



TUGAS AKHIR – LI 956404

**OTOMASI POMPA AIR BERDASARKAN
VOLUME TANDON AIR SEBAGAI MODUL
PEMBELAJARAN DI POLITEKNIK NEGERI
MADURA**

Oleh:

**Rania Rambu Rabbani
NRP. 33112301010**

Dosen Pembimbing:

**Ahmad Mustofa, S.Kom., M.Kom. Pembimbing I
Achmad Afandi, S.Tr.T., M.Tr.T. Pembimbing II**

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK
INDUSTRI JURUSAN TEKNOLOGI
ELEKTRO POLITEKNIK NEGERI MADURA
SAMPANG**

2026



TUGAS AKHIR – LI 956404
OTOMASI POMPA AIR BERDASARKAN
VOLUME TANDON AIR SEBAGAI MODUL
PEMBELAJARAN DI POLITEKNIK NEGERI
MADURA

Oleh:
Rania Rambu Rabbani
NRP. 33112301010

Dosen Pembimbing:
Ahmad Mustofa, S.Kom., M.Kom. Pembimbing I
Achmad Afandi, S.Tr.T., M.Tr.T.. Pembimbing II

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK
INDUSTRI JURUSAN TEKNOLOGI
ELEKTRO POLITEKNIK NEGERI MADURA
SAMPANG

2026

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mahasiswa Politeknik Negeri Madura, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi:

: ~~Nama~~ Rambu Rabbani

: ~~NRI~~ 2301010

: ~~Program Studi~~ Teknik Listrik Industri

Jurusan : Teknologi Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya

~~judul~~ “~~Operasi~~ Pompa Air Berdasarkan

Volume Tandon Air Sebagai Modul Pembelajaran di Politeknik Negeri Madura” :

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada Tugas Akhir ini.

- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi

pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.

- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada Tugas Akhir ini.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti apa yang di atas, maka Tugas Akhir saya ini dibatalkan.

Sampang, 1 Juli 2026



Rania Ranthu Rattihani
NRP. 33112301010

LEMBAR PENGESAHAN

OTOMASI POMPA AIR BERDASARKAN VOLUME TANDON AIR PADA GEDUNG SEBAGAI MODUL PEMBELAJARAN DI POLITEKNIK NEGERI MADURA

Diajukan untuk memnuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Ahli Madya Teknik

Pada,

Jurusan teknologi Elektro

Politeknik Negeri Madura

Oleh:

Rania Rambu Rabbani

NRP. 33112301010

Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal 5 Agustus 2026,
dan telah sesuai dengan ketentuan.

Disetujui Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Ahmad Mustofa, S.Kom., M.Kom.(Pembimbing I)
2. Achmad Afandi, S.Tr.T., M.Tr.T.(Pembimbing II)
3. A. Labib Fardany, S.Si., M.T.(Penguji I)
4. Mohammad Nur, S.Si., M.T.(Penguji II)
5. Firman Matiinu Sigit, S.T., M.T.(Penguji III)

Sampang,

5 Agustus 2026

LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir : Otomasi Pompa Air Berdasarkan Volume Tandon Air
Sebagai Modul Pembelajaran di Politeknik Negeri
Madura

Penulis : Rania Rambu Rabbani
NRP : 33112301010
Program Studi : DIII Teknik Listrik Industri
Jurusan : Teknologi Elektro

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui untuk disidangkan.
Ditandatangani di Gedung A, Politeknik Negeri Madura.

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II



Achmad Afandi, S.Tr.T., M.Tr.T.
NIP. 199710252024061001

Dosen Pembimbing I



Ahmad Mustofa S.Kom., M.Kom
NIP. 199407032019031017

Koordinator Program Studi
Teknik Listrik Industri



Bayu Praharsena, S.ST., M.T.
NIP. 199405312019031009

Ketua Jurusan
Teknologi Elektro



Mohammad Nur, S.Si., M.T.
NIP. 198605082019031007



ABSTRAK



Otomasi Pompa Air Berdasarkan Volume Tandon Air Sebagai Modul Pembelajaran di Politeknik Negeri Madura

Nama : Rania Rambu Rabbani
NRP : 33112301010
Dosen Pembimbing I : Akhmad Mustofa, S.Kom., M.Kom.
Dosen Pembimbing II : Achmad Afandi, S.Tr.T., M.Tr.T.

ABSTRAK

Ketersediaan air yang mencukupi pada gedung merupakan salah satu faktor penting dalam mendukung kegiatan kampus di Politeknik Negeri Madura. Namun, pengoperasian air yang masih dilakukan secara manual sering menimbulkan permasalahan, seperti keterlambatan pengisian tandon dan ketidakstabilan pasokan air. Tugas akhir ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem otomasi pompa air berdasarkan volume tandon air pada gedung. Studi pustaka dilakukan terhadap beberapa penelitian penelitian terdahulu yang membahas sistem monitoring dan pengendalian level air yang menggunakan sensor dan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama sistem.

Data hasil pengukuran ketinggian air digunakan sebagai landasan untuk mengendalikan kerja pompa secara otomatis melalui relay, sehingga pompa dapat menyala saat volume air berada pada batas maksimal dan mati ketika tandon telah penuh. Hasil perancangan menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara otomatis dan mengurangi ketergantungan terhadap pengoperasian manual. Dengan demikian, sistem meningkatkan efisiensi penggunaan air serta menjaga ketersediaan air secara berkelanjutan di lingkungan kampus.

Kata Kunci : Otomasi pompa air, volume tandon, sensor ultrasonik, ESP32.



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA

ABSTRACT





***WATER PUMP AUTOMATION BASED ON WATER
TANK VOLUME AS A LEARNING MODULE AT
POLITEKNIK NEGERI MADURA***

Nama NRP : Rania Rambu Rabbani
Supervisor : 33112301010
Supervisor I : Akhmad Mustofa, S.Kom., M.Kom
II : Achmad Afandi, S.Tr.T., M.Tr.T.

ABSTRACT

The availability of sufficient water in the building is one of the important factors in supporting campus activities at the Madura State Polytechnic. However, manual water operations often cause problems, such as delays in filling the reservoir and instability of the water supply. This final project aims to design and build a water pump automation system based on the volume of the water reservoir in the building. A heritage study was conducted on several previous studies that discussed the water level monitoring and control system using sensors and an ESP32 microcontroller as the main system controller. Data from water volume measurements are used as a basis for controlling the pump

automatically through a relay, so that the pump can turn on when the water volume is at the maximum limit and turn off when the reservoir is full. The design results show that the system is able to work automatically and reduce dependence on manual operation. Thus, the designed system is expected to help improve the efficiency of water management and maintain sustainable water availability in the campus environment.

Keywords: Water pump automation, tank volume, ultrasonic sensor, ESP32.



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA

KATA PENGANTAR

viii



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa yang telah memberi kekuatan, kemampuan, dan kapabilitas kepada penulis, sehingga penulis menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tujuan penulisan tugas akhir adalah memenuhi salah satu persyaratan bagi mahasiswa untuk dapat menyelesaikan pendidikan Diploma-3 Program Studi teknik listrik industri jurusan teknologi elektro di Politeknik Negeri Madura.

Dalam tugas akhir ini, penulis berperan sebagai editor telah menyunting karya produk buku informasi anak tentang otomasi pompa air berdasarkan volume tandon air pada gedung di Politeknik Negeri Madura.

Laporan TA ini tidak akan selesai dengan baik tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari orang-orang yang berada di sekitar penulis. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Ibu Laily Ulfiyah, S.T., MT., Direktur Politeknik Negeri Madura yang telah memberikan kesempatan, fasilitas, dan dukungan sehingga penulis dapat menempuh pendidikan dan menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

2. Bapak M. Musta'in, S.T., MT., Wakil Direktur Bidang Akademik. Terimakasih penulis sampaikan atas perhatian, kebijakan, serta dukungan yang turut menunjang kelancaran proses akademik penulis selama masa studi.

3. Bapak Muhammad Nur, S.Si., M.T. Ketua Jurusan teknologi elektro. Terimakasih penulis sampaikan atas arahan, bimbingan, serta dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

4. Bapak Ibrahim Saiful Millah, S.T., M.Sc Sekretaris Jurusan teknologi elektro. Terimakasih penulis sampaikan atas bantuan, keramahan, yang sangat membantu penulis selama proses penyusunan tugas akhir.

5. Bapak Ahmad Mustofa, S.Kom., M.Kom Pembimbing I. Penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya atas kesabaran, ketulusan, dan bimbingan yang diberikan, sehingga penulis dapat memahami, memperbaiki, dan menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Bapak Achmad Afandi, M.Tr.T, Pembimbing II. Terimakasih penulis sampaikan atas arahan, masukan, dan motivasi yang diberikan selama proses bimbingan yang sangat berarti dalam penyempurnaan tugas akhir ini.

