



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN PROTOTYPE ALAT PEMBERSIH PANEL SURYA
OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN MEKANIS**

**Sub Judul : Penerapan Sistem Kontrol Prototype Pembersih Panel Surya
Otomatis Berbasis Mikrokontroler dengan Mekanis**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh:

Tofikur Rohman

NIM 2302311073

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PENERAPAN SISTEM KONTROL PROTOTYPE MESIN PEMBERSIH
PANEL SURYA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN
MEKANIS**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan

Diploma III Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Tofikur Rohman

NIM 2302311073

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENERAPAN SISTEM KONTROL PROTOTYPE MESIN
PEMBERSIH PANEL SURYA OTOMATIS BERBASIS
MIKROKONTROLER DENGAN MEKANIS**

Oleh
Tofikur Rohman
NIM.2302311073
Program Studi D3 Teknik Mesin

Pembimbing 1

Dr. Candra Damis Widiawaty, S.T.P., M.T.
NIP. 198201052014042001

Pembimbing 2

Ir. Rosidi, S.T., M.T.
NIP. 196509131990031001

Ketua Program Studi
D3 Teknik Mesin

Nabila Yudisha, S.T., M.T.
NIP. 199311302023212045



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

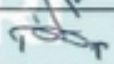
HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENERAPAN SISTEM KONTROL PROTOTYPE MESIN PEMBERSIH
PANEL SURYA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN
MEKANIS**

Oleh
Tofikur Rohman
NIM.2302311073
Program Studi D3 Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir dihadapan Dewan
Penguji pada tanggal 16 juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi
Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

Dewan Penguji :

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Ir. Rosidi, S.T., M.T.	Ketua		16 Juli 2026
2	Drs. Nugroho Eko Setijogiarto, Dipl.Ing, M.T.	Anggota		16 Juli 2026
3	Budi Yuwono, S.T.	Anggota		16 Juli 2026

Depok 17 Juli 2026

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.

NIP.197602252000121002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Tofikur Rohman
NIM : 2302311073
Program Studi : DIII-Teknik Mesin

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir (atau Skripsi) ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas akhir (atau skripsi) telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok 27 Jry 2026



Tofikur Rohman
NIM.2302311073



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PENERAPAN SISTEM KONTROL PROTOTYPE MESIN PEMBERSIH PANEL SURYA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN MEKANIS

Tofikur Rohman¹⁾, Candra Damis Widiawaty¹⁾, Rosidi¹⁾

1) Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri
Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email : tofikur.rohman.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRAK

Penumpukan debu pada permukaan panel surya dapat menurunkan kemampuan panel dalam menyerap radiasi matahari sehingga berdampak pada proses pembersihan yang masih dilakukan secara manual dan kurang efisien. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol prototype mesin pembersih panel surya otomatis berbasis mikrokontroler ESP32. Sistem dikembangkan dengan mengintegrasikan ESP32, relay, motor DC gearbox, pompa air, modul RTC DS3231, LCD I2C, limit switch, serta aplikasi Blynk sebagai media monitoring dan pengendalian. Pengujian dilakukan pada tiga level operasi, yaitu rendah, sedang, dan tinggi, yang diatur melalui pengaturan arus pada power supply sehingga memengaruhi kecepatan putaran motor dan debit air pompa. Parameter yang diamati meliputi waktu pembersihan dan tingkat kebersihan permukaan panel surya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem kontrol mampu mengoperasikan prototype pada mode manual maupun otomatis sesuai dengan logika program yang dirancang. Variasi level operasi memengaruhi waktu proses pembersihan, di mana level tinggi menghasilkan waktu rata-rata tercepat sebesar 46,2 detik, sedangkan level rendah memerlukan waktu rata-rata 59,2 detik. Meskipun demikian, efektivitas pembersihan masih dipengaruhi oleh proses manufaktur pada mekanisme wiper yang menyebabkan tekanan penyapuan belum merata di seluruh permukaan panel. Oleh karena itu, diperlukan penyempurnaan pada mekanisme pembersih agar kinerja alat dapat ditingkatkan pada penelitian selanjutnya.

