

LAPORAN TUGAS AKHIR

PROTOTYPE

**RANCANG BANGUN PROTOTYPE SISTEM
MONITORING PENURUNAN FUNGSI KECEPATAN
MOTOR LISTRIK I PHASE DENGAN IoT**



BELVA PRADANA PUTRA HARTONO

NIT. 22 36 30 73 014

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL
TAHUN 2026

LAPORAN TUGAS AKHIR

PROTOTYPE

**RANCANG BANGUN PROTOTYPE SISTEM
MONITORING PENURUNAN FUNGSI KECEPATAN
MOTOR LISTRIK I PHASE DENGAN IoT**



BELVA PRADANA PUTRA HARTONO

NIT. 22 36 30 73 014

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KELISTRIKAN KAPAL
TAHUN 2026

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : BELVA PRADANA PUTRA HARTONO

Nomor Induk Taruna : 22 36 30 73 014

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM MONITORING PENURUNAN FUNGSI KECEPATAN MOTOR LISTRIK 1 *PHASE* DENGAN IoT

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

SURABAYA, 5 MEI 2026



1000
METERAI
TEMPEL
D51F7AKX176432717

BELVA PRADANA PUTRA HARTONO
NIT. 22 36 30 73 014

ABSTRAK

Belva Pradana Putra Hartono, Rancang Bangun *Prototype* Sistem *Monitoring* Penurunan Fungsi Kecepatan Motor Listrik 1 *Phase* Dengan *IOT*, Politeknik Pelayaran Surabaya. Dibimbing Oleh Bapak Sri Mulyanto Herlambang, S.T., M.T. dan Bapak Jaka Septian Kustanto, S.Si., M.Si.

Motor listrik merupakan komponen vital dalam operasional kapal, khususnya pada sistem *sewage pump*. Namun, beban kerja yang kontinu seringkali memicu kenaikan suhu yang berdampak pada penurunan performa motor. Penelitian ini bertujuan untuk memantau suhu motor secara *real-time* dan menganalisis pengaruhnya terhadap efisiensi kecepatan putar (RPM). Pada penelitian sebelumnya data parameter kecepatan dan kondisi kerja motor yang diperoleh kemudian ditampilkan serta dianalisis secara visual dan terstruktur melalui *LabVIEW*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem tersebut mampu memantau kondisi operasional motor secara efektif untuk mencegah gangguan performa, namun sistem monitoring yang dikembangkan masih bersifat *offline* dan belum mendukung pemantauan jarak jauh secara *real-time*. Penelitian ini disarankan untuk mengintegrasikan sistem ini dengan jaringan berbasis IoT agar mendukung pengawasan jarak jauh. Berbeda dengan sistem *LabVIEW* terdahulu yang masih beroperasi secara lokal, riset ini melakukan pembaruan dengan mengadopsi teknologi IoT. Integrasi nirkabel ini merespons kelemahan studi sebelumnya, sehingga pemantauan penurunan kecepatan motor satu phase akibat paparan suhu tinggi dapat terpantau secara *real-time* tanpa batasan jarak. Sistem ini dirancang untuk mendukung efisiensi manajemen *predictive maintenance*. Metode penelitian dilakukan melalui pengujian dinamis selama 30 menit menggunakan sensor *thermocouple* berbasis mikrokontroler ESP32 dan *dashboard Node-RED* sebagai unit monitoring. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode statistik Regresi Linier Sederhana. Hasil pengujian menunjukkan adanya kenaikan suhu bertahap dari 35°C hingga mencapai 63°C pada menit ke-30, yang masih berada dalam kategori aman namun memerlukan perhatian khusus. Dari Persamaan ini memiliki korelasi negatif yang signifikan, di mana setiap kenaikan suhu sebesar 1°C mengakibatkan degradasi performa berupa penurunan kecepatan motor sebesar -2,71 RPM. Penurunan ini disebabkan oleh meningkatnya hambatan jenis pada lilitan dan perubahan viskositas pelumas akibat panas berlebih. Sistem ini terbukti efektif sebagai alat bantu pemeliharaan preventif untuk mencegah kerusakan isolasi lilitan dan memperpanjang umur operasional motor di kapal.

Kata Kunci: Motor Listrik, *Sewage Pump*, Monitoring Suhu, Regresi Linier Sederhana, RPM.

ABSTRACT

Belva Pradana Putra Hartono, Design and Development of a Prototype Monitoring System for Decreasing Performance of a 1-Phase Electric Motor Using IoT, Politeknik Pelayaran Surabaya. Supervised by Mr. Sri Mulyanto Herlambang, S.T., M.T., and Mr. Jaka Septian Kustatnto, S.Si., M.Si.

Electric motors are vital components in ship operations, particularly within sewage pump systems. However, continuous workloads often trigger temperature increases that lead to a decline in motor performance. This study aims to monitor motor temperature in real-time and analyze its effect on rotational speed (RPM) efficiency. In previous research, data on speed parameters and motor operating conditions were obtained, displayed, and analyzed visually and structurally using LabVIEW. The results showed that this system was effective in monitoring motor operating conditions to prevent performance disruptions. However, the developed monitoring system was still offline and did not support real-time remote monitoring. Future research was recommended to integrate this system with an IoT-based network to support remote surveillance. The research methodology was conducted through a 30-minute dynamic test using an ESP32 microcontroller-based thermocouple sensor and a *Node-RED* dashboard as the monitoring unit. The obtained data were analyzed using the Simple Linear Regression statistical method. The test results demonstrated a gradual temperature rise from 35°C to 63°C at the 30th minute, which remains within the safe category but requires special attention. This equation exhibits a significant negative correlation, where every 1°C increase in temperature results in performance degradation, specifically a decrease in motor speed by -2.71 RPM. This decline is caused by the increased electrical resistivity in the windings and changes in lubricant viscosity due to overheating. This system is proven effective as a preventive maintenance tool to prevent winding insulation damage and extend the operational lifespan of motors onboard ships.

Keywords: *Electric Motor, Sewage Pump, Temperature Monitoring, Simple Linear Regression, RPM.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan syukur penulis ucapkan kepada tuhan atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan kekuatan dan kesempatan. Sehingga penulis dapat menyelesaikan persyaratan Sarjana Terapan di Politeknik Pelayaran Surabaya dengan judul penelitian :

“Rancang Bangun *Prototype* Sistem Monitoring Penurunan Fungsi Kecepatan Motor Listrik 1 Phase Dengan *IoT*”

Dalam penelitian karya ilmiah terapan ini penulis telah berusaha sebaik mungkin untuk menyajikan makalah ini, baik dari segi isi maupun dari segi desain. Peneliti menyadari dalam penulisan makalah ini tentunya masih jauh dari kata sempurna. Hal ini dikarenakan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu dalam rangka melengkapi kesempurnaan dari laporan tugas ini diharapkan adanya saran dan kritik yang diberikan bersifat membangun.

Penulisan karya tulis ilmiah ini dapat terselesaikan karena adanya bantuan dari berbagai pihak, olehnya itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah mendukung saya dalam penulisan proposal ini;
2. Bapak Dirhamsyah, S.E., M.Pd. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal; Bapak Sri Mulyanto Herlambang, S.T., M.T. selaku pembimbing I, yang telah membantu serta membimbing saya dalam penulisan proposal ini;
3. Bapak Jaka Septian Kustanto, S.Si., M.Si. selaku pembimbing II, yang dengan penuh ketekunan dan kesabaran membimbing saya dalam penulisan proposal ini;
4. Bapak Seno Hartono S.Pd dan Ibu Serly Indrawati S.Pd selaku kedua orang tua yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
5. Lely Widyaningrum selaku kekasih penulis yang senantiasa mendukung dan memberikan semangat pada penulis.

