

RANCANG BANGUN ALAT PEMBERSIH PANEL SURYA OTOMATIS
MENGUNAKAN WIPER BERBASIS ARDUINO UNO



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Pendidikan diploma tiga (D-3) Program Studi Teknik Konversi Energi
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Ujung Pandang

YULIANA
MUH.ILHAM

342 20 033
342 20 044

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2023

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan tugas akhir ini dengan judul “Rancang Bangun Alat Pembersih Panel Surya Otomatis Menggunakan Wiper Berbasis Arduino Uno” oleh Yuliana NIM 342 20 033 dan Muh.Ilham NIM 342 20 044 dinyatakan telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 26 September 2023

Mengetahui:

Pembimbing I



Sukma Abadi, S.T., M.T.
NIP.19751024 200312 1 001

Pembimbing II



Dr. Jamal, S.T., M.T.
NIP. 19730228 200012 1 002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin


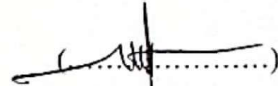
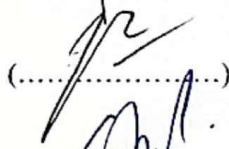
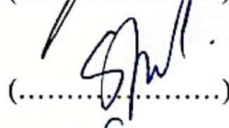




Dr. Ir. Syaharuddin, M.T.
NIP. 19680105 199403 1 001

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, 4 September 2023, tim penguji seminar hasil tugas akhir telah menerima hasil tugas akhir oleh mahasiswa Yuliana NIM 342 20 033 dan Muh. Ilham NIM 342 20 033 dengan judul “RANCANG BANGUN ALAT PEBERSIH PANEL SURYA OTOMATIS MENGGUNAKAN WIPER BERBASIS ARDUINO UNO”

Makassar, 26 September 2023

1. Prof. A.M. Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D	Ketua	 (.....)
2. Abdul Rahman, S.T., M.T.	Sekretaris	 (.....)
3. Prof. Ir. Suryanto, M.Sc., Ph.D.	Anggota I	 (.....)
4. Sri Suwasti, S.ST., M.T.	Anggota II	 (.....)
5. Sukma Abadi, S.T., M.T.	Pembimbing I	 (.....)
6. Dr. Jamal, S.T., M.T.	Pembimbing II	 (.....)

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 Alat Pembersih Panel Surya Otomatis Menggunakan Wiper Berbasis Arduino Uno”** 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 Ir. Ilyas Mansur, M.T. Selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Ibu Sri Suwasti, S.ST., M.T. Selaku Ketua Program Studi D-3 Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Bapak Sukma Abadi, S.T., M.T. Selaku Pembimbing I dan Bapak Dr. Jamal, S.T., M.T. Selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan kesempatannya untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
6. Bapak Prof. A.M. Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. Selaku Wali Kelas 3B D-3 Teknik Konversi Energi.

7. Segenap Dosen pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, khususnya Dosen pada Program Studi Teknik Konversi Energi
8. Seluruh tenaga kependidikan dan instruktur pada Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
9. Teman-teman Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, khususnya teman-teman pada Program Studi Teknik Konversi Energi angkatan 2020 yang telah membantu dan memberi dukungannya 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, 26 September 2023

Penulis 

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PENERIMAAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR SIMBOL, SATUAN, DAN/ATAU SINGKATAN.....	x
SURAT PERYATAAN.....	xii
SURAT PERYATAAN.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan	4
1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan.....	4
1.4.1 Tujuan Kegiatan.....	4
1.4.2 manfaat kegiatan	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Panel Surya	5
2.2 Komponen Utama Panel Surya.....	6
2.3 Prinsip kerja sel surya	8
2.4 Alat Pembersih Panel	10
2.4.1 Wiper.....	10
2.4.2 Jenis-jenis karet Wiper.....	11
2.5 Motor DC	11
2.5.1 komponen Utama Motor DC.....	12

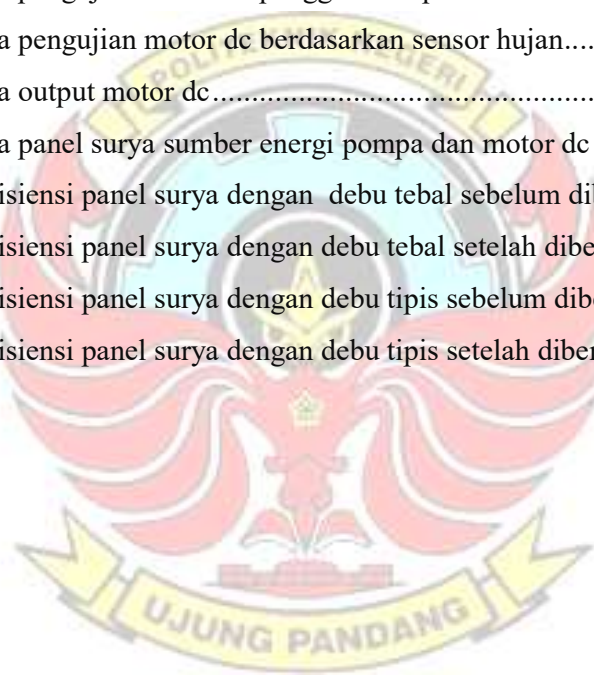
2.5.2	Prinsip Kerja Motor DC.....	12
2.6	Pompa.....	15
2.6.1	Pengertian Pompa.....	15
2.6.2	Prinsip Kerja Pompa	16
2.7	Arduino uno	17
2.8	Real Time Clock	21
2.9	Sensor Hujan.....	22
2.9.1	Spesifikasi Sensor Hujan	22
2.9.2	Konfigurasi Pin Sensor Hujan	23
BAB III.....		25
METODE KEGIATAN		25
3.1	Waktu dan Tempat Kegiatan.....	25
3.1.1	Tempat	25
3.2	Alat dan Bahan	25
3.2.1	Alat.....	25
3.2.2	Bahan	26
3.3	Prosedur Kegiatan	26
3.3.1	Studi Literatur	26
3.3.2	Tahap Perancangan.....	26
3.3.2.1	Menentukan Panel Surya untuk energi storage alat pembersih	27
3.3.2.1	Dengan mengambil data dari spesifikasi komponen	27
3.3.3	Perancangan	30
3.3.4	Tahap Pembuatan dan Perakitan	31
3.4	Pengujian alat	31
3.5	Diagram Alir	33
3.6	Teknik Analisis Data	34
BAB IV.....		36
HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN		36
4.1	Hasil Rancang Bangun	36
4.1	Hasil Pengujian	39
4.2	Deskripsi Hasil Kegiatan	45

4.2.1	Menghitung Luas panel surya.....	45
4.2.2	Menghitung daya input dan output panel surya	46
	Analisis ini menggunakan data pertama untuk variasi debu tipis.....	46
4.2.3	Menghitung efisiensi panel surya sebelum dibersihkan.....	46
4.2.4	Menghitung efisiensi panel surya setelah dibersihkan	46
4.2.5	Menghitung penggunaan energi alat pembersih	47
4.2.6	Menghitung daya Output pompa	48
	<u> </u> Dengan mengambil data dari tabel 4.5.....	48
4.2.7	Menghitung daya output sistem (alat pembersih).....	49
4.3	Grafik dan pembahasan	54
BAB V.....		56
PENUTUP.....		56
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA.....		58
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Uno	18
Tabel 4.1 Data panel surya dengan debu tebal yang tidak dibersihkan.....	40
Tabel 4.2 Data panel surya dengan debu tebal yang dibersihkan	41
Tabel 4.3 Data panel surya dengan debu tipis yang tidak dibersihkan.....	42
Tabel 4.4 Data panel surya dengan debu tipis yang dibersihkan	43
Tabel 4.5 Data pengujian pompa air pembersih.....	44
Tabel 4.6 Data pengujian motor dc penggerak wiper.....	44
Tabel 4.7 Data pengujian motor dc berdasarkan sensor hujan.....	44
Tabel 4.8 Data output motor dc.....	44
Tabel 4.9 Data panel surya sumber energi pompa dan motor dc	45
Tabel 4.10 Efisiensi panel surya dengan debu tebal sebelum dibersihkan	50
Tabel 4.11 Efisiensi panel surya dengan debu tebal setelah dibersihkan	51
Tabel 4.12 Efisiensi panel surya dengan debu tipis sebelum dibersihkan.....	52
Tabel 4.13 Efisiensi panel surya dengan debu tipis setelah dibersihkan	53



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panel Surya.....	5
Gambar 2.2 Struktur Panel Surya	6
Gambar 2.3 muatan positif dan negatif pada semikonduktor.....	9
Gambar 2.4 Ilustrasi cara kerja sel surya dengan prinsip p-n junction.....	9
Gambar 2.5 Proses Konversi Energi pada Motor DC.....	13
Gambar 2.6 Arah Gaya pada Motor DC	14
Gambar 2.7 Dasar Pengaturan Arah Putar Motor.....	15
Gambar 2.8 Penampang Impeller dan perubahan energi pompa.....	16
Gambar 2.9 Proses Pemompaan.....	16
Gambar 2.10 papan arduino uno.....	18
Gambar 2.11 Modul RTC	21
Gambar 2.12 Sensor hujan	22
Gambar 2.13 Konfigurasi pin.....	23
Gambar 3.1 Desain alat pembersih panel surya	29
Gambar 3.2 Diagram Alir Pemrograman Sistem Otomatis Alat Pembersih..	30
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 4.1 Hasil Rancang Bangun Alat Pembersih Panel Surya	36
Gambar 4.2 Alat Pembersih Panel Surya.....	37
Gambar 4.3 Modul Kontrol Alat Pembersih.....	37
Gambar 4.4 Skema control.....	38
Gambar 4.5 Grafik hubungan antara efisiensi dan waktu untuk debu tebal	54
gambar 4.6 Grafik hubungan antara efisiensi dan waktu pada debu tipis	55

DAFTAR SIMBOL, SATUAN, DAN/ATAU SINGKATAN

SIMBOL	SATUAN	KETERANGAN
$P_{in\ pompa}$	Watt	Daya Input Pompa
$P_{out\ pompa}$	Watt	Daya Output Pompa
η_{panel}	%	Efisiensi Panel
$P_{in\ panel}$	Watt	Daya Input panel
$P_{out\ panel}$	Watt	Daya Output Panel
V	Volt	Tegangan
I	Amper	Arus
\dot{m}	kg/s	Laju Aliran Massa Air
G	m/s^2	Gaya Gravitasi
H	m	Tinggi air
$P_{in\ motor}$	Watt	Daya Input Motor
$P_{output\ motor}$	Watt	Daya Output Motor
M	Kg	Massa
V	m/s	Kecepatan Motor
V_t	V	Tegangan Jangkar
E_a	V	Gaya Gerak Listrik Lawan
I_a	A	Arus Jangkar
ϕ	Wb	Volt-detik
L	M	Panjang Penghantar
N	RPM	Putaran
I	Ah	Kapasitas Baterai
E_b	Wh	Energi Baterai
Q	m^3/s	Debit Air
P	Kg/m^3	Massa Jenis Air

V	m ³	Volume Air
s	Sec	Waktu



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yuliana

NIM : 342 20 033

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pembersih Panel Surya Otomatis Menggunakan Wiper Berbasis Arduino Uno” merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2023


Yuliana
NIM 34220033

SURAT PERYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muh. Ilham

NIM : 342 20 044

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pembersih Panel Surya Otomatis Menggunakan Wiper Berbasis Arduino Uno” merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2023



RANCANG BANGUN ALAT PEMEBRSIH PANEL SURYA OTOMATIS MENGUNAKAN WIPER BERBASIS ARDUINO UNO

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 yang bergerak horizontal secara bolak balik. Metode yang digunakan dalam rancang bangun ini diawali dengan pembuatan alat pembersih *otomatis* panel surya, membuat sistem kendali waktu untuk kebutuhan alat pembersih otomatis panel surya. Proses pembacaan menggunakan modul RTC dan sensor hujan, untuk penggerakannya menggunakan motor dc dengan media pembersih wiper dan menggunakan pompa dc sebagai penyemprotan air untuk membasahi panel surya sebelum dibersihkan dengan sapuan wiper. Dari hasil pengujian dapat diketahui penggunaan energi listrik alat pembersih sebesar 0,307 Wh perhari. Efisiensi panel surya dengan debu tipis sebelum dibersihkan memiliki efisiensi rata-rata 4,63 % dan setelah dibersihkan efisiensi rata-rata 8,86 %. Sedangkan, untuk kondisi panel surya dengan debu tebal sebelum dibersihkan memiliki efisiensi rata-rata 2,5 % dan setelah dibersihkan efisiensi rata-rata 9,2 %. Sehingga jika dilihat dari hasil pengujian diatas maka alat pembersih panel surya ini sangat layak digunakan pada daerah industri atau yang memiliki tingkat polusi debu yang tinggi.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah energi selalu menjadi topik penelitian yang menarik sepanjang peradaban umat manusia. Upaya mencari sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil masih tetap ramai dibicarakan. Terdapat beberapa sumber energi alam yang tersedia sebagai energi alternatif yang bersih, tidak berpolusi, aman dan dengan persediaan yang tidak terbatas. Salah satunya adalah energi surya (Wilson, 1996).

Energi surya yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber utama dalam pembangkitan energi listrik memiliki kelebihan dibandingkan pembangkit listrik berbahan bakar fosil. Penggunaan energi matahari yang tidak akan habis, dari segi ekonomis, dapat menghemat biaya operasi penggunaan bahan bakar. Selain itu *output* dari proses pembangkitannya tidak akan menghasilkan limbah yang dapat merugikan lingkungan (Widayana G, 2012).

