

LAPORAN TUGAS AKHIR

*PROTOTYPE*

**RANCANG BANGUN *MONITORING* SUMBER ENERGI  
LISTRIK PADA KAPAL BERBASIS IoT**



TENOKTO NYATASA BYAN

NIT 22 36378 3 026

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 *MONITORING* SUMBER ENERGI  
LISTRIK PADA KAPAL BERBASIS IoT**



TENOKTO NYATASA BYAN

NIT 22 36307 3 026

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 : TENOKTO NYATASA BYAN

Nomor Induk Taruna : 22 36307 3 026

Program Studi : D-IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal

Menyatakan bahwa Tugas Akhir yang saya tulis dengan judul:

**RANCANG BANGUN *MONITORING* SUMBER ENERGI LISTRIK PADA**

**KAPAL BERBASIS IoT**

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

Surabaya, 5 Mei 2026



**TENOKTO NYATASA BYAN**

**NIT. 22 36307 3 026**

## ABSTRAK

TENOKTO NYATASA BYAN. "Rancang Bangun *Monitoring* Sumber Energi Listrik Pada Kapal Berbasis IoT". Dibimbing oleh Bapak Hadi Setiyawan, ST. MT. Dan Bapak Jaka Septian Kustanto, S.SI. M.SI.

Penelitian ini bertujuan merancang dan menguji *prototype* sistem *monitoring* beban energi listrik pada kapal berbasis Internet of Things (IoT) untuk mempermudah pemantauan parameter kelistrikan secara real-time. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, sensor arus ACS712, sensor tegangan ZMPT101B, LCD I2C 20x4 sebagai display lokal, serta aplikasi Node-RED berbasis smartphone sebagai media *monitoring* jarak jauh. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen melalui pengujian statis dan dinamis. Hasil pengujian statis menunjukkan seluruh komponen bekerja dengan baik. Sensor arus ACS712 memiliki nilai error antara 2,38%–7,14%, sedangkan sensor tegangan ZMPT101B memiliki rata-rata error sebesar 0,8%, sehingga keduanya layak digunakan dalam sistem *monitoring*. Pengujian dinamis dilakukan selama 8 jam di dua lokasi berbeda, yaitu Politeknik Pelayaran Surabaya dan Kenjeran Surabaya. Hasil menunjukkan sistem mampu mengirimkan data secara stabil tanpa kehilangan data, dengan pembacaan parameter listrik yang akurat dan respons *real-time* melalui dashboard Node-RED. Pada lokasi Kenjeran, performa terbaik dicapai pada kecepatan angin 4,2 m/s dengan arus maksimum 18,3 mA dan tegangan baterai mencapai 12,5 V. Berdasarkan hasil penelitian, sistem *monitoring* berbasis IoT ini efektif membantu electrician kapal dalam memantau beban listrik secara otomatis, mengurangi *human error*., serta mendukung dokumentasi data kelistrikan secara digital dan berkelanjutan.

**Kata kunci:** *Monitoring* sumber listrik, IoT, ESP32, ACS712, ZMPT101B, Node-RED.

## **ASBTRACT**

TENOKTO NYATASA BYAN. “*Design and Development of an IoT-Based Electrical Energy Source Monitoring System on Ships.*” Supervised by Mr. Hadi Setiyawan, S.T., M.T. and Mr. Jaka Septian Kustanto, S.Si., M.Si.

*This study aims to design and test a prototype of an Internet of Things (IoT)-based electrical energy load monitoring system on ships to facilitate real-time monitoring of electrical parameters. The system utilizes an ESP32 microcontroller as the main controller, ACS712 current sensor, ZMPT101B voltage sensor, I2C 20x4 LCD as a local display, and a smartphone-based Node-RED application as a remote monitoring platform. The research method employed was an experimental approach through static and dynamic testing. The static test results showed that all components operated properly. The ACS712 current sensor had an error value ranging from 2.38% to 7.14%, while the ZMPT101B voltage sensor had an average error of 0.8%, indicating that both sensors are suitable for use in the monitoring system. Dynamic testing was conducted for 8 hours at two different locations, namely Surabaya Merchant Marine Polytechnic and Kenjeran, Surabaya. The results demonstrated that the system was able to transmit data stably without data loss, with accurate electrical parameter readings and real-time response through the Node-RED dashboard. At the Kenjeran location, the best performance was achieved at a wind speed of 4.2 m/s, with a maximum current of 18.3 mA and battery voltage reaching 12.5 V. Based on the research findings, this IoT-based monitoring system is effective in assisting ship electricians in automatically monitoring electrical loads, reducing human error., and supporting sustainable digital documentation of electrical data.*