Akhir kata penulis berharap semoga karya ilmiah terapan ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis khususnya dan untuk pihak operasional kapal. Semoga Allah SWT Tuhan semesta alam senantiasa memberikan petunjuk dan lindungan dalam melakukan penelitian yang selanjutnya dituangkan dalam bentuk karya ilmiah terapan.

SURABAYA, 5 MEI 2026

BELVA PRADANA PUTRA HARTONO
NIT. 22 36 30 73 014

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL TUGAS AKHIR.....	iii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL TUGAS AKHIR.....	iv
PENGESAHAN PROPOSAL AKHIR KARYA ILMIAH TERAPAN.....	v
PENGESAHAN TUGAS AKHIR KARYA ILMIAH TERAPAN	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	2
A. Latar Belakang Penelitian	2
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya	5
B. Landasan Teori	7
C. Kerangka Pikir Penelitian	23
BAB III METODE PENELITIAN	24
A. Jenis Penelitian.....	24

B. Perancangan Sistem	24
C. Sistem Kerja	26
D. Perancangan Alat.....	26
E. Rencana Pengujian	27
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	31
A. Hasil Pengujian	31
B. Analisis Data	41
BAB V PENUTUP	44
A. Simpulan	44
B. Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Review Peneliti Sebelumnya.....	7
Tabel 4. 1 Hasil Pengamatan Suhu Motor Selama 30 Menit	36
Tabel 4.2 klasifikasi data motor listrik.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Motor induksi satu phase moswell MW 125	9
Gambar 2. 2 klasifikasi motor	11
Gambar 2. 3 Stator	12
Gambar 2. 4 Rotor.....	13
Gambar 2. 6 IOT	15
Gambar 2. 7 ESP 32	20
Gambar 2. 8 Note-Red	21
Gambar 2. 9 Thermocouple type J	22
Gambar 2. 10 Kerangka Penelitian	23
Gambar 3. 1 Blok Diagram	24
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem Monitoring Penurunan Fungsi Motor 1	26
Gambar 3. 3 Wiring Diagram Prototype	27
Gambar 4. 1 Pengukuran kecepatan motor dengan tachometer	32
Gambar 4. 2 A. Pengujian ESP 32: A. ESP 32 dan B. Program ESP	33
Gambar 4. 3 Pengujian Statis Node-RED	34
Gambar 4. 4 Pengujian Sensor Thermocouple : A. Sensor Thermocouple dan B. hasil suhu.....	35
Gambar 4. 5 Data Pengujian pada Motor listrik	37
Gambar 4. 6 Data Pengujian pada Motor listrik pada persamaan regresi.....	44

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Dalam operasional permesinan kapal, motor listrik memegang peranan krusial sebagai penggerak utama berbagai perangkat vital, mulai dari mekanisme *winch* pada *ramp door* hingga sistem pompa pendukung seperti *sewage pump*. Khusus untuk *sewage pump*, fungsinya sangat strategis dalam memastikan pengelolaan limbah cair di atas kapal berjalan optimal sesuai dengan standar regulasi maritim internasional. Kegagalan operasional pada motor penggerak pompa ini tidak hanya menghambat aktivitas harian kru, tetapi juga berpotensi memicu pencemaran lingkungan laut yang serius.



Gambar 1. 1 Motor 1 *phase*

Sumber : <https://share.google/aAJDhdEt9duJk54VG>

Motor induksi satu fasa yang umum diaplikasikan pada *sewage pump* memiliki karakteristik teknis yang memerlukan pengawasan intensif. Selain risiko lonjakan arus saat penyalaan (*starting current*), performa motor ini sangat

rentan terhadap beban kerja dan fluktuasi kondisi lingkungan. Suhu dan kecepatan putar (*RPM*) merupakan dua parameter kunci yang mencerminkan kesehatan motor. Peningkatan suhu yang melampaui batas wajar dapat meningkatkan hambatan listrik pada lilitan (*copper losses*) serta menurunkan efektivitas pelumasan pada *bearing*. Jika tidak segera ditangani, kondisi ini akan memicu penurunan torsi yang berujung pada beban berlebih (*overload*) hingga kerusakan permanen pada isolasi motor.

Hingga saat ini, pemantauan motor listrik di kapal mayoritas masih mengandalkan metode konvensional secara manual. Masinis atau teknisi mesin diwajibkan melakukan pengecekan fisik secara berkala menggunakan alat ukur portabel. Namun, metode ini memiliki keterbatasan dalam hal fleksibilitas dan kecepatan deteksi anomali, serta memiliki risiko kesalahan manusia (*human error*) yang cukup tinggi. Mengingat letak motor yang sering kali berada di area sulit dijangkau atau di dekat instalasi *ramp door*, dibutuhkan sistem pemantauan yang lebih efisien dan mampu menjamin keamanan personel.

Sebagai langkah modernisasi manajemen perawatan, integrasi teknologi *Internet of Things (IoT)* menawarkan solusi yang lebih adaptif. Dengan memanfaatkan sensor suhu dan kecepatan yang terhubung secara digital, kinerja *sewage pump* dapat diawasi secara *real-time* dan kontinu. Implementasi sistem berbasis *IoT* ini memungkinkan tim teknis untuk mengidentifikasi indikasi kerusakan sejak dini tanpa harus melakukan pengecekan langsung di lokasi. Pada akhirnya, inovasi ini tidak hanya memperkuat strategi perawatan preventif (*preventive maintenance*), tetapi juga mampu meminimalkan waktu henti operasional (*downtime*) dan menjaga keandalan sistem permesinan kapal secara

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara merancang prototipe sistem *monitoring* fungsi motor listrik 1 *phase* dengan menggunakan *IoT* di kapal.
2. Bagaimana perbedaan antara *monitoring* melalui observasi oleh teknisi dan dengan menggunakan *IoT* di kapal?
3. Bagaimana hubungan kenaikan suhu motor terhadap penurunan kecepatan putar motor listrik 1 *phase*?

C. Batasan Masalah

1. Motor Listrik: Sistem ini hanya berfokus pada motor listrik 1 phase. Motor ini biasanya digunakan di kapal untuk berbagai tujuan, seperti penggerak propulsi, pompa, atau peralatan lainnya.
2. Penurunan Fungsi Kecepatan: Sistem akan memantau penurunan fungsi kecepatan motor, termasuk perubahan tiba-tiba atau ketidakstabilan dalam putaran motor.
3. Variabel yang diamati hanya berfokus pada suhu dan kecepatan putar motor.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu:

1. Merancang dan rancang bangun prototipe sistem monitoring penurunan fungsi kecepatan motor listrik 1 phase dengan menggunakan *IoT* di kapal.
2. Untuk mengetahui perbedaan antar monitor melalui observasi oleh teknisi dengan menggunakan *IoT* di kapal
3. Untuk mengetahui hubungan antara kenaikan suhu dan penurunan putar

motor listrik 1 *phase* dengan menggunakan IoT di kapal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Pengembangan sistem monitoring ini didasarkan pada sintesis pemikiran dan hasil eksperimen yang telah dilakukan oleh para peneliti terdahulu. Melalui penelusuran literatur terkait dinamika suhu dan kecepatan motor, diperoleh gambaran menyeluruh mengenai batasan-batasan penelitian yang sudah ada. Untuk mempermudah pemahaman mengenai keterkaitan tersebut, berikut disajikan tabel review penelitian sebelumnya

Tabel 2. 1 *Review* penelitian sebelumnya
Sumber: Diolah Peneliti

No	Pengarang	Judul	Pembahasan
1	Juni (2020)	Sistem Monitoring dan Protection Motor Induksi 3 Phase dengan <i>LabVIEW</i> (dipublikasi di JIEV UNP vol.6 nomor 1)	Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem <i>monitoring</i> dan <i>protection</i> motor induksi tiga fasa dengan menggunakan perangkat lunak <i>LabVIEW</i> sebagai antarmuka utama. Sistem ini dirancang untuk memantau parameter kecepatan dan kondisi kerja motor guna mencegah terjadinya gangguan operasional akibat kerusakan motor. Prosedur penelitian dilakukan dengan mengintegrasikan motor induksi tiga fasa, sensor kecepatan, serta sistem proteksi yang dihubungkan ke komputer melalui perangkat akuisisi data. Data yang diperoleh kemudian ditampilkan dan dianalisis menggunakan <i>LabVIEW</i> sebagai media <i>monitoring</i>. Keunggulan dari sistem ini adalah kemampuannya dalam memantau kondisi motor secara visual dan terstruktur melalui komputer. Namun, sistem <i>monitoring</i> yang dikembangkan masih bersifat <i>offline</i> dan belum mendukung pemantauan jarak jauh secara <i>real-time</i>.

