

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

***PROTOTYPE SISTEM MONITORING BERBASIS IOT
DENGAN FITUR SAFETY DEVICE AUTOMATIC SWITCH
UNTUK MOTOR POMPA HYDROPHORE***



YOGI ANANDA FERDIANTO
NIT: 09.21.023.1.03

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan program pendidikan sarjana terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL
TAHUN 2025

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

***PROTOTYPE SISTEM MONITORING BERBASIS IOT
DENGAN FITUR SAFETY DEVICE AUTOMATIC SWITCH
UNTUK MOTOR POMPA HYDROPHORE***



YOGI ANANDA FERDIANTO
NIT: 09.21.023.1.03

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan program pendidikan sarjana terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL
TAHUN 2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : YOGI ANANDA FERDIANTO

Nomor Induk Taruna : 09.21.023.1.03

Program Studi : SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA
KELISTRIKAN KAPAL

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

***“PROTOTYPE SISTEM MONITORING BERBASIS IOT DENGAN FITUR
SAFETY DEVICE AUTOMATIC SWITCH UNTUK MOTOR POMPA
HYDROPHORE”***

Merupakan karya asli dan ide saya sendiri yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan. Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya sendiri menerima sanksi yang di tetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya

SURABAYA, 10 JULI 2025



YOGI ANANDA FERDIANTO

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Judul : *PROTOTYPE SISTEM MONITORING BERBASIS IOT
DENGAN FITUR SAFETY DEVICE AUTOMATIC SWITCH
UNTUK MOTOR POMPA HYDROPHORE*

Program Studi : Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Nama : YOGI ANANDA FERDIANTO

NIT : 09.21.023.1.03

Jenis Tugas Akhir : Karya Ilmiah Terapan

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui
untuk dilaksanakan Uji Kelayakan Proposal

Surabaya, 12 Desember 2024

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



ANTONIUS EDY KRISTIYONO, M.Pd
NIP. 196905312003121001

Dosen Pembimbing II



SHOFA DAI ROBBI, S.T., M.T
NIP. 198203022006041001

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



AKHMAD KASAN GUPRON, M.Pd
NIP. 19800517200502103

**PERSETUJUAN SEMINAR
HASIL TUGAS AKHIR**

Judul : *PROTOTYPE SISTEM MONITORING BERBASIS IOT
DENGAN FITUR SAFETY DEVICE AUTOMATIC SWITCH
UNTUK MOTOR POMPA HYDROPHORE*

Program Studi : Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Nama : YOGI ANANDA FERDIANTO

NIT : 09.21.023.1.03

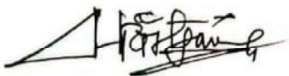
Jenis Tugas Akhir : Karya Ilmiah Terapan

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan
Seminar Hasil Tugas Akhir

Surabaya, 12 Juni 2025

Menyetujui,

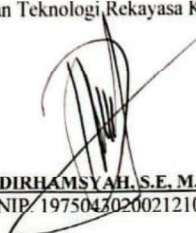
Dosen Pembimbing I


ANTONIUS EDY KRISTIYONO, M.Pd
NIP. 196905312003121001

Dosen Pembimbing II


SHOFA DAI ROBBI, S.T., M.T
NIP. 198203022006041001

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal


DIRHAMSYAH, S.E., M.Pd
NIP. 197504302002121002

PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

PROTOTYPE SISTEM MONITORING BERBASIS IOT DENGAN FITUR
SAFETY DEVICE AUTOMATIC SWITCH UNTUK
MOTOR POMPA HYDROPHORE

Disusun oleh:

YOGI ANANDA FERDIANTO
NIT. 09.21.023.1.03

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 10 Juli 2025
Mengesahkan,

Dosen Penguji I



DIANA ALIA, ST., M.Eng
NIP. 199106062019022003

Dosen Penguji II



AMBAR PRIETIARINI, M.Pd
NIP. 198906112024212011

Dosen Penguji III



ANTONIUS EDY K., M.Pd
NIP. 196905312003121001

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal



DIRHAMSYAH, S.E, M.Pd
NIP. 197504302002121002

ABSTRAK

YOGI ANANDA FERDIANTO, *Prototype* Sistem Monitoring Berbasis IoT Dengan Fitur *Safety Device Automatic Switch* Untuk Motor Pompa *Hydrophore* Dibimbing oleh Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E. dan Shofa Dai Robbi, S.T., M.T.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem monitoring dan proteksi motor pompa *hydrophore* berbasis *Internet of things* (IoT) dengan fitur *automatic switching* sebagai solusi pengawasan operasional pompa secara *real-time*. Sistem dirancang menggunakan sensor PZEM-004T untuk memantau tegangan dan arus, serta sensor thermocouple untuk mengukur suhu motor pompa. Hasil pengujian statis menunjukkan bahwa sensor memiliki tingkat akurasi yang tinggi dengan rata-rata *error* tegangan sebesar 0,86%, arus sebesar 0,22%, dan suhu sebesar 2,4%.

Pengujian dinamis dan pengujian aktual terintegrasi membuktikan bahwa sistem mampu mendeteksi kondisi gangguan seperti *undervoltage*, *overvoltage*, *overcurrent*, dan *overheating* secara cepat dan akurat. Sistem secara otomatis melakukan *switching* ke pompa cadangan apabila terjadi gangguan pada pompa utama, sehingga kontinuitas distribusi air tetap terjaga. Selain itu, sistem monitoring berbasis web server yang dikembangkan memungkinkan pengguna memantau parameter secara fleksibel melalui perangkat seluler.

Pengujian keterlambatan pengiriman data dari LCD ke web server menunjukkan *delay* rata-rata sebesar 0,65s hingga 1,92s, yang masih dapat diterima untuk aplikasi IoT. Berdasarkan hasil tersebut, sistem monitoring dan proteksi otomatis yang dikembangkan layak diterapkan dalam lingkungan operasional pompa *hydrophore* untuk meningkatkan keandalan sistem dan mencegah kerusakan peralatan.

Kata Kunci: *Internet of things (IoT)*, motor pompa *hydrophore*, web server, monitoring *real-time*, *automatic switching*

ABSTRACT

YOGI ANANDA FERDIANTO, IoT-Based Monitoring System Prototype with Automatic Switch Safety Device Feature for Hydrophore Pump Motors
Supervised by: Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E., and Shofa Dai Robbi, S.T., M.T.

The objective of this study is to design and develop an Internet of things (IoT)-based monitoring and protection system for hydrophore pump motors that has automatic switching features. This system is intended to provide real-time operational monitoring of the pump. The system uses PZEM-004T sensors to monitor voltage and current and thermocouple sensors to measure the temperature of the pump motor. Static testing results indicate that the sensors are highly accurate, with average errors of 0.86% for voltage, 0.22% for current, and 2.4% for temperature.

Dynamic and integrated testing prove that the system can quickly and accurately detect fault conditions, such as undervoltage, overvoltage, overcurrent, and overheating. If a fault occurs in the main pump, the system automatically switches to the backup pump, ensuring the continuity of water distribution. Additionally, the web server-based monitoring system allows users to monitor parameters flexibly via mobile devices.

Testing of data transmission delay from the LCD to the web server showed an average delay of 0,65s until 1,92s, which is acceptable for IoT applications. Based on these results, the developed monitoring and automatic protection system is suitable for implementation in hydrophore pump environments to enhance reliability and prevent equipment damage.

Keywords: *Internet of things (IoT), hydrophore pump motor, web server, real-time monitoring, automatic switching*

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas segala limpah rahmat, kasih karunia dan berkat yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir dengan judul “*PROTOTYPE SISTEM MONITORING BERBASIS IOT DENGAN FITUR SAFETY DEVICE AUTOMATIC SWITCH UNTUK MOTOR POMPA HYDROPHORE*”. Penelitian tugas akhir ini adalah dalam maksud untuk menyelesaikan program studi Sarjana terapan di Politeknik Pelayaran Surabaya.

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam penyajian materi dan teknik penulisan dalam karya ilmiah terapan ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan koreksi dan saran untuk meningkatkan kualitas proposal ini.

Pada kesempatan ini penulis ingin berterima kasih kepada:

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah menyediakan sarana dan prasarana untuk kelancaran penyelesaian KIT.
2. Bapak Dirhamsyah, S.E., M.Pd selaku Ketua Prodi Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal yang telah membantu membimbing dan mendidik secara sabar.
3. Bapak Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Shofa Dai Robbi ST., MT. selaku dosen pembimbing II yang telah mendidik dengan baik dan sabar.
4. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan semangat dan doa.