**Keywords:** *Electrical source monitoring, IoT, ESP32, ACS712, ZMPT101B, Node-RED.*

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis ucapkan Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan karya ilmiah terapan ini. Adapun karya ilmiah ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan program Pendidikan Diploma IV di Politeknik Pelayaran Surabaya dengan mengambil judul:

### **“RANCANG BANGUN *MONITORING* SUMBER ENERGI LISTRIK PADA KAPAL BERBASIS IoT”**

Penelitian yang penulis lakukan dapat berjalan dengan semestinya tidak lepas dari bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, pihak yang telah terlibat dan mendukung penulis dalam penulisan karya ilmiah terapan ini. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E. selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya.
2. Bapak Dirhamsyah, S.E., M.Pd. selaku Ketua Program Diploma IV Teknologi Rekayasa Kelistrikan Kapal yang telah memberikan arahan serta bimbingan dalam penyusunan KIT penulis.
3. Bapak Hadi Setiyawan, ST. MT. selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta motivasi terkait perencanaan alat dan penyusunan KIT.
4. Bapak Jaka Septian Kustanto, S.SI. M.SI. selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta motivasi dalam membantu penulisan dan penyusunan KIT.
5. Keluarga yang selalu memberikan motivasi dan semangat dalam penyusunan KIT penulis.
6. Rekan – rekan yang senantiasa mendukung dan menemani dalam penyusunan KIT

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

Surabaya, 2026

**TENOKTO NYATASA BYAN**  
**NIT. 22 36307 3 026**

## DAFTAR ISI

|                                                            |             |
|------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>                                 | <b>i</b>    |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>                            | <b>ii</b>   |
| <b>PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL TUGAS AKHIR.....</b> | <b>iii</b>  |
| <b>PERSETUJUAN SEMINAR HASIL TUGAS AKHIR.....</b>          | <b>iv</b>   |
| <b>PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR.....</b>                | <b>v</b>    |
| <b>PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....</b>                 | <b>vi</b>   |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                       | <b>vii</b>  |
| <b><i>ASBTRACT</i> .....</b>                               | <b>viii</b> |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                                 | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                     | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                  | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                                  | <b>xiii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                              | <b>1</b>    |
| A. Latar Belakang .....                                    | 1           |
| B. Rumusan Masalah .....                                   | 3           |
| C. Batasan Masalah.....                                    | 3           |
| D. Tujuan Penelitian .....                                 | 3           |
| E. Manfaat Penelitian .....                                | 4           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                        | <b>5</b>    |
| A. <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya .....               | 5           |
| B. Landasan Teori.....                                     | 7           |
| 1. Internet Of Things (IoT).....                           | 7           |
| 2. Sensor Tegangan ZMPT101B.....                           | 7           |

|                                                    |           |
|----------------------------------------------------|-----------|
| 3. Sensor Arus ACS712 .....                        | 8         |
| 4. Liquid Crystal Display (LCD) .....              | 9         |
| 5. Mikrokontroler ESP32 .....                      | 10        |
| 6. Module Relay .....                              | 11        |
| 7. Aplikasi Node-RED .....                         | 12        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>             | <b>13</b> |
| A. Perancangan Sistem .....                        | 13        |
| B. Model Perancang <i>Software</i> dan Desain..... | 15        |
| C. Rencana Pengujian .....                         | 17        |
| <b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b> | <b>22</b> |
| A. Hasil Penelitian .....                          | 22        |
| B. Penyajian Data.....                             | 33        |
| C. Analisis Data .....                             | 40        |
| <b>BAB V PENUTUP .....</b>                         | <b>42</b> |
| A. Kesimpulan .....                                | 42        |
| B. Saran.....                                      | 43        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                         | <b>46</b> |

