

Jurnal Artikel

**PERANCANGAN PROTOTIPE ALAT PEMBERSIH PANEL SURYA
 DENGAN SISTEM GERAK OTOMASI**

Jamaludin Purba^{1*}, Aep Saepul Uyun², Didik Sugiyanto³, Muhammad Ilham Ramdhan⁴

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Darma Persada Jakarta

²Program Pascasaraja Energi Terbarukan, Universitas Darma Persada Jakarta

^{3,4}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Darma Persada Jakarta

*email: jamaludin_purba@ft.unsada.ac.id

Artikel Info - : Received : ; Revised : ; Accepted:

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang prototipe alat pembersih panel surya selanjutnya mengetahui bagaimana kinerja dari alat pembersih panel surya dengan system otomasi. Perancangan yang dibuat dengan mekanisme kerjanya adalah menggunakan system kendali otomasi yaitu Arduino, ketika alat dihidupkan maka water pump akan bekerja menyemprotkan air dan kemudian di klik tombol push botton maka alat akan bekerja membersihkan panel surya. Adapun sensor jarak adalah untuk mengaktifkan kembali motor driver ke arah berlawanan. Untuk membersihkan panel surya sekali jalan membutuhkan air sebesar 98,571 cm³. dan untuk percepatan sekali jalan robot memerlukan kecepatan 3,75 cm/s.

Kata kunci: pembersih panel surya, gerak otomasi

Abstract

The purpose of this research is to design a prototype of a solar panel cleaning device and then find out how the performance of a solar panel cleaning device with an automation system. The design is made with the working mechanism is to use an automation control system, namely Arduino, when the tool is turned on, the water pump will work to spray air and then click the push button, the tool will work to clean the solar panels. The distance sensor is to reactivate the motor driver in the opposite direction. To clean the solar panels one way requires 98,571 cm³ of water. and for one-way acceleration the robot requires a speed of 3.75 cm/s.

Keywords: solar panel cleaner, motion automation

1. PENGIRIMAN TULISAN

Energi pada saat ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Selama ini penyangga utama kebutuhan energi masih mengandalkan minyak bumi. Sementara itu tidak dapat dihindarkan bahwa minyak bumi semakin langka dan mahal harganya. Dengan keadaan semakin menipisnya

sumber energi fosil tersebut, di dunia sekarang ini terjadi pergeseran dari penggunaan sumber energi tak terbarukan menuju sumber energi terbarukan [1].

Solar panel sebagai sumber energi listrik alternatif dapat dimanfaatkan oleh masyarakat yang memerlukan energi listrik [2]. Penggunaan energi listrik tersebut biasanya digunakan untuk rumah, gedung, jalan umum dan lainnya [3]. Penggunaan energi matahari adalah upaya

saat ini untuk mengurangi emisi karbon global yang telah menjadi isu lingkungan, sosial, dan ekonomi global utama dalam beberapa tahun terakhir [4].

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kinerja solar panel adalah penempatan solar panel yang menimbulkan penimbunan debu, kotoran burung dan noda air (garam) [6]. Hal itu dapat secara signifikan menurunkan efisiensi solar panel. Efisiensi modul solar panel berkurang sebesar 10-25% karena kerugian pada inverter, kabel, dan pengotoran modul (debu dan serpihan) [7]

Alat pembersih otomatis solar panel menggunakan wiper berbasis mikrokontroler telah dibuat untuk memaksimalkan dalam penyerapan energi matahari oleh panel surya. Alat ini berfungsi dengan baik, secara sistem mekanik maupun secara sistem elektrik. Pada hasil data pengujian selalu menunjukkan selisih tegangan sebelum dibersihkan maupun sesudah dibersihkan, berdasarkan waktu maupun kadar debu udara pada panel surya. Pada pagi hari menunjukkan selisih tegangan yang tinggi, dikarenakan kondisi matahari yang baik. Sedangkan saat sore hari, menunjukkan selisih tegangan yang relatif kecil, karena kondisi cahaya matahari yang tidak maksimal [8].