Kata Kunci : panel surya, ESP32, sistem kontrol, pembersih panel surya otomatis.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PENERAPAN SISTEM KONTROL PROTOTYPE MESIN PEMBERSIH PANEL SURYA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN MEKANIS

Tofikur Rohman¹⁾, Candra Damis Widiawaty¹⁾, Rosidi²⁾

1) Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri
Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email : tofikur.rohman.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRACT

Dust buildup on the surface of solar panels can reduce the panels' ability to absorb solar radiation, which highlights the need to address the current cleaning process—which is still performed manually and is inefficient. This study aims to design and implement a prototype control system for an automatic solar panel cleaning machine based on the ESP32 microcontroller. The system was developed by integrating an ESP32, a relay, a DC gearmotor, a water pump, a DS3231 RTC module, an I2C LCD, a limit switch, and the Blynk app as a monitoring and control interface. Testing was conducted at three operating levels—low, medium, and high—which were adjusted by regulating the current in the power supply, thereby affecting the motor's rotational speed and the water pump's flow rate. The observed parameters included cleaning time and the cleanliness level of the solar panel surface. The test results showed that the control system was capable of operating the prototype in both manual and automatic modes according to the designed program logic. Variations in operating levels affected the cleaning process time, with the high level yielding the fastest average time of 46.2 seconds, while the low level required an average time of 59.2 seconds. However, cleaning effectiveness is still affected by manufacturing processes in the wiper mechanism, which cause the wiping pressure to be uneven across the panel's surface. Therefore, improvements to the cleaning mechanism are needed to enhance the device's performance in future research.

Keywords : solar panels, ESP32, control system, automatic solar panel cleaner.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “PENERAPAN SISTEM KONTROL PROTOTYPE MESIN PEMBERSIH PANEL SURYA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN MEKANIS”. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Dalam penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya pantas diberikan kepada:

1. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Ibu Nabila Yudisha, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Ibu Dr. Candra Damis Widiawaty, S.T.P., M.T. selaku dosen pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir.
4. Bapak Rosidi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir.
5. Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan dukungan pendanaan melalui Program Hibah Penelitian berdasarkan Nomor 736/DST/PL3.14/B/PT.00.00/2026 sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.
6. Kedua orang tua dan seluruh keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, motivasi, serta bantuan moral maupun material sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Ulya Sara yang senantiasa memberikan doa, dukungan, semangat, perhatian, dan motivasi kepada penulis selama proses penyusunan hingga penyelesaian penelitian ini.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

8. Gibran Mahesya Rizky dan Muhammad Sajid Khalish, selaku rekan dalam pelaksanaan penelitian dan pengembangan prototype, yang telah bekerja sama, berdiskusi, serta memberikan kontribusi dalam proses perancangan, pembuatan, dan penyelesaian prototype sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

9. Kepada rekan terdekat, yang menemani dari awal semester hingga saat ini, Roqib Alfiyansah, Teguh Fitriyanto dan Ridho Fadhil R, memberikan semangat, serta membantu penulis sejak awal perkuliahan hingga penyelesaian penelitian ini.

10. Seluruh sahabat, rekan seperjuangan, dan pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan semangat, bantuan, serta dukungan selama proses penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini.

Depok 16 Juli 2026

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Tofikur Rohman

NIM. 2302311073



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB 1.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB I PENDAHULUAN	4
1.5.1 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
1.5.2 BAB III METODOLOGI Pengerjaan	4
1.5.3 BAB IV: PEMBAHASAN	4
1.5.4 BAB V: PENUTUP	4
1.5.5 DAFTAR PUSTAKA	4
1.5.6 LAMPIRAN	4
1.5.7	
BAB II	5
2.1 Studi Pustaka	5
2.2 Panel Surya (<i>Photovoltaic</i>)	5