## DAFTAR TABEL

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2. 1 <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya .....                      | 5  |
| Tabel 4. 1 Tabel perhitungan <i>error</i> sensor Arus (A) .....           | 28 |
| Tabel 4. 2 Perhitungan error sensor tegangan .....                        | 29 |
| Tabel 4. 3 <i>Monitoring</i> Turbin Angin Lokasi Poltekpel Surabaya ..... | 33 |
| Tabel 4. 4 <i>Monitoring</i> Turbin Angin Lokasi Kenjeran Surabaya .....  | 35 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Sensor Tegangan ZMPT101B.....                      | 8  |
| Gambar 2. 2 Sensor Arus ACS712 .....                           | 8  |
| Gambar 2. 3 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD).....           | 10 |
| Gambar 2. 4 Mikrokontroler ESP32 .....                         | 11 |
| Gambar 2. 5 Aplikasi Module Relay.....                         | 11 |
| Gambar 2. 6 Aplikasi Node-RED .....                            | 12 |
| Gambar 3. 1 Diagram Blok Alat .....                            | 14 |
| Gambar 3. 2 Rangkaian Elektronika (Hardware).....              | 16 |
| Gambar 3. 3 <i>Design</i> sederhana Alat dan Komponen .....    | 16 |
| Gambar 3. 4 <i>Flowchart</i> perencanaan <i>software</i> ..... | 17 |
| Gambar 4. 1 Pengujian Statis ESP 32 .....                      | 23 |
| Gambar 4. 2 Pengujian Statis LCD I2C 20x4 .....                | 24 |
| Gambar 4. 3 Pengujian Aplikasi Node-Red.....                   | 25 |
| Gambar 4. 4 Pengujian statis sensor ZMPT101B .....             | 26 |
| Gambar 4. 5 Pengujian Statis Sensor Arus ACS712 .....          | 27 |
| Gambar 4. 6 Kondisi Cuaca di Poltekpel Surabaya .....          | 31 |
| Gambar 4. 7 Pengujian Lokasi Poltekpel Surabaya .....          | 31 |
| Gambar 4. 8 Kondisi cuaca di Kenjeran Surabaya .....           | 32 |
| Gambar 4. 9 Pengujian Lokasi Kedua.....                        | 32 |
| Gambar 4. 10 Monitoring Lokasi Poltekpel Surabaya .....        | 34 |
| Gambar 4. 11 Monitoring Lokasi Kenjeran Surabaya.....          | 36 |
| Gambar 4. 12 <i>Saving Data</i> 1 .....                        | 39 |
| Gambar 4. 13 <i>Saving Data</i> 2.....                         | 39 |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Sistem kelistrikan di atas kapal merupakan salah satu bagian yang sangat penting dalam menunjang kelancaran operasional pelayaran. Hampir seluruh peralatan utama maupun bantu pada kapal bergantung pada suplai energi listrik, seperti sistem navigasi, komunikasi, penerangan, pompa, sistem pendingin, alarm keselamatan, hingga berbagai peralatan kontrol otomatis di ruang mesin. Apabila terjadi gangguan pada sistem kelistrikan, maka operasional kapal dapat terganggu dan berpotensi menimbulkan risiko terhadap keselamatan pelayaran.

Sumber energi listrik pada kapal umumnya berasal dari generator utama, generator bantu, emergency generator, serta baterai cadangan yang terhubung ke sistem distribusi listrik kapal. Energi listrik tersebut disalurkan melalui panel distribusi menuju berbagai beban listrik sesuai kebutuhan operasional kapal. Oleh karena itu, pemantauan kondisi kelistrikan seperti nilai tegangan, arus, serta beban daya harus dilakukan secara berkala untuk memastikan sistem bekerja dalam kondisi normal dan aman.

Dalam praktiknya, proses pemantauan beban energi listrik di atas kapal masih banyak dilakukan secara manual oleh electrician atau awak kapal dengan cara membaca alat ukur secara langsung pada panel distribusi. Metode ini memiliki beberapa kelemahan, di antaranya membutuhkan waktu lebih lama, kurang efisien, berpotensi terjadi kesalahan pencatatan data, serta menyulitkan

pemantauan secara terus-menerus terutama ketika operator berada jauh dari ruang panel listrik.

Seiring berkembangnya teknologi digital, sistem *monitoring* berbasis Internet of Things (IoT) menjadi solusi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi pemantauan kelistrikan kapal. Teknologi ini memungkinkan pengiriman data secara *real-time* dari sensor menuju perangkat *monitoring* yang dapat diakses melalui smartphone maupun komputer. Dengan adanya sistem *monitoring* berbasis IoT, electrician dapat memantau parameter kelistrikan secara jarak jauh, memperoleh data yang akurat, serta mendeteksi potensi gangguan lebih cepat sehingga tindakan penanganan dapat segera dilakukan.

Pada penelitian ini digunakan sensor ZMPT101B untuk membaca tegangan listrik dan sensor ACS712 untuk membaca arus listrik. Data hasil pembacaan sensor diproses menggunakan mikrokontroler ESP32 dan ditampilkan pada LCD serta dashboard Node-RED berbasis IoT. Sistem ini dirancang agar mampu memberikan informasi kondisi beban listrik kapal secara *real-time*, akurat, dan mudah diakses oleh operator.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu inovasi berupa rancang bangun *monitoring* beban energi listrik pada kapal berbasis IoT yang mampu mempermudah proses pemantauan, meminimalisir kesalahan pembacaan manual, meningkatkan efisiensi kerja electrician, serta mendukung keandalan sistem kelistrikan kapal. Oleh karena itu, penulis mengangkat penelitian dengan judul:

**“RANCANG BANGUN *MONITORING* SUMBER ENERGI LISTRIK PADA KAPAL BERBASIS IoT.”**

## B. Rumusan Masalah

Dari beberapa uraian diatas, dapat dirumuskan permasalahannya sebagai berikut:

1. Bagaimana perancangan sistem *monitoring* pada peralatan rancang bangun *monitoring* sumber listrik tersebut?
2. Bagaimana kinerja sistem *monitoring* sumber energi listrik berbasis IoT dalam menampilkan data parameter kelistrikan secara real-time?