Meskipun demikian, pengoperasian pembangkit listrik tenaga surya masih terdapat permasalahan-permasalahan teknis yang ditemukan. Oleh karena itu, perlu diketahui faktor apa saja yang mempengaruhi kinerja panel surya, sehingga dapat dilakukan penyempurnaan untuk memperoleh kualitas listrik yang diharapkan. Beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja solar panel diantaranya adalah intensitas matahari, suhu panel surya, *shading* dan kebersihan panel surya (Purba, J, 2022).

Kebersihan panel surya merupakan aspek yang harus menjadi perhatian khusus. Apabila kondisi panel surya kotor atau berdebu, maka daya penyerapan energi

cahaya matahari akan berkurang sehingga daya yang dihasilkan akan menurun. Deposisi debu yang disebabkan oleh kotoran yang menempel pada panel surya juga dapat mengurangi radiasi matahari yang diterima oleh panel surya (Wibowo, E.P. 2018).

Sujana dkk (2015) melakukan percobaan tentang *pengaruh kebersihan panel surya terhadap unjuk kerja panel surya* yang dilakukan di Kota Bali. Pada percobaan ini digunakan dua panel surya yang identik 14,1 Wp dengan satu panel surya dibersihkan secara berkala dan satu panel surya lainnya dibiarkan terkena dampak kotoran oleh lingkungan sekitar. Hasil dari percobaan tersebut menunjukkan bahwa panel surya yang dibersihkan menghasilkan daya yang lebih tinggi sebesar 13,63 W dibandingkan dengan panel surya yang tidak dibersihkan sebesar 13,45 W. Perbedaan besarnya produksi daya pada panel surya yang tidak dibersihkan sebesar 5,48%, menunjukkan bahwa tingkat kebersihan panel surya mempengaruhi persentase produksi daya.

Alat pembersih panel surya merupakan solusi untuk menjaga panel surya tetap dalam keadaan bersih dengan melakukan pembersihan secara rutin. Teknik pembersihan panel surya terbagi atas dua, yaitu secara manual dan secara otomatis. Metode pembersihan secara manual membutuhkan tenaga manusia dalam pengoperasian sistemnya, sehingga sangat rawan terjadi kecelakaan kerja dan kesulitan pergerakan karena terbatasnya ruang maupun jarak. Sedangkan metode pembersihan secara otomatis menggunakan mesin dalam pengoperasian sistemnya, sehingga tidak membutuhkan tenaga manusia untuk melakukan pembersihan panel surya dan mengurangi kecelakaan kerja serta mengatasi kesulitan yang timbul pada proses pembersihan dengan metode manual (Al Falah, 2021).

Seiring perkembangan teknologi di dunia telah banyak alat pembersih panel surya yang dikembangkan, ataupun prototipe yang dipasang secara tetap pada kerangka panel surya, dilengkapi dengan berbagai alat pembersih tambahan seperti wiper dengan gerak parabola 180° (Kusuma, 2020). Namun desain seperti ini kurang optimal hasilnya karena ada bagian panel yang tidak tersapu wiper. Untuk membersihkan semua permukaan panel dibutuhkan lebih dari satu wiper.

penelitian dari fathin dkk (2022) yang berjudul “*rancang bangun Prototipe alat pembersih panel surya otomatis*” Melakukan penelitian tentang sistem pembersih panel surya, dilengkapi dengan sistem kendali waktu untuk kebutuhan panel pembersih otomatis panel surya. Proses pembacaan menggunakan modul RTC, untuk penggeraknya menggunakan motor dc dengan media pembersih spon dan menggunakan pompa dc sebagai pembersih permukaan panel surya.

Berdasarkan penelitian sebelumnya perlu dilakukan penelitian dengan sistem yang berbeda sehingga diperoleh perbandingan. Semakin banyak model sistem, maka semakin banyak alternatif untuk melihat sistem mana yang paling efektif, dengan melakukan penelitian tentang pembersih panel surya menggunakan wiper bergerak secara. Oleh karena itu maka penulis membuat “*rancang bangun alat pembersih panel surya otomatis menggunakan wiper berbasis arduino uno*”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana metode pembersihan panel surya yang efektif menggunakan wiper?
2. Seberapa besar kebutuhan energi dalam pembersihan panel surya?

1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

1. Parameter-parameter yang dianalisis adalah waktu, tegangan, arus, daya, kondisi cuaca.
2. Hanya membahas tentang proses pembersihan panel surya
3. Hanya membahas perangkat Arduino sebagai alat pengendali proses pembersihan panel surya.

1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan

1.4.1 Tujuan Kegiatan

1. Untuk mendapatkan metode pembersihan panel surya yang efektif menggunakan wiper.
2. Untuk mengetahui kebutuhan energi dalam pembersihan panel surya.

1.4.2 manfaat kegiatan

1. Jadi sumber literatur
2. Mendapatkan komponen pelengkap bagi PLTS
3. Meningkatkan kinerja PLTS

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Panel Surya

Panel surya adalah perangkat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Sel surya mengandalkan efek fotovoltaiik untuk menyerap energi. Secara umum, sel surya adalah hamparan semikonduktor yang dapat menyerap foton sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik. (Budi Anto, 2014).

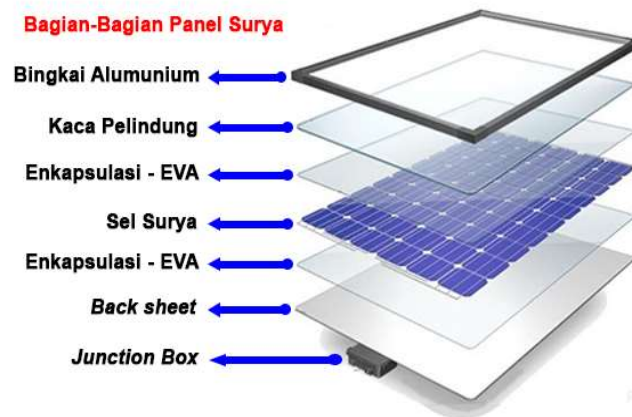
Sel surya dapat dianalogikan sebagai divais dengan dua terminal atau sambungan, dimana saat kondisi gelap atau tidak cukup cahaya berfungsi seperti dioda, dan saat disinari dengan cahaya matahari dapat menghasilkan tegangan.



Gambar 2.1 Panel Surya

sumber : Jarwin,2022

2.2 Komponen Utama Panel Surya



Gambar 2.2 Struktur Panel Surya

Sumber: Cakrawala, 2021

1. Bingkai Aluminium

Bingkai pada panel surya berfungsi untuk melindungi bagian tepi laminasi dan juga sebagai rangka dari panel surya itu sendiri. Bingkai umumnya dibuat dari aluminium sehingga bobotnya ringan, tetapi dengan kekuatan yang mumpuni untuk menjaga dari angin yang kencang, tumbukan, atau gesekan yang mungkin terjadi. Selain itu, bingkai juga harus memiliki konstruksi yang kokoh supaya kuat pada saat dipasang di posisinya.

2. Kaca Pelindung

Kaca pelindung atau tempered glass memiliki 2 sisi, yaitu depan dan belakang. Lembaran kaca sisi depan berfungsi untuk melindungi sel surya dari cuaca dan benturan dari hujan es atau puing-puing apapun yang ada di

udara, sedangkan pada bagian sisi belakang kaca diberi lapisan anti reflektif supaya mengurangi kerugian dan meningkatkan transmisi cahaya.

3. Enkapsulasi-EVA

Enkapsulasi, yaitu pelapisan pada sebuah material, sedangkan EVA adalah singkatan dari “*Ethylene Vinyl Acetate*”, yaitu lapisan polimer yang sangat transparan, seperti plastik yang dirancang khusus untuk merangkul sel dan menahannya pada posisinya selama pembuatan.

Bahan EVA harus memiliki spesifikasi, seperti tahan lama, toleran terhadap suhu, dan kelembaban ekstrem. Selain itu, bahan ini juga memiliki peran penting dalam kinerja jangka panjang dengan mencegah masuknya kelembaban dan kotoran.

Laminasi perlu dilakukan di kedua sisi sel surya agar memberikan penyerapan kejutan, membantu melindungi sel surya dan kabel interkoneksi dari getaran, dan dampak buruk lain dari benturan benda lainnya.

4. Sel Surya

Sel surya atau sel fotovoltaik adalah hal bagian paling penting dari panel surya. Karena pada sel surya inilah tempat terjadinya konversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik atau biasa disebut dengan proses fotovoltaik

5. Back Sheet

Seperti namanya, *Back sheet* adalah lapisan paling belakang dari panel surya. Berfungsi untuk memberikan perlindungan mekanis dan isolasi listrik. Secara umum, bahannya terbuat dari berbagai polimer atau plastik termasuk PP, PET, dan PVF yang menawarkan berbagai tingkat perlindungan, stabilitas termal, dan ketahanan UV jangka panjang.

Biasanya *back sheet* berwarna putih, tetapi tersedia juga bening atau hitam tergantung dari pabrikan dan modulnya.

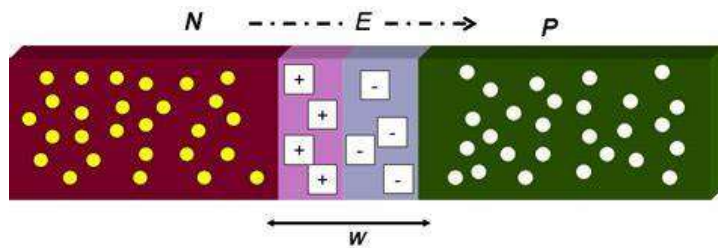
6. Junction Box

Junction box berfungsi untuk menyembunyikan kumpulan jaringan kabel sehingga terlihat jauh lebih rapi. Selain itu, *junction box* juga membuat kabel-kabel terhindar dari korsleting, karat, ataupun gangguan lainnya.

2.3 Prinsip kerja sel surya

Struktur sel surya yaitu berupa dioda sambungan (*juntion*) antara dua lapisan yang terbuat dari semikonduktor yang masing-masing di ketahui sebagai semikonduktor jenis P (positif) dan semi konduktor jenis N (negatif). Semikonduktor jenis N merupakan semikonduktor yang memiliki kelebihan muatan negatif. Sedangkan semikonduktor jenis P memiliki kelebihan *hole*, (Anwar, 2020).

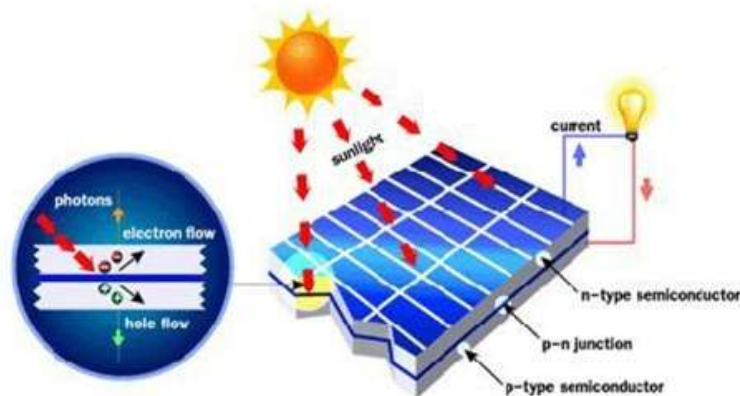
Ketika semikonduktor N dan semikonduktor P digabungkan atau kita sebut sebagai dioda p-n. Maka, terjadi perpindahan elektron-elektron dari semikonduktor N menuju semikonduktor P. dan perpindahan *hole* dari P ke N. Elektron yang berasal dari semikonduktor N bersatu dengan *hole* yang berada pada semikonduktor P yang membuat jumlah *hole* semikonduktor P mengalami pengurangan akibat proses pertukaran yang terjadi. Saat elektron dan *hole* bertemu di daerah persentuhan semikonduktor N dan P membuat daerah tersebut bermuatan positif pada semikonduktor N dan bermuatan negatif pada semikonduktor P. Daerah peribahan elektron dan *hole* di semikonduktor tersebut disebut dengan daerah *Depletion Region* yang diistilahkan dengan W.



Gambar 2.3 muatan positif dan negatif pada semikonduktor

Sumber: Friday, 2012

Dengan membuat semikonduktor N yang berada pada lapisan atas dan semikonduktor P pada lapisan bawah. Dimana, saat sinar matahari mengenai panel surya jatuh ke permukaan sel dapat terus terserap dan masuk ke semikonduktor tersebut, elektron pada semikonduktor N mendapat energi untuk menyerahkan elektron dari N ke daerah W. sehingga menghasilkan pasangan elektron dan *hole* pada lapisan semikonduktor P dan N setiap kali terkena sinar matahari. Dengan reaksi yang terjadi pada semikonduktor P dan N. Hal inilah yang dimanfaatkan untuk melakukan konversi cahaya matahari menjadi listrik.



Gambar 2.4 Ilustrasi cara kerja sel surya dengan prinsip p-n junction

Sumber: Dewatama, 2017

Gabungan/susunan beberapa panel surya mengubah energi surya menjadi sumber daya listrik dc, yang nantinya akan disimpan dalam suatu wadah yang dinamakan baterai. Daya listrik DC tidak dapat langsung digunakan pada rangkaian listrik rumah atau bangunan sehingga harus mengubah daya listriknya menjadi daya listrik AC. Dengan menggunakan konverter maka daya listrik DC dapat berubah menjadi daya listrik AC sehingga dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik.