Melihat dari beberapa penelitian dengan menggunakan wiper dan penelitian dari dengan sistem pembersih yang mencuci solar panel, maka tercetus ide untuk membuat rancang bangun alat ini yang menggunakan wiper sebagai pembersihnya dan penyemprotan air ke permukaan solar panel sebagai pencuci awalnya. Rancangan teknologi yang dibuat dalam penelitian ini bekerja berdasarkan sensor debu dan pengaturan waktu yang telah ditetapkan saat pagi dan sore hari.

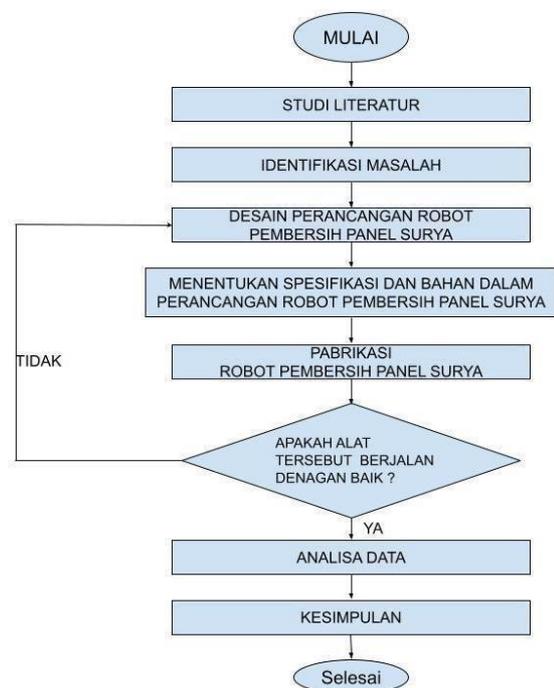
Dari pembersih otomatis ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam pembersihan solar panel. Rancangan ini bekerja berdasarkan sistem elektronik yang dikendalikan berdasarkan perintah dari mikrokontroler arduino uno yang

dilengkapi dengan sensor penggerak.

2. Metodologi Penelitian

Pelaksanaan penelitian proses pabrikasi dilakukan di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Darma Persada Jakarta. Untuk selanjutnya untuk proses pengujian kinerja dari alat dilakukan di laboratorium sekolah pasca saraja Universitas Darma Persada.

2.1. Diagram alir penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.2 Bahan dan alat

2.2.1 Bahan

1. Sensor Jarak

Tabel 1. Sensor jarak menggunakan spesifikasi

Spesifikasi	Kapasitas
Tegangan	5V DC
Arus statis	< 2mA
Level output	5v – 0V
Sudut sensor	< 15 derajat
Jarak yg bisa dideteksi	2cm – 450cm (4.5m)
Tingkat keakuratan	up to 0.3cm (3mm)



Gambar 2. Sensor jarak

2. Power Bank

Power Bank adalah perangkat yang mampu menyimpan daya hingga kapasitas tertentu dan bisa digunakan sebagai alat bantu untuk mensuplai daya pada produk tertentu.

3. Roda

Fungsinya adalah untuk menggerakkan robot. Untuk robot yang beroda biasanya menggunakan DC motor, sebagai pemutar roda dan membuat roda berpindah tempat.

4. Motor Stepper

Motor stepper adalah motor DC yang bergerak dalam langkah diskrit. Mereka memiliki banyak kumparan yang diatur dalam kelompok yang disebut "fase". Dengan memberi energi pada setiap fase secara berurutan, motor akan berputar, selangkah demi selangkah.

Tabel 2. *Motor Stepper* menggunakan spesifikasi

Spesifikasi	Kapasitas
Vsuplai	DC 5V
Arus	3A
Pulse per rotasi	200 P/R atau 1.8 deg
Torsi	5 Kg.cm
Wire	6 wire



Gambar 3. *Motor Stepper*

5. Driver Motor Stepper

Motor stepper menyediakan sarana untuk penentuan posisi yang tepat dan kontrol kecepatan tanpa menggunakan sensor umpan balik. Pengoperasian dasar *motor stepper* memungkinkan poros untuk memindahkan jumlah derajat yang tepat setiap kali pulsa listrik dikirim ke motor.