## C. Batasan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan pada bagian latar belakang, permasalahan dalam penelitian ini dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Mempermudah untuk *memonitoring* sumber listrik pada kapal
2. Membantu manusia untuk meminimalisir kesalahan perhitungan sumber daya listrik

## D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka dapat diketahui tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mempermudah penggunaan sistem *monitoring* ini untuk orang mengetahui tentang sumber energi kelistrikan pada kapal.
2. Peralatan monitor listrik ini bertujuan untuk mempermudah mengetahui parameter kelistrikan yang selama ini dilakukan dengan cara menghitung (manual).

### **E. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah, memberikan kemudahan, pada electrician agar tidak menghitung data kelistrikan kapal dengan cara manual dan meminimalisir kesalahan perhitungan sumber daya energi listrik.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Review Penelitian Sebelumnya

Pada bab ini, penelitian sebelumnya sudah dilakukan oleh Pratiwi Oktavinna Dwi pada tahun 2023 dengan judul “Rancang Bangun Ssistem Proteksi Dan *Monitoring* Saat Terjadi Gangguan Pada Sub - Sub Distribusi Panel “. Tinjauan terhadap penelitian terdahulu memiliki manfaat penting untuk memahami hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya sekaligus mengetahui perbedaannya dengan penelitian yang akan dilakukan.

Tabel 2. 1 *Review* Penelitian Sebelumnya

| Sumber                                                                             | Judul                                                                                                       | Metode                                                                                                                                                                                                                                                                  | Hasil                                                                                                                                                                                                                                                                          | Perbedaan dengan Penulis                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pratiwi Oktavinna Dwi, 2023 Diploma thesis, Politeknik perkapalan Negeri Surabaya. | Rancang Bangun Ssistem Proteksi Dan <i>Monitoring</i> Saat Terjadi Gangguan Pada Sub - Sub Distribusi Panel | Sistem proteksi dirancang untuk memutus aliran distribusi menuju beban apabila terjadi ketidakseimbangan beban melebihi 25%. Selain itu, sistem ini juga mampu menghentikan aliran distribusi ke beban ketika kondisi undervoltage terjadi pada tegangan di bawah 365V. | Sistem proteksi dirancang untuk memutus aliran distribusi menuju beban apabila terjadi ketidakseimbangan beban melebihi 25%. Selain itu, sistem ini juga mampu menghentikan aliran distribusi ke beban ketika kondisi <i>undervoltage</i> terjadi pada tegangan di bawah 365V. | Penelitian ini berfokus pada proteksi distribusi panel menggunakan PZEM-004T dan aplikasi Blynk, sedangkan penelitian penulis berfokus pada <i>monitoring</i> beban energi listrik kapal berbasis IoT menggunakan sensor ACS712 dan ZMPT101B dengan dashboard Node-RED secara real-time |

| Sumber                                                                         | Judul                                                                                                | Metode                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Hasil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Perbedaan dengan Penulis                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jumana Rahmat , 2021<br>Diploma thesis, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. | Rancang Bangun Sistem <i>Monitoring</i> Daya Pada Kwh Meter 1 Phase Dan Evaluasi Penghematan Energi. | Penelitian ini Pada penelitian sebelumnya dengan judul Rancang Bangun Sistem <i>Monitoring</i> Daya Pada Kwh Meter 1 Phase Dan Evaluasi Penghematan Energi. Menghasilkan metode : Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino menggunakan modul SIM800L V2 ke ponsel pemilik rumah melalui pesan singkat atau SMS ( <i>Short Message Service</i> ) serta evaluasi penghematan energi bekerja dengan baik. | Hasil pengujian sensor tegangan PZEM004T yang dibandingkan dengan avometer menunjukkan tingkat akurasi mencapai 99,54%. Adapun pengujian pada sensor arus PZEM004T dengan menggunakan clampmeter memperoleh nilai akurasi sebesar 95,26%. Pada pengujian sensor daya, perhitungan daya menghasilkan nilai 54,142 watt pada beban pertama dan 114,409 watt pada beban kedua. | Penelitian ini menggunakan komunikasi SMS melalui SIM800L, sedangkan penelitian penulis menggunakan ESP32 berbasis WiFi dengan <i>monitoring</i> dashboard Node-RED berbasis internet yang lebih interaktif dan real-time |