2.4 Alat Pembersih Panel

Alat pembersih panel surya merupakan solusi untuk menjaga panel surya tetap dalam keadaan bersih dengan melakukan pembersihan secara berkala. Alat pembersih panel surya cukup penting untuk dikembangkan dari riset ataupun produk-produk komersial yang inovatif sebagai pendukung perkembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dimasa depan. Dimana pembangunan PLTS tersebut akan bertambah dengan jumlah yang cukup banyak baik karena target pemerintah dalam mengembangkan energi bersih dan beranjaknya kesadaran masyarakat terhadap penggunaan PLTS serta harga PLTS yang menjadi murah.

2.4.1 Wiper

Wiper adalah perangkat yang digunakan untuk membersihkan atau menghapus air, kotoran, dan debu dari permukaan kaca. Wiper umumnya digunakan pada kendaraan bermobil untuk memastikan visibilitas yang baik saat mengemudi, terutama dalam kondisi cuaca buruk seperti hujan, salju atau embun beku.

Wiper bekerja dengan gerakan berulang-ulang melintasi permukaan kaca untuk membersihkan kotoran.

2.4.2 Jenis-jenis karet Wiper

a. Karet wiper silikon

Karet wiper silikon lebih tahan lama dan tahan terhadap kondisi cuaca ekstrem dan tetap lentur dan elastis dalam suhu rendah dan tinggi. Karet wiper silikon juga tahan terhadap sinar UV dan zat kimia, sehingga umumnya memiliki umur pakai yang panjang.

b. Karet Wiper berlapis grafit

Karet Wiper berlapis grafit ditutupi dengan lapisan tipis grafit untuk mengurangi gesekan dan meningkatkan kinerja pembersihan pada kaca.

c. Karet wiper baja karbon

Karet wiper baja karbon memiliki campuran karet yang diperkaya dengan serat karbon. Ini memberikan kekuatan ekstra pada karet dan membuatnya lebih tahan lama serta tahan terhadap aus.

2.5 Motor DC

Motor DC adalah motor listrik yang merupakan perangkat elektromekanis yang menggunakan interaksi medan magnet dan konduktor untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik putar. Motor DC dirancang untuk dijalankan dari sumber daya arus searah (DC).

Terdapat dua bagian utama pada sebuah motor listrik DC, yaitu stator dan rotor. Stator adalah bagian motor yang berputar, bagian yang statis ini terdiri dari rangka dan kumparan medan. Sedangkan rotor adalah bagian yang berputar, bagian rotor ini terdiri dari kumparan jangkar.

2.5.1 komponen Utama Motor DC

- **Kutub Medan**

Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan, kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintas ruang terbuka diantara kutub-kutub dari garis utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet.

- **Kumparan Motor DC**

Bila arus masuk menuju kumparan motor DC, maka arus ini akan menjadi elektromagnet. kumparan motor DC yang berbentuk silinder, dihubungkan ke *shaft* penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, kumparan motor DC berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi. Jika hal ini terjadi, arusnya berbalik untuk merubah kutub-kutub utara dan selatan kumparan motor DC.

- **Komutator Motor DC**

Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk membalikan arah arus listrik dalam kumparan motor DC dan juga membantu dalam transmisi arus antara kumparan motor DC dan sumber daya.

2.5.2 Prinsip Kerja Motor DC

Arus DC pada rangkaian akan dialirkan pada kumparan dan menghasilkan medan magnet. Medan magnet yang tercipta akan menghasilkan torsi yang nantinya akan memutar motor. Setelah terjadi torsi,

komutator kemudian akan bekerja yaitu dengan cara menjaga putaran motor listrik agar tetap menghasilkan arus searah.

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 2.7 (Zuhal, 1991).



Gambar 2.5 Proses Konversi Energi pada Motor DC

Sumber: setiawan, 2017

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.

$$F = Bil \dots\dots\dots(2.1)$$

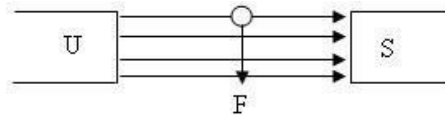
Arah gaya ini ditentukan oleh aturan tangan kiri, dengan ibu jari, jari telunjuk, dan jari tengah saling tegak lurus menunjukkan masing – masing arah. Persamaan di atas merupakan prinsip dari sebuah motor arus searah, dimana terjadi proses perubahan energi listrik menjadi energi mekanik . Bila jari-jari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

$$T = Fr = Bilr \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

l = panjang penghantar (m)

r = jari – jari rotor



Gambar 2.6 Arah Gaya pada Motor DC

Sumber : setiawan, 2017

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 :

$$n = \frac{V_t - I_a \cdot R_a}{k \cdot \phi} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

V_t = Tegangan jangkar (V)

E_a = Gaya gerak listrik lawan (V)

I_a = Arus Jangkar (A)

R_a = Tahanan jangkar

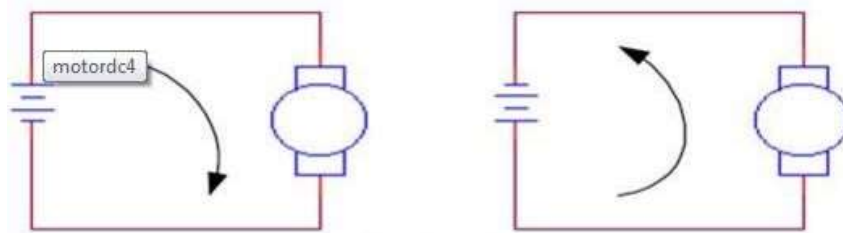
n = Putaran (RPM)

ϕ = 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 ϕ (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 2.8, hal ini dapat dilakukan hanya dengan mengubah polaritas tegangan motor.



Gambar 2.7 Dasar Pengaturan Arah Putar Motor

Sumber : setiawan, 2017

Spesifikasi motor dc power window

2.6 Pompa

2.6.1 Pengertian Pompa

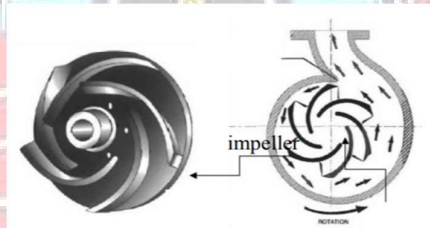
pompa merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengubah energi mekanis menjadi energi hidrolis. Secara umum pompa digunakan untuk memindahkan fluida cair dari suatu tempat ke tempat lain dengan

menaikkan tekanan fluida tersebut, dan memberikan energi kepada fluida yang dipompanya.

Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan rendah pada bagian isap (*suction*) sehingga fluida terhisap masuk dan mengeluarkannya pada sisi tekan (*discharge*) dengan tekanan yang lebih tinggi.

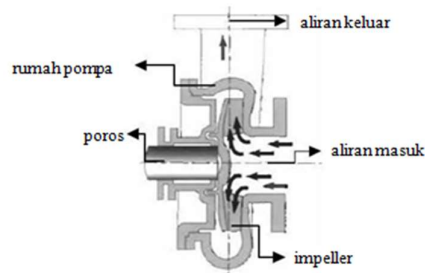
2.6.2 Prinsip Kerja Pompa

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 2.8 Penampang *Impeller* dan perubahan energi pompa

Sumber: Samsudin Anis, 2008



Gambar 2.9 Proses Pemompaan

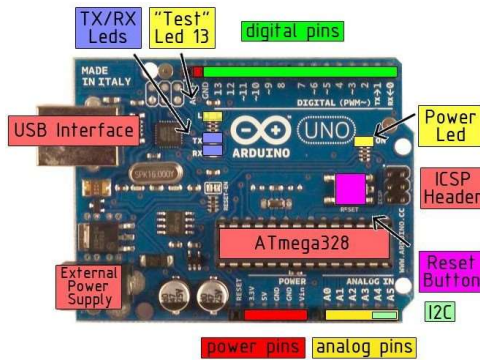
Sumber: Samsudin Anis, 2008

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.

2.7 Arduino uno

Arduino uno merupakan sebuah *board* yang berbasis mikrokontroler pada ATmega328. *Board* ini memiliki 14 digital *input/output* pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik, dan tombol reset (saputri 2014).



Gambar 2.10 papan arduino uno

Sumber: Almanda, 2017

Arduino uno berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Arduino diaktifkan dengan cara menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB yang menggunakan daya AC, DC atau baterai. Arduino uno bersifat *open source*, komponen yang digunakan tidak hanya tergantung pada satu merek tetapi juga memungkinkan bisa digunakan dalam semua komponen yang ada dipasaran. Bahasa pemrograman erduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan dengan *syntax* sehingga dapat mempermudah dalam penggunaanya (ginting,2002).

Berikut ini merupakan sfesifikasi yang dimiliki pada *board* arduino uno

tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	Atmega328
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan <i>Input</i>	7-12 V
Batas Tegangan <i>Input</i>	6-20 V

Pin I/O Digital	14 (6 diantaranya menyediakan PWM)
Pin <i>Input</i> Analog	6
Arus DC Tiap Pin I/O	40 mA
Arus DC Pin 3.3 V	50 mA
Memori Flash	32 KB, sekitar 0.5 KB digunakan sebagai bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
<i>Clock speed</i>	16 MHz

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 digunaka sebagai *output* PWM. Enam pin *input/output* digital: pin 8-13 (terhubung pada *PORT B*). Pin10(SS), pin11(MOSI), pin12(MISO), pin13(SCK) yang bisa digunaka sebagai SPI 25 (*Serial Peripheral Interface*). Pin 9,10 dan 11 dapat digunakan sebagai *output* PWM untuk ATmega8 dan ATmega268/328.
9. **Analog PINOU/T 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 Real Time Clock

Real Time Clock atau sering disebut juga RTC merupakan salah satu komponen elektronika aktif yang dapat menyimpan data tanggal dan waktu di dalamnya. Data waktu ini sering kali digunakan untuk membuat sebuah alat penjadwalan terpadu atau hanya sekedar jam digital. RTC merupakan serial modul waktu yang menyediakan informasi detik, menit, jam, hari, bulan dan tahun. Untuk menjaga atau menyimpan data waktu yang telah di-ON-kan pada modul 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.



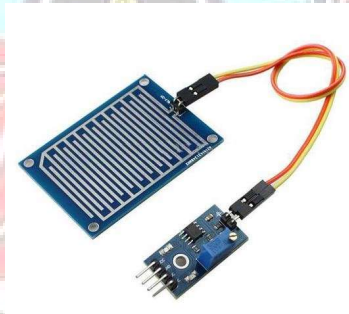
Gambar 2.11 Modul RTC

Sumber: Majju, 2020

2.9 Sensor Hujan

Sensor hujan adalah jenis sensor yang berfungsi untuk mendeteksi terjadinya hujan atau tidak, yang difungsikan dalam segala macam aplikasi dalam kehidupan sehari-hari. Sensor ini dapat digunakan sebagai *switch*,

Prinsip kerja dari modul sensor ini yaitu pada saat ada air hujan turun dan mengenai panel sensor maka akan terjadi proses elektrolisis oleh air hujan. Dan karena air hujan termasuk dalam golongan cairan elektrolit yang dimana cairan tersebut akan menghantarkan arus listrik. Pada sensor hujan ini terdapat ic komputer yang dimana *output* dari sensor ini dapat berupa logika *high* dan *low* (*on* atau *off*). Serta pada modul sensor ini terdapat *output* yang berupa tegangan pula. Sehingga dapat dikoneksikan ke pin khusus arduino.



Gambar 2.12 Sensor hujan

Sumber: Fadli dan Fitriani, 2022

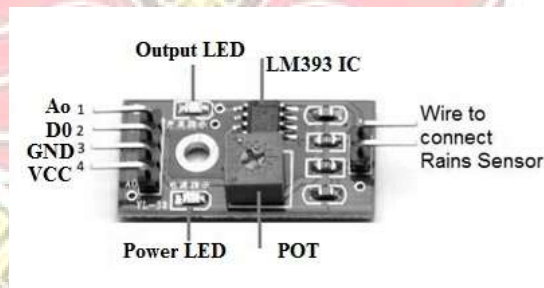
2.9.1 Spesifikasi Sensor Hujan

1. Tegangan operasi berkisaran dari 3.3 hingga 5 v
2. Arus operasi 15mA
3. Ukuran bantal penginderaan 5x4 cm dengan pelat nikel satu sisi
4. Chip pembanding adalah LM393

5. Jenis output adalah AO (tegangan output analog) dan DO (tegangan switching digital)
6. Panjang dan lebar modul PCB 3,2 x 1,4 cm
7. Sensitivitas dapat dimodifikasi melalui trimpot
8. Indikator lampu LED merah/hijau untuk daya dan *output*

2.9.2 Konfigurasi Pin Sensor Hujan

Sensor hujan memiliki 4 pin dalam penggunaannya.



Gambar 2.13 Konfigurasi pin

Sumber: Fadli dan Fitriani, 2022

1. Analog *Output* (AO) Pin

Pin ini memberikan sinyal analog antara *supply* tegangan dari 5V ke 0V.

2. Digital *Output* (DO) Pin

Pin ini memberikan output daya digital untuk rangkaian komparator internal & dapat dihubungkan ke papan Arduino atau ke relai 5V.

3. Pin *Ground*

Ini adalah koneksi *ground*

4. Pin VCC

Pin ini memebriskan suplai tegangan ke sensor hujan yang berkisar antara 3,3 V hingga 5V. pada pin ini *output* analog akan berubah berdasarkan tagangan yang diberikan ke sensor.