No	Pengarang	Judul	Pembahasan
2	Atsiq et al. (2023)	<i>Smart Control and Monitoring System</i> Motor Induksi 3 Phase (publikasi JTEIN Vo.4 No. 1 e-ISSN 2723-0589)	Penelitian ini membahas pengembangan sistem kendali dan <i>monitoring</i> motor induksi tiga fasa berbasis <i>Programmable Logic Controller (PLC)</i> dan <i>inverter</i> dengan tujuan mengendalikan serta memantau kecepatan motor secara lebih efisien. Sistem ini dirancang agar dapat dioperasikan baik secara lokal maupun jarak jauh. Prosedur pelaksanaan penelitian dilakukan dengan pemrograman <i>PLC M221</i> yang diintegrasikan dengan <i>inverter</i> ATV12 untuk pengaturan kecepatan motor. <i>Human Machine Interface (HMI)</i> GXU-3512 digunakan sebagai antarmuka lokal, sedangkan <i>smartphone</i> atau <i>personal computer (PC)</i> digunakan sebagai media kendali jarak jauh. Keunggulan sistem ini terletak pada fleksibilitas pengendalian motor dan kemudahan <i>monitoring</i> melalui berbagai perangkat. Namun, penelitian ini masih difokuskan pada motor induksi tiga fasa dan belum secara khusus diterapkan pada kebutuhan operasional kapal.
3	Trilestari et al.(2024)	Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Kecepatan dan Proteksi Motor Induksi 3 Phase Berbasis LabVIEW (dipublikasi jurnal epsilon jurnal teknik elektro Universitas Jendral Ahmad Yani)	Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem <i>monitoring</i> kecepatan serta proteksi motor induksi tiga fasa berbasis LabVIEW. Sistem ini dikembangkan untuk meningkatkan keandalan motor dengan memantau kecepatan dan memberikan proteksi terhadap kondisi abnormal. Prosedur penelitian dilakukan dengan mengintegrasikan <i>Variable Speed Drive (VSD)</i>, <i>PLC OUSEAL</i>, dan perangkat lunak LabVIEW sebagai media <i>monitoring</i> dan analisis data. Sistem ini mampu menampilkan data kecepatan motor dan kondisi proteksi secara terpusat. Keunggulan penelitian ini adalah integrasi sistem <i>monitoring</i> dan proteksi yang cukup lengkap serta kemudahan analisis data. Namun, sistem yang dikembangkan masih

No	Pengarang	Judul	Pembahasan
			digunakan secara lokal dan belum memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT) untuk monitoring jarak jauh. Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring dan pengendalian motor listrik telah banyak dikembangkan dengan berbagai metode dan platform. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada motor induksi tiga fasa dan sistem monitoring yang bersifat lokal atau belum secara spesifik diterapkan pada lingkungan operasional kapal. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada rancang bangun prototipe sistem monitoring penurunan fungsi kecepatan motor listrik satu phase berbasis Internet of Things (IoT) yang diterapkan di atas kapal. Sistem ini diharapkan mampu melakukan monitoring secara real-time dan online, sehingga teknisi atau awak kapal dapat mengetahui kondisi motor tanpa harus melakukan observasi manual secara langsung, serta dapat mendeteksi penurunan kinerja motor sejak dini untuk meningkatkan keselamatan dan efektivitas operasional kapal

B. Landasan Teori

1. *Monitoring Kinerja PLTB dan Deteksi Kerusakan Motor 1 phase pada Sewage Pump di Kapal dengan Analisis Arus dan Getaran*

International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL), khususnya Annex IV, memberikan peraturan internasional tentang pengelolaan limbah cair kapal (*sewage*). Peraturan ini mewajibkan kapal tertentu untuk memiliki sistem pengolahan limbah cair yang memenuhi standar *International Maritime Organization* (IMO), termasuk penggunaan pompa limbah sebagai bagian penting dari transportasi limbah.

Dari sudut pandang teknik kelistrikan kapal, peraturan ini menjadi dasar teoritis untuk desain dan pengoperasian sistem elektromekanik agar proses pengelolaan limbah dapat berjalan dengan aman, kontinu, dan sesuai dengan standar internasional.

Seiring dengan pengembangan sistem yang dilakukan pada *Capstone Design*, kinerja *sewage pump* sangat bergantung pada kinerja motor listrik satu fasa sebagai penggerak utama. Jika kinerja motor menurun, seperti perubahan arus, peningkatan getaran, atau penurunan kecepatan putar, maka kegagalan pemompaan dan ketidaksesuaian terhadap MARPOL Annex IV dapat terjadi. Penerapan sistem *monitoring* kondisi motor yang berbasis analisis arus dan getaran dianggap sebagai solusi yang relevan secara teoritis dan teknis. Kondisi motor *sewage pump* dapat dipantau secara real-time dengan menggunakan sistem *monitoring* berbasis IoT. Ini membantu mematuhi peraturan lingkungan dan meningkatkan keandalan dan keselamatan operasional kapal. Oleh karena itu, sistem pengelolaan *sewage* di kapal sangat bergantung pada keandalan motor listrik sebagai penggerak utama pompa, khususnya motor induksi. Untuk memahami karakteristik dan kinerja motor yang digunakan, diperlukan landasan teori mengenai motor induksi serta klasifikasinya berdasarkan jumlah fasa, yang akan dibahas pada subbab berikutnya.

2. Motor Induksi Satu *Phase* Moswell MW 125



Gambar 2. 1 Motor induksi satu phase moswell MW 125

Sumber : <https://share.google/W7bUieNygKIe1B4ZS>

Pada gambar 2.1 motor listrik 1 *phase* merk *Moswell MW 125* merupakan salah satu jenis motor induksi satu fasa yang bekerja menggunakan sumber tegangan AC satu fasa untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa putaran poros. Motor ini memiliki konstruksi utama berupa stator sebagai pembangkit medan magnet dan rotor sebagai bagian yang berputar akibat induksi elektromagnetik. Prinsip kerja tersebut menjadikan motor satu fasa banyak digunakan pada peralatan dengan kebutuhan daya kecil hingga menengah karena instalasinya sederhana, biaya operasional relatif rendah, serta perawatannya mudah.

Motor *Moswell MW 125* dipilih peneliti sebagai media representasi motor penggerak *sewage pump* di kapal. *Sewage pump* merupakan pompa yang berfungsi memindahkan limbah cair menuju sistem pengolahan atau pembuangan sesuai ketentuan operasional kapal. Dalam sistem kerja di kapal, keandalan motor penggerak *sewage pump* sangat penting karena apabila motor mengalami gangguan maka proses pemompaan limbah dapat terhambat dan berpotensi mengganggu kelancaran operasional kapal.

