pertama. Bandung: Informatika.
- Setiawan, David. "Sistem Kontrol Motor Dc Menggunakan Pwm Arduino Berbasis Android System." *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi dan Industri* 15.1 (2017): 7-14.
- Pahlevi, Reza. *Pengujian karakteristik panel surya berdasarkan intensitas tenaga surya*. Diss. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2015.
- Damayanti, Wulan. 2015. Karakteristik pompa. Artikel (online), [https://www.academia.edu/11326093/KARAKTERISTIK\\_POMPA](https://www.academia.edu/11326093/KARAKTERISTIK_POMPA). diakses pada tanggal 1 Februari 2021
- A. K. Tripathi, M. Aruna, and C. S. N. Murthy, "Performance Degradation of PV Module Due to Different Types of Dust Pollutants," no. January, pp. 10–13, 2018, doi: 10.14419/ijet.v7i3.7.25734.
- B. R. Paudyal and S. R. Shakya, "Dust accumulation effects on efficiency of solar PV modules for off grid purpose: A case study of Kathmandu," *Sol. Energy*, vol. 135, pp. 103–110, 2016, doi: 10.1016/j.solener.2016.05.046.

**L**

**A**

**M**

**P**

**I**

**R**

**A**

**N**























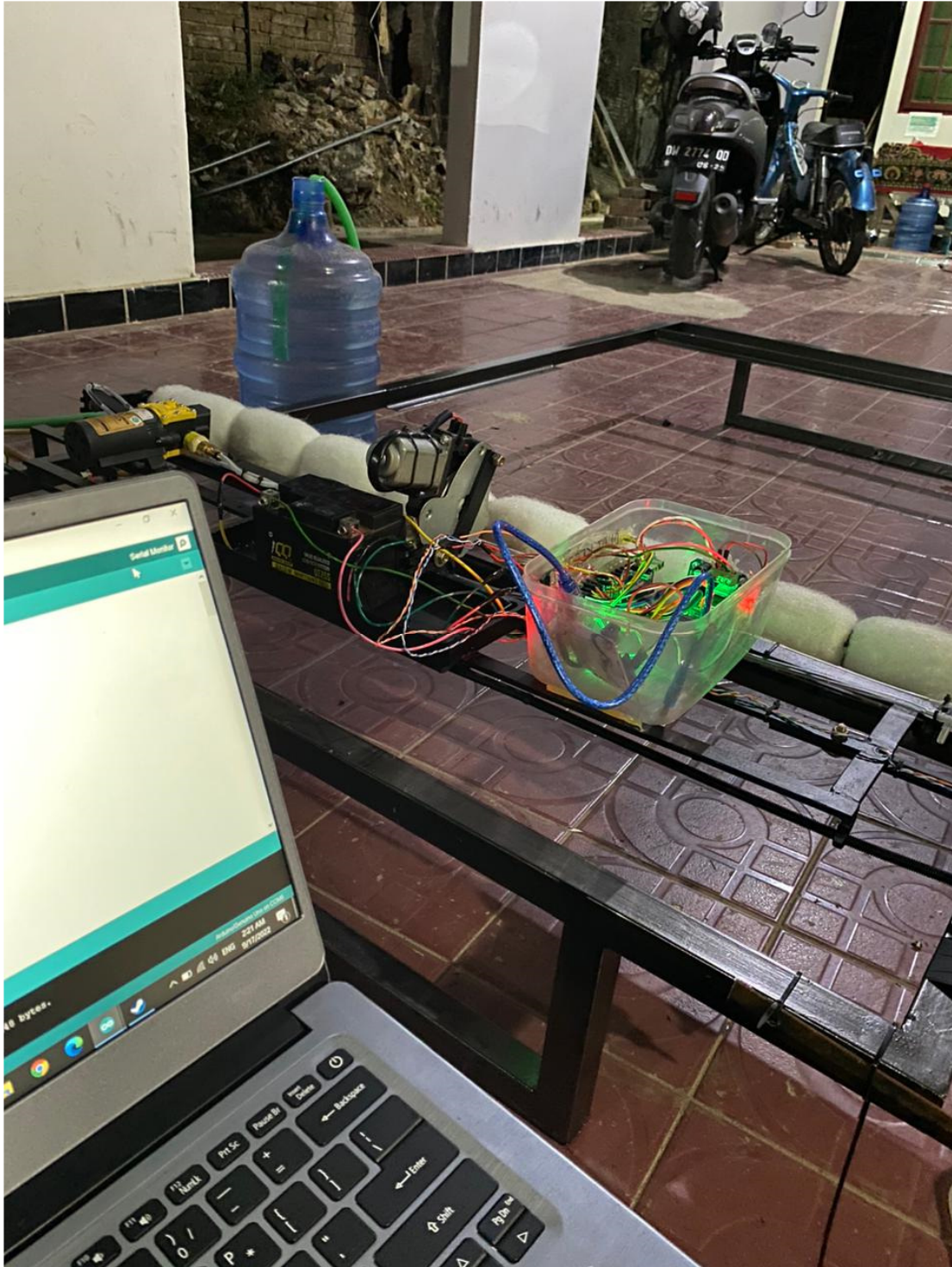






























Program\_Panel\_Surya | Arduino 1.8.7

File Edit Sketch Tools Help

Program\_Panel\_Surya

```
#include <DS3231.h> //menginkludekan library DS3231
#include <Wire.h>

#define limit_1 2
#define limit_2 3

#define Lpwm_1 8
#define Rpwm_1 9
#define PWM_1 10

#define Rpwm_2 13
#define Lpwm_2 12
#define PWM_2 11