BAB III

METODE KEGIATAN

3.1 Waktu dan Tempat Kegiatan

3.1.1 Tempat

Lokasi pembuatan dan pengujian Rancang Bangun Alat Pembersih Panel Surya Berbasis Arduino Uno dilaksanakan di *roftoop* gedung energi terbarukan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang. Waktu penulisan rancang bangun ini dilakukan selama 6 bulan mulai dari bulan Februari 2023 sampai dengan Agustus 2023

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada proses pembuatan rancang bangun ini, yaitu:

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| 1. Panel surya 150 Wp | 10. Pompa air |
| 2. Arduino uno | 11. <i>Limitswitch</i> |
| 3. Voltmeter digital | 12. Panel surya 10 Wp |
| 4. Amperemeter digital | 13. Gelas ukur |
| 5. Real Time Clock | 14. piranhometer |
| 6. Sensor Hujan | 15. Tang kombinasi |
| 7. Mesin Gerinda | 16. <i>Cutter</i> |
| 8. Solder | 17. Las listrik |
| 9. Motor dc power window | 18. Baterai 12 V 80 dan 5 Ah |

3.2.2 Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan pada proses pembuatan rancang bangun ini yaitu:

- | | |
|-------------------|------------------|
| 1. Kabel | 9. Elektroda |
| 2. Wiper | 10. Timah solder |
| 3. Besi hollow | 11. Mata gerinda |
| 4. <i>Bearing</i> | 12. Akrilik |
| 5. Roda kecil | |
| 6. Selang air | |
| 7. Nosel | |

3.3 Prosedur Kegiatan

3.3.1 Studi Literatur

Tahap perencanaan dilakukan studi literatur mengenai pembersih panel surya otomatis dengan tujuan mengumpulkan informasi agar memudahkan dalam pengerjaan rancang bangun.

3.3.2 Tahap Perancangan

Rancangan alat pembersih panel surya ini terpasang tetap pada kerangka panel surya dilengkapi dengan alat pembersih berupa wiper bergerak secara horizontal, serta pompa air sebagai penyemprotan air melalui selang dan nosel ke panel surya, bekerja secara otomatis yang dikendalikan berdasarkan perintah dari Arduino uno yang dilengkapi dengan modul RTC untuk mengatur waktu kerja. Alat pembersih ini juga dirancang mampu membersihkan panel surya dari bekas air hujan dengan

menggunakan sensor hujan. Dengan memanfaatkan suplay listrik dari baterai.

3.3.2.1 Menentukan Panel Surya untuk energi storage alat pembersih

Dengan mengambil data dari spesifikasi komponen

- a. Menghitung energi pompa pemakaian perhari

Diketahui : Tegangan pompa(V) = 12 V

Arus pompa (A) = 2,2 A

Waktu operasi pompa = 30 s = 0,0083 h

- Daya input pompa = Tegangan (V) . Arus (I)
= 12 V x 3,1 A
= 26,4 W
- Energi pompa = Daya pompa (W) x Waktu (h)
= 26,4 W x 0,0083 h
= 0,219 Wh

- b. Menghitung energi motor pemakaian perhari

Diketahui : Tegangan motor (V) = 12 V

Arus motor (A) = 2,8 A

Waktu operasi = 56 s = 0,0167 h

- Daya input motor = Tegangan (V) x Arus (I)
= 12 V x 2,8 A
= 33,6 W

- Energi motor = Daya motor (W) x waktu (h)
 = 33,6 W x 0,0167 h
 = 0,56 Wh

c. Menghitung energi alat pembersih pemakaian perhari

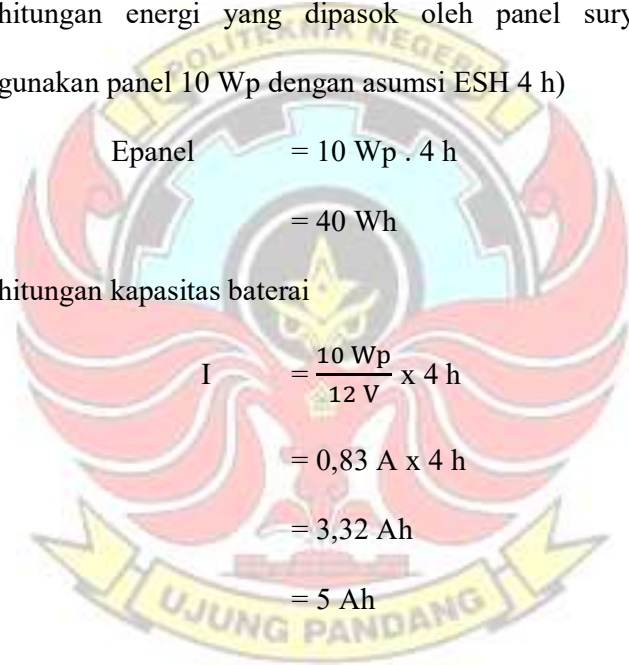
$$\begin{aligned} \text{Energi alat} &= \text{energi pompa} + \text{energi motor} \\ &= 0,308 \text{ Wh} + 0,56 \text{ Wh} \\ &= 0,868 \text{ Wh} \end{aligned}$$

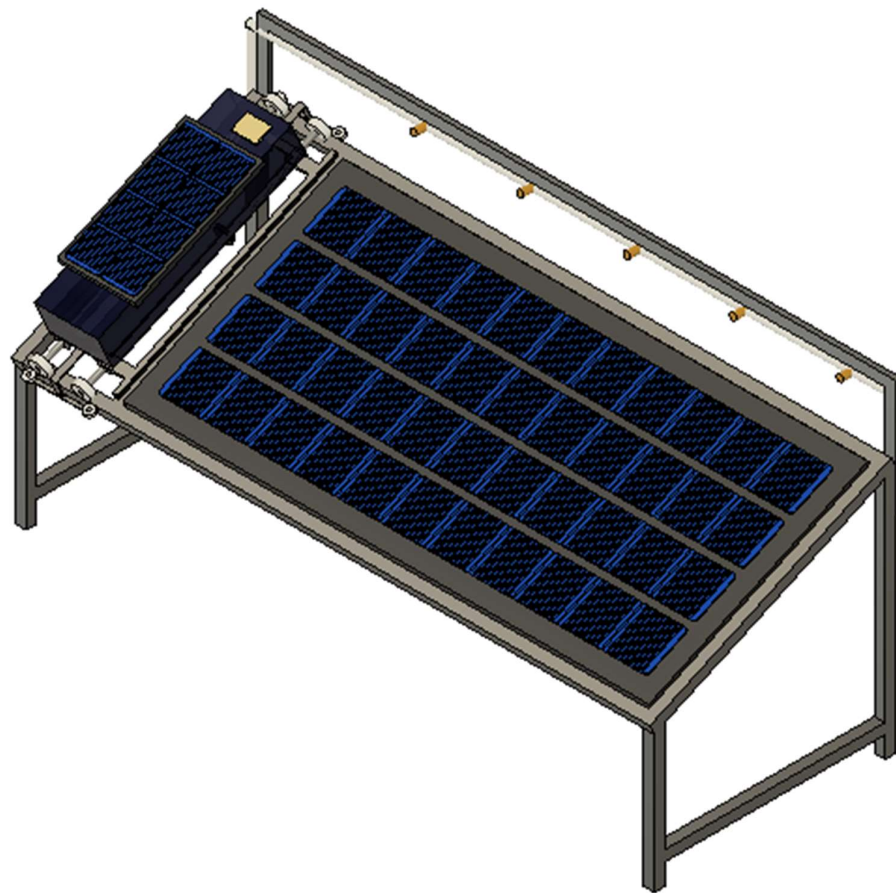
d. menghitung energi yang dipasok oleh panel surya perhari (jika menggunakan panel 10 Wp dengan asumsi ESH 4 h)

$$\begin{aligned} E_{\text{panel}} &= 10 \text{ Wp} \cdot 4 \text{ h} \\ &= 40 \text{ Wh} \end{aligned}$$

e. menghitung kapasitas baterai

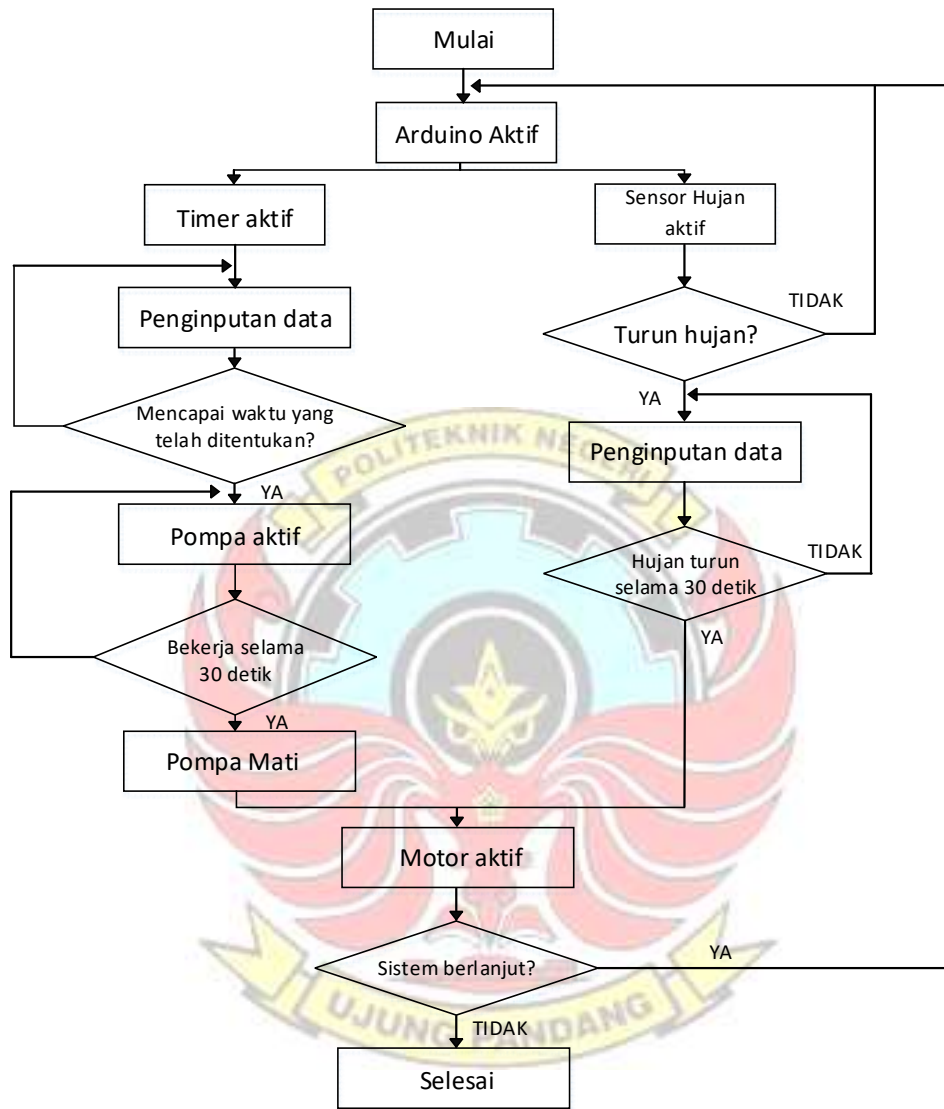
$$\begin{aligned} I &= \frac{10 \text{ Wp}}{12 \text{ V}} \times 4 \text{ h} \\ &= 0,83 \text{ A} \times 4 \text{ h} \\ &= 3,32 \text{ Ah} \\ &= 5 \text{ Ah} \end{aligned}$$





Gambar 3.1 Desain alat pembersih panel surya

3.3.3 Perancangan



Gambar 3.2 Diagram Alir Pemrograman Sistem Otomatis Alat Pembersih

3.3.4 Tahap Pembuatan dan Perakitan

Setelah proses perencanaan selesai, maka akan dilanjutkan dengan proses pembuatan masing-masing komponen alat khususnya untuk peragkat keras. Langkah-langkah yang dikerjakan pada masing-masing rangkaian rancang bangun adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan
2. Pembuatan rangka penyangga panel surya
3. Pembuatan rangka alat pembersih
4. Pembuatan tempat modul arduino pada rangka alat pembersih
5. Pembuatan instalasi air untuk penyemprotan
6. Pembuatan program pembaca waktu, hujan, dan pengontrolan motor dan pompa
7. Mengimput program ke arduino uno

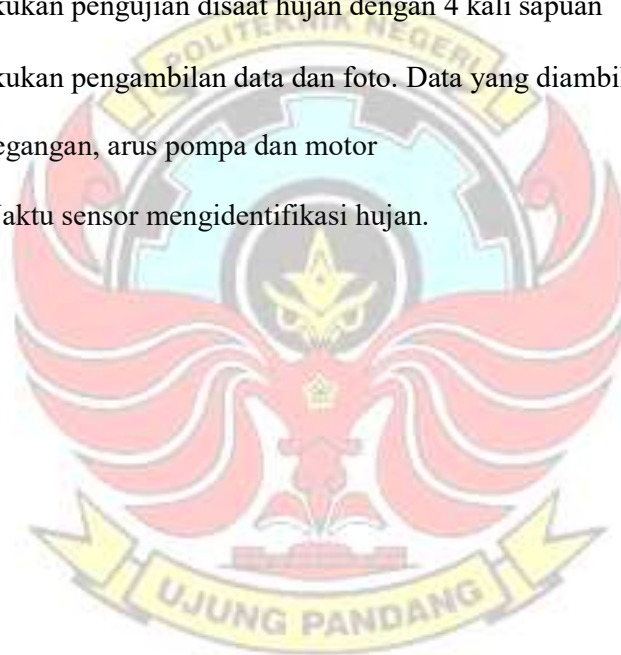
3.4 Pengujian alat

Setelah rancang bangun selesai, dilanjutkan dengan pengujian alat dan pengambilan data. Pengujian dilakukan di rooftop gedung energi terbaru Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Langkah – langkah yang akan dilakukan dalam pengujian:

1. Menyiapkan alat ukur yang digunakan dalam proses pengujian
 2. Mengkalibrasi semua alat
 3. Menjalankan Arduino uno
 4. Melakukan pengujian pada pukul 07.00 WITA untuk RTC secara reguler.
- Pengujian dilakukan dengan operasi variasi ketebalan debu (debu tebal dan tipis) dengan lama penyemprotan selama 30 detik dan 4 kali sapuan.