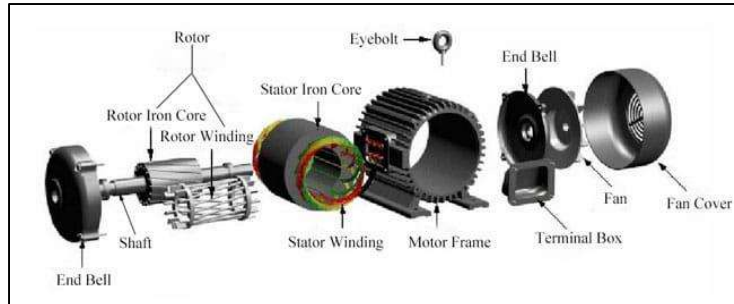
Sistem pompa di kapal sangat bergantung pada performa motor penggeraknya sehingga pemantauan kondisi motor menjadi bagian penting dari pemeliharaan permesinan kapal (Wang et al., 2023). Pada penelitian ini, peneliti tidak meneliti seluruh parameter motor, tetapi hanya berfokus pada suhu motor sebagai indikator kondisi kerja. Pengukuran suhu dilakukan menggunakan sensor *thermocouple* yang dipasang pada bagian motor untuk mendeteksi perubahan temperature saat motor beroperasi. Suhu menjadi parameter penting karena kenaikan temperatur yang melebihi batas normal dapat mengindikasikan adanya beban berlebih, pendinginan yang kurang baik, gesekan pada *bearing*, atau gangguan pada lilitan motor. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pemantauan suhu motor berbasis sensor dan *Internet of Things* efektif digunakan sebagai langkah deteksi dini terhadap gangguan motor listrik.

Melalui sistem monitoring berbasis *Internet of Things (IoT)*, data suhu yang dibaca sensor *thermocouple* dapat dikirim dan dipantau secara *real-time*. Dengan demikian, teknisi kapal dapat mengetahui kondisi motor penggerak *sewage pump* secara cepat tanpa harus melakukan pemeriksaan manual secara terus-menerus. Sistem ini diharapkan mampu mendukung pemeliharaan preventif, mengurangi risiko kerusakan mendadak, serta menjaga keandalan operasional permesinan kapal.

3. Klasifikasi Motor Induksi

Berdasarkan jumlah fasanya, motor induksi dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu motor induksi satu *phase* dan motor induksi tiga *phase* (Atabiq et al., 2018). Motor induksi satu *phase* beroperasi dengan

menggunakan sumber tegangan satu *phase* dan umumnya digunakan pada aplikasi dengan kebutuhan daya relatif kecil. Jenis motor ini banyak diaplikasikan pada peralatan rumah tangga maupun sistem bantu di kapal karena kemudahan instalasi serta kesesuaian dengan sistem distribusi listrik satu *phase*.



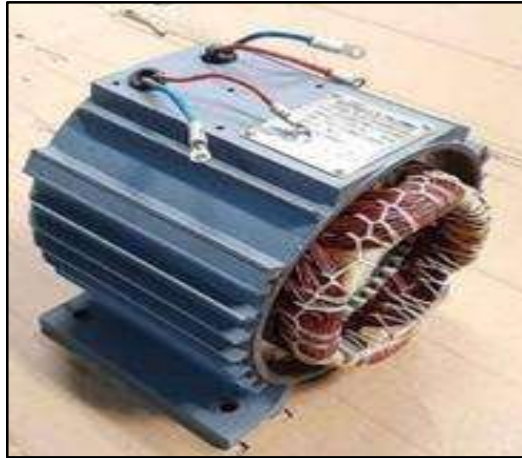
Gambar 2. 2 klasifikasi motor

Sumber : <https://share.google/tTUQAd2fOk6oeQ91X>

Pada gambar 2.2 motor induksi tiga phase beroperasi dengan sumber tegangan tiga phase dan memiliki karakteristik torsi awal yang lebih besar serta efisiensi yang lebih tinggi. Motor jenis ini banyak digunakan pada peralatan industri dan mesin dengan daya besar. Berdasarkan karakteristik tersebut, penelitian ini difokuskan pada motor induksi satu *phase* sebagai objek penelitian, karena motor ini digunakan pada sistem pompa bantu kapal dan memiliki potensi mengalami penurunan kinerja yang dapat dideteksi melalui perubahan parameter listrik dan mekanik.

4. Konstruksi Motor Listrik

a. Stator



Gambar 2. 3 Stator

Sumber : <https://11nq.com/fjbf4d6>

Pada gambar 2.3 stator adalah komponen pada motor listrik yang bersifat diam dan berfungsi untuk menghasilkan medan elektromagnetik melalui kumparannya. Bagian ini memiliki peran penting dalam menginduksi medan elektromagnetik ke kumparan rotor, sehingga motor dapat bekerja dengan baik. Konstruksi stator pada motor induksi terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu rangka stator yang berfungsi sebagai pelindung (Yuli Handika, 2023).

Menjelaskan inti stator yang menjadi tempat aliran fluks magnetik, alur untuk menempatkan kumparan, serta kumparan stator yang menghasilkan medan elektromagnetik ketika dialiri arus listrik. Kombinasi dari komponen-komponen ini memastikan motor dapat bekerja secara efisien dan andal.

b. Rotor

Rotor adalah bagian dari motor listrik yang bergerak akibat adanya induksi magnetik yang dihasilkan oleh kumparan stator dan diteruskan

ke kumparan rotor. Komponen utama rotor meliputi inti rotor, alur, belitan rotor, dan poros. Berdasarkan konstruksinya, rotor pada motor induksi terbagi menjadi dua jenis, yaitu rotor sangkar (*squirrel cage*) dan rotor belitan (*wound rotor*) (Yuli Handika).



Gambar 2. 4 Rotor

Sumber : <https://parsialteknik.com/fungsi-rotor/>

Pada gambar 2.4 Rotor sangkar memiliki desain yang sederhana dan sering digunakan pada aplikasi motor induksi karena keandalannya. Sementara itu, rotor belitan dirancang dengan belitan khusus yang memungkinkan kontrol kecepatan dan torsi yang lebih baik, sehingga cocok untuk aplikasi yang memerlukan pengendalian yang lebih presisi.

5. Pengaturan Kecepatan Motor Listrik

a. Pengaturan Jumlah Kutub Motor

Jumlah kutub pada motor induksi berpengaruh langsung terhadap kecepatan putarannya. Semakin kecil jumlah kutub, maka kecepatan motor akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh hubungan terbalik antara jumlah kutub dan kecepatan sinkron motor. Untuk mengatur jumlah kutub, diperlukan perancangan khusus pada kumparan stator agar menghasilkan konfigurasi yang diinginkan. Namun, dalam praktiknya, metode ini cukup rumit karena membutuhkan perubahan

pada struktur fisik motor induksi. Oleh karena itu, pengendalian kecepatan motor induksi dengan cara ini kurang praktis dibandingkan metode lainnya, seperti pengaturan frekuensi sumber daya. Motor induksi memiliki *kecepatan sinkron* yang ditentukan oleh rumus :

$$n_s = \frac{120 \times f}{P} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

n_s : Kecepatan sinkron (RPM).