7. Bapak Bayu Praharsena, S.ST., M.T., selaku Koordinator Program Studi D3 Teknik Listrik Industri, atas dukungan dan koordinasinya yang memudahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Bapak Moch Nur Adiwana, M.T, selaku koordinator tugas akhir, terimakasih penulis ucapkan atas bimbingan, nasihat, dan kesabaran yang telah menuntun penulis untuk bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Ibu Norma Mahmudah S.T., M.T., selaku Dosen Wali, yang senantiasa memberikan dukungan dan selalu memantau anak didiknya agar selalu memberikan yang terbaik pada kesempatan duduk dibangku kuliah kali ini.
10. Para dosen dan tenaga kependidikan Politeknik Negeri Madura yang telah senantiasa memberikan nasihat, bimbingan, dan motivasi, serta selalu mendukung perkembangan akademik penulis sejak awal perkuliahan.
11. Untuk ibunda tercinta, yakni pintu surgaku. Terimakasih yang tak terhingga penulis sampaikan kepada pintu surgaku atas kasih sayang, kesabaran, doa, dan pengorbanan yang tak ternilai. Engkau menjadi kekuatan utama bagi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih atas peluh keringat yang sudah dikeluarkan

untuk membiayai penulis dari awal sampai sekarang. Apapun akan penulis usahakan untuk melihat ibundaku tersayang bahagia.

12. Untuk ayahanda tercinta, yakni pahlawan tak bersayapku. Dengan penuh cinta dan hormat, penulis mengucapkan terimakasih kepada sosok ayah yang selalu menjadi sosok kuat, penyemangat, dan sumber doa, serta tidak pernah lelah memberikan dukungan dalam setiap langkah kehidupan penulis. Terimakasih sudah memberikan kepercayaan penuh untuk penulis menempuh pendidikan ini, semoga dengan ini terbit senyuman bangga dari bibir ayah untuk putri kecilnya yang sedang memperjuangkan masa depannya.

13. Untuk keluarga tercinta, terimakasih atas dukungan dan perhatian yang selalu di kerahkan untuk penulis sehingga penulis bisa sampai di titik ini. Semoga kebaikan keluarga tercinta selalu berbalik dengan baik.

14. Untuk keluarga Bapak Anton Sujarwo, penulis ucapkan terimakasih sebanyak-banyaknya karena sudah bersedia membantu penulis, dari awal perkuliahan sampai sekarang. Semoga kebaikan yang dilakukan menjadi

berkahnya kehidupan ini dan semoga selalu di berikan kelancaran dalam segala hal.

15. Teman-teman seperjuangan “Viking”. Terimakasih karena selalu menemani, membantu, dan memberikan semangat selama perjalanan studi, serta menjadi bagian berharga dalam suka duka penulis, semoga kita semua bisa melewati fase ini dengan hati yang lapang, semoga memudahkan urusannya untuk teman-teman seperjuanganku.

16. Untuk seseorang yang tak kalah penting kehadirannya, seseorang yang bukan saudara kandung namun perlakuannya melebihi saudara, penulis sampaikan ~~terimakasih~~ terimakasih sebanyak-banyak nya karena membantu penulis selama ini, dari awal pengenalan hingga sekarang. Terimakasih atas segala hal baik yang dilakukan sehingga penulis bisa menyantumkan pesan ini di perjalanan terakhir perkuliahan. Semoga kebaikan yang dilakukan menjadi pahala yang mengalir sederas air zam-zam dan barokah untuk semua orang.

17. Untuk partner kerja penulis, yakni Suzan, sejauh ini terimakasih sudah mau membantu penulis dalam menyelesaikan perkuliahan ini, dengan bantuan mu

penulis bisa melanjutkan perkuliahan ini dengan sebagaimana mestinya. Semoga hari mu di penuhi dengan kebahagiaan, terimakasih sudah dijanjikan menjadi teman baru dalam hidup penulis, sudah bertukar cerita dengan penulis, dan juga kebaikanmu akan selalu penulis ingat dimanapun dan kapanpun.

18. Untuk penulis sendiri, Rania rambu rabbani. Terimakasih karena sudah bertahan sejauh ini, banyaknya masalah yang penulis lalui di sela menjalani tugas akhir ini, entah dari keluarga dan apapun itu. Penulis memilih bertahan dan meneruskan semuanya sendirian. semoga perjuangan yang dilakukan berakhir dengan hasil yang selalu dipanjatkan. Teruslah bangkit walaupun sering dipatahkan, karena untuk berada di titik ini kamu sudah banyak mengorbankan.

Sampang, 22 Januari 2026

Rania Rambu Rabbani
NRP. 33112301034



DAFTAR ISI

x



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xx
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 Sistem Pengendalian Otomatis Berbasis Mikrokontroler	9

2.2.2	LCD Penampil Hasil Pembacaan Sensor dan Status Pompa.....	10
2.2.3	Perhitungan Berdasarkan Volume	11
2.2.4	Algoritma Filter Menggunakan MAD dan RMS ...	12
2.2.5	Relay	13
2.2.6	ESP32	14
2.2.7	<i>Power Supply</i>	15
2.2.8	Sensor Ultrasonik	16
2.2.9	Pompa Air	17
2.2.10	LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		19
3.1	Tahapan Penelitian	19
3.1.1	Diagram Alir Penelitian	19
3.1.2	Tahap Pelaksanaan Tugas Akhir	20
3.2	Spesifikasi Alat dan Bahan	29
3.3	Proses dan prosedur pengerjaan	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Hasil Perakitan Hardware	34
4.2	Pengujian Sensor Ultrasonik	36
4.3	Pengujian Presisi dan Akurasi Data Setelah Difilter ..	38

4.4	Perhitungan Berdasarkan Volume	38
4.5	Pengujian Otomasi Pompa	40
4.6	Pembahasan.....	46
4.6.1	Analisis Kendala	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		48
5.1	Kesimpulan	48
5.2	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA.....		50



DAFTAR TABEL



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel perbandingan	8
Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat dan Bahan	29
Tabel 4. 1 Pengujian Sensor Ultrasonik	36
Tabel 4. 2 Konversi Volume	39
Tabel 4. 3 Pengujian Otomasi Pompa	40

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Relay	14
Gambar 2. 2 ESP32	15
Gambar 2. 3 Power Supply	16
Gambar 2. 4 Sensor Ultrasonik	17
Gambar 2. 5 Pompa Air	18
Gambar 2. 6 LCD	18
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 3. 2 Blok Diagram Sistem	21
Gambar 3. 3 Diagram Alur Kerja	24
Gambar 3. 4 Flowchart Software	26
Gambar 3. 5 Desain Mekanik	28
Gambar 3. 6 Wiring Aktual	28
Gambar 4. 1 Hasil Perakitan Hardware	34

Tugas Akhir TLI

**DAFTAR SINGKATAN
DAN LAMBANG**

xx



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

<i>IoT</i>	: <i>Internet of Things</i>
PLTS	: Pembangkit Listrik Tenaga Surya
SCC	: <i>Solar Charge Controller</i>
M2M	: <i>Machine to Machine</i>
QoS	: <i>Quality of Servis</i>



BAB 1

PENDAHULUAN



BAB 1

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air merupakan sumber daya yang sangat di butuhkan untuk keberlangsungan hidup manusia dan makhluk lain di muka bumi. permintaan air diperkirakan kebutuhan akan air di Indonesia meningkat sebesar 55% hingga tahun 2050. Meningkatnya permintaan air salah satunya disebabkan karena faktor pertumbuhan jumlah penduduk sehingga penggunaan air terus meningkat. Disamping itu air juga banyak digunakan dalam sektor industri, pertanian, perkebunan dan lain sebagainya. Oleh karena itu ketersediaan air harus menjadi perhatian semua pihak, karena antara ketersediaan dan kebutuhan air haruslah berimbang.

Ketersediaan air pada gedung merupakan hal serius yang harus diperhatikan pengelola. Banyak pengelola yang kurang memperhatikan hal ini. Rekan yang berada didalamnya selalu membutuhkan air untuk minum, mencuci tangan, berwuduk maupun buang air. Pada umumnya gedung menggunakan tangki air sebagai tempat persediaan air.

Namun banyak kita temui dilingkungan sering mengalami krisis air. Hal ini disebabkan karena kurangnya perhatian dan

Terdapatnya pasokan air dapat mengakibatkan terganggunya aktifitas dalam melakukan kegiatan yang membutuhkan air[1].

Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah teknologi yang dapat mengatur proses pendistribusian air ke dalam tangki secara otomatis, sehingga dapat menjamin kestabilan ketersediaan air dalam tangki dan bak penampung. Penelitian ini dilakukan untuk mengontrol ketersediaan dan pasokan air dari tangki pusat ke tangki penampung menggunakan pompa untuk mengalirkan air dan relay digunakan untuk membuka atau menutup aliran air dari pompa. Sehingga tidak perlu melakukan pengecekan manual karena sudah ada pompa yang akan membantu air terisi secara otomatis.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara merancang sistem otomasi pompa air yang mampu mengontrol pengisian tandon secara otomatis?
2. Bagaimana cara menggabungkan kondisi ketinggian tandon atas dan tandon bawah dalam mengotomasi pompa?