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.2.1 Waktu Optimal Kinerja Panel Surya	6
2.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Panel Surya	7
2.4 Arduino ESP32	8
2.5 <i>Power Supply</i>	9
2.6 Kabel Jumper	10
2.7 Motor DC	11
2.8 Timing Pulley	12
2.9 Relay	14
2.10 <i>Breadboard</i>	15
2.11 <i>Adaptor 5V</i>	15
2.12 <i>Limit Switch</i>	16
2.13 Pompa Air.....	17
2.14 Resistor.....	18
2.15 Kapasitor	19
2.16 Arduino IDE (<i>Integrated Development Environment</i>)	20
2.17 <i>Internet of Things (IoT)</i>	20
BAB III.....	22
Diagram Alir.....	22
3.1 Penjelasan Langkah Kerja	23
3.2 Alat dan Bahan	26
3.3.1 Alat	26
3.3.2 Bahan.....	28
3.4 Perancangan Alur Kerja Alat	34
3.4.1 Diagram Blok Sistem	35
3.4.2 Wiring Diagram Sistem	36
3.5 Pengujian Sistem	38
3.5.1 Pengujian Control Panel	43
3.5.2 Pengujian Sistem Berbasis Blynk	43



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.5.3 Pengujian Keseluruhan Sistem	43
BAB IV	44
4.1 Perancangan Sistem Kontrol	44
4.1.1 Perakitan Komponen	44
4.1.2 Pembuatan Program Kontrol Sistem	48
4.2 Pengujian Alat	56
4.3 Pembahasan	68
BAB V	72
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	76

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1Proses Pembersihan Manual.....	2
Gambar 2. 1 Panel Surya	6
Gambar 2. 2 Arduino ESP32	9
Gambar 2. 3 Power Supply 12V	10
Gambar 2. 4 Kabel Jumper.....	11
Gambar 2. 5 Motor Dinamo DC	12
Gambar 2. 6 Relay.....	14
Gambar 2. 7 Breadboard	15
Gambar 2. 8 Adaptor 5V	16
Gambar 2. 9 Limit Switch	17
Gambar 2. 10 Pompa Air 12V	17
Gambar 2. 11 Resistor	18
Gambar 2. 12 Kapasitor	19
Gambar 2. 13 Arduino IDE	20
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem	36
Gambar 3. 3 Wiring Diagram Alat	37
Gambar 4. 1 Komponen Utama Sistem Alat Pembersih Panel Surya	45
Gambar 4. 2 Proses Perakitan dan Wiring Komponen	48
Gambar 4. 3 Inisialisasi Library dan Konfigurasi Sistem	49
Gambar 4. 4 Integrasi Sistem dengan Aplikasi Blynk	50
Gambar 4. 5 Inisialisasi Sistem dan Penanganan Emergency (Setup & Blynk)	51
Gambar 4. 6 Proses Pembacaan Input pada Fungsi loop().....	52
Gambar 4. 7 Logika Pemilihan Mode Manual dan Otomatis	53
Gambar 4. 8 Logika Sistem Otomatis dan Proses Pembersihan	54
Gambar 4. 9 Fungsi Penghentian Sistem dan Update Blynk	55
Gambar 4. 10 Fungsi Update LCD dan Status Blynk	56



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Arduino ESP32	28
Tabel 3. 2 Spesifikasi Relay	28
Tabel 3. 3 Spesifikasi Pompa Air	29
Tabel 3. 4 Spesifikasi Resistor.....	29
Tabel 3. 5 Spesifikasi Kapasitor	29
Tabel 3. 6 Spesifikasi Breadboard	30
Tabel 3. 7 Spesifikasi <i>Push Button</i>	30
Tabel 3. 8 Spesifikasi LCD I2C	31
Tabel 3. 9 Spesifikasi RTC DS3231	31
Tabel 3. 10 Spesifikasi Power Supply	31
Tabel 3. 11 Spesifikasi Fuse	32
Tabel 3. 12 Spesifikasi Kabel	32
Tabel 3. 13 Spesifikasi Dioda.....	32
Tabel 3. 14 Spesifikasi Transistor 2N222A.....	33
Tabel 3. 15 Spesifikasi Dinamo Motor.....	33
Tabel 4. 1 Level Operasi Pengujian	60
Tabel 4. 2 Acuan Penilaian Kebersihan.....	60
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Level Rendah	61
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Level Sedang	64
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Level Tinggi	67



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya kekhawatiran terhadap perubahan iklim serta berbagai permasalahan lingkungan seperti polusi dan emisi gas rumah kaca akibat penggunaan bahan bakar fosil telah mendorong pemanfaatan sumber energi terbarukan yang lebih bersih dan berkelanjutan. Kondisi ini menunjukkan bahwa kebutuhan akan energi alternatif yang ramah lingkungan semakin meningkat untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi konvensional[1].