Tabel 3. *Driver Motor Stepper* sebagai berikut :

Spesifikasi	Kapasitas
<i>Operating voltage</i>	10 – 35 VDC, 24 VDC recommended
<i>Max output current</i>	3 A per phase, 3.5 A peak
<i>Current settings</i>	14
<i>Microstep resolution</i>	full, 1/2, 1/8 and 1/16
<i>Clock frequency</i>	15 kHz

6. Relay

Relay adalah Saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak Saklar/*Switch*). *Relay* menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan *Relay* yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan *Armature Relay* (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.

7. Push Button

Fungsi *push button* digunakan untuk mengontrol kondisi *ON* atau *OFF* dari suatu rangkaian listrik khususnya pada bagian pengontrolan.

8. Step Up

Ada yang menyukai elektronik, atau ingin menurunkan power DC ke voltase lebih rendah. Atau membutuhkan alat untuk menaikkan voltase DC lebih tinggi. Alat tersebut dinamai *step up* DC dan *step down* DC. Fungsinya merubah voltase DC ke DC, bisa diatur untuk *output* lebih kecil atau lebih besar.

9. Water Pump

Pompa aquarium memiliki peran yang sangat penting. Alat ini berfungsi untuk mengalirkan air, mengirim air ke tangki penyaringan (*filter*), dan berbagai fungsi lainnya. Air di dalam aquarium pun terjaga kebersihannya lebih lama.

10. Akrilik



Gambar 4. Akrilik

11. Rel

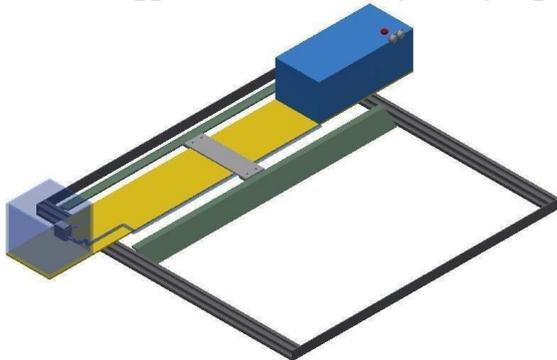
Sebagai jalur robot pembersih panel surya.



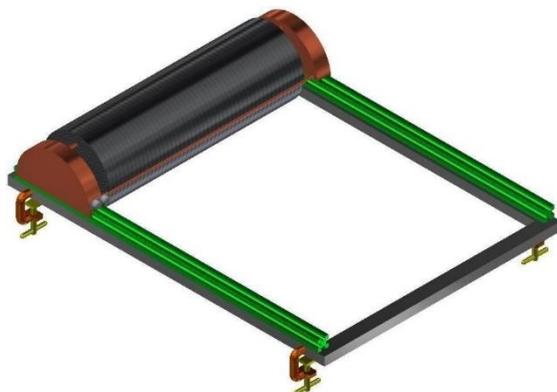
Gambar 5. Rel

2.3 Desain alat

Perancangan alat pembersih panel surya desain awal dibuat dalam dua gambar yaitu desain dengan menggunakan sistem air penampung dan desain yang tidak menggunakan sistem air penampung.



Gambar 6. Desain Rancang Bangun Robot Pembersih Panel Surya 1



Gambar 7. Desain Rancang Bangun Robot Pembersih Panel Surya 2

2.3 Cara Kerja Alat

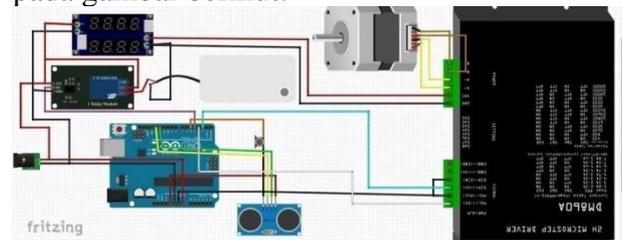
Pada penelitian rancang bangun robot pembersih panel surya sebelumnya masih menggunakan aki motor yang harganya relatif lebih mahal, sedangkan pada penelitian ini menggunakan *arduino uno* dan *power bank* sebagai tenaga utama. Selain harga nya yang murah konsep desain nya lebih sederhana.