Saya menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan proposal ini. Kritik dan saran yang membangun sangat saya harapkan dan semoga penelitian ini akan bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, 10 Juli 2025

Yogi Ananda Ferdianto
NIT. 09.21.023.03

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN	iii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL	iv
PENGESAHAN PROPOSAL.....	v
PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya	6
B. Landasan Teori.....	7
1. Motor Listrik 1 Phase.....	7

2. Pompa Air Sentrifugal	10
3. Sensor PZEM-004T	12
4. ESP 32.....	12
5. <i>Relay</i>	13
6. LCD 20x4	14
7. <i>Thermocouple</i>	15
8. Web Server	15
9. <i>Internet of things</i>	17
BAB III METODE PENELITIAN	18
A. Perancangan Sistem.....	18
1. Alur Kerja Sistem Pengaman <i>Overvoltage</i> dan <i>Undervoltage</i>	20
2. Alur Kerja Sistem Pengaman <i>Overcurrent</i>	21
3. Alur Kerja Sistem Pengaman <i>Overheating</i>	22
B. Skema Perancangan Desain/ <i>Software/Hardware</i>	23
1. <i>Wiring</i> Diagram PZEM-004T.....	23
2. <i>Wiring</i> Diagram <i>Relay Modul</i>	24
3. <i>Wiring</i> Diagram LCD 16X2	25
4. <i>Wiring</i> Diagram <i>Thermocouple</i>	26
5. <i>Wiring</i> Diagram Keseluruhan.....	27
6. Desain <i>Prototype</i>	29
C. Rencana Pengujian	29
1. Uji Statis	30
2. Uji Dinamis	30

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
A. Uji Coba Produk.....	31
1. Pengujian Statis	35
a. Pengujian Tegangan Pada Sensor PZEM-004T.....	35
b. Pengujian Arus Pada Sensor PZEM-004T	37
c. Pengujian Suhu Pada Sensor <i>Thermocouple</i>	39
d. Pengujian LCD	41
e. Pengujian ESP 32	42
2. Pengujian Dinamis.....	43
a. Pengujian Aktual Terintegrasi	43
b. Pengujian Perbandingan nilai LCD Dengan nilai Web Server	46
B. Analisis Data	50
C. Kajian Produk Akhir.....	52
BAB V PENUTUP.....	55
A. Kesimpulan	55
B. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Motor 1 <i>Phase</i>	8
Gambar 2.2. <i>Nameplate</i> Motor.....	8
Gambar 2.3. Standart NEMA MG 1-2009.....	10
Gambar 2.4. Pompa Air	11
Gambar 2.5. Sensor PZEM-004T	12
Gambar 2.6. ESP 32.....	13
Gambar 2.7. <i>Relay</i>	14
Gambar 2.8. LCD 20x4.....	14
Gambar 2.9. <i>Thermocouple</i>	15
Gambar 2.10. Web Server	16
Gambar 3.1. Blok Diagram	18
Gambar 3.2. <i>Flowchart</i> Sistem Proteksi <i>Overvoltage</i> dan <i>Undervoltage</i>	20
Gambar 3.3. <i>Flowchart</i> Sistem Proteksi <i>Overcurrent</i>	21
Gambar 3.4. <i>Flowchart</i> Sistem Proteksi <i>Overheating</i>	22
Gambar 3.5. <i>Wiring</i> Diagram PZEM-004T	24
Gambar 3.6. <i>Wiring</i> Diagram <i>Relay</i> Modul.....	25
Gambar 3.7. <i>Wiring</i> Diagram LCD 20x4.....	26
Gambar 3.8. <i>Wiring</i> Diagram <i>Thermocouple</i>	27
Gambar 3.9. <i>Wiring</i> Diagram Keseluruhan.....	28
Gambar 3.10. Desain <i>Prototype</i>	29
Gambar 4.1. Desain alat keseluruhan	31
Gambar 4.2. Pompa 1 dan 2 <i>Hydrophore Tank</i>	32
Gambar 4.3. Panel Operator Sistem Monitoring	32
Gambar 4.4. Panel Kontrol Internal Sistem	33
Gambar 4.5. Tampilan awal Web Server pada <i>Handphone</i>	34
Gambar 4.6. Pengujian Tegangan PZEM-004T	36
Gambar 4.7. Grafik Perbandingan Tegangan PZEM-004T dengan Multimeter... 37	
Gambar 4.8. Pengujian Arus PZEM-004T.....	38
Gambar 4.9. Grafik Perbandingan Arus PZEM-004T dengan Multimeter.....	39
Gambar 4.10. Pengujian Suhu dengan Thermogun	40
Gambar 4.11. Grafik Perbandingan <i>Thermocouple</i> dengan <i>Thermogun</i>	41
Gambar 4.12. Pengujian LCD	42
Gambar 4.13. Pengujian ESP 32	42
Gambar 4.14. Grafik Waktu Delay nilai di LCD dengan Web Server	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya	6
Tabel 2.2. Spesifikasi Motor	9
Tabel 2.3. Standart yang Digunakan.....	9
Tabel 3.1. <i>Wiring</i> Diagram PZEM-004T	24
Tabel 3.2. <i>Wiring Relay</i> Modul	25
Tabel 3.3. <i>Wiring</i> LCD 20x4.....	26
Tabel 3.4. <i>Wiring</i> Sensor Suhu.....	27
Tabel 3.5. <i>Wiring</i> Diagram Keseluruhan	28
Tabel 4.1. Perbandingan Nilai PZEM-004T dengan Multimeter	36
Tabel 4.2. Perbandingan Nilai Arus PZEM-004T dengan Multimeter.....	38
Tabel 4.3. Perbandingan <i>Thermocouple</i> dengan <i>Thermogun</i>	40
Tabel 4.4. Pengujian secara aktual terintegrasi ke 1	44
Tabel 4.5. Pengujian secara aktual terintegrasi ke 2.....	45
Tabel 4.6. Waktu <i>delay</i> nilai dari LCD ke webserver jarak 10m LOS.....	47
Tabel 4.7. Waktu <i>delay</i> nilai dari LCD ke webserver jarak 20m LOS.....	48
Tabel 4.8. Waktu <i>delay</i> nilai dari LCD ke webserver jarak 10m NLOS	49
Tabel 4.9. Waktu <i>delay</i> nilai dari LCD ke webserver jarak 20m NLOS	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1. <i>Coding Software Program</i>	55
--	----

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Mesin pompa air adalah peralatan mekanis yang berfungsi untuk mengangkat cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi. Pompa air digunakan untuk menyuplai air dari penampungan ke wadah yang akan diisi air. Pada prinsip kerjanya, pompa mengubah energi mekanik yang dihasilkan oleh motor menjadi energi aliran fluida. Energi yang diterima oleh fluida ini kemudian digunakan untuk menaikkan tekanan dan mengatasi tahanan yang terdapat pada saluran yang dilalui (La Raufun, Sandi Ardiasyah, 2018).

Fresh water pump hydrophore adalah permesinan bantu di atas kapal yang berfungsi untuk memindahkan air tawar dari *freshwater tank* ke *hydrophore tank*. Tipe pompa yang digunakan pada *hydrophore* adalah pompa dengan tipe sentrifugal. Pompa dimana cairan ditekan dengan memberikan putaran cepat dan menyebabkan aliran yang berputar. Pompa sentrifugal dapat mengubah energi mekanik dalam bentuk kerja poros menjadi energi fluida, energi tersebut yang mengakibatkan pertambahan terhadap nilai tekanan, nilai kecepatan, dan nilai potensial pada zat cair yang mengalir secara berkelanjutan. Pompa bekerja secara otomatis yang diatur oleh detektor tekanan, yang menutup membuka saklar motor listrik penggerak pompa. Pompa berhenti bekerja jika tekanan tangki telah mencapai batas minimum gelas duga yang telah ditetapkan.

Di atas kapal, pompa ini sering menghadapi risiko kerusakan akibat gangguan teknis seperti *undervoltage*, *overvoltage*, *overcurrent*, *overheating*.

Gangguan tersebut diakibatkan karena pompa yang tidak beroperasi dalam mode kontinu karena *hydrophore* memiliki *pressure controller* yang mengatur *start/stop* motor pompa dengan memperhatikan tekanan dalam tanki agar tetap stabil, hal ini mengakibatkan abnormal pada tegangan dan arus pada motor pompa karena beban yang dipakai saat motor pompa *start/stop* tidak stabil. Gangguan tersebut dapat menyebabkan kerusakan komponen, hingga terganggunya distribusi air ke akomodasi.