120 : Nilai konstanta RPM

f : Frekuensi

P : Jumlah kutub pada motor

b. Pengaturan Frekuensi Sumber

Kecepatan motor induksi dipengaruhi oleh frekuensi sumber yang diberikan. Ketika frekuensi masukan meningkat, putaran motor induksi juga akan semakin cepat. Untuk mengatur frekuensi masukan, digunakan inverter yang dirancang khusus agar dapat menghasilkan frekuensi yang bervariasi sesuai kebutuhan. Dengan menggunakan inverter, pengendalian kecepatan motor induksi menjadi lebih fleksibel dan efisien, sehingga dapat disesuaikan dengan berbagai aplikasi industri maupun kebutuhan lainnya.

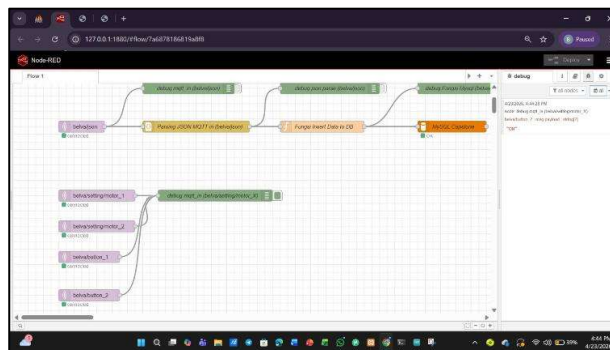
Kecepatan motor induksi sangat dipengaruhi oleh frekuensi sumber listrik yang diberikan ke motor. Secara umum, hubungan kecepatan motor dengan frekuensi dapat dijelaskan dengan persamaan sinkron motor induksi.

Persamaan ini menunjukkan bahwa semakin besar frekuensi yang diberikan, semakin cepat medan magnet berputar dan pada gilirannya kecepatan putar motor induksi akan meningkat. Sebaliknya, semakin kecil frekuensi → kecepatan motor menurun (Pringsewu et al., 2023).

c. Pengaturan Tegangan Sumber

Pengaturan kecepatan motor induksi dapat dilakukan dengan cara mengubah tegangan sumber yang diberikan. Ketika tegangan sumber dinaikkan, kecepatan putaran motor juga akan meningkat. Namun, metode ini memiliki keterbatasan karena rentang pengaturan tegangan yang relatif sempit, sehingga kecepatan motor tidak dapat diatur secara fleksibel. Selain itu, pengubahan tegangan secara langsung juga dapat memengaruhi efisiensi dan kinerja motor, terutama jika dilakukan dalam jangka waktu yang lama. Oleh karena itu, meskipun metode ini sederhana, penggunaannya lebih cocok untuk aplikasi tertentu dengan kebutuhan pengaturan kecepatan yang tidak terlalu kompleks (George Okonkwo et al., 2022).

6. *Internet of Things (IoT)*



Gambar 2. 5 IOT

Sumber : Dokumen Pribadi

Pada gambar 2. 5 *Internet of Things (IoT)* adalah sebuah konsep yang

memungkinkan benda-benda fisik terhubung ke *internet* melalui sensor, perangkat lunak, dan teknologi lainnya untuk bertukar data dengan perangkat lain. Istilah ini pertama kali diperkenalkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999. IoT memungkinkan berbagai perangkat untuk saling berkomunikasi tanpa memerlukan interaksi langsung antara manusia dengan manusia atau manusia dengan *computer* (Rahman et al., 2023). Teknologi ini memanfaatkan konektivitas *internet* secara terus-menerus untuk mengumpulkan, memproses, dan menganalisis data dari lingkungan fisik. IoT dapat diterapkan diberbagai bidang, seperti kesehatan, transportasi, pertanian, hingga rumah pintar, karena kemampuannya untuk memahami dan mengolah data secara efisien. Dengan memanfaatkan teknologi seperti pembelajaran mesin, analitik waktu nyata, dan sensor canggih, IoT telah membantu menciptakan solusi inovatif yang mempermudah kehidupan sehari-hari dan meningkatkan produktivitas.

7. Motor Listrik Diatas Kapal

Di kapal, motor listrik digunakan untuk berbagai keperluan, mulai dari penggerak utama hingga sistem bantu. Berikut adalah beberapa jenis motor listrik yang umum digunakan di kapal :

a. Motor DC (*Direct Current*)

Motor DC adalah jenis motor yang memanfaatkan arus searah untuk menciptakan gerakan putar. Motor ini memiliki peran penting dalam berbagai aplikasi, terutama di kapal. Contoh penggunaannya meliputi sistem kemudi untuk mengarahkan kapal, winch untuk mengangkat atau menarik beban, serta sistem pompa yang mendukung

operasi kapal. Keandalannya dalam menghasilkan tenaga yang stabil membuat motor DC menjadi pilihan utama di lingkungan maritim (Oktav Yama et al., 2023).

b. Motor AC (*Alternating Current*)

Motor AC beroperasi dengan memanfaatkan arus bolak-balik untuk menciptakan gerakan putar yang efisien. Motor ini memiliki peran penting dalam berbagai aplikasi di kapal, terutama pada sistem yang menggunakan pembangkit listrik AC. Salah satu penggunaannya adalah sebagai motor penggerak utama, yang memungkinkan kapal beroperasi dengan tenaga yang stabil dan andal. Selain itu, motor AC juga sering dimanfaatkan untuk menggerakkan peralatan pendukung lainnya di kapal, seperti pompa, kompresor, dan sistem ventilasi. Keunggulan motor AC terletak pada daya tahan, efisiensi energi, dan kemampuannya untuk diintegrasikan dengan sistem kontrol modern, sehingga menjadi pilihan ideal untuk kebutuhan kelautan (Sinambela et al., 2024).

c. Motor Induksi (*Induction Motor*)

(Rayya Bramanta & Santosa, 2025) Motor induksi merupakan salah satu jenis motor AC yang paling sering digunakan dalam berbagai aplikasi. Motor ini bekerja dengan prinsip medan magnet yang berputar, di mana rotor bergerak lebih lambat dibandingkan medan putar yang dihasilkan. Keunggulan utama motor induksi adalah keandalannya, efisiensi energi, dan biaya perawatan yang relatif rendah. Biasanya, motor ini digunakan sebagai penggerak utama dalam berbagai mesin, termasuk di kapal untuk mendukung operasi seperti sistem pompa, kipas

angin, atau generator. Karena desainnya yang sederhana dan tahan lama, motor induksi menjadi pilihan populer dalam industri kelautan maupun aplikasi lainnya di sektor manufaktur dan transportasi (Rayya Bramanta & Santosa, 2025).

d. Motor Synchronous (*Synchronous Motor*)

(Yoon & Lee, 2023) Motor sinkron adalah jenis motor listrik yang beroperasi dengan kecepatan tetap yang sinkron dengan frekuensi suplai listrik. Motor ini sering digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan akurasi tinggi, seperti pada sistem kontrol kecepatan di kapal atau perangkat industri. Keunggulan motor sinkron terletak pada kemampuannya menjaga kecepatan konstan meskipun terjadi perubahan beban. Hal ini membuatnya ideal untuk aplikasi yang memerlukan stabilitas dan presisi waktu (Yoon & Lee, 2023).

e. Motor *Brushless* DC (BLDC)

Motor BLDC (Brushless DC) adalah jenis motor yang tidak menggunakan sikat dan komutator seperti motor DC tradisional. Hal ini membuatnya lebih efisien dalam penggunaan energi dan meminimalkan kebutuhan perawatan berkala. Dengan desain yang lebih sederhana dan efisien, motor BLDC sering digunakan dalam aplikasi di mana ukuran dan berat menjadi faktor penting, seperti pada kendaraan listrik, drone, atau peralatan rumah tangga modern. Selain itu, motor ini juga memiliki keunggulan dalam hal umur pakai yang lebih lama dan performa yang stabil, menjadikannya pilihan ideal untuk berbagai kebutuhan teknologi masa kini (Wijaya Putra et al., 2025).