1.3 Batasan Masalah

1. Sistem otomasi hanya fokus pada pengaturan hidup mati pompa air berdasarkan ketinggian air pada tandon di modul pembelajaran.
2. Sistem tidak membahas tentang kekeruhan air dan *potential of Hydrogen* (pH).

1.4 Tujuan

1. Mengurangi ketergantungan pada pengoperasian manual.
2. Membuat sistem yang dapat menyalakan pompa secara otomatis berdasarkan kondisi ketinggian air pada tandon (atas dan bawah).

1.5 Manfaat

1. Bagi mahasiswa: Menjadi media pembelajaran nyata dalam bidang otomasi dan kontrol.
2. Bagi kampus: Sebagai modul pembelajaran dan media praktikum untuk mempelajari sistem otomasi berbasis ESP32, sensor ultrasonik, relay, dan pompa air.



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA

Tugas Akhir TLI



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA



POLTERA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian Sebelumnya

Pada bagian ini peneliti memaparkan beberapa referensi yang menjadi pemikiran dalam sistem otomasi pompa air berdasarkan volume tandon ini. Adapun referensi yang digunakan sebagai acuan adalah sebagai berikut:

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rindra, Aruna Karunika “SISTEM MONITORING LEVEL KETINGGIAN AIR PADA TANDON RUMAH TANGGA BERBASIS IoT (Internet Of Things)” Penelitian ini membahas tentang sistem yang dikembangkan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur ketinggian air berdasarkan jarak permukaan air terhadap sensor. Data pengukuran di proses oleh NodeMCU ke jaringan internet. Informasi ketinggian air dikirimkan ke aplikasi *Blynk* dan ditampilkan dalam bentuk presentase volume air di dalam tandon. Sistem dilengkapi dengan beberapa batasan level air, yaitu 20%, 50%, dan 75%, yang digunakan sebagai acuan kondisi volume air. Pengendalian pompa air dilakukan melalui relay yang dikontrol oleh NodeMCU berdasarkan perintah dari aplikasi *Blynk*. Pada saat ketinggian air

mencapai batas tertentu, sistem mengirimkan notifikasi ke *smartphone* pengguna, kemudian pompa dapat dihidupkan atau dimatikan secara jarak jauh sesuai kebutuhan. Sistem ini bekerja secara monitoring dan kontrol manual berbasis IoT tanpa penerapan algoritma kontrol otomatis lanjutan seperti PID, *fuzzy logic*, dan kontrol adaptif yang dapat mengambil keputusan secara mandiri berdasarkan data sensor. Dalam sistem ini pengguna tetap berperan dalam menentukan proses pengisian air pada tandon[2].

Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Dewanto, Eki, Jordie Yoseph, Muhammad Riffa “TANDON AIR OTOMATIS MONITORING DENGAN SISTEM MENGGUNAKAN ANDROID BERBASIS ARDUINO UNO” Penelitian ini membahas tentang pengembangan tandon air otomatis dengan sistem monitoring berbasis Arduino Uno dan *Android* sebagai solusi atas kelemahan sistem konvensional pelampung dan level *switch*. Sistem lama bersifat mekanis dan elektrik sederhana yang memiliki kelemahan seperti kebocoran, kontrol level air yang kurang presisi, dan tidak adanya informasi kondisi air secara *real time*. Sistem dirancang menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi ketinggian air dan *water flow sensor*

YF-S201 untuk menghitung volume air dalam tandon. Arduino Uno berfungsi sebagai pengendali utama yang memproses data sensor dan mengaktifkan relay untuk menghidupkan atau mematikan pompa air secara otomatis sesuai batas ketinggian yang ditentukan. Data ketinggian dan volume air dikirim ke *smartphone* Android melalui Bluetooth HC-05, sehingga pengguna dapat memantau secara langsung tanpa harus mengecek secara manual. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik memiliki tingkat akurasi yang tinggi dengan rata-rata keberhasilan sebesar 98,088%, sedangkan *water flow sensor* mampu mengukur debit dan volume air dengan baik[3].

Pada penelitian oleh Anwar, Muhammad Farkhan, S. T. Agus Supradi “RANCANG BANGUN MODEL SISTEM KENDALI POMPA AIR DILENGKAPI MONITORING KETINGGIAN AIR BERBASIS INTERNET OF THINGS BERTENAGA SURYA”

Penelitian ini membahas tentang merancang sistem kendali pompa air otomatis dan pemantauan volume serta ketinggian air berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan memanfaatkan tenaga surya. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai unit kendali pusat yang terhubung dengan aplikasi

Blynk untuk monitoring jarak jauh sehingga data data hasil pembacaan sensor juga dicatat secara otomatis ke dalam *Google Spreadsheet*. Perangkat keras yang digunakan meliputi sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk mengukur ketinggian permukaan air dan sensor *water flow* FS300A untuk memantau kecepatan aliran air serta volume air. Seluruh sistem ditenagai oleh Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang terdiri dari panel surya 60 WP, *Solar Charge Controller* (SCC) dan baterai 12V, sehingga menjadikannya solusi yang lebih ramah lingkungan dan hemat biaya operasional yaitu menggunakan mode otomatis. Parameter penggerak pompa berdasarkan ketinggian air (dibawah 20 cm) dan mode manual hasil aplikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam menjalankan fungsinya. Sensor ultrasonik JSN-SR04T mencatatkan rata-rata error sebesar 1,21% dalam pengukuran ketinggian air, sementara sensor *water flow* FS300A memiliki rata-rata error sebesar 1,38% untuk kecepatan aliran air dan hanya 0,646% untuk pengukuran volume air[4].

Tabel 2. 1 Tabel perbandingan

No.	<i>Related Work</i>	<i>ESP32</i>	kontrol pompa via aplikasi	<i>Mikrokontroler</i>	<i>Sensor ultrasonic</i>
1.	Rindra, Aruna Karunika	<i>No</i>	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>
2.	Dewanto, Eki, Jordie Yoseph, Muhammad Riffa	<i>No</i>	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>
3.	Anwar, Muhammad Farkhan, S. T. Agus Supradi	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>	<i>no</i>
4.	Penelitian saat ini	<i>Yes</i>	<i>No</i>	<i>Yes</i>	<i>Yes</i>

Pada tugas akhir ini penulis membuat sebuah sistem otomasi pompa air berdasarkan volume tandon air pada gedung di politeknik negeri madura. Sistem ini menggunakan sensor ultrasonik yang di pasang pada tandon air untuk mendeteksi level air atau volume air secara *real time*. Sensor mengirimkan gelombang ultrasonik ke permukaan air dan mengukur waktu yang di butuhkan gelombang untuk kembali, sehingga menghitung jarak antara sensor dan permukaan air. Nilai jarak ini kemudian di ubah menjadi data volume air yg di kirim ke mikrokontroller sebagai informasi

dasar untuk pengoprasian pompa. Dengan sistem ini, alat dapat mengetahui secara tepat apakah tandon penuh, setengah, atau hampir kosong tanpa perlu pengawasan manual. Mikrokontroler yang menerima data dari sensor ultrasonik akan memproses informasi volume air dan mengaktifkan atau mematikan pompa air secara otomatis. Ketika volume air mencapai batas minimum yang ditentukan, pompa akan menyala untuk mengisi tandon hingga mencapai batas maksimum. Sebaliknya, jika tandon sudah penuh, maka pompa akan mati untuk mencegah tumpahan air. Sistem ini juga menggunakan relay sebagai penghubung antara mikrokontroler dan pompa untuk memastikan pengendalian daya pompa yang aman dan efisien. Sistem juga mengirimkan notifikasi melalui ESP32 untuk memantau kondisi air sehingga pengguna dapat memantau kondisi tandon dari jarak jauh.

2.2 Landasan Teori

Berdasarkan teori yang digunakan sebagai dasar untuk mendukung kelancaran dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

2.2.1 Sistem Pengendalian Otomatis Berbasis Mikrokontroler

Sistem kendali otomatis berbasis mikrokontroler merupakan sistem yang digunakan untuk menjalankan proses pengendalian berdasarkan data yang diperoleh dari sensor. Mikrokontroler berfungsi sebagai pusat pengendali yang menerima data dari sensor, mengolah data tersebut, kemudian menentukan tindakan sesuai dengan batas kondisi yang telah ditentukan. Penerapan sistem kendali otomatis dapat membantu mengurangi pengoperasian secara manual.[5]

Pada sistem otomasi pompa air, sensor ultrasonik digunakan untuk membaca ketinggian air pada tandon. Data hasil pembacaan kemudian diproses oleh ESP32 untuk menentukan kondisi air. Berdasarkan hasil pengolahan tersebut, ESP32 mengendalikan relay untuk mengatur kondisi pompa, sehingga pompa dapat menyala atau mati secara otomatis sesuai dengan batas ketinggian air yang telah ditentukan.