Sistem pada pompa *hydrophore* masih mengandalkan pengawasan manual oleh Masinis Jaga, memiliki beberapa keterbatasan signifikan. Keterbatasan ini mencakup keterlambatan dalam deteksi gangguan pada pompa, sehingga mempengaruhi kerusakan signifikan dari sistem pompa *hydrophore*, serta defisiensi untuk memberikan respon cepat terhadap perubahan parameter operasional dari pompa, sehingga menyebabkan fluktuasi pada sistem distribusi air yang dialirkan ke akomodasi kapal.

Penelitian ini dirancang menggunakan pendekatan sistem yang melibatkan analisis kebutuhan, perancangan, dan pengujian perangkat *safety device automatic switch* serta monitoring menggunakan *Internet of things* (IoT) pada pompa *hydrophore*. Sistem yang dikembangkan bertujuan untuk mengidentifikasi potensi gangguan pada motor pompa dan memberikan *safety device* secara otomatis *switch*. Penerapan sistem ini, diharapkan pompa *hydrophore* dapat beroperasi dengan lebih efisien, sehingga mendukung keberlanjutan operasional yang optimal dalam mendistribusi air ke akomodasi kapal.

Penelitian (Ardiliansyah et al.(2021) membuktikan bahwa penerapan sistem monitoring pompa berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan sensor *flow meter* dan sensor ultrasonik mampu memberikan deteksi *real-time* terhadap parameter sistem pompa, serta memungkinkan kontrol jarak jauh untuk menghindari kegagalan distribusi air. Sistem yang memanfaatkan mikrokontroler ESP32 dengan konektivitas web server telah terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi potensi kerusakan pada sistem pompa air.

Safety device automatic switch ini tidak hanya akan memperpanjang umur pompa, tetapi juga meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi risiko kerusakan yang dapat mempengaruhi kelancaran distribusi air.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diambil beberapa pokok permasalahan yang untuk selanjutnya diberikan rumusan masalah agar memudahkan dalam solusi pemecahannya, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana proses *automatic switch* pada pompa primer ke pompa sekunder ketika pompa primer terdeteksi fluktuasi parameter suhu, arus dan tegangan pada motor pompa yang juga dapat diketahui nilai fluktuasinya?
2. Bagaimana mengimplementasikan teknologi IoT untuk memonitor kondisi pompa secara *real-time* yang dapat diakses oleh masinis jaga?

C. Batasan Masalah

1. Parameter yang dimonitoring untuk *safety device automatic switch* hanya berfokus memantau tegangan, arus, suhu dengan hanya berfokus ke sistem kinerja dari motor pompa *hydrophore*.
2. Penelitian ini terbatas pada kerusakan sistem pompa *hydrophore*, serta meresponsnya dengan tindakan otomatis.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengembangkan sistem proteksi dan monitoring otomatis yang dapat meningkatkan kinerja dan dayatahan pompa *hydrophore*. Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem *automatic switch* pada motor pompa *hydrophore* untuk *safety device* akibat gangguan teknis seperti *undervoltage*, *overvoltage*, *overcurrent*, *overheating*.
2. Mengimplementasikan platform IoT untuk monitoring kondisi motor pompa *hydrophore* secara *real-time* yang dapat diakses oleh masinis jaga melalui Handphone.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam pengoperasian sistem pompa *hydrophore*, serta berkontribusi pada pengembangan teknologi sistem *automatic switch* dan monitoring di pompa *hydrophore*. Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dalam bidang teknologi otomasi dan IoT, khususnya terkait penerapan sistem proteksi otomatis pada pompa *hydrophore*. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi dasar pengembangan konsep-konsep baru dalam pengelolaan dan monitoring perangkat mekanis berbasis parameter kritis, seperti tegangan, arus, dan suhu

2. Manfaat Praktis

- a. Pengembangan *Safety device* : Penelitian ini menghasilkan *safety device* secara otomatis yang mampu mendeteksi dan merespons gangguan teknis pada pompa *hydrophore*, sehingga dapat mencegah kerusakan lebih lanjut dan memperpanjang masa pakai pompa.
- b. Implementasi Monitoring *Real-time*: Sistem berbasis IoT yang dirancang dalam penelitian ini memungkinkan masinis jaga untuk memonitor kondisi motor pompa secara *real-time*, meningkatkan efisiensi operasional, dan mempercepat pengambilan keputusan saat terjadi gangguan.
- c. Efisiensi Operasional: Dengan pengurangan *downtime* akibat gangguan teknis, penelitian ini berkontribusi pada penghematan biaya operasional dan pemeliharaan serta meningkatkan keandalan sistem distribusi air atau fluida.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Review penelitian memiliki peran yang sangat penting dalam memahami hasil dan perbedaan dari penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, penulis memerlukan informasi yang terperinci dari berbagai penelitian sebelumnya untuk mendukung argumen dan temuan dalam penelitiannya. Berikut adalah *review* penelitian sebelumnya.

Tabel 2.1. *Review* Penelitian Sebelumnya
Sumber : Dokumen Penelitian

No.	Penulis	Judul	Hasil	Perbedaan
1	(Aswar Anas, Munawir Khairil Anwar (2022))	Rancangan Sistem Proteksi dan Monitoring Pompa Air Jarak Jauh Berbasis Mikrokontroler di Bandar Udara Kasiguncu Poso	Jurnal ini membahas perancangan sistem proteksi pada pompa air dan hanya berfokus pada monitor menggunakan IoT apabila ada gangguan pada pompa air.	Perbedaan utama antara jurnal ini dan penelitian saya terletak pada media yang dipergunakan. Penelitian saya mengembangkan solusi dengan sistem <i>automatic switch</i> apabila ada gangguan pada pompa air primer.
2	(Aldiaz Rasyid Ardiliansyah, Mariana Diah Puspitasari, Teguh Arifianto (2021))	Rancang Bangun Prototipe Pompa Otomatis dengan Fitur Monitoring Berbasis IoT Menggunakan Sensor <i>Flow Meter</i> dan Ultrasonik	Jurnal ini menjelaskan tentang <i>prototype</i> yang memonitor pengisian bahan bakar dari tanki cadangan ke tanki genset.	Perbedaan utama jurnal ini dan penelitian saya, terletak pada monitor <i>supply</i> air dari tanki <i>freshwater</i> ke tanki <i>hydrophore</i> .
3	(Ferry Widodo, Eko Mardianto, Yohannes Chrysostomos Hendro Yuwono (2024))	Purawira Monitoring Tandon Air dan Kontrol Pompa Secara Otomatis Berbasis <i>Internet of things</i>	Penelitian ini membahas monitor level air dan kontrol pompa otomatis dengan IoT	Perbedaan antara penelitian ini dan penelitian saya, terletak pada sistem proteksi dan <i>auto switch</i> . Dimana jurnal ini hanya membahas

No.	Penulis	Judul	Hasil	Perbedaan
				monitor lebel dan putaran pompa, sedangkan jurnal saya membahas permasalahan pompa seperti tegangan, arus, suhu, yang bermasalah dengan <i>switch</i> otomatis.
4	(Harnansyah, Banang Mufti, Ina Sunaryan Tiningsih, Bayu Fandidarma (2021)	<i>Prototype</i> Pengontrol dan Monitoring Pompa Air untuk Pengairan Sawah Berbasis IoT	Jurnal ini membuat <i>prototype</i> untuk memonitor pompa air menggunakan IoT dengan mikrokontroler Wemos D1 R2	Perbedaan antara jurnal ini dengan penelitian saya adalah mikrokontroler yang digunakan untuk memonitor yaitu ESP32 dengan teknologi IoT.

B. Landasan Teori

Landasan teori penelitian ini membangun definisi dan konsep *variable* penelitian secara sistematis, termasuk penjelasan konsep-konsep kunci, serta hubungan antar *variable*. Teori-teori pendukung dari berbagai disiplin ilmu dan literatur terkait digunakan untuk memperkaya pemahaman topik penelitian. Landasan teori ini mengarahkan penelitian dengan fokus, menyediakan dasar solid untuk interpretasi hasil, dan berkontribusi pada pemahaman ilmiah di bidang yang diteliti. Landasan teori yang digunakan dalam penelitian ini meliputi antara lain sebagai berikut.