Pemanfaatan energi surya melalui teknologi Photovoltaic (PV) menjadi salah satu solusi yang berkembang pesat karena memiliki cakupan aplikasi yang luas dan mampu menghasilkan energi listrik secara langsung yang mudah dimanfaatkan. Selain itu, perkembangan teknologi ini juga didukung oleh tingginya investasi di sektor energi surya serta pertumbuhan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Namun demikian, kinerja panel surya tidak hanya ditentukan oleh teknologi yang digunakan, tetapi juga dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kondisi lingkungan, lokasi geografis, konfigurasi pemasangan, serta faktor eksternal seperti intensitas cahaya matahari, suhu, kecepatan angin, dan penumpukan debu pada permukaan panel[1].

Pembersihan panel surya secara manual umumnya menggunakan peralatan sederhana seperti air, sikat, kain lap, serta alat semprot (sprayer atau selang). Proses ini dilakukan dengan menyiram permukaan panel untuk melonggarkan kotoran, kemudian dilanjutkan dengan penyikatan atau pengelapan guna menghilangkan debu yang menempel. Pada instalasi dengan posisi tinggi, digunakan alat bantu seperti tongkat untuk menjangkau area panel[2].



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 1. 1Proses Pembersihan Manual

(Sumber : <https://www.hmenergi.com/tips-merawat-panel-surya-agar-performa-tetap-optimal/>)

Metode pembersihan manual memiliki beberapa keterbatasan, seperti membutuhkan waktu yang relatif lama, bergantung pada tenaga manusia, serta menghasilkan kinerja yang kurang konsisten karena dipengaruhi oleh keterampilan operator. Kondisi ini berdampak pada performa panel surya, di mana penumpukan debu pada permukaan panel dapat menghambat penyerapan cahaya sehingga menurunkan efisiensi dan daya output. Akibatnya, panel tidak selalu bekerja pada kondisi optimal, terutama saat intensitas cahaya matahari mencapai puncaknya[3].

Seiring dengan perkembangan teknologi, sistem otomatisasi berbasis mikrokontroler dapat menjadi solusi untuk meningkatkan efisiensi proses pembersihan panel surya. Dengan sistem ini, proses pembersihan dapat dilakukan secara terjadwal dan konsisten sehingga mampu menjaga performa panel tetap optimal. Oleh karena itu, pada penelitian ini mengimplementasikan prototype alat pembersih panel surya berbasis mikrokontroler.

Rumusan Masalah

1.2

Berdasarkan latar belakang yang ada diatas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah:



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Bagaimana merancang program mikrokontroler untuk mengendalikan alat pembersih panel surya secara otomatis?
2. Bagaimana hasil implementasi program dalam mengoperasikan prototype alat pembersih panel surya?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai Penulis dalam penyusunan tugas akhir adalah sebagai berikut

1. Merancang dan mengimplementasikan program mikrokontroler untuk mengendalikan alat pembersih panel surya secara otomatis.
2. Mengetahui hasil implementasi program dalam mengoperasikan prototype alat pembersih panel surya

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, penulis membatasi masalah yang akan dibahas dalam laporan tugas akhir sebagai berikut:

1. Tugas akhir ini difokuskan pada perancangan dan implementasi program mikrokontroler untuk mengendalikan prototype mesin pembersih panel surya.
2. Sistem pemrograman dikembangkan pada kondisi arus dan tegangan yang diasumsikan stabil sesuai spesifikasi prototype mesin.
3. Penelitian ini tidak membahas analisis efisiensi atau performa panel surya.
4. Proses pembersihan dibatasi hanya pada penghilangan debu pada permukaan panel surya.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memberikan gambaran mengenai isi pembahasan pada setiap bab sehingga



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

memudahkan pembaca dalam memahami alur penelitian. Adapun sistematika penulisan laporan ini adalah sebagai berikut:

1.5.1 BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

1.5.2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori yang mendukung penelitian, meliputi panel surya, sistem kontrol, ESP32, Blynk, RTC, motor DC, pompa air, serta penelitian terdahulu.

1.5.3 BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian, perancangan sistem, perakitan alat, pembuatan program, serta metode pengujian dan pengambilan data.