2.2.2 LCD Penampil Hasil Pembacaan Sensor dan Status Pompa.

LCD (*Liquid Crystal Display*) 16×2 merupakan komponen yang digunakan untuk menampilkan informasi dalam bentuk karakter. LCD 16×2 memiliki kemampuan untuk menampilkan 16 karakter pada setiap baris dan terdiri

dari dua baris tampilan. Pada sistem berbasis mikrokontroler, LCD dapat digunakan sebagai media untuk menampilkan hasil pengolahan data dari sensor maupun informasi mengenai kondisi perangkat yang dikendalikan.[6]

Pada sistem otomasi pompa air yang dirancang, LCD digunakan sebagai media tampilan untuk memberikan informasi mengenai hasil pembacaan ketinggian air dan kondisi pompa. Data yang diperoleh dari sensor ultrasonik diproses oleh ESP32, kemudian hasil pengolahan tersebut ditampilkan pada LCD sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi tandon dan status pompa secara langsung tanpa menggunakan komputer atau perangkat pemantauan lainnya.

2.2.3 Perhitungan Berdasarkan Volume

Perhitungan volume air pada wadah galon dilakukan menggunakan pendekatan rumus geometri volume tabung. Persamaan dasar yang digunakan yakni:

$$V = \pi \times r \times t^2$$

Keterangan parameter yang digunakan:

- V = Volume air (cm^3)
- π = Konstanta *phi* (3,14)
- r = Jari-jari alas galon (8 cm, diperoleh dari setengah diameter galon sebesar 16 cm)

- t = Tinggi air dalam galon (cm)
- Y = Posisi sensor ke batas dasar (45 cm)
- X = Posisi sensor ke permukaan air (25 cm)

2.2.4 Algoritma Filter Menggunakan MAD dan RMS

Pembacaan jarak oleh sensor ultrasonik pada permukaan air sering kali mengalami gangguan akibat munculnya riak atau gelombang air ketika pompa dinyalakan. Gelombang ini menyebabkan angka pembacaan sensor menjadi tidak stabil dan sesekali melonjak secara mendadak. Jika data yang tidak stabil ini langsung diproses oleh mikrokontroler ESP32, pompa bisa mati dan menyala secara terus-menerus dalam waktu singkat. Untuk mengatasi masalah tersebut, digunakan dua tahapan pemfilteran data, yaitu *Median Absolute Deviation* (MAD) dan *Root Mean Square* (RMS).

Tahap awal dilakukan menggunakan metode MAD untuk membuang data pembacaan yang tidak wajar. Prinsip kerja MAD adalah dengan melihat selisih jarak antara setiap hasil ukur sensor terhadap nilai tengah (median) dari sekumpulan data yang diambil. Jika ada hasil pembacaan sensor yang melonjak terlalu jauh dari nilai tengahnya, maka data tersebut dianggap sebagai gangguan dan langsung

dibuang dari memori pemrosesan.[7]

Setelah data-data ekstrem dibuang oleh MAD, tahap selanjutnya adalah menerapkan metode RMS. Tahap RMS ini bertugas menghitung nilai rata-rata kuadrat dari sisa data yang masih tersisa di memori pemrosesan kecil kemudian, sehingga angka ketinggian tandon yang tampil pada layar dan dibaca oleh sistem menjadi sangat stabil, konsisten, dan tidak mudah berubah-ubah secara mendadak.[8]

Relay

Relay adalah saklar elektrik yang menggunakan elektromagnetik untuk memindahkan saklar dari posisi *off* ke posisi *on*. Daya yang dibutuhkan relatif kecil untuk mengaktifkan relay tetapi relay dapat mengendalikan sesuatu yang membutuhkan daya yang lebih besar. Dengan adanya relay, perangkat berdaya kecil dapat digunakan untuk mengontrol komponen berdaya besar agar aman. Dalam sistem ini, relay berfungsi sebagai saklar otomatis yang mengendalikan pompa air berdasarkan sinyal dari sistem kontrol, sehingga pompa air dapat menyala dan mati secara otomatis sesuai dengan kondisi volume air dalam tandon.



Gambar 2.1 Relay
Sumber: <https://id.shp.ee/tzTLJc6>

ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System* merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia *Wi-Fi* dalam chip sehingga sangat mendukung untuk mendukung sistem aplikasi *Internet of Things* (IoT). ESP32 juga memiliki konsumsi daya yang efisien serta memiliki kinerja yang lebih cepat. ESP32 juga memiliki komunikasi serial yang memudahkan integrasi dengan berbagai sensor dan perangkat elektronik. Dalam sistem ini, ESP32 digunakan sebagai pusat pengendali sistem yang memproses data dari sensor ultrasonik dan mengatur kerja relay untuk mengontrol pompa air secara otomatis.



Gambar 2. 2 ESP32

Sumber: <https://id.shp.ee/hBRmXUC>

2.2.7 *Power Supply*

adalah ~~suatu rangkaian~~ suatu rangkaian elektronik yang mengubah arus listrik bolak balik menjadi arus listrik searah. *Power supply* menjadi bagian penting dalam dunia elektronika yang berfungsi sebagai sumber tenaga listrik. *power supply* juga bisa digunakan sebagai perangkat yang memasok energi listrik untuk satu atau lebih beban listrik. dalam sistem ini, power supply digunakan sebagai sumber daya utama yang menyuplai tegangan DC ke seluruh komponen sistem, seperti ESP32, sensor ultrasonik, dan relay sehingga ala dapat bekerja dengan stabil dan normal.



Gambar 2. 3 Power Supply

Sumber: <https://id.shp.ee/SNs5tDV>

2.2.8 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek atau benda pada gelombang. Sedangkan frekuensi gelombang ultrasonik kemudian menerima kembali pantulannya untuk menghitung jarak antara sensor dan objek, sehingga mampu melakukan pengukuran jarak secara akurat tanpa kontak langsung, namun dengan cara ini biasanya terdapat beberapa permasalahan karena jarak pantulan yang jauh. Pada sistem ini, sensor ultrasonik berfungsi untuk mengukur ketinggian atau volume air di dalam tandon sebagai data utama yang digunakan sistem untuk mengontrol kerja pompa air secara otomatis.



Gambar 2. 4 Sensor Ultrasonik

Sumber: <https://id.shp.cc/DudDTfu>

2.2.9 Pompa Air

Pompa air merupakan perangkat mekanis yang berfungsi untuk memindahkan cairan dengan cara menaikkan dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. Selain itu, pompa juga digunakan untuk membantu memperkuat laju aliran dalam suatu sistem perpindahan fluida. Dengan fungsi tersebut, pompa berperan penting dalam menjaga kelancaran distribusi cairan pada berbagai sistem. Dalam sistem ini, pompa berfungsi sebagai komponen utama yang mengalirkan air ke dalam tandon secara otomatis sesuai dengan kondisi volume air yang terdeteksi, sehingga ketersediaan air di dalam tandon dapat terjaga dengan baik.



Gambar 2. 5 Pompa Air

Sumber: <https://vt.tokopedia.com/t/ZS96cKGjRBbMt-OYEEr/>

2.2.10 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan perangkat keluaran yang berfungsi untuk menampilkan informasi dari sistem dalam bentuk karakter dan angka. Pada sistem ini, LCD digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan jarak dari sensor ultrasonik serta status pompa *ON* dan *OFF* secara *real-time*. Dengan adanya LCD, pengguna dapat memantau kondisi ketinggian air dan status kerja pompa secara langsung tanpa harus melihat data melalui serial monitor.



Gambar 2. 6 LCD

Sumber: shopee.co.id/product/228164339/9565202589

BAB 3 **METODOLOGI PENELITIAN**

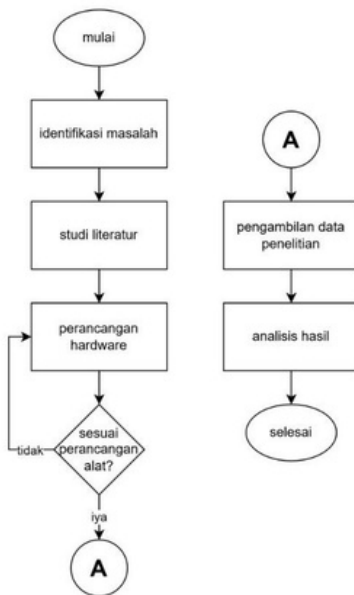
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Pada Bab III membahas perencanaan alat yang terdiri dari perancangan dan pembuatan alat untuk tugas akhir berjudul “Otomasi pompa air berdasarkan volume tandon air sebagai modul pembelajaran di Politeknik Negeri Madura”.