1. Motor Listrik 1 Phase

Motor induksi merupakan jenis motor listrik yang sangat umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari, terutama di sektor industri. Motor induksi satu fasa sering digunakan untuk mengoperasikan beban dengan

kapasitas sedang secara efisien. Keunggulan ini menjadikannya sebagai komponen vital dalam berbagai aplikasi industri, seperti penggerak mesin-mesin, kompresor, dan pompa (Feri Febrian Syah & Endi Permata, 2022).



Gambar 2.1. Motor 1 Phase

Sumber : <https://images.app.goo.gl/Lfy1dfmhnEhbyB8n9>

Komponen utama yang menentukan kinerja motor induksi adalah stator dan rotor. Berdasarkan pengamatan, stator dan rotor memiliki peran yang sangat penting karena keduanya merupakan bagian yang terus beroperasi sepanjang penggunaan motor. Stator berfungsi menghasilkan medan magnet bolak-balik yang diperlukan untuk menginduksi rotor, sedangkan rotor bertugas mengonversi energi elektromagnetik menjadi energi mekanik. Kombinasi kinerja kedua komponen ini menjadi penentu utama efisiensi dan daya tahan motor listrik (Feri Febrian Syah & Endi Permata, 2022).



Gambar 2.2. Nameplate Motor

Sumber : <https://images.app.goo.gl/CqhBK5PmV1HFJpe29>

Pada gambar 2.2 dapat diketahui spesifikasi motor induksi 1 phase dengan merk SHIMIZU yang digunakan. Berikut merupakan tabel spesifikasi motor induksi.

Tabel 2.2. Spesifikasi Motor
Sumber : Dokumen Penelitian

Merk	SHIMIZU
Tipe	PS-135E
Daya Input/Output	330/125W
Tegangan	220 V
RPM	2900
Arus	1.3 A
Frekuensi	50 Hz

Pada penelitian kali ini penulis menggunakan motor induksi 1 *phase* dengan merk SHIMIZU. Motor induksi tersebut membutuhkan tegangan 220 VAC untuk mengoperasikannya dengan daya input 330W dan output 125W. Motor induksi 1 phase yang digunakan juga memiliki rate rpm sebesar 2900 rpm, dari spesifikasi yang telah didapat motor induksi 1 *phase* tersebut dapat beroperasi dengan normal.

Tabel 2.3. Standart yang Digunakan
Sumber : Dokumen Penelitian

No.	Jenis Proteksi	Besaran	Sumber Regulasi
1	<i>Under/Overvoltage</i>	Maksimal 10% dari tegangan <i>nameplate</i> pada kondisi <i>running</i>	Nema MG 1-2009 <i>Part 12, Page 19</i>
2	<i>Overcurrent</i>	Maksimal 10% dari arus <i>nameplate</i> pada kondisi <i>running</i>	Nema MG1-2009 <i>Part 12, Page 19</i>
3	<i>Overheating</i>	Tergantung dari jenis <i>winding insulation</i> seperti kode A = 60 C, B = 80 C, F = 105 C, H = 125 C	Nema MG 1-2009 <i>Part 12, Page 15</i>

Kerusakan pada motor induksi dapat diminimalisir serta terdeteksi sedini mungkin dengan memperhatikan dan memonitoring secara realtime setiap perubahannya. Maka dari itu setiap peralatan yang digunakan secara konvensional tentu harus memiliki kriteria tertentu agar peralatan tersebut

aman untuk digunakan, berikut adalah standar NEMA MG 1-2009 yang digunakan.

12.44 VARIATION FROM RATED VOLTAGE AND RATED FREQUENCY

12.44.1 Running

Alternating-current motors shall operate successfully under running conditions at rated load with a variation in the voltage or the frequency up to the following:

- a. Plus or minus 10 percent of rated voltage, with rated frequency for induction motors.
- b. Plus or minus 5 percent of rated voltage, with rated frequency for universal motors.
- c. Plus or minus 5 percent of rated frequency, with rated voltage.
- d. A combined variation in voltage and frequency of 10 percent (sum of absolute values) of the rated values, provided the frequency variation does not exceed plus or minus 5 percent of rated frequency, and the voltage variation of universal motors (except fan motors) does not exceed plus or minus 6 percent of rated voltage.

Performance within these voltage and frequency variations will not necessarily be in accordance with the standards established for operation at rated voltage and frequency.

Gambar 2.3. Standar NEMA MG 1-2009

Sumber : Dokumen Penelitian

Standar merupakan ukuran atau tingkatan tertentu yang dipakai sebagai patokan. Patokan yang dimaksud yaitu parameter yang dianggap tetap nilainya sehingga dapat dipakai sebagai acuan yang di dalamnya terdiri dari spesifikasi-spefikasi teknis atau kriteria-kriteria yang akurat digunakan sebagai aturan.

2. Pompa Air Sentrifugal

Pompa air sentrifugal adalah suatu alat atau mesin untuk memindahkan cairandari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan gaya sentrifugal yang diakibatkan gerak impeller dan sekaligus mengubah tenaga kinetik fluida menjadi tenaga tekan pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus sekaligus mengubah tenaga kinetik fluida menjadi tenaga tekan (Anoi et al., 2022).



Gambar 2.4. Pompa Air

Sumber : <https://images.app.goo.gl/8RXwTEQ9V7gBmbRW6>

Pompa merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara menaikkan tekanan cairan tersebut. Pompa sentrifugal mempunyai sebuah impeller (sudu) untuk mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. Daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeller di dalam zat cair. Maka zat cair yang ada di dalam impeller, oleh dorongan sudu-sudu ikut berputar. Karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair mengalir dari tengah impeller keluar melalui saluran diantara sudu – sudu (Anoi et al., 2022).

Prinsip kerja pompa *hydrophore* adalah menghisap dan memfokuskan aliran fluida. Di sisi hisap (*suction*), elemen pompa menurunkan tekanan dalam ruang pompa, menciptakan perbedaan tekanan antara ruang pompa dan permukaan fluida yang dihisap, yang mengakibatkan fluida mengalir ke dalam ruang pompa. Fluida ini kemudian didorong atau diberikan tekanan oleh elemen pompa, sehingga mengalir ke dalam saluran tekan (*discharge*) melalui lubang tekan. Proses kerja ini berlangsung terus selama pompa beroperasi.

3. Sensor PZEM-004T

PZEM-004T adalah sebuah sensor yang dapat digunakan untuk mengukur arus, tegangan, daya dan energi pada suatu kabel yang dialiri listrik. Modul ini sudah dilengkapi sensor tegangan dan sensor arus (CT) yang sudah terintegrasi. Dalam penggunaannya, alat ini khusus untuk penggunaan dalam ruangan (*indoor*) dan beban yang terpasang tidak diperbolehkan melebihi daya yang sudah ditetapkan (Furqon et al., 2019).

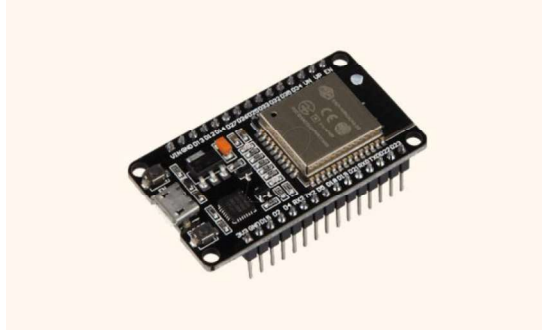


Gambar 2.5. Sensor PZEM-004T

Sumber : <https://images.app.goo.gl/94Y5h8qM4zarC6sm7>

4. ESP 32

ESP32 merupakan *board* mikrokontroler yang memiliki chip 2.4 GHz WiFi, selain itu *board* ini dilengkapi dengan bluetooth yang dirancang dengan TSMC ultra-daya rendah. *Board* ini dikenalkan oleh Espressif Sistem yang merupakan penerus dari *board* sebelumnya yakni ESP8266. *Board* ini memiliki beberapa keunggulan di antaranya memiliki daya pemakaian rendah, memiliki modul WiFi yang sudah terintegrasi, serta memiliki bluetooth mode ganda dengan daya pemakaian rendah. *Board* ini kompatibel dengan teknologi *Internet of things* (IoT) (Zaini et al., 2020)).