1.5.4 BAB IV: PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil implementasi sistem, hasil pengujian prototype, serta analisis kinerja alat berdasarkan data yang diperoleh.

1.5.5 BAB V: PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

1.5.6 DAFTAR PUSTAKA

1.5.7 LAMPIRAN



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem kontrol alat pembersih panel surya berbasis mikrokontroler ESP32 telah dirancang dan diimplementasikan dengan mengintegrasikan control panel, aplikasi Blynk, modul RTC DS3231, relay, motor DC, pompa air, dan LCD I2C sehingga alat dapat beroperasi pada mode manual maupun otomatis.
2. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan proses pembersihan panel surya sesuai dengan logika program yang telah dirancang. Pengaturan level operasi memengaruhi waktu proses pembersihan, namun efektivitas pembersihan masih dipengaruhi oleh ketelitian proses manufaktur, khususnya pada mekanisme wiper yang menyebabkan tekanan penyapuan belum merata pada seluruh permukaan panel.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Menyempurnakan proses manufaktur pada mekanisme pembersih, terutama pemasangan bracket dan wiper, agar tekanan penyapuan merata pada seluruh permukaan panel surya sehingga hasil pembersihan lebih optimal.
2. Mengembangkan sistem kontrol dan melakukan pengujian pada kondisi operasional yang lebih beragam agar performa alat dapat ditingkatkan serta lebih sesuai untuk diterapkan pada penggunaan secara nyata.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Al-bashir, M. Al-Dweri, A. Al-ghandoor, B. Hammad, and W. Al-kouz, "Analysis of effects of solar irradiance, cell temperature and wind speed on photovoltaic systems performance," *Int. J. Energy Econ. Policy*, vol. 10, no. 1, pp. 353–359, 2020, doi: 10.32479/ijeep.8591.
- [2] S. Z. Said, S. Z. Islam, N. H. Radzi, C. W. Wekesa, M. Altimania, and J. Uddin, "Dust impact on solar PV performance: A critical review of optimal cleaning techniques for yield enhancement across varied environmental conditions," *Energy Reports*, vol. 12, no. December 2023, pp. 1121–1141, 2024, doi: 10.1016/j.egyr.2024.06.024.
- [3] M. Tamboura and E. A. Gosteva, "Overview of Factors Affecting Dust Deposition on Photovoltaic Cells and Cleaning Methods," *Smart Grid Renew. Energy*, vol. 15, no. 01, pp. 49–78, 2024, doi: 10.4236/sgre.2024.151004.
- [4] P. A. Ahli and T. I. M. Pengusul, "DESAIN DAN PERANCANGAN MESIN VAPOR BLASTING CNC 2-AXIS," 2025.
- [5] G. Sihombing, K. Lubis, J. A. Setiawan, and I. Putra, "Analisis Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai Sumber Energi Alternatif pada Rumah Pembibitan Pertanian," vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2026.
- [6] A. A. Melkias and Shanty Septyani Herawati, "Analisa Performansi Sistem PLTS Pada Produk Salt-E Berbasis IoT," *J. Tek. Energi*, vol. 13, no. 1, pp. 8–15, 2024, doi: 10.35313/.v13i1.6266.
- [7] D. Hercog, T. Lerher, M. Truntič, and O. Težak, "Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices," *Sensors*, vol. 23, no. 15, 2023, doi: 10.3390/s23156739.
- [8] U. Muhammad, Mukhlisin, Nuardi, A. Mansur, and M. Aditya Bachri Maulana, "Rancang Bangun Power Supply Adjustable Current pada Sistem Pendingin



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Berbasis Termoelektrik,” *J. Electr. Enggining*, vol. 2, no. 2, pp. 106–110, 2021.