3.1.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.1 Tahap Pelaksanaan Tugas Akhir

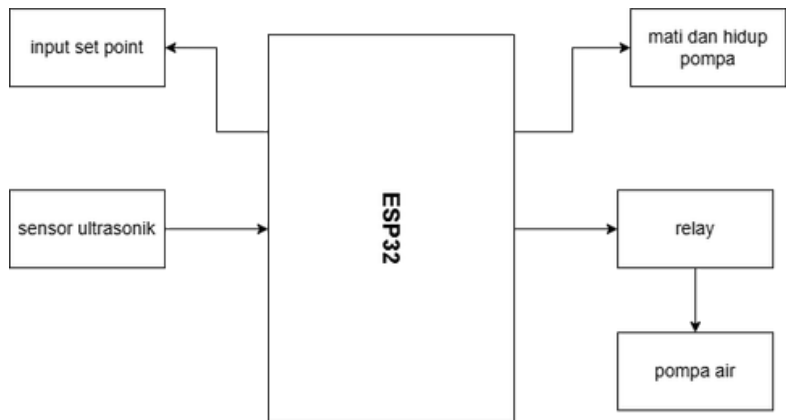
Pada gambar 3.1 merupakan alur dari pengerjaan tugas akhir yang diselesaikan secara menyeluruh dimulai dari awal hingga akhir. Alur pengerjaan tugas akhir ini menggambarkan bagaimana urutan proses yang berlangsung dari pengerjaan tugas akhir.

1. Pada tahap awal yang dilakukan adalah identifikasi masalah, identifikasi masalah merupakan tahap awal yang bertujuan untuk merumuskan permasalahan utama yang terjadi pada suatu sistem yang akan diteliti. Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap kondisi nyata di lapangan untuk menemukan ketidaksesuaian antara kondisi sistem yang dirancang dan penerapan. Identifikasi masalah membantu menentukan fokus penelitian agar penelitian ini tidak membahas hal yang diluar penelitian, serta memastikan bahwa permasalahan yang diangkat benar-benar relevan dan layak untuk diteliti berdasarkan fakta dan data yang ada.
2. Tahap kedua yaitu studi literatur. Studi literatur merupakan kegiatan penelusuran dan pengamatan berbagai sumber tertulis yang berkaitan dengan topik penelitian, jurnal ilmiah, laporan penelitian, dan publikasi

lalu yang relevan. Studi literatur dilakukan memperoleh pemahaman menyeluruh mengenai konsep, teori, metode, dan hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian yang dibahas.

3. Tahap ketiga yaitu desain perancangan hardware, yang mana tahap ini harus di rencanakan dan di tentukan spesifikasi alat-alat nya sesuai dengan perangkat yang akan di buat. Dan berikut tahap-tahap sesuai perancangan.

Blok diagram



Gambar 3. 2 Blok Diagram Sistem

Pada gambar 3.2 merupakan blok diagram sistem kerja alat yang terdiri dari beberapa bagian yakni sebagai berikut:

1. Input adalah data atau masukan yang diterima oleh sistem untuk diproses oleh mikrokontroler. Pada sistem ini, input diperoleh dari sensor ultrasonik yang digunakan untuk mendeteksi ketinggian air di dalam tandon. Sensor ultrasonik mengukur jarak antara sensor dan permukaan air, kemudian hasil pengukuran tersebut dikirimkan ke ESP32 sebagai data awal. Data ini selanjutnya digunakan oleh sistem untuk mengetahui kondisi air, apakah berada pada level rendah, sedang, atau sudah penuh.

2. Proses adalah tahap pengolahan data input yang dilakukan oleh sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan tujuan menghasilkan keputusan atau tindakan yang sesuai. Pada tahap ini, ESP32 menerima data dari sensor ultrasonik, kemudian mengolah data tersebut dengan cara menghitung dan menentukan ketinggian air. Selanjutnya, hasil pengolahan data dibandingkan dengan batas nilai yang telah ditentukan sebelumnya. Berdasarkan hasil perbandingan tersebut, ESP32 mengambil keputusan untuk menghidupkan pompa air apabila kondisi air rendah, atau mematikan pompa air apabila air telah mencapai batas penuh. Selain itu, data hasil proses juga disiapkan untuk

ditampilkan atau dikirim ke situs sebagai informasi pemantauan.

3. *Output* adalah hasil akhir atau tindakan yang dihasilkan oleh sistem setelah melakukan proses pengolahan data input. Pada sistem ini, output berupa tindakan dan informasi yang bisa dilihat atau dimanfaatkan. Tindakan yang dihasilkan berupa pengendalian pompa air, yaitu pompa akan menyala ketika air berada pada level rendah dan akan mati ketika air sudah penuh. Selain itu, output juga berfungsi sebagai informasi status ketinggian air yang dikirimkan dan ditampilkan pada aplikasi pemantauan, sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi air secara *real time*. Dengan adanya *output* ini, sistem dapat memastikan pengisian air berjalan otomatis dan efisien, serta memberikan informasi yang akurat kepada pengguna.

Flowchart sistem kerja



Gambar 3. 3 Diagram Alur Kerja

Pada gambar 3.3 merupakan diagram alur kerja alat yang mana sistem diawali dengan proses inisialisasi ESP32

sebagai pusat kendali. Setelah inisialisasi selesai, sensor membaca ketinggian air pada tandon atas dan tandon bawah.

Selanjutnya sistem melakukan pemantauan dengan memeriksa apakah ketinggian air pada tandon atas telah mencapai batas minimum. Pengecekan ini bertujuan untuk menentukan apakah tandon atas memerlukan pengisian. Jika ketinggian air tandon atas mencapai berada dibawah batas minimum, sistem akan memastikan terlebih dahulu ketersediaan air pada tandon bawah. Apabila ketinggian air di tandon bawah belum mencukupi, pompa tetap dimatikan dan sistem menjalankan proses pengisian air dari tandon pusat. Proses pengisian tandon bawah berlangsung secara terus menerus sambil dipantau hingga mencapai batas maksimum. Setelah ketersediaan air di tandon bawah dipastikan cukup, pompa diaktifkan untuk melakukan pengisian air ke tandon atas. Selama proses pengisian berlangsung, sistem terus memonitoring ketinggian air pada tandon atas. Jika pengisian air belum mencapai batas maksimum, pompa tetap beroperasi agar pengisian air terus berjalan. Ketika tandon atas mencapai telah mencapai batas batas maksimum, pompa dimatikan untuk mencegah luapan air. Setelah seluruh proses selesai, sistem kembali ke kondisi

pemantauan awal sehingga siklus pengendalian dapat berjalan secara berulang.

Flowchart software



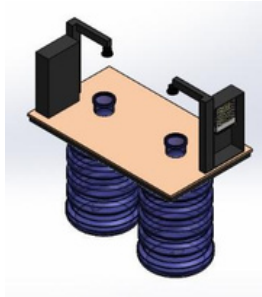
Gambar 3. 4 Flowchart Software

Pada gambar 3.4 merupakan diagram kerja pada software di mulai tahap mulai, yang mana sistem diaktifkan, kemudian dilanjutkan dengan inisialisai ESP32 sebagai mikrokontroler utama untuk mengatur seluruh proses kerja alat. Setelah itu dilakukan inisialisai sensor ultrasonik untuk menyiapkan sensor agar dapat membaca jarak permukaan air secara akurat. Selanjutnya sistem melakukan inisialisasi relay

sebagai sebagai pengendali pompa air. Pada tahap penentuan batas maksimum dan minimum, sistem menetapkan nilai ambang ketinggian yang akan digunakan sebagai acuan pengendalian, setelah semua komponen siap, maka sistem akan melakukan deteksi ketinggian air secara terus menerus untuk memperoleh data tinggi air di dalam tandon.

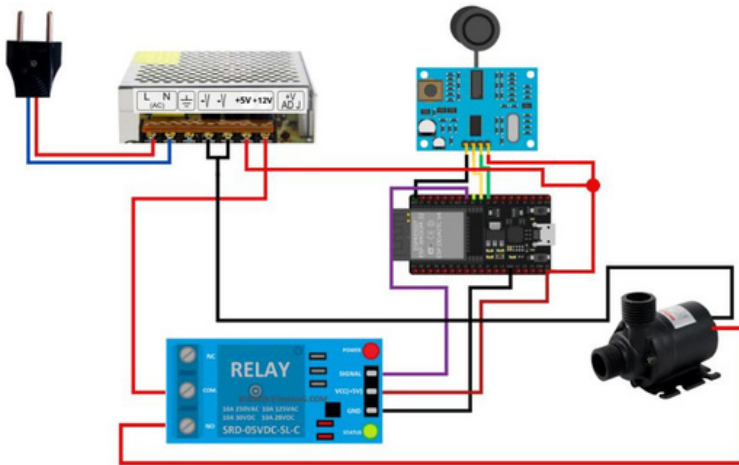
Spesifikasi ketinggian air berada dibawah batas minimum, jika iya maka pompa akan diaktifkan untuk mengisi tandon. Selama pompa hidup, sistem terus memantau ketinggian air. Jika ketinggian air belum mencapai batas yang ditentukan, pompa akan tetap bekerja. Namun ketika ketinggian air telah memenuhi batas yang ditentukan, sistem akan mematikan pompa. Setelah proses selesai maka sistem akan kembali ke kondisi return dan siap mengulangi siklus pemantauan secara otomatis.

Desain mekanik



Gambar 3. 5 Desain Mekanik

Wiring aktual



Gambar 3. 6 Wiring Aktual

Jika alat sudah sesuai dan siap uji, maka tahap selanjutnya adalah pengambilan data dengan langkah-langkah yang sesuai. Tahap selanjutnya adalah mengambil

hasil serta menganalisa dan membuat kesimpulan.