Adapun cara kerja alat pembersih panel surya sebagai berikut:

- Masukan air kedalam bak penampungan.
- Sambungkan kabel port USB ke power bank.
- Lalu cek kembali air yang tadi di masukan, sudah menyemprot atau belum.
- Klik tombol push button untuk mengoperasikan robot pembersih panel surya ke arah depan.
- Jika sudah berhenti, deketkan tangan atau benda ke sensor jarak untuk ke arah belakang.
- Jika sudah berhenti, tekan kembali tombol push button.
- Ketika robot beroperasi, maka wiper tersebut akan membersihkan kotoran yang berada di panel surya.

2.4 Diagram Wearing

Adapun diagram wearing dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 8. Diagram Wearing

2.5 Langkah Pengujian

Pada penelitian perancangan alat pembersih panel surya sebelumnya masih menggunakan batterai sepeda motor, sedangkan pada untuk pengendali otomatis ini menggunakan *arduino uno* dan *power bank* sebagai tenaga utama.

Adapun Langkah Pengujian alat pembersih panel surya sebagai berikut:

1. Cara Mengukur menggunakan gelas ukur.
2. Data yang di ambil sisa dari volume air yang masih di dalam tangka.
3. Cara menghitungnya volume air pertama dikurangi dari volume akhir.

3. Hasil Pembahasan

3.1 Proses Produksi Pembuatan Alat

Tahapan awal dalam proses produksi pembuatan alat pembersih panel surya diantaranya:

1. Pembuatan rel

Dalam pembuatan rel ini menggunakan bahan Aluminium profile V dengan ukuran 70 cm 2 buah.



Gambar 9. Rel

2. Pembuatan rangka akrilik

Akrilik di pasang kedua sisi depan dan belakang dengan ukuran panjang 55 cm, lebar 5 cm dan ketebalan akrilik 0,6 cm.



Gambar 10. Akrilik bagian depan



Gambar 11. Akrilik bagian belakang

3. Pemasangan belt

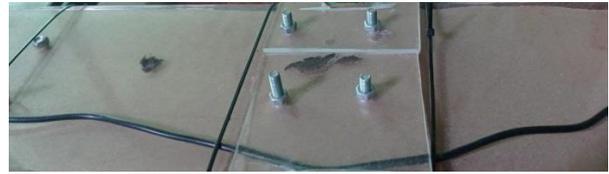
Belt ini di pasang di sela sela rel dengan ukuran panjang 140 cm.



Gambar 12 Belt

4. Pembuatan akrilik di bagian tengah panel surya.

Dipasang dengan ukuran panjang 79,5 cm dan lebar 12,5 cm.



Gambar 13. Akrilik Bagian Tengah

5. Pembuatan wiper

Menggunakan kepala dari dari serokan air dengan ukuran panjang 50 cm dan lebar 12 cm.



Gambar 14. Wiper Bagian Depan

6. Pembuatan rumah rangkaian

Menggunakan bahan akrilik dengan ukuran panjang 28 cm lebar 13 cm dan tinggi 13 cm.



Gambar 15. Rumah Rangkaian

7. Pemasangan bahan di dalam rumah rangkaian

Bahan ini terdiri dari *arduino uno*, *power bank*, *motor stepper*, *driver motor stepper*, *relay* dan *step up*.



Gambar 16. Bahan Rangkaian

8. Tangki air

Menggunakan bahan akrilik dengan ukuran panjang 11 cm, lebar 8,5 cm dan tinggi 10 cm.



Gambar 17. Tangki Air

9. Sensor jarak

Sensor jarak ini di pasang di bagian atas rumah rangkaian.