DS3231 rtc(SDA, SCL); // inialisasi penggunaan i2c

Time t;
int Hor;
int Min;
int Sec;

int Status=0;

int hitung = 0;
int pwm=255; //kecepatan
```

Arduino/Genuino Uno on COM8

Program\_Panel\_Surya | Arduino 1.8.7

File Edit Sketch Tools Help

Program\_Panel\_Surya

```
//set alarm
//alarm 1
int setjam_1=14;
int setmin_1=58;

//alarm 2
int setjam_2=15;
int setmin_2=0;

//alarm 3
int setjam_3=15;
int setmin_3=3;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  rtc.begin();

  // Print a message to the LCD.

  //setting pertama download program
  //rtc.setDate(22, 9, 2022); //mensetting tanggal 07 april 2018
  //rtc.setTime(14, 00, 30); //mendet jam 22:00:00
  //rtc.setDOW(3); //mendet hari "Sabtu"

  pinMode(limit 1. INPUT);
}
```

Arduino/Genuino Uno on COM8

5:27 PM  
9/24/2022





Program\_Panel\_Surya

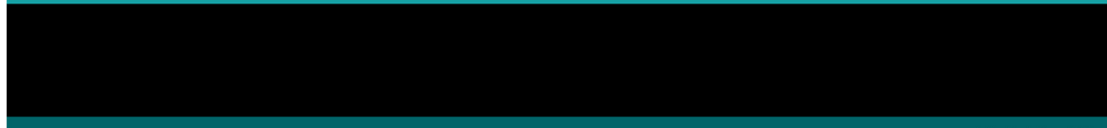
```
//rtc.setDOW(3); //mendet hari "Sabtu"

pinMode(limit_1, INPUT);
pinMode(limit_2, INPUT);
pinMode(Lpwm_1, OUTPUT);
pinMode(Rpwm_1, OUTPUT);
pinMode(PWM_1, OUTPUT);
pinMode(Lpwm_2, OUTPUT);
pinMode(Rpwm_2, OUTPUT);
pinMode(PWM_2, OUTPUT);

}

void waktu(){
  t = rtc.getTime();
  Hor = t.hour;
  Min = t.min;
  Sec = t.sec;
  Serial.print(rtc.getDOWStr()); //prosedur pembacaan hari
  Serial.print(" ");
  Serial.print(rtc.getDateStr()); //prosedur pembacaan tanggal
  Serial.print(" -- ");
  Serial.println(rtc.getTimeStr()); //prosedur pembacaan waktu

  Serial.print(Hor);
  Serial.print(":");
  Serial.println(Min);
}
```