- Melakukan pengambilan data dan foto. Data yang diambil adalah:
 - a. Tegangan, arus, daya dan waktu pompa
 - b. Tegangan, arus, daya dan waktu motor
 - c. Tegangan, arus, daya output panel yang dibersihkan
 - d. Kapasitas dan energi baterai
 - e. Intensitas matahari
 - f. Volume air pembersih
- 5. Melakukan pengujian disaat hujan dengan 4 kali sapuan
- Melakukan pengambilan data dan foto. Data yang diambil adalah:
 - a. Tegangan, arus pompa dan motor
 - b. Waktu sensor mengidentifikasi hujan.



3.5 Diagram Alir



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

3.6 Teknik Analisis Data

1. Daya input pompa ($P_{in\ pompa}$)

$$P_{in\ pompa} = V \times I$$

Keterangan :

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

$$V = \text{Tegangan (Volt)}$$

$$I = \text{Arus (Ampere)}$$

2. Daya Output Pompa ($P_{out\ pompa}$)

$$P_{out\ pompa} = \dot{m} \cdot g \cdot h$$

Keterangan :

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

$$\dot{m} = \text{laju aliran Massa air (kg/s)}$$

$$g = \text{gaya gravitasi (m}^2\text{/s)}$$

$$h = \text{Tinggi air (m)}$$

3. Daya input motor ($P_{in\ motor}$)

$$P_{in\ motor} = V \times I$$

Keterangan :

$$P_{in\ motor} = \text{Daya Motor (Watt)}$$

$$V = \text{Tegangan (Volt)}$$

$$I = \text{Arus (Ampere)}$$

4. Energi output sistem ($P_{out\ sistem}$)

$$P_{out\ sistem} = \frac{1}{2} g \cdot m \cdot v \cdot s$$

Keterangan :

$P_{\text{out sistem}}$ = Daya output motor (Watt)

m = massa (kg)

v = kecepatan motor (m/s)

s = waktu (second)

5. Daya input panel ($P_{\text{in panel}}$)

$P_{\text{in pompa}}$ = $G \times A$

Keterangan :

$P_{\text{in panel}}$ = Daya input panel (watt)

G = Intensitas matahari (Watt/m²)

A = Luas panel (m²)

6. Daya output panel ($P_{\text{out panel}}$)

$P_{\text{in pompa}}$ = $V \times I$

Keterangan :

$P_{\text{out Panel}}$ = Daya output panel (watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

7. Efisiensi panel surya (η_{panel})

η_{panel} = $\frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100 \%$

keterangan :

η_{panel} = efisiensi panel surya (%)

P_{out} = Daya output panel (watt)

P_{in} = Daya input panel (watt)



BAB IV

HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN

4.1 Hasil Rancang Bangun

Alat pembersih panel surya dibuat dengan menggunakan wiper yang digerakkan dari arah kiri ke kanan, kemudian kembali ke kiri (secara horizontal). Sumber air pembersihnya berasal dari air yang dikucurkan dari nosel kecil yang ditempatkan di sebelah atas panel surya yang akan dibersihkan. Air dipompa dari bak penampung. Wiper digerakkan oleh motor dc yang sumber listriknya dari panel surya kapasitas kecil (bukan dari panel surya yang dibersihkan).



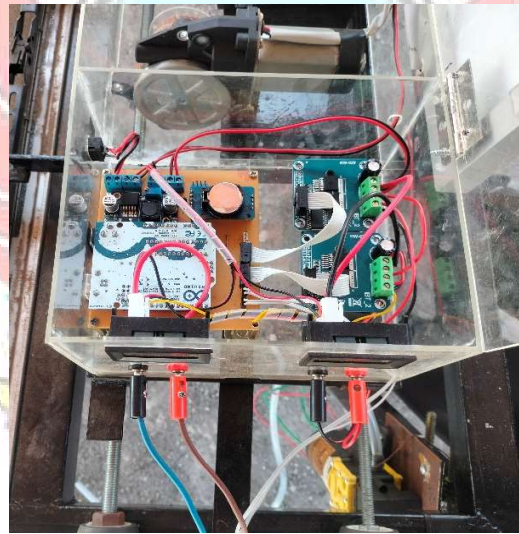
Gambar 4.1 Hasil Rancang Bangun Alat Pembersih Panel Surya

Keterangan :

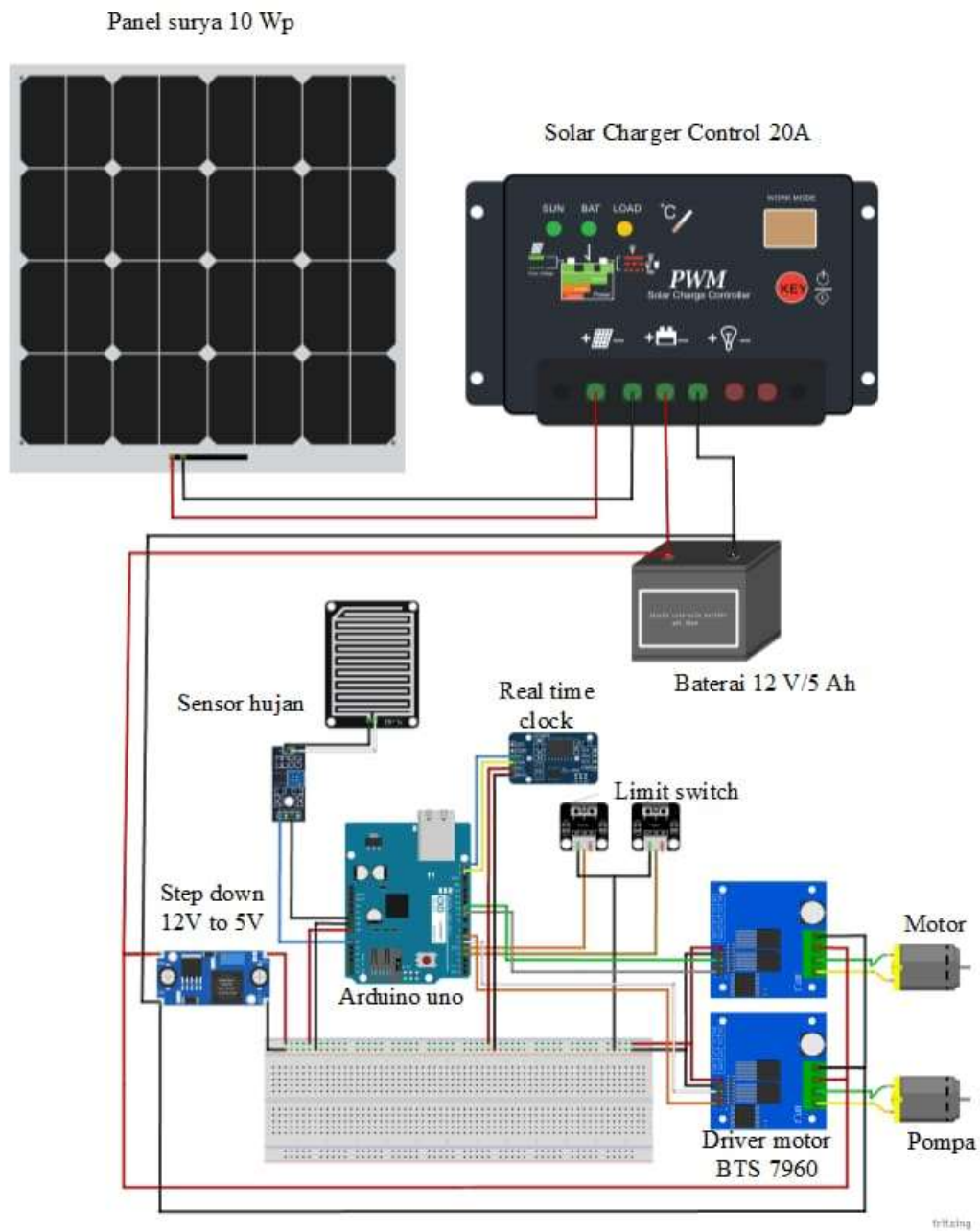
- | | |
|---------------------------|--------------------------------------|
| 1. Nosel | 4. Rangka pembersih dan alat kontrol |
| 2. Selang | 5. Wiper |
| 3. Panel yang dibersihkan | 6. Bak penampung air |



Gambar 4.2 Alat Pembersih Panel Surya



Gambar 4.3 Modul Kontrol Alat Pembersih



Gambar 4.4 Skema control

4.1 Hasil Pengujian

pengujian alat pembersih panel surya ini dibagi dalam dua bagian pokok yaitu:

- Pengujian dengan sistem pembersihan panel surya secara regular sekali dalam sehari selama 89 detik (tiap pukul 07.00 Wita)
- Pengujian sistem otomatisasi alat pembersihan dengan simulasi air hujan.

Pengujian dengan sistem pembersihan panel surya secara reguler dilakukan dengan dua kategori debu (pengotor), yaitu debu tebal dan debu tipis. Untuk mengetahui kinerja pembersihan reguler ini, pengambilan data dilakukan dengan membandingkan data panel surya tanpa dibersihkan dengan data panel surya yang dibersihkan. Data pengujian bagian ini dapat dilihat pada tabel 4.1 s.d. tabel 4.4.

Pengujian sistem otomatisasi alat pembersih dilakukan dengan simulasi air hujan. Saat air hujan mengenai sensor, maka 30 detik kemudian wiper pembersih akan digerakkan untuk membersihkan panel dengan 4 kali sapuan bolak balik.

Tabel 4. 1 Data panel surya dengan debu tebal yang tidak dibersihkan

No	Waktu	Intensitas matahari (W/m ²)	Kuat arus (A)	Tegangan (V)	Daya output (W)	Kap. baterai (Ah)	Energi baterai (Wh)
1	8:00	466,6	0,54	10,94	5,9	0,007	0,0
2	8:15	480,7					
3	8:30	497	0,6	11,7	7,1	0,432	5,1
4	8:45	626,7					
5	9:00	656,2	1,30	12,08	15,7	1,003	12
6	9:15	721,4					
7	9:30	778,2	1,61	12,17	19,7	1,755	21,2
8	9:45	798,5					
9	10:00	858,2	1,87	12,24	22,9	2,590	31,3
10	10:15	897,6					
11	10:30	922,1	2,07	12,29	25,5	3,560	43,3
12	10:45	942,6					
13	11:00	957,3	2,20	12,33	27,1	4,624	56,4
14	11:15	974,5					
15	11:30	1002	2,36	12,41	29,4	5,793	70,7
16	11:45	1000					
17	12:00	1003	2,37	12,38	29,4	7,00	85,7
18	12:15	1009					
19	12:30	993,6	2,36	12,40	29,3	8,154	100,1
20	12:45	983,4					
21	13:00	956,6	2,24	12,47	27,9	9,335	114,8
22	13:15	930,6					
23	13:30	902,4	2,06	12,47	25,7	10,440	125,6
24	13:45	869,2					
25	14:00	847	1,84	12,43	22,8	11,385	140,2
26	14:15	805,1					
27	14:30	755	1,53	12,40	18,9	12,258	151,1
28	14:45	733,4					
29	15:00	688,7	1,25	12,38	15,5	12,948	159,7

Tabel 4. 2 Data panel surya dengan debu tebal yang dibersihkan

No	Waktu	Intensitas Matahari (W/m ²)	Kuat arus (A)	Tegangan (V)	Daya output (W)	Kap. baterai (Ah)	Energi baterai (Wh)
1	8:00	442,7	0,64	11,71	7,6	0,026	0,2
2	8:15	460					
3	8:30	570	0,98	11,98	11,7	0,236	2,7
4	8:45	516					
5	9:00	674	2,25	12,10	27,4	1,031	12,1
6	9:15	719					
7	9:30	797	3,94	12,41	48,9	2,397	29
8	9:45	817					
9	10:00	831	5,62	12,71	71,6	4,879	60,2
10	10:15	854					
11	10:30	877	7,04	12,92	91,4	7,957	99,4
12	10:45	912					
13	11:00	939	7,98	13,12	105,2	11,859	151
14	11:15	960					
15	11:30	1017	8,62	13,29	116,2	15,756	201,4
16	11:45	981					
17	12:00	1067	9,06	13,45	122,3	19,92	257,8
18	12:15	1078					
19	12:30	1054	9,05	13,55	123,1	24,28	315,6
20	12:45	1022					
21	13:00	935	8,02	13,54	108,9	28,479	371,5
22	13:15	916					
23	13:30	854	7,55	13,55	102,4	33,85	445
24	13:45	832					
25	14:00	888	7,78	13,76	107,8	36,071	476,3
26	14:15	785					
27	14:30	729	6,62	13,71	90,7	39,680	524,6
28	14:45	726					
39	15:00	635	5,65	13,61	75,9	42,544	565,3