f. Motor Pemanasan Induksi (*Induction Heating Motor*)

Motor ini bekerja berdasarkan prinsip pemanasan induksi yang mampu menghasilkan gerakan putar. Dengan teknologi ini, motor sering dimanfaatkan dalam aplikasi tertentu, terutama di lingkungan kapal. Salah satu penggunaannya adalah pada sistem pemanas, di mana efisiensi dan keandalan menjadi prioritas utama. Keunggulan motor jenis ini terletak pada kemampuannya untuk bekerja secara optimal dalam kondisi yang menuntut, seperti di area maritim dengan tingkat kelembapan tinggi (Wijaya Putra et al., 2025).

g. Motor *Thruster*

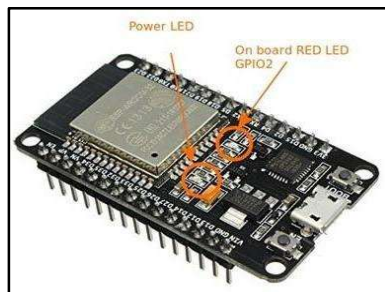
Motor ini berfungsi sebagai alat bantu pada kapal, memberikan dorongan tambahan untuk meningkatkan kemampuan manuver, terutama saat berada di pelabuhan atau ketika proses sandar berlangsung. Biasanya, motor ini dirancang agar terintegrasi langsung dengan sistem kontrol kapal, memungkinkan pengoperasian yang lebih presisi dan efisien. Kehadirannya sangat penting untuk memastikan kapal dapat bergerak dengan aman dan terkendali di area yang sempit atau ramai (Wu et al., 2023).

8. ESP 32

(Habibi & Zaky, 2025) ESP32 merupakan mikrokontroler berbasis *System on Chip* (SoC) yang dikembangkan oleh *Espressif Systems* dan banyak digunakan dalam pengembangan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT). Mikrokontroler ini memiliki prosesor *dual-core* dengan kecepatan hingga 240 MHz serta telah terintegrasi modul Wi-Fi dan *Bluetooth*,

sehingga mampu mendukung proses pengiriman data secara *real-time*. Kemampuan tersebut menjadikan ESP32 sesuai digunakan sebagai pusat pengendali dan pengolah data pada sistem *monitoring*, khususnya yang membutuhkan konektivitas nirkabel (Habibi & Zaky, 2025).

Dalam penelitian ini, ESP32 dimanfaatkan sebagai pengendali utama yang berfungsi membaca data dari sensor, mengolah data secara kuantitatif, serta mengirimkan hasil pengukuran ke sistem tampilan atau media pemantauan. Dukungan antarmuka seperti ADC, UART, SPI, dan I2C memungkinkan ESP32 terhubung dengan berbagai sensor yang digunakan dalam penelitian. Dengan dukungan platform pemrograman yang fleksibel.



Gambar 2. 6 ESP 32

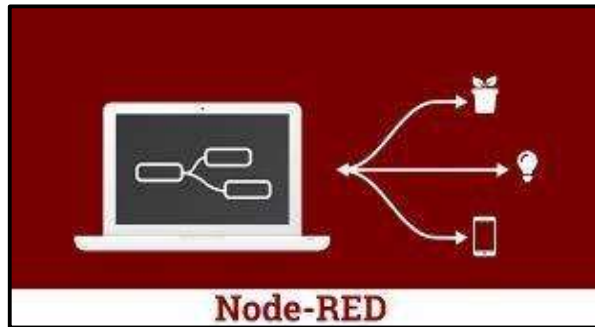
Sumber : <https://11nq.com/87o02hu>

Pada gambar 2. 6 konsumsi daya yang efisien, ESP32 mampu menunjang proses observasi dan pengambilan data secara kontinu sehingga mendukung metode penelitian observasi dan kuantitatif yang digunakan.

9. Aplikasi Node-Red

Node-RED merupakan platform pemrograman berbasis alur (flow-based programming) yang digunakan dalam pengembangan aplikasi Internet of Things (IoT). Platform ini menyediakan antarmuka grafis berbasis web yang memungkinkan perancangan alur pemrosesan data

melalui node-node fungsional tanpa memerlukan penulisan kode yang kompleks. Dukungan terhadap protokol komunikasi seperti MQTT, HTTP, dan WebSocket memungkinkan Node-RED mengintegrasikan perangkat sistem monitoring dengan server secara efisien (Suprianto, 2024)



Gambar 2. 7 Note-Red

Sumber : <https://ubidots.com/blog/learn-more-about-node-red/>

Pada gambar 2. 7 dalam penelitian ini, *Node-RED* dimanfaatkan sebagai platform untuk menerima, mengolah, dan menampilkan data hasil pengamatan secara *real-time*. Data yang diperoleh dari proses observasi dicatat secara kontinu dan disajikan dalam bentuk *dashboard* sehingga memudahkan proses analisis kuantitatif. Penggunaan *Node-RED* mendukung metode penelitian observasi melalui pencatatan data yang sistematis serta memfasilitasi pengolahan data numerik untuk evaluasi dan penarikan kesimpulan penelitian.

10. *Thermocouple*

Thermocouple tipe J adalah sensor suhu yang bekerja berdasarkan prinsip efek Seebeck, di mana perbedaan suhu antara dua sambungan logam menghasilkan tegangan listrik. Sensor ini menggunakan logam besi sebagai kutub positif dan konstantan, campuran tembaga-nikel, sebagai kutub negatif. Dengan rentang pengukuran suhu dari $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $750\text{ }^{\circ}\text{C}$,