Gambar 2.6. ESP 32

Sumber : <https://images.app.goo.gl/Tuy9nSoCtNiXfN2C9>

5. *Relay*

Relay arus lebih merupakan perangkat proteksi yang berfungsi mendeteksi kenaikan arus yang melebihi nilai ambang pengaman yang telah ditentukan dalam sistem, dalam rentang waktu tertentu. Ketika arus listrik pada sistem pompa melampaui nilai yang telah disetel (nilai setting), *Relay* ini akan aktif (*pick-up*) untuk melindungi sistem dari potensi kerusakan akibat kelebihan arus dan tegangan.

Dalam aplikasi proteksi pompa, *Relay* arus lebih berfungsi sebagai pelengkap dari sistem proteksi utama, seperti proteksi diferensial, untuk mendeteksi gangguan eksternal. *Relay* ini dirancang untuk melindungi pompa dari kerusakan yang disebabkan oleh gangguan hubungan singkat antar fasa, hubungan singkat satu fasake tanah, maupun beban berlebih. Dengan demikian, *Relay* arus lebih menjadi salahsatu elemen penting dalam menjaga keandalan dan umur operasional pompa pada berbagai kondisi operasional (Nasution et al., 2021).



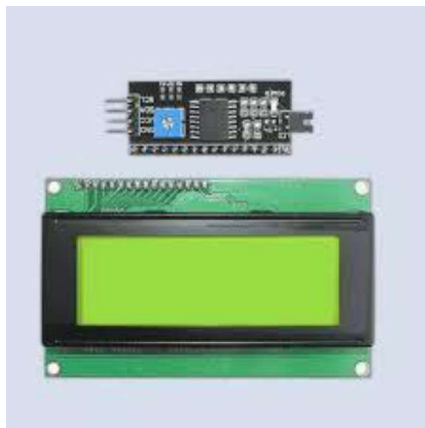
Gambar 2.7. *Relay*

Sumber : <https://images.app.goo.gl/SNw86wS5ySYPSkTS9>

6. LCD 20x4

Liquid Crystal Display (LCD) adalah sebuah peralatan elektronik yang memiliki fungsi untuk menampilkan *output* sebuah sistem dengan cara membentuk suatu citra atau gambaran pada sebuah layar. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik (Valentin et al., 2020).

Modul ini merupakan salah satu jenis LCD paling umum dalam aplikasi sistem tertanam karena kemudahannya untuk diintegrasikan dengan mikrokontroler, efisiensi daya, dan kemampuan menampilkan teks serta simbol sederhana.



Gambar 2.8. LCD 20x4

Sumber : <https://images.app.goo.gl/Mup4DdrUQixkkSNP9>

Meskipun LCD 20x4 tidak berfungsi sebagai sensor, ia sering digunakan bersama dengan sensor untuk menampilkan hasil pengukuran atau status sistem. Dalam konteks ilmiah, modul ini memiliki peran penting sebagai antarmuka pengguna dalam berbagai aplikasi sensor

7. *Thermocouple*

Thermocouple adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor, yang prinsip kerjanya masing-masing ujung logam konduktor digabung sehingga menimbulkan efek “*Thermo-electric*”. Salah satu jenis logam konduktor yang terdapat pada *Thermocouple* akan berfungsi sebagai referensi dengan suhu konstan (tetap), sedangkan logam Konduktor berfungsi sebagai logam konduktor yang mendeteksi suhu panas (Putu et al., 2022).



Gambar 2.9. *Thermocouple*

Sumber : <https://images.app.goo.gl/YLBtiwGRAGBoin4w6>

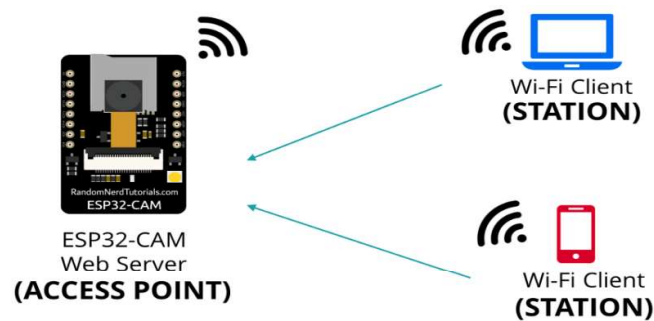
8. Web Server

Web server adalah jenis perangkat lunak yang berfungsi sebagai penyedia layanan data dan media dalam jaringan komputer atau internet. Perangkat ini menggunakan protokol komunikasi seperti HTTP dan HTTPS untuk mengelola permintaan dari pengguna dan mengirimkan hasilnya dalam bentuk halaman web. Konten yang dikirimkan dapat berupa file HTML, serta

berbagai elemen pendukung lainnya seperti teks, gambar, video, dokumen, dan berkas lainnya(Kamil et al., 2023).

Fungsi utama web server adalah menjalankan dan mentransfer file yang diminta oleh pengguna melalui protokol komunikasi yang telah ditentukan. Ketika seorang pengguna mengakses suatu halaman web, browser akan mengirimkan permintaan ke web server yang kemudian mencari, memproses, dan mengirimkan data yang sesuai. Jika permintaan tersebut berhasil diproses, web server akan mengembalikan konten yang diminta kepada browser untuk ditampilkan kepada pengguna. Namun, jika halaman yang dicari tidak ditemukan atau terjadi kesalahan, web server akan menampilkan pesan *error* seperti *404 Not Found*.

Selain menyediakan layanan hosting untuk website, web server juga dapat digunakan untuk menjalankan berbagai aplikasi berbasis web, menyediakan layanan penyimpanan berbasis cloud, serta mendukung sistem komunikasi seperti email dan FTP. Dengan demikian, web server memainkan peran penting dalam infrastruktur internet modern, memungkinkan pengguna untuk mengakses dan berbagi informasi secara efisien dan aman.



Gambar 2.10. Web Server

Sumber : <https://images.app.goo.gl/hoXTRcAK9xse5BEf8>

9. *Internet of things*

Internet of things atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus menerus. Istilah "*Internet of things*" (IoT) pertama kali digunakan pada tahun 1999 oleh pelopor teknologi Inggris Kevin Ashton menggambarkan sebuah sistem di mana objek di dunia fisik dapat dihubungkan ke Internet oleh sensor. Adapun kemampuan IoT adalah menjadikan internet untuk berbagi data, menjadi remote control pada benda di dunia nyata, dan sebagainya. Dengan kata lain *Internet of things* (IoT) adalah sebuah konsep/skenario dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer (Yurika & Muhaemin Zuhud, 2023).

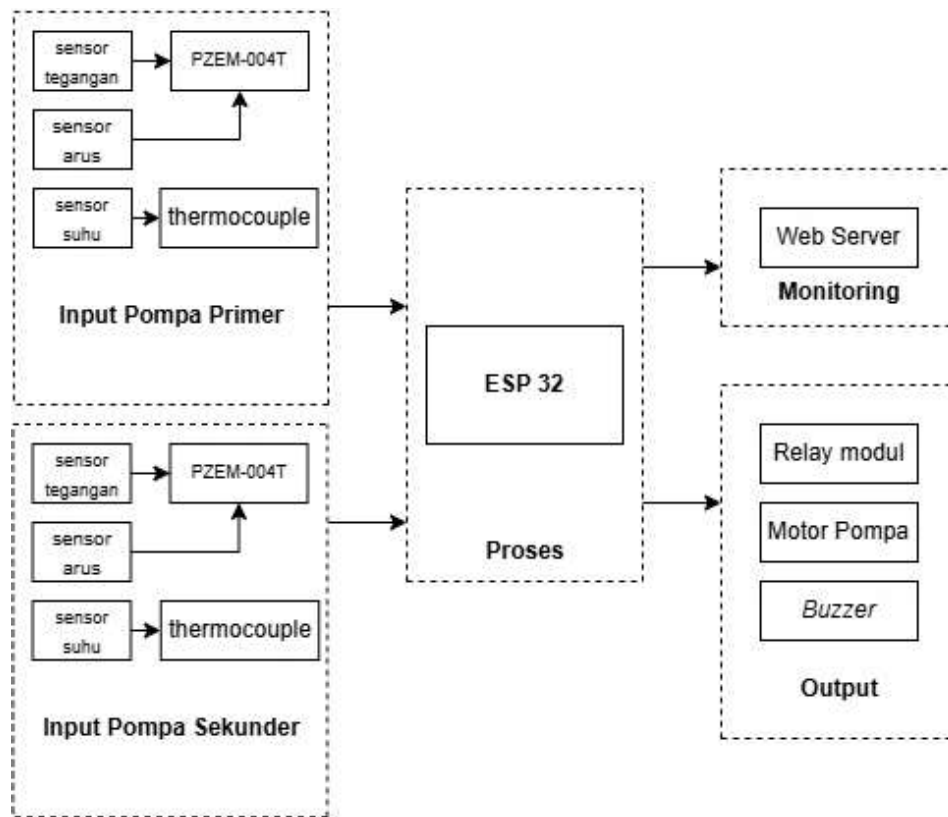
Teknologi ini memfasilitasi berbagai fungsi krusial seperti kontrol jarak jauh pada objek fisik, monitoring *real-time*, dan analisis data otomatis. Melalui integrasi sensor dan aktuator, IoT menciptakan jembatan antara dunia fisik dan digital, menghasilkan platform teknologi yang mampu mengumpulkan, memproses, dan mentransmisikan data secara efisien untuk berbagai aplikasi modern.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Perancangan Sistem

Perancangan sistem pada penelitian ini menggunakan metode *Research and Development*. Berikut adalah blok diagram pada penelitian tersebut.