Tabel 4.3 Data panel surya dengan debu tipis yang tidak dibersihkan

No	Waktu	Intensitas matahari (W/m ²)	Kuat arus (A)	Tegangan (V)	Daya output (W)	Kap. baterai (Ah)	Energi baterai (Wh)
1	8:00	347	0,18	12,1	2,1	0,001	0,0
2	8:15	396					
3	8:30	446	0,29	12,17	3,6	0,121	1,4
4	8:45	505					
5	9:00	565	1,2	12,34	14,9	0,490	6
6	9:15	628					
7	9:30	705	2,4	12,59	30,7	1,423	17,6
8	9:45	765					
9	10:00	820	3,65	12,76	46,6	2,98	37,4
10	10:15	861					
11	10:30	901	4,46	12,92	57,9	4,984	62,9
12	10:45	942					
13	11:00	977	4,9	13,08	64,2	7,45	95,5
14	11:15	980					
15	11:30	969	5,07	13,17	66,8	9,882	127,2
16	11:45	963					
17	12:00	960	4,57	13,22	60,5	12,306	158,9
18	12:15	952					
19	12:30	937	4,36	13,27	57,7	14,369	186,5
20	12:45	926					
21	13:00	903	3,84	13,27	51	16,518	214,8
22	13:15	877					
23	13:30	832	3,53	13,27	47	18,386	239,9
24	13:45	794					
25	14:00	762	2,72	13,24	36	19,744	258
26	14:15	733					
27	14:30	705	2,08	13,17	27,3	20,922	273,5
28	14:45	673					
39	15:00	612	1,72	13,13	22,6	21,863	285,7

Tabel 4.4 Data panel surya dengan debu tipis yang dibersihkan

No	Waktu	Intensitas matahari (W/m ²)	Kuat arus (A)	Tegangan (V)	Daya output (W)	Kap. baterai (Ah)	Energi Baterai (Wh)
1	8:00	398,3	0,51	11,71	5,9	0,007	0,0
2	8:15	497,5					
3	8:30	569,7	0,98	11,91	11,7	0,248	2,9
4	8:45	641,4					
5	9:00	684,2	2,14	12,13	26,1	0,945	11,3
6	9:15	731,9					
7	9:30	760,6	4,27	12,50	53,6	2,556	31,2
8	9:45	800,8					
9	10:00	828,1	5,97	12,82	76,9	5,238	65,3
10	10:15	855,6					
11	10:30	896,2	7,30	13,10	95,6	8,569	108,5
12	10:45	938					
13	11:00	958,8	7,85	13,22	103,5	12,396	159
14	11:15	994,9					
15	11:30	1015	8,38	13,34	111,8	16,809	217,7
16	11:45	1020					
17	12:00	1000	8,25	13,38	110,4	20,590	268,1
18	12:15	1001					
19	12:30	1029	8,34	13,48	113,9	24,727	324,2
20	12:45	1007					
21	13:00	988,7	8,04	13,54	108,8	28,66	379,6
22	13:15	953,5					
23	13:30	932,9	7,59	13,55	103	32,755	432,7
24	13:45	892,2					
25	14:00	848	6,80	13,58	92,2	36,263	480,3
26	14:15	805,4					
27	14:30	757,5	6,23	13,61	84,8	39,913	530,1
28	14:45	669,6					
39	15:00	682,2	5,68	13,66	77,6	42,726	568,6

Tabel 4.5 Data pengujian pompa air pembersih

volume air pembersih = 1000 ml, suhu air = 26 °C, massa jenis air = 996,79 kg/m³

Kategori debu	Waktu awal (t ₀)	Waktu akhir (t ₁)	Waktu total (t)	Tegangan pompa (V _p)	Kuat arus pompa (I _p)	Head section (h _s)	Head discharge (h _d)
Debu tipis	07:00:00	07:00:31	31	9,3	1,72	50 cm	197 cm
Debu tebal	07:00:00	07:00:32	32	9,8	1,73	Head total = 247 cm	

tabel 4.6 data pengujian motor dc penggerak wiper

Kategori debu	Waktu awal (t ₀)	Waktu akhir (t ₁)	Total Waktu (s)	Tegangan motor (V _m)	Kuat arus motor (I _m)
Debu tipis	07:00:33	07:01:29	56	10,5	1,08
Debu tebal	07:00:34	07:01:26	52	10,7	1,04

Tabel 4.7 data pengujian motor dc berdasarkan sensor hujan

No	Waktu awal sensor (t ₀)	Waktu akhir Sensor (t ₁)	Tegangan motor (V _m)	Kuat arus motor (I _m)	Persentase bateray (%)	
					Sebelum	Setelah
1.	14:00:00	14:00:34	10,6	1,09	90	89
2.	15:00:00	15:00:33	10,6	1,05	89	87
3.	16:00:00	16:00:33	10,4	1,1	87	85
Rata-rata		33	10,5	1,08	1,66	

Tabel 4.8 data output motor dc

Motor	Massa Alat (kg)	Waktu maju (t _a)	Waktu mundur (t _b)	Panjang lintasan (m)
	8,8	8,2	5,5	1,48

Pompa air dan motor wiper disuplai dari baterai yang menyimpan energi listrik dari panel surya kecil berkapasitas 10 Wp. Data pengujian panel surya tersebut dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut:

Tabel 4.9 Data panel surya sumber energi pompa dan motor dc

No	Waktu	Intensitas matahari (W/m ²)	Kuat arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Kap. baterai (Ah)	Energi baterai (Wh)	Persen baterai %
1	8:00	431	0,19	12,03	2,3	0,001	0,0	40
2	8:30	490	0,20	12,17	2,4	0,045	0,7	55
3	9:00	582	0,22	12,24	2,7	0,136	1,6	57
4	9:30	714	0,25	12,36	3,2	0,255	3,1	61
5	10:00	814	0,3	12,47	3,7	0,392	4,8	64
6	10:30	853	0,33	12,57	4,2	0,525	6,4	68
7	11:00	906	0,36	12,70	4,5	0,691	8,5	73
8	11:30	998	0,39	12,82	4,9	0,864	10,8	79
9	12:00	1031	0,40	12,96	5,1	1,059	13,3	84
10	12:30	970	0,38	13,08	5	1,254	15,8	88
11	13:00	955	0,33	13,19	4,4	1,440	18,3	92
12	13:30	923	0,36	13,31	4,7	1,615	20,6	97
13	14:00	847	0,3	13,40	4,1	1,802	23,1	100
14	14:30	716	0,28	13,60	3,8	1,941	25	100
15	15:00	654	0,23	13,75	3,1	2,064	26,6	100

4.2 Deskripsi Hasil Kegiatan

Pada subbab ini akan dihitung perbandingan efisiensi panel surya yang dibersihkan dengan yang tidak dibersihkan.

Selain itu akan dihitung pula kemampuan panel surya kapasitas 10 Wp untuk menyuplai pompa air pembersih dan motor penggerak wiper.

4.2.1 Menghitung Luas panel surya

$$\begin{aligned}
 \text{Luas panel surya (A)} &= \text{Panjang (P)} \times \text{Lebar (L)} \\
 &= 0,68 \text{ m} \times 1,48 \text{ m} \\
 &= 1,0064 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

4.2.2 Menghitung daya input dan output panel surya

Analisis ini menggunakan data pertama untuk variasi debu tipis

1. Sebelum dibersihkan

$$\begin{aligned}\text{Daya input (P}_{in}\text{)} &= \text{Intensitas radiasi (G) x Luas panel surya (A)} \\ &= 347 \text{ W/m}^2 \times 1,0064 \text{ m}^2 \\ &= 349,22 \text{ W}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Daya output (P}_{out}\text{)} &= V \times I \\ &= 12,1 \text{ V} \times 0,18 \text{ A} \\ &= 2,1 \text{ W}\end{aligned}$$

2. Setelah dibersihkan

$$\begin{aligned}\text{Daya input (P}_{in}\text{)} &= \text{Intensitas radiasi (G) x Luas panel surya (A)} \\ &= 398 \text{ W/m}^2 \times 1,0064 \text{ m}^2 \\ &= 400,54 \text{ W}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Daya output (P}_{out}\text{)} &= V \times I \\ &= 11,7 \text{ V} \times 0,51 \text{ A} \\ &= 5,967 \text{ W}\end{aligned}$$

4.2.3 Menghitung efisiensi panel surya sebelum dibersihkan

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \\ &= \frac{2,1}{349,22} \times 100 \% \\ &= 0,6 \%\end{aligned}$$

4.2.4 Menghitung efisiensi panel surya setelah dibersihkan

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \\ &= \frac{5,967}{400,54} \times 100 \%\end{aligned}$$

$$= 1,48 \%$$

4.2.5 Menghitung penggunaan energi alat pembersih

a. Menghitung energi pompa pemakaian perhari

Dengan menggunakan data tabel 4.5 debu tipis maka diketahui:

$$\text{Tegangan Pompa} = 9,3 \text{ V}$$

$$\text{Arus Pompa} = 1,72 \text{ A}$$

$$\text{Waktu kerja Pompa} = 31 \text{ s (0,0086 h)}$$

$$\text{Daya input pompa} = \text{Tegangan (V) . Arus (I)}$$

$$= 9,3 \text{ V} \times 1,72 \text{ A}$$

$$= 15,99 \text{ W}$$

$$\text{Energi pompa} = \text{Daya pompa (W) x Waktu (h)}$$

$$= 15,99 \text{ W} \times 0,0086 \text{ h}$$

$$= 0,137 \text{ Wh}$$

b. Menghitung energi motor pemakaian perhari

Dengan menggunakan data tabel 4.6 dan 4.8 maka diketahui :

$$\text{Tegangan motor} = 10,5 \text{ V}$$

$$\text{Arus motor} = 1,08 \text{ A}$$

$$\text{Waktu kerja motor} = 56 \text{ s (0,015 h)}$$

$$\text{Daya input motor} = \text{Tegangan (V) x Arus (I)}$$

$$= 10,5 \text{ V} \times 1,08 \text{ A}$$

$$= 11,34 \text{ W}$$

$$\text{Energi motor} = \text{Daya motor (W) x waktu (h)}$$

$$= 11,34 \text{ W} \times 0,015 \text{ h}$$

$$= 0,17 \text{ Wh} \times 3.600 \text{ s}$$

$$= 612 \text{ J}$$

c. Menghitung energi alat pembersih pemakaian perhari

$$\begin{aligned} \text{Energi alat} &= \text{energi pompa} + \text{energi motor} \\ &= 0,137 \text{ Wh} + 0,17 \text{ Wh} \\ &= 0,307 \text{ Wh} \end{aligned}$$

d. Berdasarkan data pengujian pada tabel 4.9, energi yang dipasok oleh panel surya 10 Wp perhari dari pukul 08:00 s.d. 15:00 adalah 26,6 Wh. Hal ini berarti panel surya kapasitas 10 Wp dapat menyuplai kebutuhan pembersih secara reguler per hari.

4.2.6 Menghitung daya Output pompa

Dengan mengambil data dari tabel 4.5

a. Menghitung laju aliran air (\dot{m})

- Debit air = volume / waktu
 $= 0,001 \text{ m}^3 / 31 \text{ s}$

$$Q = 0,00003 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Massa jenis air pada temperatur 26 °C (ρ) = 996,79 kg/m³

$$\dot{m} = Q \times \rho$$

$$= 0,00003 \text{ m}^3/\text{s} \times 996,79 \text{ kg/m}^3$$

$$= 0,029 \text{ kg/s}$$

b. Daya Output Pompa = laju aliran air (\dot{m}) x gravitasi (g) x tinggi air (h)

$$= 0,029 \text{ kg/s} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 2,47 \text{ m}$$

$$= 0,702 \text{ kg.m}^2.\text{s}^{-3} = 0,702 \text{ Watt}$$

4.2.7 Menghitung daya output sistem (alat pembersih)

Dengan mengambil data pada tabel 4.6 dan 4.8

a. Menghitung kecepatan motor (v)

Dik : panjang lintasan (L) = 1,48 m

Waktu maju alat = 8,2 s

Waktu mundur = 5,5 s

- Kecepatan motor maju (V_1) = $\frac{L}{t_a} = \frac{1,48 \text{ m}}{8,2 \text{ s}} = 0,18 \text{ m/s}$

- Kecepatan motor mundur (V_2) = $\frac{L}{t_b} = \frac{1,48 \text{ m}}{5,5 \text{ s}} = 0,26 \text{ m/s}$

- Kecepatan rata-rata = $\frac{V_1+V_2}{2} = \frac{0,18+0,26}{2} = 0,22 \text{ m/s}$

b. Menghitung energi output sistem

Dik : massa alat = 8,8 kg

kecepatan rata-rata = 0,22 m/s

waktu kerja motor = 56 s

- Energi output system = $\frac{1}{2} g \cdot m \cdot v \cdot s$
 $= \frac{1}{2} 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 8,8 \text{ kg} \cdot 0,22 \text{ m/s} \cdot 56 \text{ s}$

$$E_{\text{out system}} = 531 \text{ J}$$

c. Menghitung efisiensi motor

- Efisiensi motor = $\frac{E_{\text{out system}}}{E_{\text{input system}}} \times 100 \%$
 $= \frac{531 \text{ J}}{612 \text{ J}} \times 100 \%$
 $= 86,76 \%$