3.2 Spesifikasi Alat dan Bahan

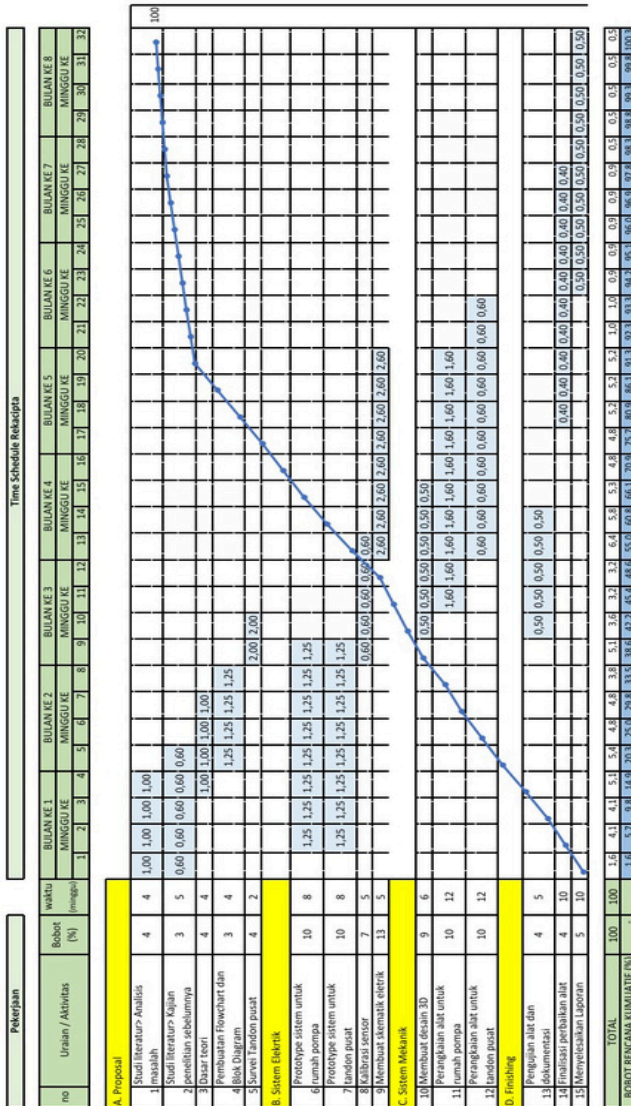
Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat dan Bahan

Alat Dan Bahan	Spesifikasi	
ESP32	Program memory	448 kb
	Protokol komunikasi	CAN, I2C, I2C, SDIO, SPI, UART
	resolusi	12 bit
	<i>Maximum clock</i>	120 MHz
	Tegangan suplai	2.3-3.6 V
	Wi-Fi	Wi-Fi 802.11 b/g/n/e/i
	Bluetooth	Bluetooth v4.2 + BLE
	Pin input/output	25x digital GPIO
Relay	Input logika	3,3-5 V
	Tegangan pemicu	5 VDC
	Tegangan pengalihan bolak balik	250 V AC

	Tegangan pengalihan searah	30 V DC
Power supply	Peralihan catu daya	5V 5A
	Model jaring	Rongga besi
	Tegangan input	110 / 220 VAC 15%
	Tegangan output	5V DC
	Daya maksimal	25 Watt (5A) Pure
Sensor ultrasonik	Tegangan DC	5V
	Arus kerja statis	5mA
	Arus kerja	30mA
	Frekuensi emisi gelombang suara	40KHz
	Perkabelan	+5V, Trig, Echo, GND
	Suhu kerja	10-70 Derajat celcius
	Suhu penyimpanan	20-80 Derajat celcius
	Jarak terjauh	5 M

	Blind spot	25 CM
Pompa air	Material	Plastik ABS
	Dimensi	5x8x6.5 cm
	<i>Inlet/Outlet</i>	½ Inch Male
	Tegangan	DC 12 V
	Arus	1-2 A
	Daya	22 W
	Laju aliran maksimal	800 L/jam
	Daya angkat air	5 M
	Suhu air sirkulasi maksimal	100 Derajat celcius
LCD	Interface	I2C (SDA, SCL)
	Tegangan kerja	5 Volt DC
	Jumlah pin	4 pin (VCC, GND, SDA,

3.3 Proses dan prosedur pengerjaan



BAB IV PEMBAHASAN

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

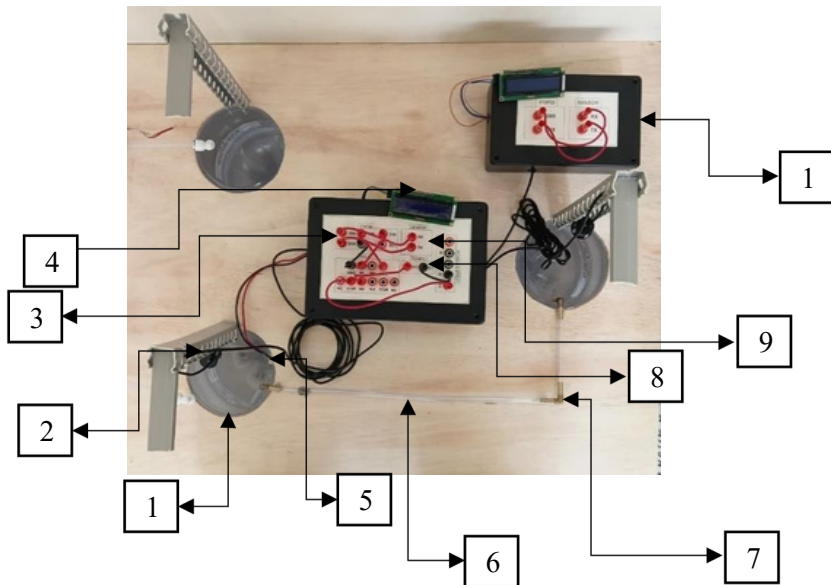
BAB IV menjelaskan hasil rancang bangun dan hasil pengujian **Otomasi Pompa Air Berdasarkan Volume**

Tandon Air Sebagai Modul Pembelajaran di Politeknik Negeri Madura . Pengujian alat ini meliputi beberapa tahapan, yaitu:

1. Hasil Perakitan *Hardware*.
2. Pengujian Sensor Ultrasonik.
3. Pengujian Otomasi Pompa .

Hasil pengujian dilakukan pada setiap bagian sistem untuk memastikan bahwa alat dapat bekerja sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Pembahasan hasil pengujian pada setiap tahapan dijelaskan sebagai berikut.

4.1 Hasil Perakitan Hardware



Gambar 4. 1 Hasil Perakitan Hardware

Perakitan yang telah dirancang. Perakitan Hardware ini terdiri dari beberapa bagian yang memiliki fungsi masing-masing, yaitu:

1. Tandon bawah yang Berfungsi sebagai menampung air yang untuk diberikan kepada tandon atas, dan akan diisi kembali ketika air tandon bawah habis dari tandon pusat.
2. Sensor ultrasonik yang berfungsi sebagai pengukur jarak dari sensor ke permukaan air secara *real-time*

menggunakan gelombang suara ultrasonik.

3. Pin input sensor dari ESP32 yang berfungsi untuk memantau kondisi ketinggian air dalam tandon dan mengolahnya secara *real-time*.
4. LCD yang berfungsi untuk menampilkan informasi status sistem secara *real-time*, seperti jarak ketinggian air, status pompa (*ON/OFF*).
5. Pompa yang berfungsi untuk menyedot dan mengalirkan air dari tandon bawah menuju tandon atas dan dialirkan melalui selang transparan ke tandon atas.
6. Selang transparan berfungsi sebagai saluran untuk mengalirkan air dari tandon bawah dan tandon atas.
7. Berfungsi untuk menyambungkan dua bagian selang agar dapat belok dengan aman tanpa membuat selang tertekuk yang bisa menghambat aliran air.
8. Pin pompa yang berfungsi sebagai jalur keluaran daya dan sinyal kendali untuk menggerakkan atau mematikan motor pompa sesuai instruksi mikrokontroler
9. Pin RX TX pada sensor yang berfungsi sebagai jalur komunikasi serial dua arah yang mengalirkan data hasil pengukuran sensor ultrasonik menuju ESP32
10. Box tandon atas yang berisi esp, sensor ultrasonik dan

power supply yang berfungsi untuk mengetahui jarak sensor yang untuk pengisian air dari tandon bawah dan supply daya untuk esp dari power supply.