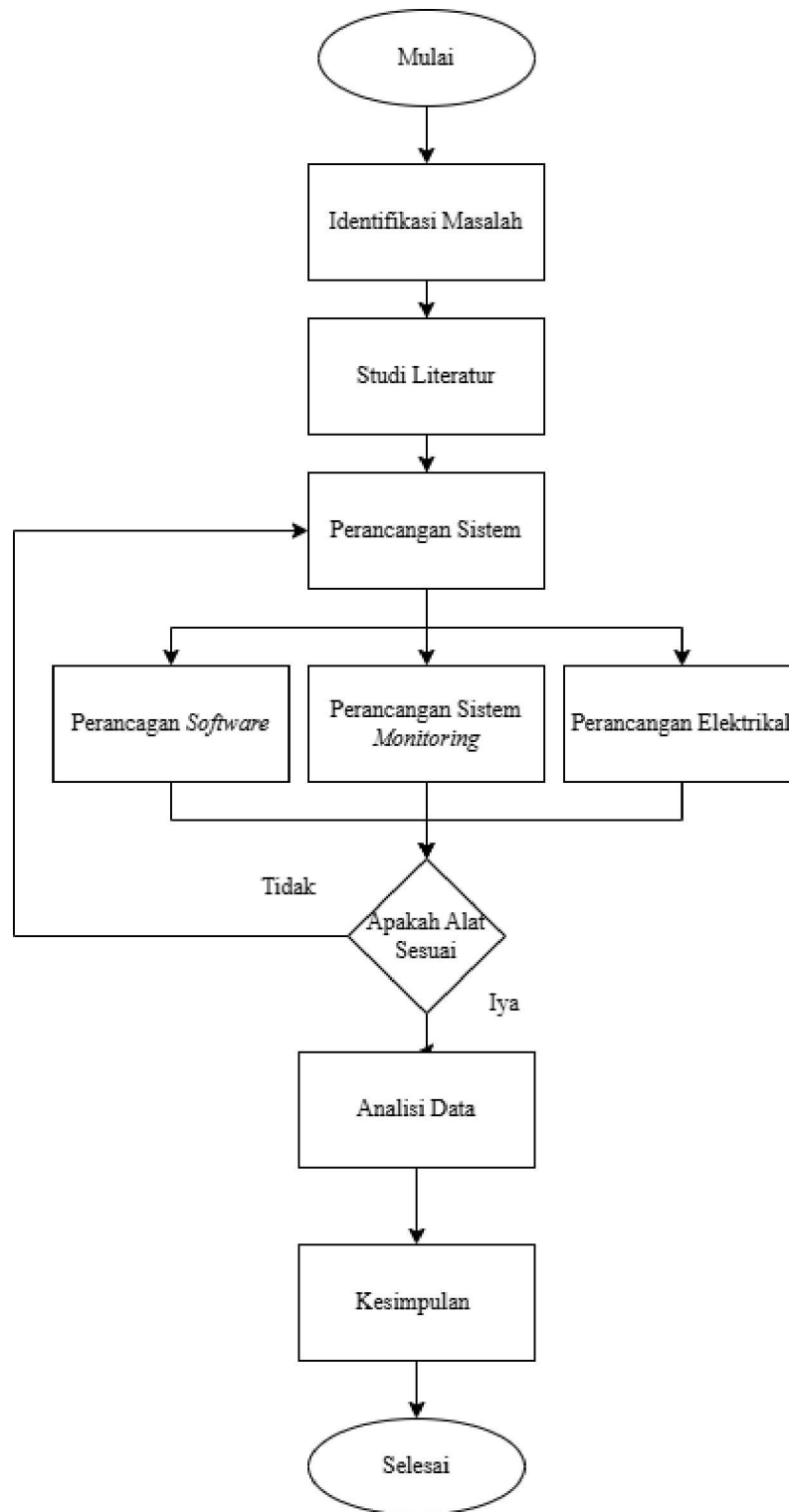
thermocouple tipe J cocok untuk berbagai aplikasi industri. Keunggulan sensor ini terletak pada sensitivitasnya yang tinggi dan harganya yang lebih ekonomis dibandingkan jenis thermocouple lainnya. *Thermocouple* tipe J sering digunakan dalam pemantauan suhu pada mesin, proses pemanasan, sistem kelistrikan, dan aplikasi industri lainnya yang memerlukan pengukuran suhu yang andal dan kontinu (I Wayan Oka Prayasa et al., 2023)



Gambar 2. 8 Thermocouple type J

Sumber : <https://11nq.com/qc78xx8>

C. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2. 9 Kerangka Penelitian
Sumber : Dokumen Pribadi

BAB III

METODE PENELITIAN

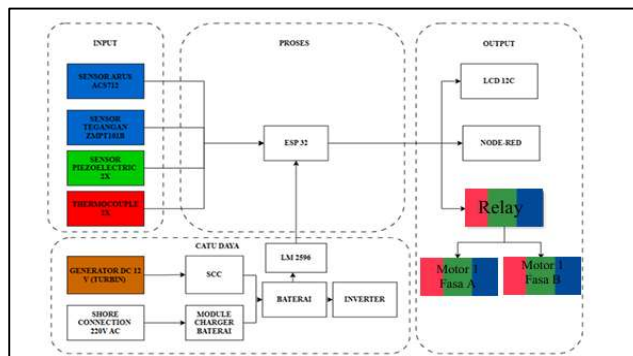
A. Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode Observasi dan Kuantitatif. Observasi adalah Teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui sesuatu pengamatan, dengan disertai pencatatan-pencatatan terhadap keadaan atau perilaku objek sasaran yang diteliti (Sarker et al., 2024). Observasi kuantitatif yaitu suatu jenis penelitian yang pada dasarnya menggunakan pendekatan deduktif-induktif.

B. Perancangan Sistem

1. Blok Diagram

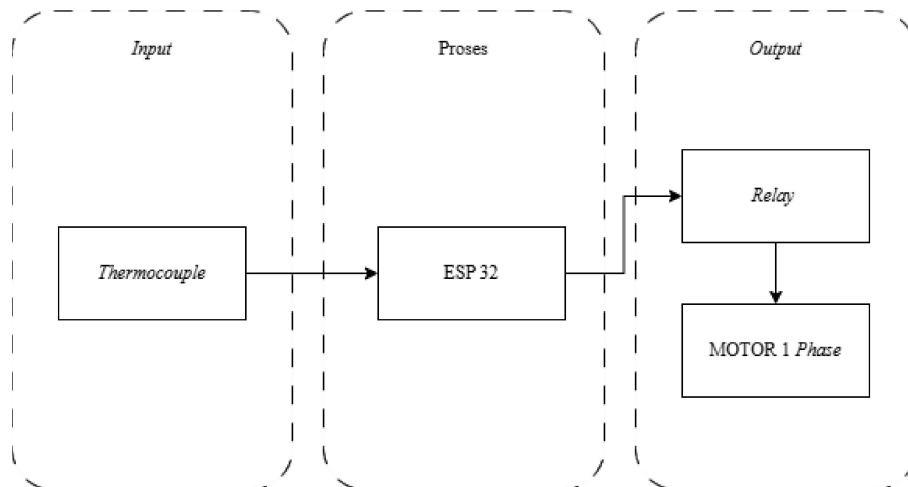
Pada konsep perancangan sistem merupakan lanjutan dari proses sebelumnya yang menjadi awal dari proses perancangan alat berikutnya. Perancangan sistem ini bertujuan untuk menentukan struktur penyusunan komponen sebelumnya yang telah disusun.



Gambar 3. 1 Blok diagram capstone designe Monitoring Kinerja PLTB dan Deteksi Kerusakan Motor 1 Fasa pada Sewage Pump di Kapal dengan Analisis Arus dan Getaran

Sumber : Dokumen pribadi

Setelah melihat dari blok diagram pada gambar 3.1 dapat diambil potongan untuk dilanjutkan pada pembahasan pada suhu motor yang berpengaruh pada kecepatan.

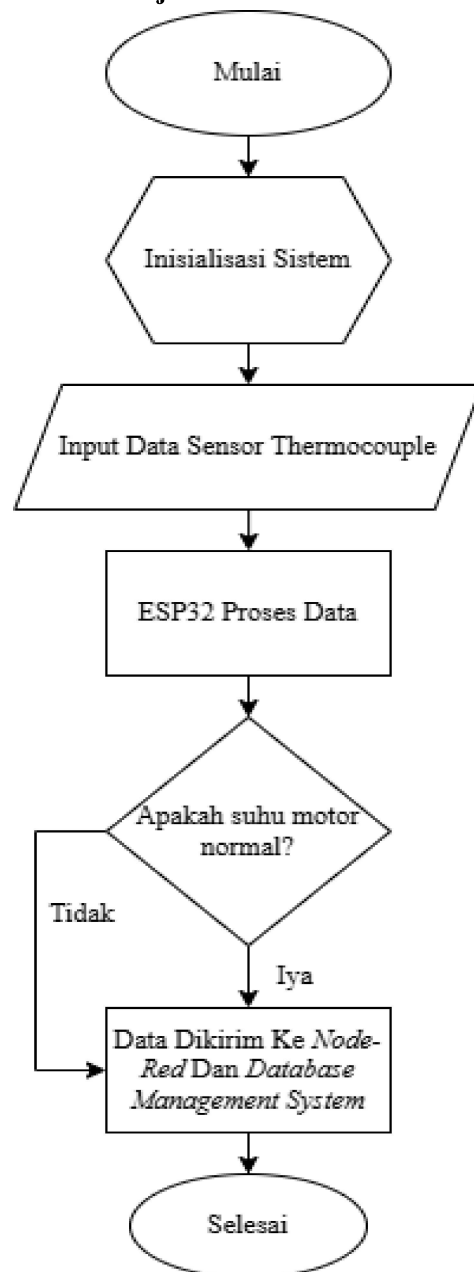


Gambar 3. 2 Blok Diagram Monitoring Suhu dan Kecepatan motor satu phase

Sumber : Dokumen Pribadi

Pada gambar 3.2 blok diagram dari penelitian yang dilakukan peneliti dengan 3 bagian utama yaitu *input*, *proses*, dan *output*. Pada *input* berisikan sensor yang memberikan data yang akan dikirim ke bagian selanjutnya yaitu ESP 32 sebagai *proses* dan selanjutnya yaitu *output* pada motor 1 *phase* yang digunakan peneliti.