Gambar 3.1. Blok Diagram
Sumber: Dokumen Penelitian

Pada gambar 3.1 terdiri dari tiga komponen utama yaitu input, proses, dan output yang terintegrasi secara sistematis untuk menghasilkan sistem pemantauan yang efisien dan reliable.

Pada bagian input, sistem dilengkapi dengan dua unit pompa yang identik dimana masing-masing pompa terintegrasi dengan empat jenis sensor.

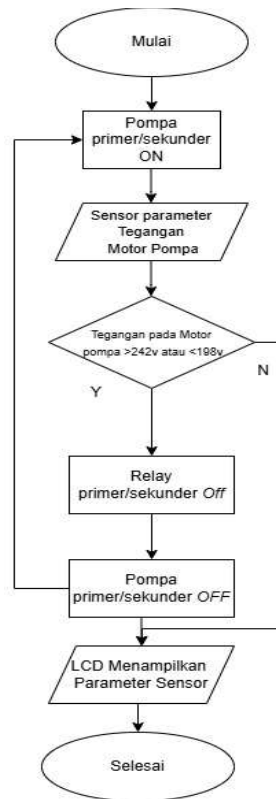
Sensor-sensor tersebut meliputi sensor tegangan dan arus yang menggunakan modul PZEM-004T untuk monitoring parameter kelistrikan, serta sensor suhu menggunakan *thermocouple* untuk monitoring suhu motor pompa. Konfigurasi sensor yang komprehensif ini memungkinkan pemantauan parameter operasional pompa secara menyeluruh.

Unit pemrosesan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data dan kontrol sistem. ESP32 dipilih karena memiliki kapabilitas komputasi yang memadai serta dilengkapi dengan fitur konektivitas nirkabel yang mendukung implementasi IoT. Mikrokontroler ini bertugas mengakuisisi data dari sensor-sensor, memproses informasi yang diterima, dan mengendalikan sistem output berdasarkan algoritma yang telah diimplementasikan.

Sistem output terdiri dari dua komponen utama yaitu web server untuk monitoring dan modul *Relay* primer/sekunder untuk kontrol aktuator. Web server memungkinkan pemantauan parameter operasional pompa secara *real-time* melalui *interface* berbasis aplikasi web server yang dapat diakses dari *handphone*. Sementara itu, *Relay* berfungsi sebagai *safety device* kontrol motor pompa dengan pengendalian operasional pompa secara otomatis berdasarkan parameter yang telah ditentukan.

1. Alur Kerja Sistem Pengaman *Overvoltage* dan *Undervoltage*

Pada sub bab ini menjelaskan alur kerja dari sistem tegangan pada pompa sebagai berikut.



Gambar 3.2. *Flowchart* Sistem Proteksi *Overvoltage* dan *Undervoltage*

Sumber: Dokumen Penelitian

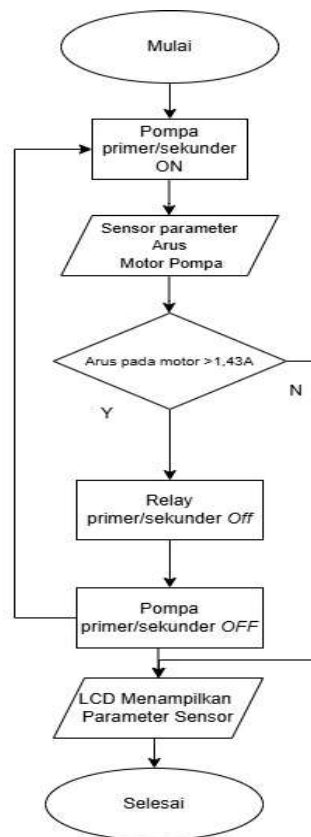
Pada Gambar 3.2 merupakan konsep alur sistem proteksi untuk *overvoltage* dan *undervoltage* yang diterapkan dalam bentuk *flowchart*. Dimulai dari pembacaan nilai tegangan oleh sensor PZEM-004T sehingga data tersebut dapat diolah di mikrokontroler ESP 32. Kemudian akan terindikasi dua kondisi yaitu gangguan dan normal. Pada saat kondisi normal maka LCD akan menampilkan parameter yang terbaca oleh sensor.

Jika terjadi gangguan *overvoltage* dan *undervoltage* maka mikrokontroler ESP 32 akan mendeteksi yaitu apabila tegangan >242V

atau tegangan $<198V$ berdasarkan standarisasi NEMA Std MG 1-2009 (*National Electrical Manufacturers Association*), sehingga *Relay* pompa primer/sekunder berubah kondisi menjadi *open*. Pada kondisi ini *buzzer* alarm akan menyala sebagai tanda peringatan bahwa terjadi gangguan dan nilai yang terbaca akan ditampilkan pada LCD.

2. Alur Kerja Sistem Pengaman *Overcurrent*

Pada sub bab ini menjelaskan alur kerja dari sistem proteksi gangguan *overcurrent*.



Gambar 3.3. *Flowchart* Sistem Proteksi *Overcurrent*

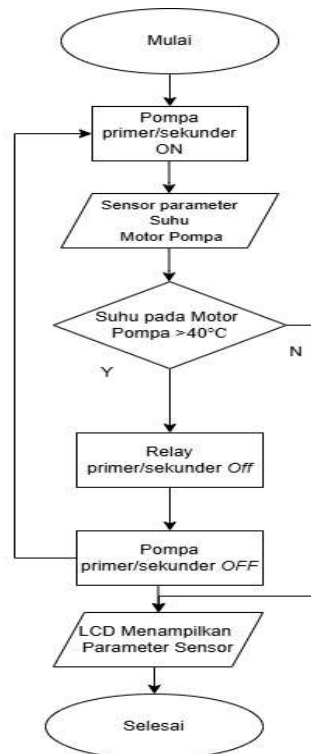
Sumber: Dokumen Penelitian

Pada Gambar 3.3 menjelaskan konsep alur apabila terjadi gangguan *over current* yang diterapkan dalam bentuk *Flowchart*. Dimulai dari pompa

primer/sekunder bekerja dalam kondisi normal dan pembacaan parameter arus oleh sensor PZEM-004T sehingga data tersebut dapat diolah di mikrokontroler ESP 32. Kemudian akan terindikasi dua kondisi yaitu gangguan dan normal. Pada saat kondisi normal maka LCD akan menampilkan parameter yang terbaca oleh sensor. Jika terjadi gangguan *overcurrent* maka mikrokontroler ESP 32 akan mendeteksi yaitu apabila arus $>1.43A$ *Relay* berubah kondisi menjadi *open* maka pompa primer/sekunder akan berhenti bekerja, dan *Relay* Pompa primer/sekunder on maka pompa akan *automatic switch* dan pompa primer/sekunder on.

3. Alur Kerja Sistem Pengaman *Overheating*

Pada sub bab ini menjelaskan alur kerja dari sistem proteksi pada ketinggianair yang akan disedot oleh pompa.



Gambar 3.4. *Flowchart* Sistem Proteksi *Overheating*
Sumber: Dokumen Penelitian

Pada Gambar 3.4 merupakan konsep alur saat terjadi masalah dengan suhu motor pompa. Dimulai dari pembacaan nilai oleh sensor *thermocouple* sehingga data tersebut dapat diolah di mikrokontroler ESP 32. Kemudian akan terindikasi dua kondisi yaitu gangguan dan normal. Pada saat kondisi normal maka LCD akan menampilkan parameter yang terbaca oleh sensor.