Berdasarkan hasil *review* penelitian sebelumnya, terdapat persamaan pada penggunaan konsep *monitoring* energi listrik berbasis mikrokontroler. Namun penelitian ini memiliki perbedaan pada jenis sensor yang digunakan, media komunikasi data, serta platform *monitoring*. Penelitian ini menggunakan sensor ACS712 dan ZMPT101B dengan mikrokontroler ESP32 serta dashboard Node-RED berbasis IoT untuk menampilkan data parameter kelistrikan kapal secara real-time. Sistem ini dirancang lebih praktis untuk mendukung pekerjaan electrician kapal dalam memantau kondisi beban listrik secara jarak jauh dan meminimalkan *human error*.

## **B. Landasan Teori**

Berdasarkan teori – teori yang ada maka akan menjadi sebuah landasan teori. Landasan teori tersebut akan menjadi dasar sebuah penelitian. Hal tersebut sangat penting karena menjadi kunci pemahaman dari pembaca mengenai penelitian dan teorinya. Landasan teori tersebut berupa teoritis dan informasi tambahan. Berdasarkan landasan teori tersebut, penulis menjelaskan dan menyajikan beberapa landasan teori sebagai berikut:

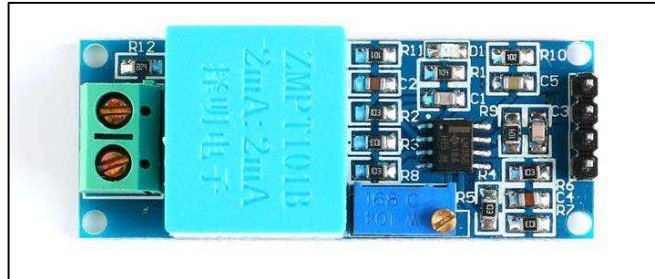
### **1. Internet Of Things (IoT)**

*Internet of things* atau orang biasa menyebutnya dengan internet cerdas. IoT dimanfaatkan sebagai media pengembangan kecerdasan akses di dunia industri, salah satunya merupakan industri pelayaran. IoT dalam dunia pelayaran sudah mulai dikembangkan di beberapa perusahaan atau di beberapa kapal. Dalam dunia pembelajaran sendiri IoT juga sering dilibatkan dalam sebuah penelitian – penelitian. IoT juga dapat dikembangkan dengan menggunakan perangkat elektronika yang biasa digunakan yaitu Arduino dan juga dapat di aplikasikan pada sistem operasi Android maupun smarthphone lainnya (B et al., 2023)

### **2. Sensor Tegangan ZMPT101B**

Tegangan listrik timbul karena adanya perbedaan potensi listrik di antara dua titik dalam suatu rangkaian listrik. Perbedaan potensi tersebut dapat terjadi berulang kali dalam selang waktu yang singkat, khususnya pada rangkaian dengan karakteristik beban tidak *linear*. Dalam proses pengukuran tegangan tersebut, penulis memanfaatkan sensor ZMPT101B. Sensor ZMPT101B memiliki kemampuan mengukur tegangan hingga 250

Volt, sehingga cocok digunakan untuk pengukuran tegangan pada kondisi beban *nonlinier*.



Gambar 2. 1 Sensor Tegangan ZMPT101B

Sumber: <https://images.app.goo.gl/m6ocf4QUxYBG43UL8> (Diakses pada tanggal 10 April 2024)

### 3. Sensor Arus ACS712

Sensor ACS712 digunakan untuk mendeteksi besaran arus pada beban DC maupun AC. Dalam penerapannya, sensor ini umum dimanfaatkan pada sistem pengendalian motor, pendeteksian beban listrik, serta perlindungan terhadap kondisi beban berlebih. Prinsip kerjanya dilakukan dengan membaca arus yang melewati kabel di dalam sensor, yang kemudian menghasilkan medan magnet. Medan magnet tersebut selanjutnya dideteksi oleh *hall effect* dan dikonversi menjadi tegangan yang bersifat proporsional.