Tabel 4.10 Efisiensi panel surya dengan debu tebal sebelum dibersihkan

No.	Waktu	Intensitas matahari (W/m ²)	Daya input panel (W)	Daya output panel (W)	Efisiensi panel (%)
1.	08:00	466,6	469,59	5,9	1,25
2.	08:30	497	500,2	7,1	1,41
3.	09:00	656,2	660,4	15,7	2,37
4.	09:30	778,2	783,18	19,7	2,51
5.	10:00	858,2	863,69	22,9	2,65
6.	10:30	922,1	928	25,5	2,74
7.	11:00	957,3	963,43	27,1	2,81
8.	11:30	1002	1008,4	29,4	2,915
9.	12:00	1003	1009,4	29,4	2,912
10.	12:30	993,6	999,96	29,3	2,93
11.	13:00	956,6	962,72	27,9	2,89
12.	13:30	902,4	908,18	25,7	2,82
13.	14:00	847	852,42	22,8	2,67
14.	14:30	775	779,96	18,9	2,42
15.	15:00	688,7	693,11	15,5	2,23
Rata-rata		820,26	825,5	21,52	2,5

Tabel 4. 11 Efisiensi panel surya dengan debu tebal setelah dibersihkan

No.	Waktu	Intensitas matahari (W/m ²)	Daya input panel (W)	Daya output panel (W)	Efisiensi panel (%)
1.	08:00	442,7	445,53	7,6	1,32
2.	08:30	570	573,65	11,7	2,03
3.	09:00	674	678,31	27,4	4,03
4.	09:30	797	802,1	48,9	6,09
5.	10:00	831	836,31	71,6	8,56
6.	10:30	877	882,61	91,4	10,35
7.	11:00	939	945,009	105,2	11,13
8.	11:30	1017	102,5	116,2	11,35
9.	12:00	1067	1073,8	122,3	11,38
10.	12:30	1054	1060,7	123,1	11,6
11.	13:00	935	940,9	108,9	11,57
12.	13:30	854	859,46	102,4	11,91
13.	14:00	888	893,68	107,8	12,06
14.	14:30	729	733,66	90,7	12,36
15.	15:00	635	639,064	75,9	11,87
Rata-rata		820,64	825,9	80,74	9,2

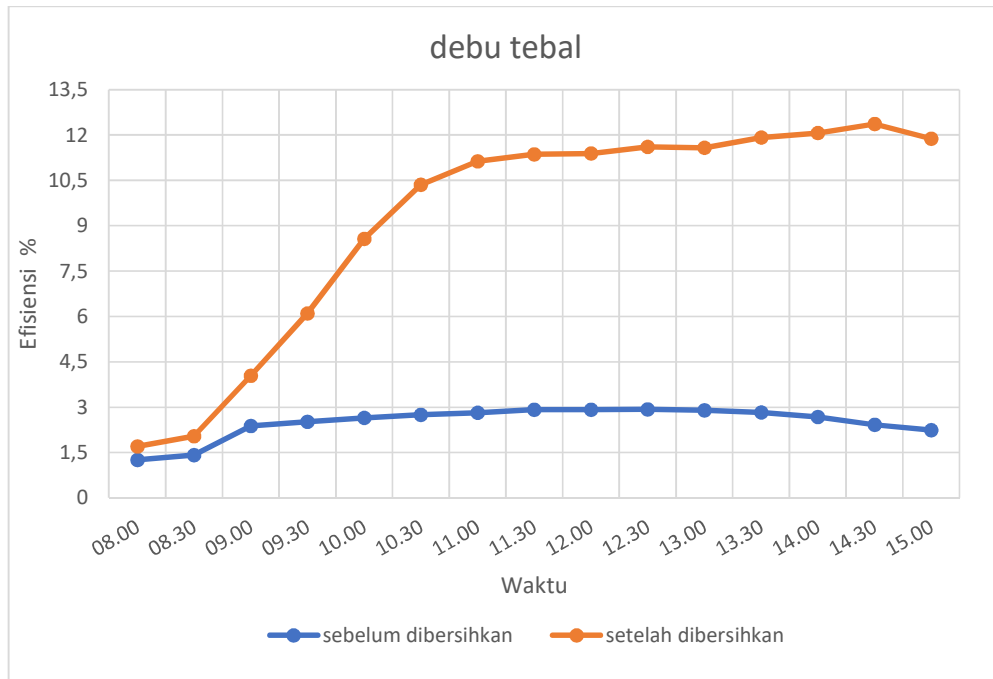
Tabel 4.12 Efisiensi panel surya dengan debu tipis sebelum dibersihkan

No.	Waktu	Intensitas Matahari (W/m ²)	Daya input panel (W)	Daya output panel (W)	Efisiensi panel (%)
1.	08:00	347	349,22	2,1	0,6
2.	08:30	446	448,85	3,6	0,8
3.	09:00	565	568,62	14,9	2,62
4.	09:30	705	709,51	30,7	4,32
5.	10:00	820	825,25	46,6	5,64
6.	10:30	901	906,77	57,9	6,38
7.	11:00	977	983,25	64,2	6,52
8.	11:30	969	975,2	66,8	6,84
9.	12:00	960	966,14	60,5	6,26
10.	12:30	937	943	57,7	6,11
11.	13:00	903	908,78	51	5,611
12.	13:30	832	837,32	47	5,613
13.	14:00	762	766,88	36	4,69
14.	14:30	705	709,51	27,3	3,84
15.	15:00	612	615,92	22,6	3,66
Rata-rata		762,73	767,61	39,26	4,63

Tabel 4.13 Efisiensi panel surya dengan debu tipis setelah dibersihkan

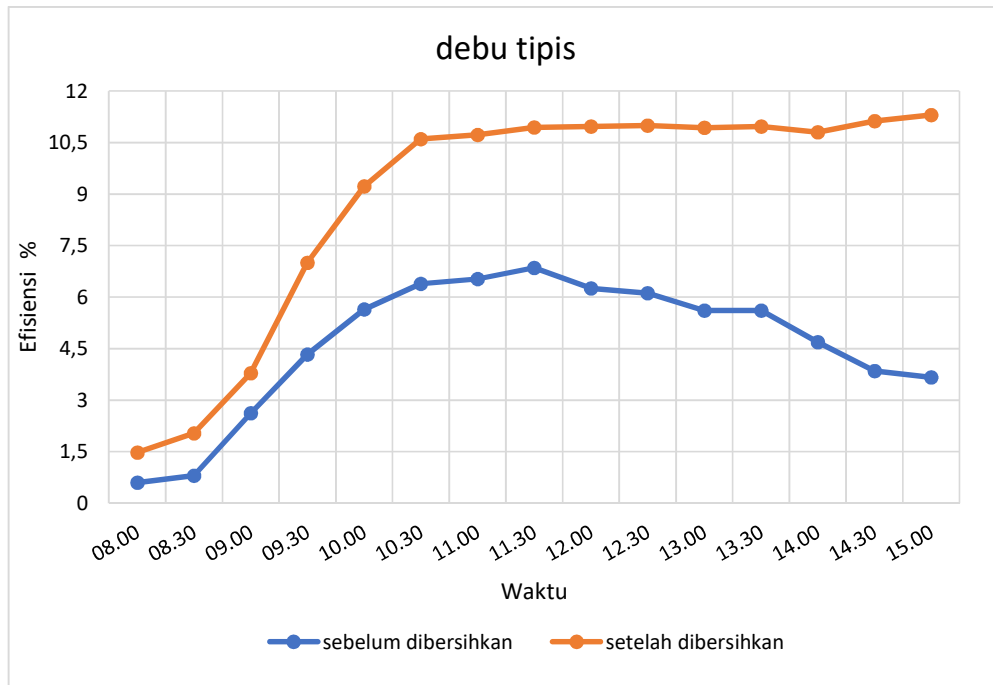
No.	Waktu	Intensitas Matahari (W/m ²)	Daya input panel (W)	Daya output panel (W)	Efisiensi panel (%)
1.	08:00	398,3	400,84	5,9	1,47
2.	08:30	569,7	573,34	11,7	2,04
3.	09:00	684,2	688,57	26,1	3,79
4.	09:30	760,6	765,46	53,6	7,002
5.	10:00	828,1	833,39	76,9	9,22
6.	10:30	896,2	901,93	95,6	10,59
7.	11:00	958,8	964,93	103,5	10,72
8.	11:30	1015	1021,49	111,8	10,94
9.	12:00	1000	1006,4	110,4	10,96
10.	12:30	1029	1035,58	113,9	10,99
11.	13:00	988,7	995,027	108,8	10,93
12.	13:30	932,9	938,87	103	10,97
13.	14:00	848	853,42	92,2	10,8
14.	14:30	757,5	762,34	84,8	11,12
15.	15:00	682,2	686,56	77,6	11,3
Rata-rata		823,28	828,54	78,38	8.86

4.3 Grafik dan pembahasan



Gambar 4.5 Grafik hubungan antara efisiensi dan waktu untuk debu tebal

Berdasarkan grafik hubungan antara efisiensi dan waktu untuk debu tebal memiliki efisiensi yang berbeda dikarenakan intensitas radiasi matahari yang mengenai permukaan panel surya. Dimana efisiensi terendah pada saat panel setelah dibersihkan yaitu 1,32 % dan efisiensi terendah pada panel sebelum dibersihkan yaitu 1,25 %. Sedangkan efisiensi tertinggi pada saat panel setelah dibersihkan yaitu 12,36 % dan untuk efisiensi tertinggi pada saat sebelum dibersihkan yaitu 2,93%.



Gambar 4.6 Grafik hubungan antara efisiensi dan waktu pada debu tipis

Berdasarkan grafik hubungan antara efisiensi dan waktu untuk debu tipis memiliki efisiensi yang berbeda dikarenakan intensitas radiasi matahari yang mengenai permukaan panel surya. Dimana efisiensi terendah pada saat panel setelah dibersihkan yaitu 1,47 % dan efisiensi terendah pada panel sebelum dibersihkann yaitu 0,6 %. Sedangkan efisiensi tertinggi pada saat panel setelah dibersihkan yaitu 11,3% dan untuk efisiensi tertinggi pada saat sebelum dibersihkan yaitu 6,84%.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil pengujian dan deskripsi/analisis yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pembersihan panel surya dengan menggunakan wiper yang digerakkan oleh motor dc dari kanan ke kiri (horizontal) secara bolak balik, cukup efektif dilakukan dan mempengaruhi efisiensi panel surya. Untuk kondisi panel surya dengan debu tipis sebelum dibersihkan memiliki efisiensi rata-rata 4,63 % dan setelah dibersihkan efisiensi rata-rata 8,86 %. Sedangkan, untuk kondisi panel surya dengan debu tebal sebelum dibersihkan memiliki efisiensi rata-rata 2,5 % dan setelah dibersihkan efisiensi rata-rata 9,2 %.
2. Untuk memenuhi total kebutuhan listrik alat pembersih panel surya yakni sebesar 0,307 Wh perhari, maka dibutuhkan satu panel surya 10 Wp dan baterai 5 Ah. Waktu yang diperlukan untuk membersihkan panel surya yaitu 89 detik. 31 detik untuk kerja pompa dan 58 detik untuk kerja motor dengan jarak 148 cm x 8 dengan media pembersih wiper.

5.2 Saran

1. Untuk meminimalisir penggunaan air yang digunakan pada pembersihan panel sebaiknya air ditampung dan difilter agar dapat digunakan kembali untuk proses pembersihan.
2. Untuk sensor hujan agar dibuatkan alat yang dapat menampung air hujan sehingga sensor tidak langsung bekerja ketika hujan belum membasahi permukaan panel.