Program\_Panel\_Surya

```
Serial.print(Hor);
Serial.print(":");
Serial.println(Min);
Serial.println(hitung);
delay (1000); //waktu tunda 1 detik per cycle
}

void motor1_bekerja(){
  digitalWrite(Rpwm_1, HIGH);
  digitalWrite(Lpwm_1, LOW);
  analogWrite(PWM_1, pwm);
}

void motor2_normal(){
  digitalWrite(Rpwm_2, HIGH);
  digitalWrite(Lpwm_2, LOW);
  analogWrite(PWM_2, pwm);
}

void motor2_terbalik(){
  digitalWrite(Rpwm_2, LOW);
  digitalWrite(Lpwm_2, HIGH);
  analogWrite(PWM_2, pwm);
}

void motor_berhenti(){
```

Arduino/Genuino Uno on COM8

5:27 PM  
9/24/2022



Program\_Panel\_Surya

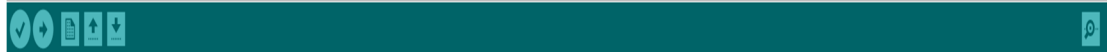
```
void motor1_bekerja(){
  digitalWrite(Rpwm_1, HIGH);
  digitalWrite(Lpwm_1, LOW);
  analogWrite(FWM_1, pwm);
}

void motor2_normal(){
  digitalWrite(Rpwm_2, HIGH);
  digitalWrite(Lpwm_2, LOW);
  analogWrite(FWM_2, pwm);
}

void motor2_terbalik(){
  digitalWrite(Rpwm_2, LOW);
  digitalWrite(Lpwm_2, HIGH);
  analogWrite(FWM_2, pwm);
}

void motor_berhenti(){
  digitalWrite(Rpwm_1, LOW);
  digitalWrite(Lpwm_1, LOW);
  analogWrite(FWM_1, pwm);
  digitalWrite(Rpwm_2, LOW);
  digitalWrite(Lpwm_2, LOW);
  analogWrite(FWM_2, pwm);
}
```



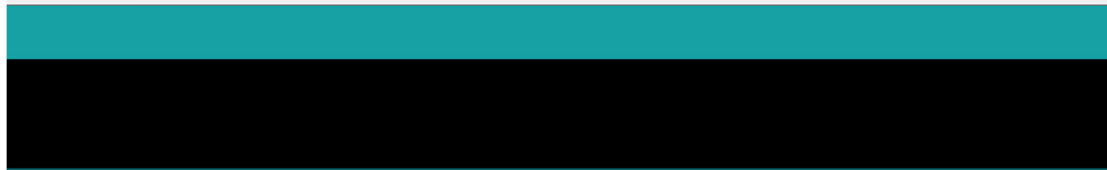


```
    }

    void motor_berhenti() {
      digitalWrite(Rpwm_1, LOW);
      digitalWrite(Lpwm_1, LOW);
      analogWrite(FWM_1, pwm);
      digitalWrite(Rpwm_2, LOW);
      digitalWrite(Lpwm_2, LOW);
      analogWrite(FWM_2, pwm);
    }

    void loop() {
      waktu();
      if (Hor == setjam_1 && Min == setmin_1 && Status == 0) {
        hitung = 0;
        Status = 1;
        Serial.println(hitung);
        motor1_bekerja();
        delay(2000);
        while (hitung < 3) {
          motor2_normal();
          while (digitalRead(limit_1) == HIGH) {

            while (digitalRead(limit_2) != HIGH) {
              motor2_terbalik();
            }
            while (digitalRead(limit_2) == HIGH) {
              hitung++;
            }
          }
        }
      }
    }
  }
}
```





Program\_Panel\_Surya | Arduino 1.8.7

File Edit Sketch Tools Help

Program\_Panel\_Surya

```
}  
void loop() {  
  waktu();  
  if(Hor == setjam_1 && Min == setmin_1 && Status ==0){  
    hitung = 0;  
    Status = 1;  
    Serial.println(hitung);  
    motor1_bekerja();  
    delay(2000);  
    while(hitung < 3){  
      motor2_normal();  
      while(digitalRead(limit_1) == HIGH){  
  
        while(digitalRead(limit_2) != HIGH){  
          motor2_terbalik();  
        }  
        while(digitalRead(limit_2) == HIGH){  
          hitung++;  
  
          Serial.println(hitung);  
          break;  
        }  
      }  
    }  
  }  
}
```

Arduino/Genuino Uno on COM8

5:28 PM  
9/24/2022