Pada saat suhu *overheating* maka mikrokontroler ESP 32 akan mendeteksi suhu $> 40^{\circ}$ sehingga *Relay primer/sekunder* berubah kondisi menjadi *off*. Pada kondisi ini *buzzer* alarm akan menyala sebagai tanda peringatan bahwa terjadi gangguan dan nilai yang terbaca akan ditampilkan pada LCD.

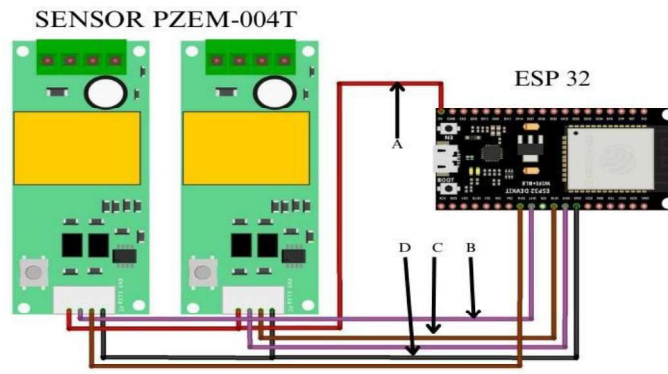
B. Skema Perancangan Desain/*Software/Hardware*

Perancangan alat pada penelitian “*Prototype Sistem Monitoring Berbasis IoT Dengan Fitur Safety Device Automatic Switch Untuk Motor Pompa Hydrophore*” sebagai berikut.

1. *Wiring Diagram PZEM-004T*

Pada Gambar 3.5 merupakan sensor PZEM-004T yang dimana sebagai pembaca tegangan dan arus pada setiap motor 1 fasa. PZEM 004-T ini digunakan sebagai pendeteksi tegangan dan arus pada fasa – netral. *Wiring* sensor PZEM-004T yang akan dikoneksikan ke sumber AC adalah L-N. Pin VCC dari PZEM dihubungkan langsung dengan 5V dari ESP 32, GND dari PZEM juga dihubungkan dengan GND dari ESP 32, pin yang digunakan oleh PZEM adalah pin TX dan RX untuk setiap PZEM-nya. Pin (18, 19) ESP 32 untuk PZEM 1, pin (16, 17) esp 32 untuk PZEM 2. Berikut merupakan

gambar *Wiring* untuk sensor PZEM 004-T. Untuk rincian *Wiring* terdapat pada Tabel 3.1.



Gambar 3.5. *Wiring* Diagram PZEM-004T

Sumber: Dokumen Penelitian

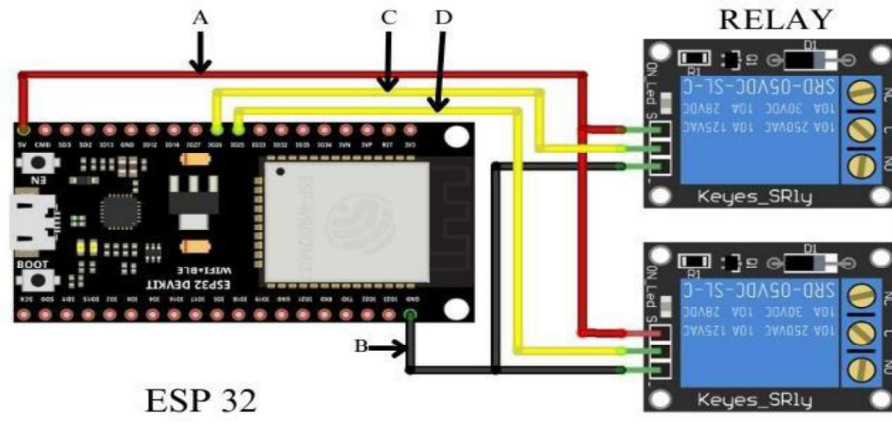
Tabel 3.1. *Wiring* Diagram PZEM-004T

Sumber : Dokumen Penelitian

Pin PZEM-004T	Digital Pin ESP 32	Warna Kabel	Keterangan
VCC	5V	Merah	A
GND	GND	Hitam	D
RX	19	Ungu	B
TX	18	Coklat	C

2. *Wiring* Diagram Relay Modul

Pada Gambar 3.5 merupakan *Wiring* relay modul yang terhubung dengan ESP 32 yang digunakan sebagai kontrol proses *switching* dan proteksi bekerja. Untuk *Wiring* dari setiap *Relay* modul antara lain, pin VCC dari *Relay* modul dihubungkan langsung dengan 5V dari ESP 32, GND dari *Relay* modul dihubungkan dengan GND dari *port* ESP 32, sedangkan untuk pin VIN *Relay* modul 1 terhubung dengan *port* IO26 pada ESP 32, sedangkan untuk pin VIN *Relay* modul 2 pada sensor terhubung dengan *port* IO25 pada ESP 32. Berikut merupakan gambar *Wiring* untuk *Relay* modul. Untuk rincian *Wiring* terdapat pada Tabel 3.2.

Gambar 3.6. *Wiring* Diagram Relay Modul

Sumber: Dokumen Penelitian

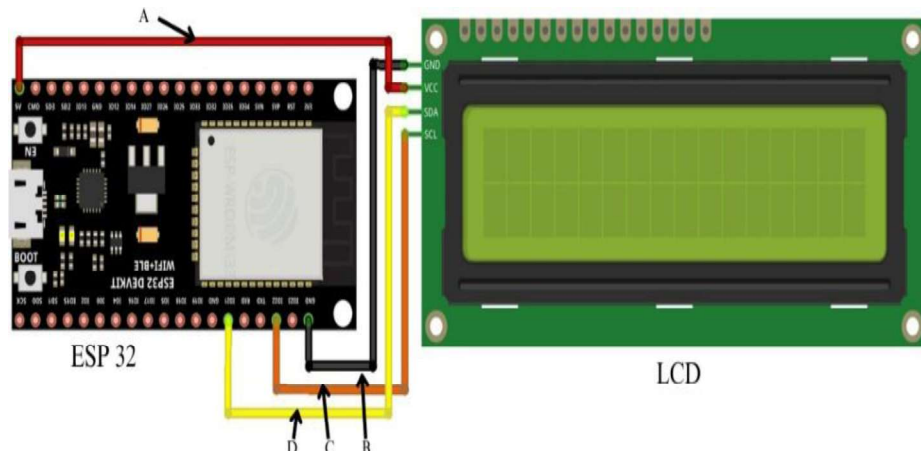
Tabel 3.2. *Wiring* Relay Modul

Sumber : Dokumen Penelitian

Pin Relay Modul	Port ESP 32	Warna Kabel	Keterangan
VCC	5V	Merah	A
GND	GND	Hitam	B
VIN	IO26 & IO25	Kuning	C & D

3. *Wiring* Diagram LCD 16X2

Pada Gambar 3.6 merupakan *Wiring* sensor LCD I6X2 yang terhubung dengan ESP 32 yang digunakan sebagai *display* untuk menampilkan nilai yang dibutuhkan. Untuk *Wiring* dari LCD I6X2 antara lain, pin VCC dari LCD 16X2 dihubung langsung dengan 5V dari ESP 32, GND dari LCD 16X2 juga dihubung dengan GND dari ESP 32, sedangkan untuk pin SDA terhubung dengan *port* IO21 pada ESP 32 dan SCL terhubung dengan *port* IO22 pada ESP 32. Berikut merupakan gambar *Wiring* untuk LCD I6X2. Untuk rincian *Wiring* terdapat pada Tabel 3.3.