4.2 Pengujian Sensor Ultrasonik

Tabel 4. 1 Pengujian Sensor Ultrasonik

No.	Alat ukur	Data setelah difilter			Error
		Percobaan ke-1	Percobaan ke-2	Percobaan ke-3	
1.	25 cm	25 cm	25 cm	25 cm	0,00%
2.	26 cm	26 cm	26 cm	26 cm	0,00%
3.	27 cm	27 cm	27 cm	27 cm	0,00%
4.	28 cm	28 cm	28 cm	28 cm	0,00%
5.	29 cm	29 cm	29 cm	29 cm	0,00%
6.	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm	0,00%
7.	31 cm	31 cm	31 cm	31 cm	0,00%
8.	32 cm	32 cm	32 cm	32 cm	0,00%
9.	33 cm	33 cm	33 cm	33 cm	0,00%
10.	34 cm	34 cm	34 cm	34 cm	0,00%
11.	35 cm	35 cm	35 cm	35 cm	0,00%
12.	36 cm	36 cm	36 cm	36 cm	0,00%
13.	37 cm	37 cm	37 cm	37 cm	0,00%

14.	38 cm	38 cm	38 cm	38 cm	0,00%
15.	39 cm	39 cm	39 cm	39 cm	0,00%
16.	40 cm	40 cm	40 cm	40 cm	0,00%
17.	41 cm	41 cm	41 cm	41 cm	0,00%
18.	42 cm	42 cm	42 cm	42 cm	0,00%
19.	43 cm	43 cm	43 cm	43 cm	0,00%
20.	44 cm	44 cm	44 cm	44 cm	0,00%
21.	45 cm	45 cm	45 cm	45 cm	0,00%

Berdasarkan hasil pengujian, sistem otomasi pompa air telah bekerja sesuai dengan logika yang dirancang. Pompa akan menyala ketika sensor membaca jarak permukaan air mencapai 45 cm, yang menandakan ketinggian air di dalam tandon mulai berkurang, dan berhenti ketika jarak permukaan air mencapai 25 cm yang menunjukkan bahwa tandon telah terisi kembali. Seluruh proses berlangsung secara otomatis berdasarkan hasil pembacaan sensor ultrasonik yang diproses oleh ESP32. Dan data akan ditampilkan pada LCD sesuai dengan hasil yang muncul pada Serial Monitor, sehingga informasi yang diterima pengguna tetap konsisten.

Meskipun sistem mampu bekerja dengan baik, pembacaan sensor ultrasonik mengalami perubahan data

secara tiba-tiba karena dipengaruhi oleh kondisi permukaan air. Riak permukaan air dapat menyebabkan pantulan gelombang ultrasonik berubah sehingga nilai pembacaan sesekali mengalami fluktuasi.

4.3 Pengujian Presisi dan Akurasi Data Setelah Difilter

Berdasarkan hasil pengujian, setelah proses filtering data dilakukan, diperoleh tingkat presisi dan akurasi yang tinggi. Tingkat presisi yang tinggi ditunjukkan dari hasil pembacaan yang konsisten dengan penyimpangan yang kecil, sedangkan akurasi yang tinggi ditunjukkan oleh nilai error sebesar 0%, yang berarti hasil pengukuran setelah filtering sama dengan hasil pengukuran manual yang digunakan sebagai pembanding. Dengan demikian, proses filtering mampu menghasilkan data yang lebih stabil, konsisten, dan mendekati hasil pengukuran manual.

4.4 Perhitungan Berdasarkan Volume

Perhitungan volume air pada wadah galon dilakukan menggunakan pendekatan rumus geometri volume tabung. Persamaan dasar yang digunakan yakni:

$$V = \pi \times r^2 \times t$$

Keterangan parameter yang digunakan:

- V = Volume air (cm^3)
- π = Konstanta *phi* (3,14)
- r = Jari-jari alas galon (8 cm, diperoleh dari setengah diameter galon sebesar 16 cm)
- t = Tinggi air dalam galon (cm)
- Y = Posisi sensor ke batas dasar (45 cm)
- X = Posisi sensor ke permukaan air (25 cm)

Contoh:

$$V: V = \pi \times r^2 \times t$$

$$: 3,14 \times 8^2 \times 20$$

$$: 3,14 \times 64 \times 20$$

$$: 5.024 \text{ cm}^3$$

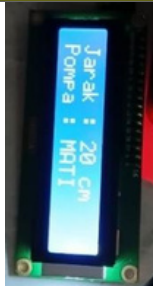
Tabel 4. 2 Konversi Volume

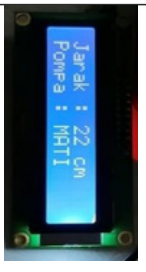
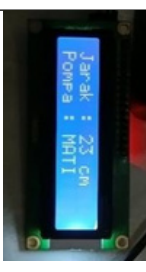
No.	Sensor ke permukaan(x)	Ketinggian air(t)	Volume
1.	25 cm	20 cm	4.019 cm^3
2.	26 cm	19 cm	3.818 cm^3
3.	27 cm	18 cm	3.617 cm^3
4.	28 cm	17 cm	3.416 cm^3
5.	29 cm	16 cm	3.215 cm^3
6.	30 cm	15 cm	3.014 cm^3
7.	31 cm	14 cm	2.813 cm^3
8.	32 cm	13 cm	2.612 cm^3
9.	33 cm	12 cm	2.411 cm^3

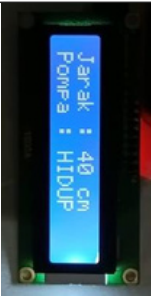
10.	34 cm	11 cm	2.210 cm ³
11.	35 cm	10 cm	2.009 cm ³
12.	36 cm	9 cm	1.808 cm ³
13.	37 cm	8 cm	1.607 cm ³
14.	38 cm	7 cm	1.406 cm ³
15.	39 cm	6 cm	1.205 cm ³
16.	40 cm	5 cm	1.004 cm ³
17.	41 cm	4 cm	803 cm ³
18.	42 cm	3 cm	602 cm ³
19.	43 cm	2 cm	401 cm ³
20.	44 cm	1 cm	200 cm ³
21.	45 cm	0 cm	0 cm ³

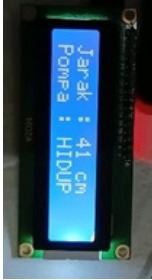
4.5 Pengujian Otomasi Pompa

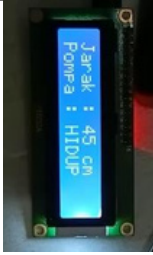
Tabel 4. 3 Pengujian Otomasi Pompa

No.	Jarak Acuan	LCD	Serial Monitor
1.			

2.			Jarak : 21 cm Pompa : MATI Jarak : 21 cm Pompa : MATI Jarak : 21 cm Pompa : MATI Jarak : 21 cm Pompa : MATI Jarak : 21 cm Pompa : MATI Jarak : 21 cm Pompa : MATI Jarak : 21 cm Pompa : MATI
3.			Jarak : 22 cm Pompa : MATI Jarak : 22 cm Pompa : MATI Jarak : 22 cm Pompa : MATI Jarak : 22 cm Pompa : MATI Jarak : 22 cm Pompa : MATI Jarak : 22 cm Pompa : MATI Jarak : 22 cm Pompa : MATI
4.			Jarak : 23 cm Pompa : MATI Jarak : 23 cm Pompa : MATI Jarak : 23 cm Pompa : MATI Jarak : 23 cm Pompa : MATI Jarak : 23 cm Pompa : MATI Jarak : 23 cm Pompa : MATI Jarak : 23 cm Pompa : MATI

5.			Jarak : 24 cm Pompa : MATI Jarak : 24 cm Pompa : MATI Jarak : 24 cm Pompa : MATI Jarak : 24 cm Pompa : MATI Jarak : 24 cm Pompa : MATI Jarak : 24 cm Pompa : MATI Jarak : 24 cm Pompa : MATI
6.			Jarak : 25 cm Pompa : MATI Jarak : 25 cm Pompa : MATI Jarak : 25 cm Pompa : MATI Jarak : 25 cm Pompa : MATI Jarak : 25 cm Pompa : MATI Jarak : 25 cm Pompa : MATI Jarak : 25 cm Pompa : MATI
7.			Jarak : 40 cm Pompa : HIDUP Jarak : 40 cm Pompa : HIDUP Jarak : 40 cm Pompa : HIDUP Jarak : 40 cm Pompa : HIDUP Jarak : 40 cm Pompa : HIDUP Jarak : 40 cm Pompa : HIDUP Jarak : 40 cm Pompa : HIDUP

8.			Jarak : 41 cm Pompa : HIDUP Jarak : 41 cm Pompa : HIDUP Jarak : 41 cm Pompa : HIDUP Jarak : 41 cm Pompa : HIDUP Jarak : 41 cm Pompa : HIDUP Jarak : 41 cm Pompa : HIDUP
9.			Jarak : 42 cm Pompa : HIDUP Jarak : 42 cm Pompa : HIDUP Jarak : 42 cm Pompa : HIDUP Jarak : 42 cm Pompa : HIDUP Jarak : 42 cm Pompa : HIDUP Jarak : 42 cm Pompa : HIDUP
10.			Jarak : 43 cm Pompa : HIDUP Jarak : 43 cm Pompa : HIDUP Jarak : 43 cm Pompa : HIDUP Jarak : 43 cm Pompa : HIDUP Jarak : 43 cm Pompa : HIDUP Jarak : 43 cm Pompa : HIDUP

11.			Jarak : 44 cm Pompa : HIDUP Jarak : 44 cm Pompa : HIDUP Jarak : 44 cm Pompa : HIDUP Jarak : 44 cm Pompa : HIDUP Jarak : 44 cm Pompa : HIDUP Jarak : 44 cm Pompa : HIDUP Jarak : 44 cm Pompa : HIDUP
12.			Jarak : 45 cm Pompa : HIDUP Jarak : 45 cm Pompa : HIDUP Jarak : 45 cm Pompa : HIDUP Jarak : 45 cm Pompa : HIDUP Jarak : 45 cm Pompa : HIDUP Jarak : 45 cm Pompa : HIDUP Jarak : 45 cm Pompa : HIDUP

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengendalikan pompa air secara otomatis berdasarkan nilai pembacaan sensor ultrasonik. Ketika sensor mendeteksi dasar permukaan galon mencapai 45 cm, ESP32 mengaktifkan relay sehingga pompa menyala. Selanjutnya, pompa akan berhenti ketika sensor membaca jarak permukaan air mencapai 25 cm.