- [9] a. G. T. Agus Efendi, “FUN BOOK” RAK BUKU OTOMATIS BERBASIS ARDUINO DAN BLUETOOTH PADA PERPUSTAKAAN MENINGKATKAN KUALITAS SISWA,” *J. Ilm. Pendidik. Tek. Kejuru.*, vol. X, no. 2, p. <https://jurnal.uns.ac.id/jptk>, 2017.
- [10] F. A. Pradana, “Rancang Sistem Kontrol Motor DC Pada Konveyor Pakan Ayam Berbasis Internet of Things,” *J. Tek.*, pp. 201–207, 2022, [Online]. Available: [ht t p s : / / e j o u r n a l . u n e s a . a c . i d / i n d e x . p h p / J T E / a r t i c l e / v i e w / 4 6 9 6 8 % 0 A h t t p s : / / e j o u r n a l . u n e s a . a c . i d / i n d e x . p h p / J T E / a r t i c l e / d o w n l o a d / 4 6 9 6 8 / 3 9 4 0 8](https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/view/46968%0Ahttps://ejournal.unesa.ac.id/index.php/JTE/article/download/46968/39408)
- [11] The Gates Rubber Company, “Handbook of Timing Belts, Pulleys, Chains and Sprockets”.
- [12] V. Mounika, C. Anandini, and V. H. Kiran, “Fabrication of Voice Controlled Robotic ARM,” vol. 11, no. 1, pp. 399–407, 2024.
- [13] P. Handoko, “Sistem Kendali Perangkat Elektronika Monolitik Berbasis Arduino Uno R3,” no. November, pp. 1–2, 2017.
- [14] F. Nadziroh, “Alat Deteksi Intensitas Cahaya Berbasis Arduino Uno Sebagai Penanda Pergantian Waktu Siang-Malam Bagi Tunanetra Arduino Uno-Based Light Intensity Detection Tool As A Day-Night Alteration Mark For The Blind Yang Dapat Memuat Aspek Kehidupan Menjadi Lebih,” vol. 1, no. 3, 2021.
- [15] D. N. CAHYA, “RANCANG BANGUN SMART DELIVERY BOX DENGAN DETEKSI SENSOR INFRAMERAH DAN PEMANTAUAN KAMERA MENGGUNAKAN ORANGEPI TUGAS,” *J. Ekon. Vol. 18, Nomor 1 Maret201*, vol. 2, no. 1, pp. 41–49, 2020.
- [16] A. Wibisana Prakoso and B. Suprianto, “Rancang Bangun Sistem Deteksi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Kesalahan Melakukan Start Atlet Pelari Pada Start Block,” *J. Tek. Elektro*, vol. 7, pp. 17–22, 2018, [Online]. Available: <https://www.elecrow.com>

[17] I. I. J. Rifka Alkhilyatul Ma’rifat, I Made Suraharta, “ANALISA PERFORMA POMPA AIR DC 12V 42 WATT TERHADAP VARIASI KEDALAMAN PIPA MENGGUNAKAN BATERAI DENGAN SUMBER ENERGI DARI MATAHARI,” vol. 2, no. 6, pp. 306–312, 2024.

[18] S. M. Siagian, G. W. Jaya, and I. Nurhidayati, “Analisis Jumlah Muatan Listrik Serta Energi Pada Kapasitor Berdasarkan Konstanta Dielektrik Suatu Material,” *ORBITA J. Kajian, Inov. dan Apl. Pendidik. Fis.*, vol. 7, no. 1, p. 176, 2021, doi: 10.31764/orbita.v7i1.4420.

[19] A. Selay *et al.*, “Internet of Things,” *Encycl. Wirel. Networks*, vol. 1, p. 664, 2020, doi: 10.1007/978-3-319-78262-1_300295.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Rencana Anggaran Biaya