C. Sistem Kerja

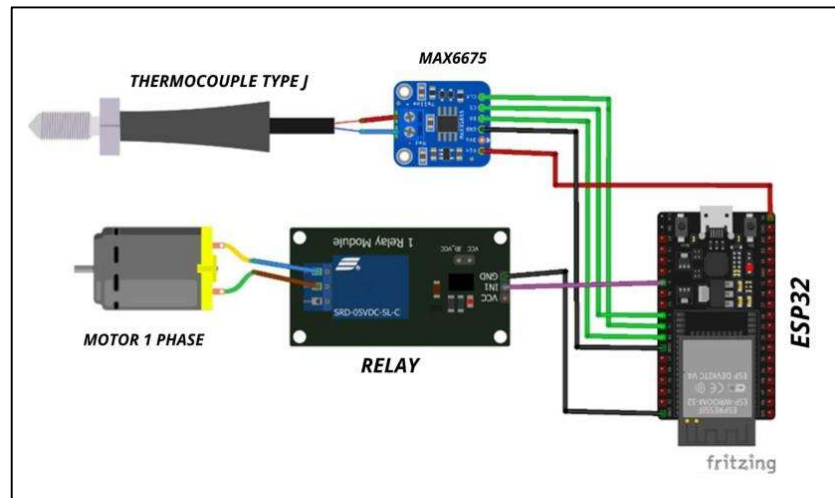


Gambar 3. 3 Flowchart Sistem Monitoring Penurunan Fungsi Motor 1
Sumber : Dokumen Pribadi

D. Perancangan Alat

Perancangan alat merupakan penggambaran komponen dari *prototype* yang akan dikembangkan peneliti. Peneliti merancang dengan skema sensor

yang digunakan, mikrokontroler yang digunakan, dan *output* yaitu motor. Perancangan alat ini merupakan penggalan dari *capstone* yang dikembangkan bersama yang menyangkut milik peneliti.



Gambar 3. 4 Wiring Diagram *Prototype*

Sumber : Dokumen Pribadi

Pada gambar 3.4 *Wiring* diagram tersebut merupakan gambaran komponen *prototype* milik peneliti. Perancangan tersebut tak luput dari pembahasan sebelumnya yaitu penggalan dari *capstone* yang telah dirancang yang terdapat bagian alat milik peneliti. Maka dari itu penjelasan dari mana sumber tegangan berasal dari peneliti lainnya. Sangat ditegaskan bahwa penelitian ini tentang memonitoring motor satu phase dengan sensor utamayang digunakan yaitu *thermocouple*. Perancangan selanjutnya adalah tiap tiap komponen sensor.

E. Rencana Pengujian

Metode rencana pengujian perlu dibutuhkan pengumpulan data, pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan

dalam rangka mencapai tujuan penelitian, sehingga mendapatkan perancangan dan hasil yang diinginkan oleh penelitian saya. Yang akan sedikit membantu kinerja motor 1 *phase* pada kapal, dan juga membantu dalam kinerja teknis.

1. Pengujian Statis

Pengujian statis pada mikrokontroler ESP32 merupakan fase krusial dalam menjamin presisi pemantauan kecepatan motor. Sebagai unit pemroses pusat, ESP32 berperan dalam mengonversi sinyal mentah dari sensor kecepatan—seperti optical encoder atau hall effect—menjadi data RPM yang akurat. Melalui verifikasi statis, integritas pin input dipastikan berada pada kondisi tegangan kerja yang stabil serta bebas dari gangguan interferensi elektrik. Hal ini penting untuk menjamin bahwa setiap pulsa data yang diterima dapat diproses dengan valid sebelum sistem dioperasikan secara dinamis. Pengujian statis pada mikrokontroler ESP32 dilakukan untuk memastikan setiap pin dan modul internal berfungsi sesuai dengan perancangan tanpa diberi beban kerja dinamis. Pengujian meliputi pemeriksaan satu daya, kestabilan tegangan kerja, fungsi *input/output*, serta kemampuan komunikasi data melalui jaringan *Wi-Fi*.

- a. Pengujian statis pada platform *Node-RED* dilakukan untuk memastikan alur (*flow*) pemrosesan data telah tersusun dengan benar. Pengujian meliputi pengecekan koneksi komunikasi, tampilan *dashboard*, serta kemampuan *Node-RED* dalam menerima dan menampilkan data uji tanpa perubahan nilai secara dinamis. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan sistem visualisasi dan pencatatan data siap digunakan pada tahap pengujian berikutnya. *real time* pada alat monitoring dan kontrol

motor listrik industri menggunakan IoT. Adapun data yang ditampilkan terdiri dari nilai suhu, RPM, tegangan, dan arus listrik.

- b. Pengujian statis pada sensor *thermocouple* dilakukan untuk memastikan sensor mampu membaca suhu dengan kondisi lingkungan yang stabil dan tanpa perubahan temperatur secara signifikan. Pengujian dilakukan dengan menempatkan sensor pada suhu ruang dan membandingkan hasil pembacaan dengan alat ukur suhu standar. Tahap ini bertujuan untuk memastikan sensor menghasilkan nilai suhu awal yang stabil dan dapat digunakan sebelum dilakukan pengujian dinamis.
- c. Pengujian statis pada sensor *thermocouple* memiliki peranan krusial dalam menjamin validitas data hubungan antara suhu dan kecepatan motor. Sebelum motor dioperasikan secara dinamis, sensor *thermocouple* harus dipastikan memiliki titik referensi suhu awal yang akurat dan stabil. Hal ini dilakukan agar setiap fluktuasi suhu yang terdeteksi selama motor bekerja dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya sebagai variabel penyebab perubahan performa mesin. Kepastian akurasi pada tahap statis ini menjadi dasar untuk menganalisis fenomena penurunan kecepatan motor (RPM). Apabila sensor *thermocouple* telah terverifikasi stabil, maka setiap penurunan kecepatan putar yang terbaca oleh sistem monitoring dapat dikaitkan secara langsung dengan kenaikan suhu hasil kerja motor. Dengan demikian, integrasi data antara suhu yang presisi dan kecepatan putar dapat diolah menjadi informasi yang andal untuk mendeteksi degradasi efisiensi motor, serta mendukung tindakan perawatan preventif yang

lebih akurat pada permesinan kapal.

2. Pengujian Dinamis

Pengujian dinamis dilakukan setelah seluruh komponen terintegrasi dan berfungsi sebagai satu alat utuh. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja alat dalam kondisi operasi sebenarnya. Alat dioperasikan dengan variasi kondisi kerja, dan data hasil pengukuran dicatat serta dianalisis secara kuantitatif.

Selama pengujian thermocouple bekerja secara bersamaan untuk mengukur suhu. Data dari seluruh sensor diproses oleh mikrokontroler dan ditampilkan secara real-time pada sistem monitoring. Keberhasilan pengujian ditandai dengan kemampuan alat menampilkan data secara kontinu dan stabil tanpa gangguan komunikasi.