Gambar 2. 2 Sensor Arus ACS712

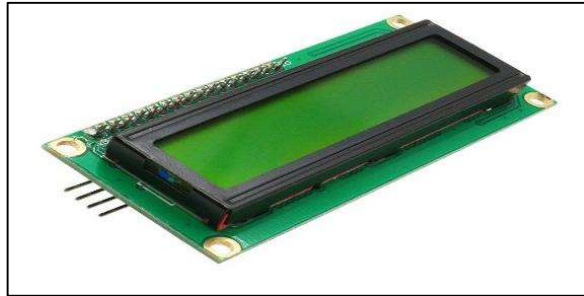
Sumber: <https://images.app.goo.gl/jHzAZ6HSzNLX1zio8> (Diakses pada tanggal 10 April 2024)

#### 4. Liquid Crystal Display (LCD) I2C 20x4

*Liquid Crystal Display* (LCD) merupakan perangkat output elektronik yang digunakan untuk menampilkan data berupa karakter, angka, maupun simbol hasil proses pembacaan sistem. Pada penelitian ini digunakan LCD I2C 20x4, yaitu modul display yang memiliki kemampuan menampilkan 20 karakter pada setiap baris dan terdiri dari 4 baris tampilan, sehingga mampu menampilkan informasi *monitoring* secara lebih lengkap dibandingkan LCD dengan ukuran yang lebih kecil. LCD I2C 20x4 bekerja menggunakan antarmuka komunikasi Inter-Integrated Circuit (I2C) yang hanya memerlukan dua jalur komunikasi data, yaitu Serial Data (SDA) dan Serial Clock (SCL). Penggunaan modul I2C memberikan kelebihan berupa efisiensi penggunaan pin pada mikrokontroler ESP32, sehingga lebih banyak pin yang dapat dimanfaatkan untuk koneksi sensor dan komponen pendukung lainnya. Adapun kelebihan LCD I2C 20x4 antara lain sebagai berikut:

- a. Memiliki kapasitas tampilan 20 karakter  $\times$  4 baris sehingga informasi yang ditampilkan lebih lengkap.
- b. Menggunakan komunikasi I2C sehingga lebih hemat penggunaan pin mikrokontroler.
- c. Memiliki backlight display sehingga tetap dapat dibaca pada kondisi minim pencahayaan.
- d. Konsumsi daya relatif rendah dan stabil untuk sistem monitoring berbasis mikrokontroler.

- e. Mampu menampilkan data *monitoring* secara *real-time* dengan respon cepat.



Gambar 2. 3 *Liquid Crystal Display* (LCD)

Sumber: <https://images.app.goo.gl/gHZcbRw1cNB6SGQQ9> (Diakses pada tanggal 10 April 2024)

## 5. Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang dibuat oleh *Espressif Systems* yang berfungsi sebagai pusat kendali dalam suatu rangkaian elektronik. Mikrokontroler ini dapat diprogram untuk membaca data dari berbagai sensor, mengolah data tersebut, lalu memberikan perintah ke perangkat lain seperti lampu, motor, atau sistem kontrol lainnya. Yang membuat ESP32 sangat populer adalah karena di dalam satu chip sudah terdapat fitur komunikasi nirkabel berupa *Wi-Fi* dan *Bluetooth*, sehingga perangkat yang menggunakan ESP32 bisa langsung terhubung ke internet atau dikendalikan dari jarak jauh tanpa membutuhkan modul tambahan.

Jika dibandingkan dengan generasi sebelumnya, seperti ESP8266, ESP32 memiliki performa yang lebih unggul karena didukung oleh prosesor berkecepatan lebih tinggi serta arsitektur dua inti (*dual-core*). Dengan kemampuan tersebut, ESP32 dapat menjalankan beberapa proses secara simultan secara lebih efisien. Hal ini membuat ESP32 sangat cocok digunakan dalam berbagai aplikasi modern seperti *Internet of Things* (IoT),

sistem otomatisasi, *monitoring* kondisi mesin, hingga perangkat pintar yang dapat dikontrol melalui *smartphone*.

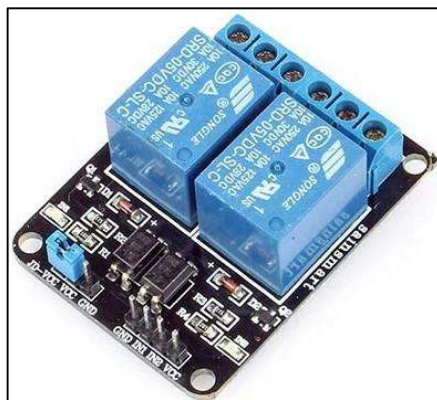


Gambar 2. 4 Mikrokontroler ESP32

Sumber: <https://share.google/qgHVb66de7IGTUToo> (Diakses pada tanggal 10 April 2024)

## 6. Module Relay

*Modul relay* adalah papan rangkaian (PCB) yang mengintegrasikan satu atau lebih *relay* dengan komponen pendukung seperti transistor dan dioda, berfungsi sebagai sakelar elektronik untuk mengontrol beban berarus tinggi (AC/DC) menggunakan sinyal tegangan rendah (misal: Arduino/mikrokontroler). Ini memberikan isolasi aman antara rangkaian kontrol dan beban.