Gambar 3.7. *Wiring* Diagram LCD 20x4

Sumber: Dokumen Penelitian

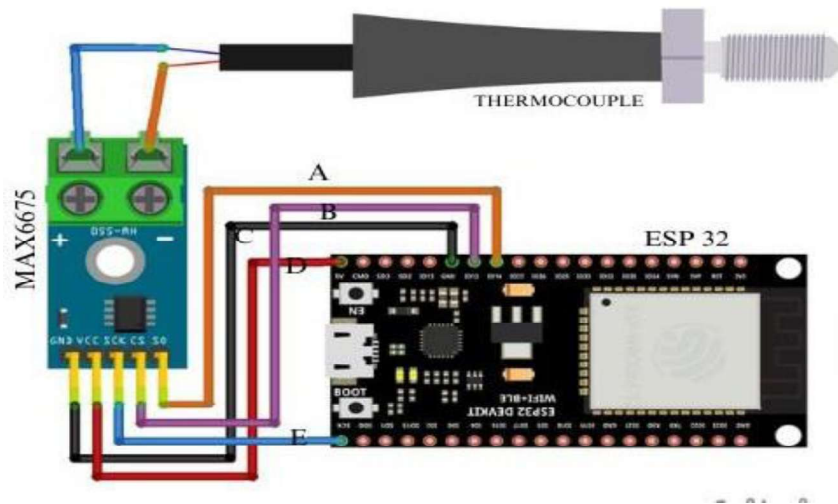
Tabel 3.3. *Wiring* LCD 20x4

Sumber : Dokumen Penelitian

Pin LCD I6X2	Port ESP 32	Warna Kabel	Keterangan
VCC	5V	Merah	A
GND	GND	Hitam	B
SDA	IO21	Orange	C
SCL	IO22	Kuning	D

4. *Wiring* Diagram Thermocouple

Pada Gambar 3.8 merupakan *Wiring* sensor *thermocouple* yang terhubung dengan ESP 32 yang digunakan sebagai pendeteksi suhu pada motor 1 fasa. Untuk *Wiring* dari setiap sensor *thermocouple* yang dihubungkan dengan MAX6675 antara lain, pin VCC dari MAX6675 dihubungkan langsung dengan 5V dari ESP 32, GND dari MAX6675 juga dihubungkan dengan GND dari ESP 32, sedangkan untuk pin SCK pada sensor MAX6675 terhubung dengan pin SCK pada ESP 32, sedangkan untuk pin CS pada MAX6675 terhubung dengan pin IO12 pada ESP 32, sedangkan untuk pin SO pada MAX6675 terhubung dengan pin IO14 pada ESP 32. Berikut merupakan gambar *Wiring* untuk sensor *thermocouple* terhubung dengan MAX6675. Untuk rincian *Wiring* terdapat pada Tabel 3.4.



Gambar 3.8. *Wiring Diagram Thermocouple*

Sumber: Dokumen Penelitian

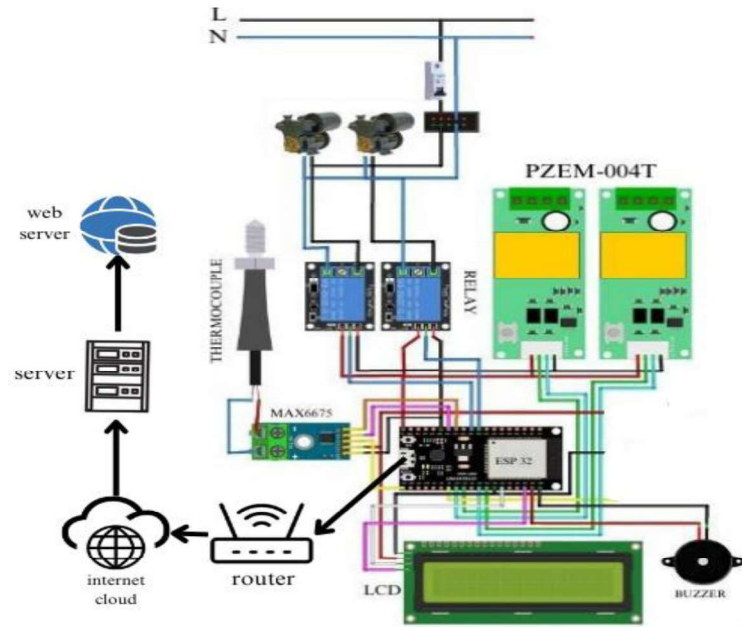
Tabel 3.4. *Wiring Sensor Suhu*

Sumber : Dokumen Penelitian

Pin MAX6675	Port ESP 32	Warna Kabel	Keterangan
VCC	5V	Merah	D
GND	GND	Hitam	C
SCK	SCK	Biru	E
CS	IO 12	Ungu	B
SO	IO 14	Orange	A

5. *Wiring Diagram Keseluruhan*

Pada tahapan ini, seluruh perancangan *hardware* akan dipasangkan dengan *software* dan diintegrasikan kedalam *hardware* sehingga didapatkan sistem kerja yang terpadu. Rancangan integrasi sistem digambarkan kedalam Gambar 3.9.



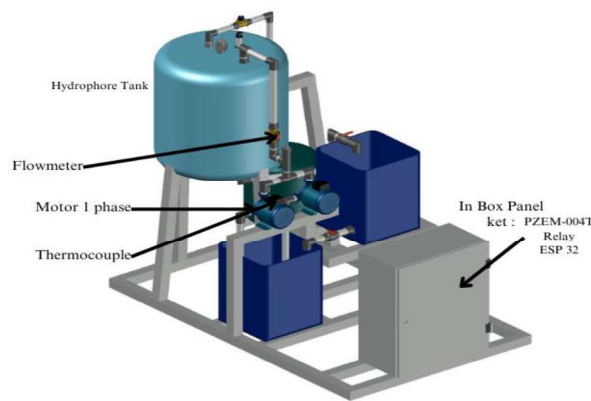
Gambar 3.9. *Wiring Diagram Keseluruhan*
 Sumber: Dokumen Penelitian

Tabel 3.5. *Wiring Diagram Keseluruhan*

Pin LCD I6X2	Port ESP 32	Warna Kabel
VCC	5V	Merah
GND	GND	Hitam
SDA	IO21	Ungu
SCL	IO22	Putih
Pin MAX6675	Port ESP 32	Warna Kabel
VCC	5V	Merah
GND	GND	Hitam
SCK	SCK	Kuning
CS	IO 12	Ungu
SO	IO 14	Orange
Pin Relay Modul 1 & 2	Port ESP 32	Warna Kabel
VCC	5V	Merah
GND	GND	Hitam
VIN	IO26 & IO25	Biru
Pin PZEM-004T	Port ESP 32	Warna Kabel
V5	5V	Merah
GND	GND	Hitam
RX	19	Hijau
TX	18	Cyan
Pin Buzzer	Digital Pin ESP	Warna Kabel
Kabel Hitam	GND	Hitam
Kabel Merah	IO23	Merah

6. Desain *Prototype*

Desain *prototype* ditujukan agar memberikan gambaran perencanaan *prototype*. Desain *prototype* dapat diketahui melalui Gambar 3.10.



Gambar 3.10. Desain *Prototype*
Sumber: Dokumen Penelitian

C. Rencana Pengujian

Rencana pengujian untuk “*Prototype Sistem Monitoring Berbasis IoT Device Fitur Safety Device Automatic Switch Untuk Motor Pompa Hydrophore*” mencakup beberapa langkah utama. Pertama, uji koneksi IoT untuk memastikan *microcontroller* (seperti ESP32) dapat terhubung dengan jaringan dan mengirim serta menerima data dari *platform* IoT. Selanjutnya, lakukan pengujian pada integrasi sensor seperti PZEM-004T untuk memastikan data Tegangan dan Arus listrik yang akurat. Selanjutnya pengujian suhu motor pompa menggunakan sensor *thermocouple* untuk memastikan motor pompa tidak terjadi *overheating*. Untuk hasil yang tepat sesuai perintah dan data yang ditampilkan. Pada pengujian alat dilakukan 2 kali uji yaitu uji statis dan uji dinamis sebagai berikut.

1. Uji Statis

Pengujian statistik dilakukan dengan cara menguji setiap komponen alat berdasarkan karakteristik dan fungsi masing-masing. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa setiap bagian, baik perangkat input maupun output dalam rencana yang dibuat, dapat berfungsi secara optimal sesuai dengan tujuan. Setelah pengujian, hasil pengukuran dicatat dalam tabel. Alat yang diuji meliputi: sensor suhu, sensor *voltage* dan *ampere*, mikrokontroler ESP32 dan LCD.

2. Uji Dinamis

Uji dinamis dilakukan untuk menguji kinerja alat dengan melakukan dua kali percobaan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk sejauh mana alat yang dibuat dapat berfungsi dengan baik. Hasil pengukuran dari kedua pengujian tersebut kemudian dicatat dalam tabel sebagai bahan analisis. Dengan demikian, peneliti dapat menilai apakah perangkat lunak berjalan dengan baik dan apakah hasil yang diperoleh sesuai dengan yang diharapkan, serta memastikan bahwa alat memberikan kinerja yang konsisten sesuai dengan yang diharapkan.