Gambar 18. Sensor Jarak

10. Push button

Di pasang pada bagian atas rumah rangkaian di tempel dengan lem.



Gambar 19. Push Button

11. Alat manufaktur

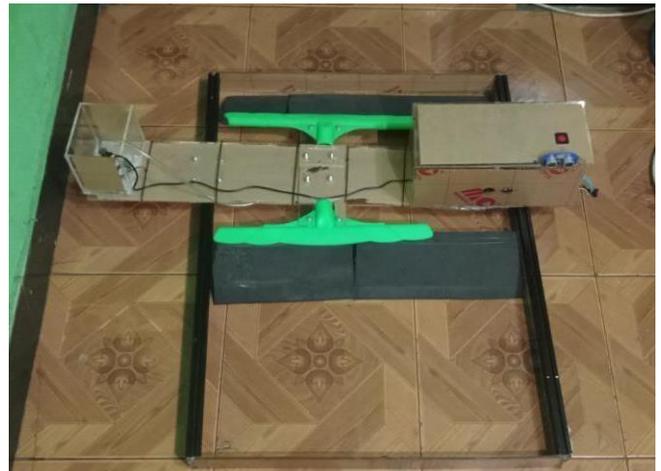
Berikut adalah alat manufaktur yang sudah di rancang bangun pada gambar 4.13 4.15, sebagai berikut:



Gambar 20. Alat manufaktur tampak samping



Gambar 21, alat manufaktur tampak depan



Gambar 22. Alat Manufaktur Tampak Atas

3.2 Pengujian kinerja alat

4.1 Perhitungan percepatan pada alat

Adapun rumus dari percepatan alat ini adalah:

$$v = \frac{s}{t}$$

Keterangan=:

v = kecepatan s = jarak

t = waktu

$$v = 45/12 = 3,75 \text{ cm/s}$$

Maka hasil percepatan yang telah di hitung adalah 3,75 cm/s

4.1.1 Perhitungan gaya berat pada alat

Adapun rumus dari gaya berat pada alat ini adalah:

$$w = m \cdot g$$

w = gaya berat (N)

m = massa benda (kg)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

$$w = 3,1 \cdot 9,81 = 30,411 \text{ N}$$

Maka hasil perhitugan gaya berat pada alat 30,411 N

Pengujian alat rancang bangun alat pembersih panel surya ini menggunakan data volume air yang terpakai dalam satu kali panel pembersihan pada proses pengujian. Proses pengujian tersebut terdapat pada tabel berikut :

Tabel 4. Pengujian Alat Perancangan Alat Pembersih Panel Surya

No	Panjang (P)	Lebar (L)	Tinggi (T)	Volume (mm ³)
0	10.3	8.7	10.3	922.983
1	10.3	8.7	9.2	824.412
2	10.3	8.7	8.7	779.607
3	10.3	8.7	7.7	689.997
4	10.3	8.7	7	627.27
5	10.3	8.7	6.3	564.543
6	10.3	8.7	5.7	510.777
7	10.3	8.7	5	448.05
8	10.3	8.7	4.3	385.323
9	10.3	8.7	3.7	331.557
10	10.3	8.7	3	268.83
11	10.3	8.7	2.1	188.181
12	10.3	8.7	1.4	125.454
13	10.3	8.7	1.3	116.493

Pada tabel 4 diambil contoh pada pengujian 0 alat alat pembersih panel surya dengan ketinggian air pada tabung 10,3 mm dan lebar tabung air 8,7 mm maka volume air yang di dapat sebesar 922,983 m³