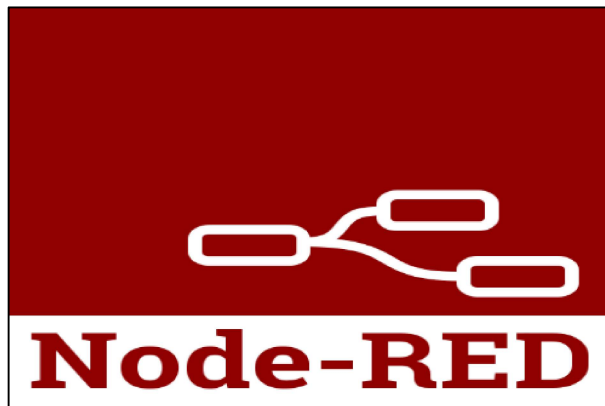
Gambar 2. 5 Aplikasi Module Relay

Sumber: <https://www.ditempel.com/2021/05/cara-kerja-modul-relay-untuk-penggunaan.html> (Diakses pada tanggal 10 April 2024)

## 7. Aplikasi Node-RED

*Node-RED* adalah alat pemrograman berbasis visual (FLOW-BASED PROGRAMMING) yang memudahkan penghubungan perangkat keras (*hardware*), API, dan layanan *online*. Dibuat berbasis *Node.js*, *Node-RED* memungkinkan pembuatan alur data (*flow*) melalui antarmuka browser dengan cara drag and drop, menjadikannya populer untuk proyek IoT (*Internet of Things*) dan otomatisasi tanpa coding rumit.

Dte.telkomuniversity.ac.id 2024



Gambar 2. 6 Aplikasi Node-RED

Sumber: <https://en.wikipedia.org/wiki/Node-RED> (Diakses pada tanggal 10 April 2024)

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif eksperimental yang dilakukan penelitian terapan atau praktis karena memiliki tujuan yang jelas untuk menerapkan pengetahuan dan teknologi dalam konteks praktis. Penelitian ini juga bertujuan untuk memudahkan awak kapal khususnya *electrician* karena dapat meringankan pekerjaan diatas kapal. Dengan menggunakan Sensor Arus ACS712 dan teknologi IoT, penelitian ini merancang solusi praktis untuk memantau dan *memonitoring* beban energi listrik yang berada diatas kapal.

Hasil dari penelitian ini dapat langsung diterapkan dalam lingkungan kapal untuk meningkatkan keamanan dan kinerja system. Melalui penelitian ini diharapkan dapat memudahkan awak kapal karena akurasi pengukuran tegangan lebih akurat daripada mengukur dengan cara yang manual. Penelitian terapan ini memberikan kontribusi langsung terhadap pemecahan masalah nyata dalam lingkungan maritim dan membantu meningkatkan keamanan dan kinerja sistem pada kapal.