Sistem telah bekerja sesuai dengan logika yang dirancang, namun pembacaan awal sensor ultrasonik masih

dipengaruhi oleh kondisi permukaan air di dalam tandon. Untuk mengatasi kondisi tersebut, diterapkan metode *Median Absolute Deviation* (MAD) sebagai penyaring data yang menyimpang dan *Root Mean Square* (RMS) untuk menghasilkan nilai pembacaan yang lebih stabil. Hasil pengolahan data tersebut kemudian digunakan oleh ESP32 sebagai dasar pengambilan keputusan dalam mengendalikan pompa. Namun, pada kondisi pompa masih memerlukan waktu sesaat untuk menyala maupun berhenti, karena sistem menunggu hasil pembacaan sensor yang telah diproses.

1. Kendala Teknik dalam pengoperasian.

Selama proses pengisian air dari kondisi air rendah hingga penuh, sistem masih menghadapi beberapa kendala teknis. Salah satunya adalah munculnya gelombang pada permukaan air yang menyebabkan pembacaan sensor ultrasonik sesekali berubah. Kondisi tersebut dapat memengaruhi proses pengendalian pompa karena ESP32 mengandalkan data dari sensor sebagai acuan pengambilan keputusan. Apabila sensor mengalami perubahan nilai secara tiba-tiba karena pengaruh dari riak permukaan air, maka sistem berpotensi terlambat mendeteksi bahwa air telah mencapai batas 25 cm sehingga pompa masih tetap

menyala. Oleh karena itu, kondisi sensor menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan agar sistem otomasi dapat bekerja secara optimal.

4.6 Pembahasan

Analisis Kendala

Modul pembelajaran yang dikembangkan memiliki beberapa keterbatasan atau kendala teknis dalam proses pengendalian dan pemantauan sistem pompa air. Adapun kendala sistem adalah sebagai berikut.

1. Pengembangan sistem belum diterapkannya fitur *Internet of Things* (IoT) pada alat. Pada awal perancangan, sistem direncanakan dapat mengirimkan data ketinggian air dan status pompa melalui jaringan internet sehingga kondisi tandon dapat dipantau dari jarak jauh. Namun, penerapan IoT belum dapat dilakukan karena adanya keterbatasan waktu pengembangan, serta proses integrasi antara ESP32 dengan platform monitoring. Oleh karena itu, sistem yang dikembangkan difokuskan pada otomasi pompa berdasarkan pembacaan sensor ultrasonik secara langsung. Sebagai pengganti pemantauan melalui IoT, hasil pembacaan ketinggian air dan kondisi pompa ditampilkan pada LCD secara langsung, sehingga pengguna tetap dapat

mengetahui kondisi tandon dan status pompa di dekat alat. Namun, karena belum menggunakan IoT, data tersebut belum dapat dipantau dari jarak jauh secara real-time melalui perangkat seperti smartphone atau website.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Modul pembelajaran otomasi pompa air berdasarkan volume tandon air berhasil diintegrasikan dengan sensor ultrasonik, ESP32, relay, pompa air, dan LCD. Sistem mampu bekerja secara otomatis dengan menyalakan pompa ketika jarak permukaan air mencapai 40 cm dan mematikannya ketika mencapai 20 cm sesuai dengan set point yang telah ditentukan.
2. Penerapan metode *Median Absolute Deviation* (MAD) dan *Root Mean Square* (RMS) mampu meningkatkan kualitas hasil pembacaan sensor ultrasonik dengan menyaring data yang menyimpang (*outlier*) dan menghasilkan data yang lebih stabil. Meskipun pembacaan awal sensor masih dipengaruhi oleh riak atau gelombang pada permukaan air, hasil pengolahan data tetap dapat digunakan sebagai acuan dalam pengendalian pompa.
3. Informasi mengenai ketinggian air dan status pompa

berhasil ditampilkan pada LCD secara *real-time*, sehingga pengguna dapat memantau kondisi sistem dengan mudah tanpa harus menggunakan komputer. Dengan demikian, modul pembelajaran yang dikembangkan dapat digunakan sebagai media praktikum untuk mempelajari sistem otomasi pompa air berbasis mikrokontroler.

5.2 Saran

Terdapat beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan menerapkan *Internet of Things* (IoT) sehingga proses monitoring kondisi tandon dan status pompa dapat dilakukan dari jarak jauh secara *real-time*.



DAFTAR PUSTAKA



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dodon Yendri, Desta Yolanda, and Rezy Pratiwi, “Monitoring Sistem Ketersediaan dan Pengontrolan Pengisian Air Secara Otomatis Pada Gedung Perkantoran Berbasis Mikrokontroler,” *CHIPSET*, vol. 1, no. 01, pp. 10–16, Apr. 2020, doi: 10.25077/chipset.1.01.10-16.2020.
- [2] A. K. Rindra, A. Widodo, F. Baskoro, and N. Kholis, “Sistem Monitoring Level Ketinggian Air Pada Tandon Rumah Tangga Berbasis IoT (Internet of Things).”
- [3] Dewanto, J. Yoseph, M. Rif’an,) Diii, and T. Elektronika, “Tandon Air Otomatis Dengan Sistem Monitoring Melalui Android Berbasis Arduino Uno”, doi: 10.21009/autocracy.05.1.2.
- [4] Farkhan Anwar and A. Supardi, “RANCANG BANGUN MODEL SISTEM KENDALI POMPA AIR DILENGKAPI MONITORING VOLUME DAN KETINGGIAN AIR BERBASIS INTERNET OF THINGS BERTENAGA SURYA.”
- [5] E. Dewanto, J. Yoseph, and M. Rif’an, “Tandon Air Otomatis dengan Sistem Monitoring Melalui Android

Berbasis Arduino Uno,” *Autocracy: Jurnal Otomasi, Kendali, dan Aplikasi Industri*, vol. 5, no. 01, pp. 8–16, 2018

[6] I. Muklisin, A. Sholehuddin, and Muklison, “Pendeteksi Volume Tandon Air Secara Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonic Berbasis Arduino Uno R3,” *Jurnal Qua Teknika*, vol. 7, no. 2, pp. 55–65, 2017, doi: 10.35457/quateknika.v7i2.242.

[7] I. B. Santoso, K. Wijaya, and Z. Arifin, “Perbandingan Performa Standard Deviation dan Median Absolute Deviation dalam Pengolahan Sinyal Ultrasonic,” *Jurnal Teknologi Komputer dan Elektronika*, vol. 9, no. 3, pp. 142–150, 2022, doi: 10.35842/jtke.v9i3.310.

[8] I. A. Fauzi and S. Lestari, “Analisis Perataan Sinyal Fluktuatif Menggunakan Metode Root Mean Square pada Sensor Jarak Akustik,” *Jurnal Otomasi dan Komputasi Industri*, vol. 7, no. 1, pp. 15–23, 2024, doi: 10.32493/joki.v7i1.521.

BIODATA PENULIS



Rania Rambu Rabbani Lahir di Sampang 25 Juni 2004. Penulis merupakan anak sulung dari orang tua bernama bapak Sujoko sofwan dan ibu Ellisa andriani. Riwayat pendidikan penulis adalah lulusan SDN Jelgung 1 pada tahun 2016, SMP Sabilillah pada tahun 2019, dan lulusan MA Al-Amien Prenduan pada tahun 2023. Penulis memutuskan untuk melanjutkan pendidikan diperguruan tinggi di Politeknik Negeri Madura di jurusan Teknologi Elektro pada tahun 2023. Selama menempuh pendidikan penulis mengikuti beberapa kegiatan di Himpunan dan Kerohanian. Penulis pernah menjabat sebagai anggota di departemen BPH yakni Badan Pengusaha Harian pada Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Elektro pada periode 2024/2025. Dalam menempuh pendidikan ini penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul

Otomasi Pompa Air Berdasarkan Volume Tandon Air Sebagai Modul Pembelajaran di Politeknik Negeri Madura”