3.5 Pembahasan

Pemilihan bahan melakukan proses pemotongan dengan ukuran yang sesuai dengan gambar desain. Setelah melakukan proses, selanjutnya akan masuk proses pemotongan setiap part, seperti pemotongan akrilik untuk bagian bodi tengah. Setelah melakukan proses pemotongan bodi tengah selanjutnya, pemasangan akrilik pada sisi depan dan belakang. Selanjutnya pemasangan *wiper* di bagian depan dan belakang yang ditempelkan pada akrilik di bagian tengah. Setelah melakukan pemasangan *wiper*, lanjut menyusun bahan bahan di bagian bodi kiri untuk menjadi satu rangkaian. Selanjutnya membuat tangki (tabung air) yang di tempatkan pada bagian kanan bodi. Setelah melakukan pemasangan tangki, lanjut membuat rumah rangkaian pada bagian bodi kiri. Selanjutnya memasangkan sensor jarak

pada bagian atas bodi, colokan kabel ke *power bank*, lalu tekan tombol *On* untuk menggerakan alat tersebut.

Alat ini memiliki lama waktu pembersihan total 30 detik di antara nya bergerak maju selama 15 detik dan bergerak mundur selama 15 detik. Dan memiliki beberapa rincian tegangan di antara nya tegangan supply 5V dan tegangan motor stteper 12V. Daya yang diperlukan untuk alat ini adalah sebesar 24 watt.

Jika di dibandingkan dengan penelitian sebelumnya alat ini membutuhkan biaya yang lebih terjangkau dan efisien dengan menggunakan power bank sebagai daya gerak dan mempunyai *brush* sebanyak 2 buah. Selain itu alat sebelumnya juga menggunakan aki sebagai daya gerak dan mempunyai *brush* sebanyak 3 buah.

3. Kesimpulan

Untuk membersihkan panel surya sekali jalan membutuhkan air sebesar 98,571 cm³ dan untuk percepatan sekali jalan robot memerlukan kecepatan 3,75 cm/s

4. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gede Widayana, 2012, Pemanfaatan Energi Surya, *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, Volume 9. No.1 2012 Fakultas Teknik dan Kejuruan Universitas Pendidikan Ganesha.
- [2] B. H. Purwoto, Jatmiko, M. A. F., dan I. F. Huda, "Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif," *Emitor*, vol. 18, no. 1, hal. 10–42, 2017.
- [3] A. Gaur dan G. N. Tiwari, "Performance of Photovoltaic Modules of Different Solar Cells," *J. Sol. Energy*, vol. 2013, hal. 1–13, 2013.

- [4] E. Kabir, P. Kumar, S. Kumar, A. A. Adelodun, dan K. H. Kim, "Solar energy: Potential and future prospects," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 82, hal. 894–900, September 2018.
- [5] A. Gheitasi, A. Almaliky, dan N. Albaqawi, "Development of An Automatic Cleaning System for Photovoltaic Plants," in *IEEE PES Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC)*, hal. 1–4, 2015.
- [6] M. Mani dan R. Pillai, "Impact of Dust on Solar Photovoltaic (PV) Performance: Research Status, Challenges and Recommendations," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 14, no. 9, hal. 3124–3131, 2010.
- [7] Muhamad Rizal Wira Kusuma, Esa Apriakar, Djuniadi, 2020, Rancang Bangun Sistem Pembersih Otomatis Pada Solar Panel Menggunakan Wiper Berbasis Mikrokontroler, *Jurnal Ilmiah Elektronika*, Vol. 19 No. 2 (2020), Fakultas Teknik Elektro dan Komputer, Universitas Kristen Satya Wacana.
- [8] Sugiyanto, Didik. 2015. Rancang Bangun Sistem Sepeda Energi Surya Dengan Memanfaatkan Solar Cell. *Jurnal Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta*.
- [9] D. P. Nasional, "Pengenalan Program Energi Terbarukan Pada Sekolah Menengah Kejuruan di Indonesia," Bandung, 2006.
- [9] S. Uji Karakteristik Sel Surya pada Sistem 24 Volt DC sebagai Catudaya pada Sistem Pembangkit Tenaga Hybrid, 2012.
- [10] B. H. Purwoto, J. M. Alimul F dan I. F. Huda, Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif, vol. 18, p. 01.
- [11] B. Yuwono, Optimalisasi Panel Sel Surya dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler T89C51, Surakarta: FMIPA UNS, 2005.