DAFTAR PUSTAKA

- Agoes, S., Mardian, D., Latupapua, H., & Susila, T. (2015). Rancangan Model Sistem Komunikasi Pembersih Debu Sel Surya. *Jurnal Elektro Unika Atma Jaya*, 8(2).
- Widayana, G. (2012). Pemanfaatan energi surya. *Jurnal pendidikan teknologi dan kejuruan*, 9(1).
- Purba, J., Uyun, A. S., Sugiyanto, D., & Ramdan, M. I. (2022). Perancangan Prototipe Alat Pembersih Panel Surya Dengan Sistem Gerak Otomasi. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 7(1).
- Sujana, P. A., Kumara, I. N. S., & Giriantari, I. A. D. (2015). Pengaruh Kebersihan Modul Surya Terhadap Unjuk Kerja PLTS. *E-Journal Spektrum*, 2(3), 49-54.
- Wibowo, E. P. (2018). Rancang Bangun Alat Pembersih Debu Panel Surya (Solar Cell) Secara Otomatis. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro*, 1(1).
- Al Falah, M. M., Kumara, I. N. S., & Ariastina, W. G. (2022). Perkembangan Riset Dan Produk Komersial Sistem Pembersih Panel Surya. *Jurnal Spektrum*, 8(4), 29-39.
- Ginting NB. 2002. Penggerak antena modem USB tiga dimensi berbasis mikrokomputer menggunakan Arduino UNO. *J Fisika*. 2(1): 17-18.
- Saputri, Z. N., & Rifan, M. (2014). Aplikasi Pengenalan Suara Sebagai Pengendali Peralatan Listrik Berbasis ArduinoUNO. *Jurnal Mahasiswa TEUB*, 2(5).
- Gusniar, I. N. (2014). Optimalisasi sistem perawatan pompa sentrifugal di Unit utility PT. ABC. *Majalah Ilmiah SOLUSI*, 1(01).
- Nurtado, A. (2020). Simulasi Bel Sekolah Otomatis Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Manajemen dan Teknik Informatika (JUMANTAKA)*, 3(1).
- Setiawan, D. (2017). Sistem Kontrol Motor Dc Menggunakan Pwm Arduino Berbasis Android System. *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, 15(1), 7-14.
- Teknikelektronika.com. (2017,09 Agustus). Pengertian Motor dc dan Prinsip kerjanya. Diakses pada 12 Desember 2022, dari <https://teknikelektronika.com/pengertian-motor-dc-prinsip-kerja-dc-motor/>

L

A

M

P

I

R

A

N



Lampiran 1 Listing Pemrograman dan gambar desain alat pembersih

```
#include <DS3231.h>

#include <Wire.h>

RTClib RTC;

int tgl=17;

int bln, thn, jam, menit, detik;

byte PWM_R1 = 9; byte PWM_L1 = 10; // Variable for POMPA

byte PWM_R2 = 5; byte PWM_L2 = 6; // Variable for MOTOR

#define SW_L 3

#define SW_R 4

bool value1, value2;

int count, data_count, counter, data1, data2;

byte Speed = 255;

char buf[20];

void setup() {

    // put your setup code here, to run once:

    Serial.begin(9600);

    Wire.begin();

    pinMode(PWM_R1, OUTPUT);

    pinMode(PWM_L1, OUTPUT);

    pinMode(PWM_R2, OUTPUT);
```

```

pinMode(PWM_L2, OUTPUT);

pinMode(SW_L, INPUT_PULLUP);

pinMode(SW_R, INPUT_PULLUP);
}

void loop() {

    DateTime now = RTC.now();

    thn = now.year();

    bln = now.month();

    tgl = now.day();

    jam = now.hour();

    menit = now.minute();

    detik = now.second();

    Serial.print(tgl);Serial.print("/");Serial.print(bln);Serial.print("/");Serial.print(th
n);Serial.print(" ");Serial.print(jam);Serial.print(":");Serial.print(menit);Serial.pri
nt(":");Serial.println(detik);

    //if(jam == 7){clean();}

clean();

}

void clean() {

plant:

    analogWrite(PWM_R1, Speed);

    analogWrite(PWM_L1, -Speed);

    counter++;

```

```

Serial.print(counter);

Serial.println(" MENYIRAM");

if (counter == 2000) {
  counter=0;

  analogWrite(PWM_R1, 0);

  analogWrite(PWM_L1, 0);

  delay(1000);

  goto plan;
}

goto plant;

plan:

  Serial.println("Mundur Dulu");

  value1 = digitalRead(SW_R);

  if (value1 == 1){

    analogWrite(PWM_R2, -Speed);

    analogWrite(PWM_L2, Speed);}

  if (value1 == 0){

    analogWrite(PWM_R2, Speed);

    analogWrite(PWM_L2, -Speed);

    delay(500);goto plan1;}

goto plan;

plan1: //Fordward

  Serial.println("FordWard");

  analogWrite(PWM_R2, Speed);

```

```

analogWrite(PWM_L2, -Speed);

value1 = digitalRead(SW_L);

if (value1 == 0) {
    analogWrite(PWM_R2, 0);
    analogWrite(PWM_L2, 0);
    delay(1000);
    data_count += 1;
    if (data_count == 4){goto plant3;}
    if (data_count > 4) {data_count = 0;}
    Serial.print(data_count);
    goto plan2;
}

goto plan1;

plan2: //Reverse

Serial.println("Reverse");

analogWrite(PWM_R2, -Speed);
analogWrite(PWM_L2, Speed);

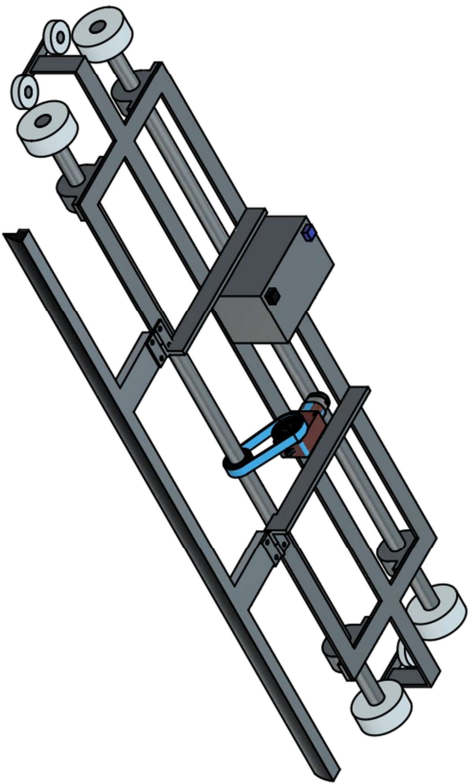
value2 = digitalRead(SW_R);

if (value2 == 0) {
    analogWrite(PWM_R2, 0);
    analogWrite(PWM_L2, 0);
    delay(1000);
    goto plan1;
}

```

```
goto plan2;  
plant3:  
analogWrite(PWM_R2, 0);  
analogWrite(PWM_R2, 0);  
Serial.println("BERHENTI");  
goto plant3;  
}
```





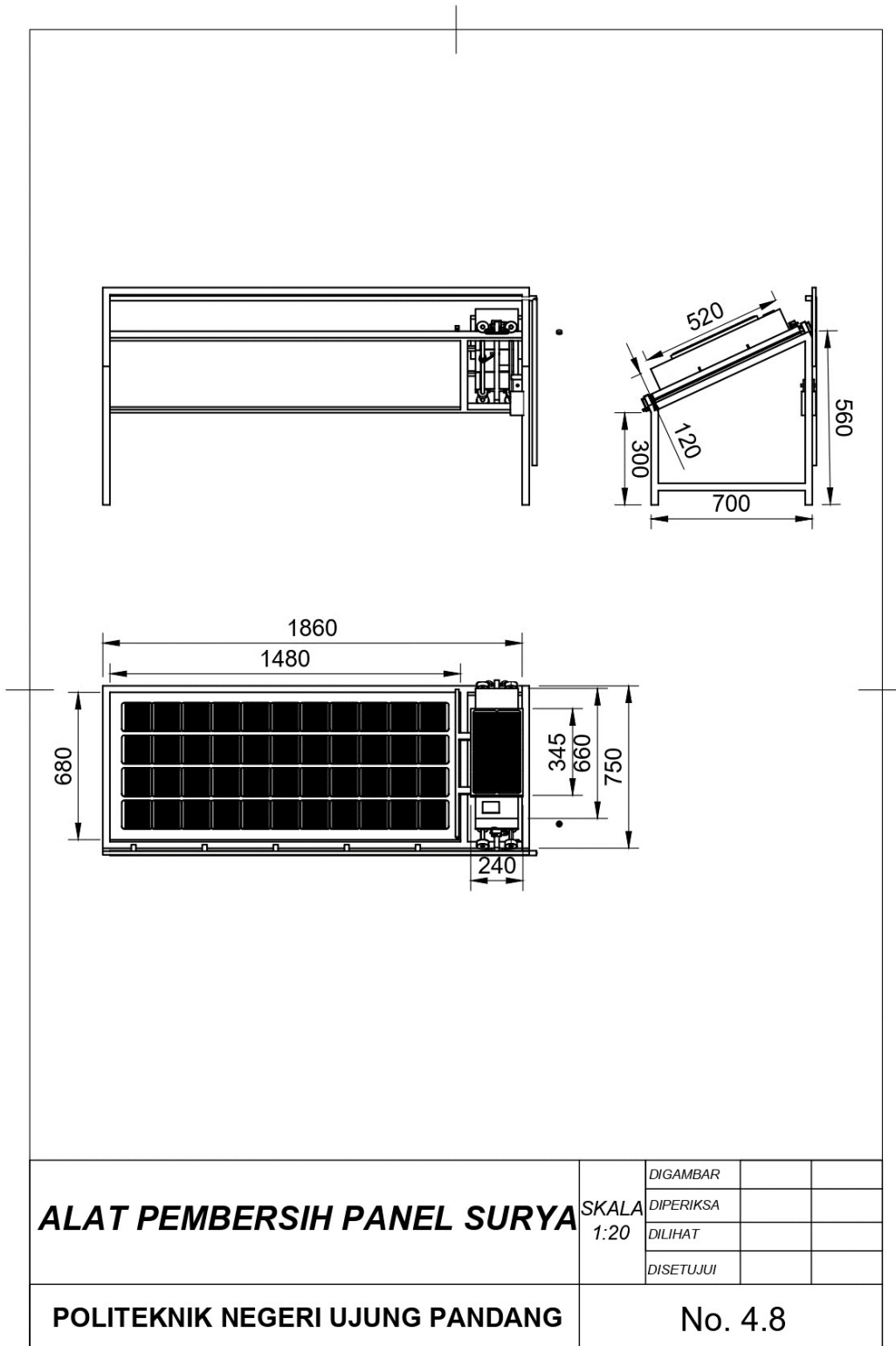
RANGKA PEMBERSIH

Skala
1:5

Digambar	Diperiksa	Dilihat	Disetujui

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

No. 4.7



Lampiran 2 spesifikasi komponen alat

Spesifikasi pompa:



Volt : 12 V
AMPS : 2,2 A
Flow : 3,1 LPM
PRESS : 80 PSI

Spesifikasi motor



Ratet Voltage : 12 V
Rated Torsi : 3.N.m (30kg.cm)
No.Load Current : 2,8 A
No Load Speed : 90 Rpm (80-100)
Rated Current : 9,0 A
Noise : 55 B

Spesifikasi panel 150 WP



Maksimum power (P_{max}) : 160 W

Maksimum Power current (I_{mp}) : 8,99 A

Maksimum power voltage (V_{mp}) : 17,8 V

Open circuit voltage (V_{oc}) : 21,8 V

Short circuit current (I_{sc}) : 9,53 A

Spesifikasi panel 10 WP



Maksimum power (P_{max}) : 10 W

Maksimum Power current (I_{mp}) : 0,58 A

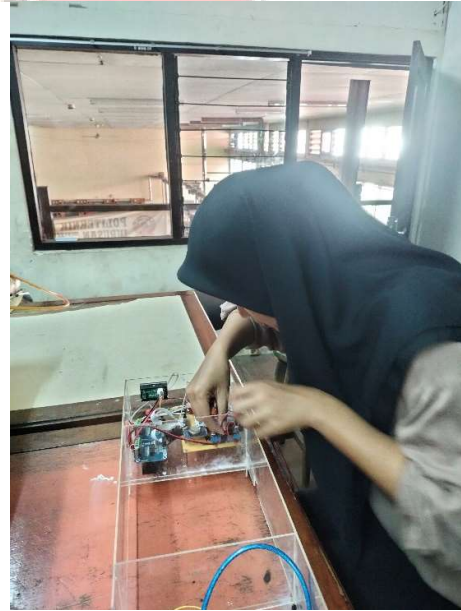
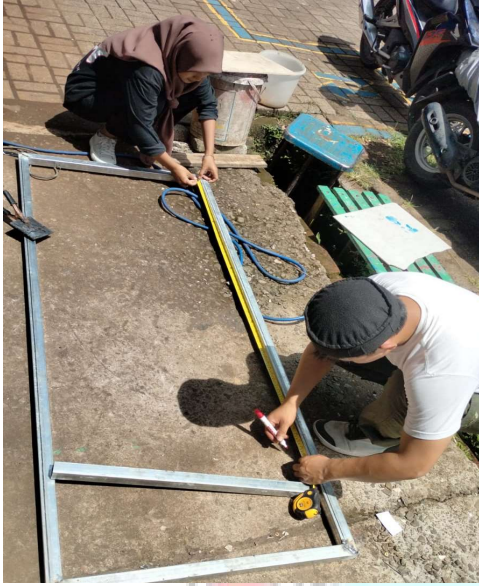
Maksimum power voltage (V_{mp}) : 17,2 V

Open circuit voltage (V_{oc}) : 20,64 V

Short circuit current (I_{sc}) : 0,65 A

Lampiran 3 Dokumentasi Kegiatan

Proses Pembuatan Alat






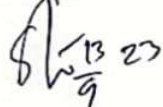
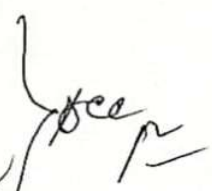

Proses Pengambilan Data



LEMBAR REVISI JUDUL TUGAS AKHIR

Nama : Yuliana/Muh. Ilham
 NIM : 34220033/34220044

Catatan Daftar Revisi Penguji :

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
1	Abdul Rahman, S.T. M.Eng	perhitungan daya input dan name plate peralatan pompa dan motor.	 11/09/23
2	Sri Suwasti, SST, MT.	Ringkasan, Analisa Data. Tulisan dilihat kembali Gambar rancang bangun diperjelas	 13/9/23
3.	prof. Ir. Suryantyo, M. Eng. Sc., Ph.D	Hal. 34 (Daya output motor) Berpikir kembali persamaannya Rancangannya mekanisme alat otak panel lebih dari 1. - Disain Rancang bangun yang ditail. - perhitungan-perhitungan Rancangan annya agar diperhatikan	
A.	Prof. A.M. Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng.Sc Ph.D	- Gambar disain diperjelas	13/09/23 

Makassar, 04 September 2023
 Ketua Ujian Sidang,



Prof. A.M. Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.
 NIP 197808042001121001

Catatan: Jika ada perubahan Judul Tugas Akhir konfirmasi secepatnya ke bagian Akademik.