No	Nama Barang	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
Pembelian Habis Pakai					
1	Solar Panel 60 WP	1	buah	Rp380.000,00	Rp380.000,00
2	Besi Hollow	6	meter	Rp19.000,00	Rp114.000,00
3	Dinamo Motor	1	buah	Rp180.000,00	Rp180.000,00
4	Al Profile 2020	172	cm	Rp1.000,00	Rp172.000,00
5	Bearing KFL08	4	buah	Rp15.000,00	Rp60.000,00
6	Arduino ESP32 + Expansion	1	buah	Rp130.000,00	Rp130.000,00
7	Coupling Flexible	2	buah	Rp20.000,00	Rp40.000,00
8	Pompa Air 12V	1	buah	Rp50.000,00	Rp50.000,00
9	Bracket Motor Dinamo	1	buah	Rp35.000,00	Rp35.000,00
10	Drive Motor TB6600	1	buah	Rp150.000,00	Rp150.000,00
11	Kabel Jumper	40	buah	Rp1.000,00	Rp40.000,00
12	Resistor	15	buah	Rp500,00	Rp7.500,00
13	Push Button	8	buah	Rp20.000,00	Rp160.000,00
14	LCD	1	buah	Rp35.000,00	Rp35.000,00
15	Al Profile 2040	120	cm	Rp1.500,00	Rp180.000,00
16	Step Down LM2596S	1	buah	Rp25.000,00	Rp25.000,00
17	Breadboard/PCB	2	buah	Rp20.000,00	Rp40.000,00
18	Baut / Mur M5	50	buah	Rp2.000,00	Rp100.000,00
19	Power Supply	1	buah	Rp70.000,00	Rp70.000,00
20	LED	20	buah	Rp500,00	Rp10.000,00
21	Drum Air	1	buah	Rp65.000,00	Rp65.000,00
22	Karet Wiper	2	buah	Rp20.000,00	Rp40.000,00
23	Nozzel	2	buah	Rp5.000,00	Rp10.000,00
24	Pipa PVC 7/9 mm	1,5	meter	Rp7.000,00	Rp10.500,00
25	Elektroda	10	buah	Rp4.000,00	Rp40.000,00
26	Bracket Motor	1	buah	Rp20.000,00	Rp20.000,00
27	Box Elektronik	2	buah	Rp20.000,00	Rp40.000,00
28	Limit Switch Motor	2	buah	Rp35.000,00	Rp70.000,00
29	Kapasitor	5	buah	Rp2.500,00	Rp12.500,00
30	Konektor/Terminal	20	buah	Rp2.000,00	Rp40.000,00
31	Baterai 12V 12Ah	1	buah	Rp280.000,00	Rp280.000,00
32	Terminal Baterai 12V	1	buah	Rp60.000,00	Rp60.000,00
33	Bracket Corner	6	buah	Rp2.000,00	Rp12.000,00
34	Relay 5V 3 pin	1	buah	Rp45.000,00	Rp45.000,00
35	Fuse Holder / Sekring	4	buah	Rp7.000,00	Rp28.000,00
36	Box Panel 40x30 cm	1	buah	Rp150.000,00	Rp150.000,00
37	Kabel Nyaf (Power)	5	meter	Rp15.000,00	Rp75.000,00
38	Module RTC DS1307	1	buah	Rp15.000,00	Rp15.000,00
39	Pelindung Kabel / Conduit	5	meter	Rp10.000,00	Rp50.000,00
40	Kabel Ties	1	pack	Rp25.000,00	Rp25.000,00
41	Terminal Distribusi / Busbar	1	buah	Rp40.000,00	Rp40.000,00
42	Pulley	4	buah	Rp30.000,00	Rp120.000,00
43	Belt	6	meter	Rp50.000,00	Rp50.000,00
44	Gantry Plate 2020	2	buah	Rp95.000,00	Rp190.000,00
Biaya Sewa, Transport dan Lainnya					
1	Transportasi	1	-	Rp70.000,00	Rp70.000,00
2	Dana Tak Terduga	1	-	Rp200.000,00	Rp200.000,00
TOTAL					Rp3.736.500,00



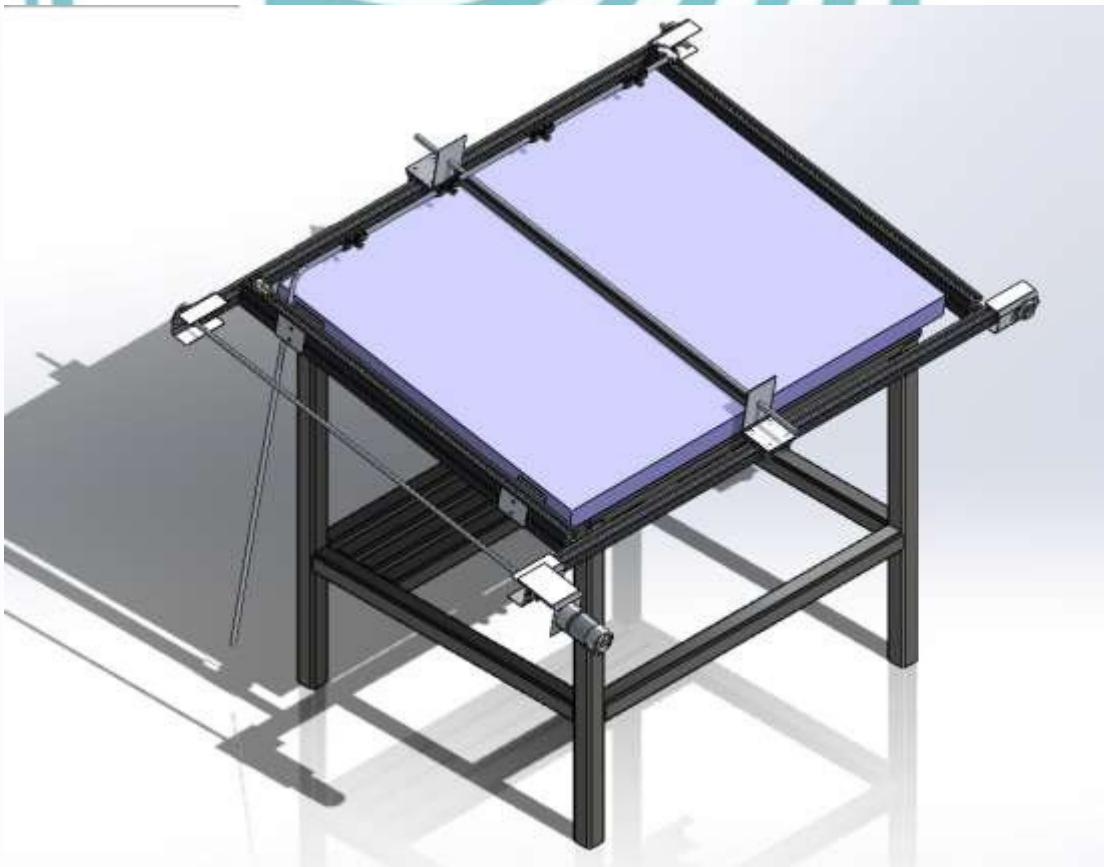
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Timeline Penelitian

No	Kegiatan	April	Mei	Juni	Juli
1	Studi Literatur				
2	Menentukan Pembuatan				
3	Pembelian Material				
4	Pembuatan Alat				
5	Evaluasi Pembuatan Alat				
6	Menyusun Laporan				
7	Sidang Akhir Hasil				

Design Alat





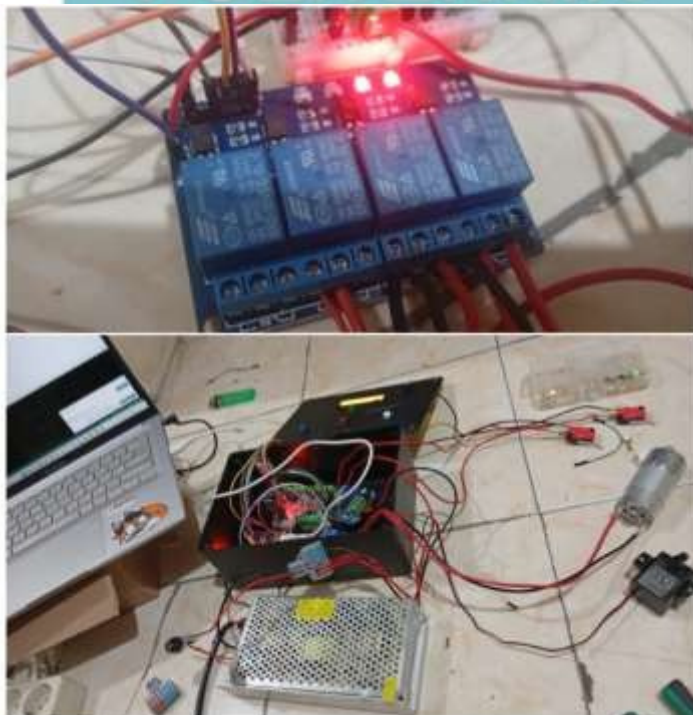
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pengukuran Air Terpakai



Pengetesan Program





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pengujian Komponen



Tampilan Pada LCD





Proses Instalasi

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