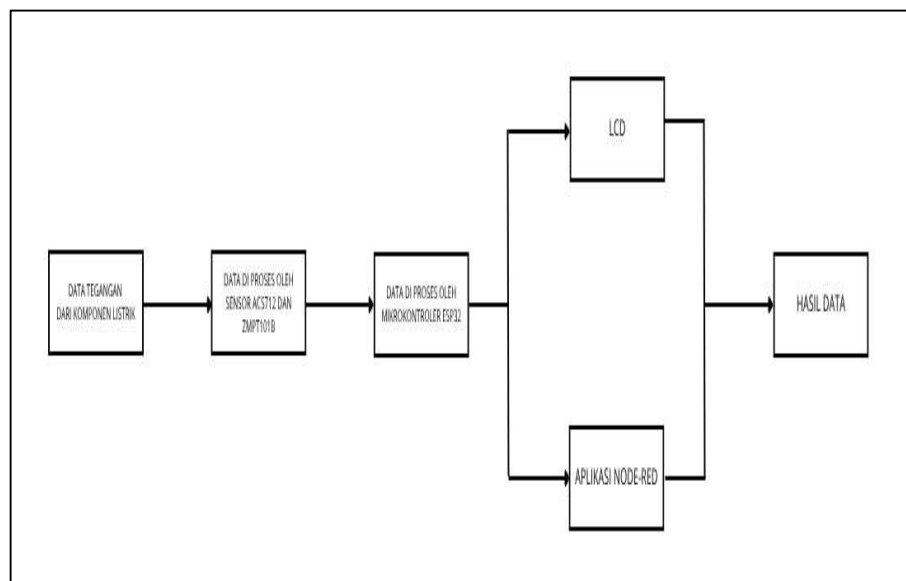
#### **A. Perancangan Sistem**

Perancangan dapat dipahami sebagai proses menggambarkan, merencanakan, menyusun sketsa, atau mengatur sejumlah elemen yang terpisah menjadi satu kesatuan yang lengkap dan memiliki fungsi tertentu (Yakub, 2012). Dalam konteks sistem, perancangan mencakup serangkaian aktivitas yang menjelaskan cara kerja sistem yang akan dibangun. Tujuan dari proses ini

adalah menghasilkan produk perangkat lunak yang sesuai dengan kebutuhan. Adapun rancangan sistem dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1. Diagram Blok Alat

Sebelum proses perancangan hardware dan *software* dilakukan, diagram blok kerja alat yang akan dikembangkan perlu ditetapkan terlebih dahulu. Penentuan diagram blok ini bertujuan untuk memudahkan tahapan perancangan sistem secara keseluruhan.



Gambar 3. 1 Diagram Blok Alat

Sumber: Dokumentasi Penulis (2024)

Pada sketsa diagram blok alat tersebut aplikasi node-red memiliki peranan penting atau komponen utama dalam alat tersebut. Terdapat juga beberapa komponen pendukung lainnya yaitu sensor-sensor, mikrokontroler, LCD, dan juga android. Komponen pendukung tersebut memiliki fungsi masing – masing yang nantinya akan mengirimkan kembali data untuk diolah oleh aplikasi node-red, yang menghasilkan output untuk ditampilkan pada LCD maupun android.

## B. Model Perancang *Software* dan Desain

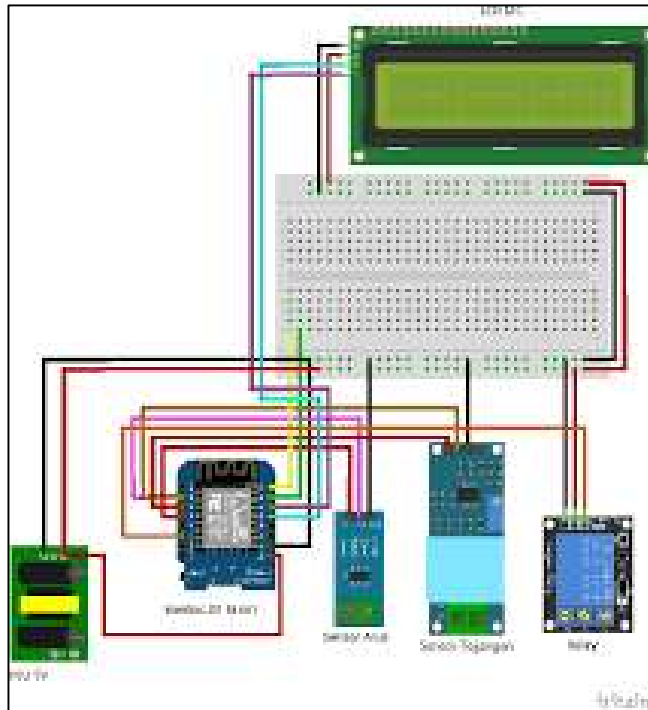
### 1. Identifikasi Kebutuhan

Berdasarkan rancangan sistem yang telah disusun, diperlukan sejumlah alat atau komponen untuk melakukan *monitoring* terhadap arus, tegangan, dan daya listrik diatas kapal berbasis IoT, sebagai berikut:

- a. Sensor ACS712 dan ZMPT101B adalah komponen yang penting dalam proses ini karena sensor ini dapat mengukur beban energi listrik yang berada diatas kapal.
- b. LCD sebagai sebuah komponen yang menampilkan hasil dari *monitoring* yang dilakukan pada komponen listrik diatas kapal.
- c. Mikrokontroler ESP32 merupakan komponen yang berfungsi untuk menyimpan data yang di proses oleh aplikasi node-red yang dimana penyimpanan data sangat diperlukan untuk mengaplikasikan data tersebut menjadi data yang sudah matang.
- d. Aplikasi Node-Red merupakan salah satu aplikasi yang digunakan dalam sistem *monitoring* tersebut. Penggunaan aplikasi tersebut membantu pemantauan atau *monitoring* beban energi listrik di kapal pada jarak jauh.
- e. Android merupakan komponen tambahan untuk *memonitoring* hasil dari beban energi listrik di kapal dari jarak jauh.

### 2. Rangkaian Elektronika

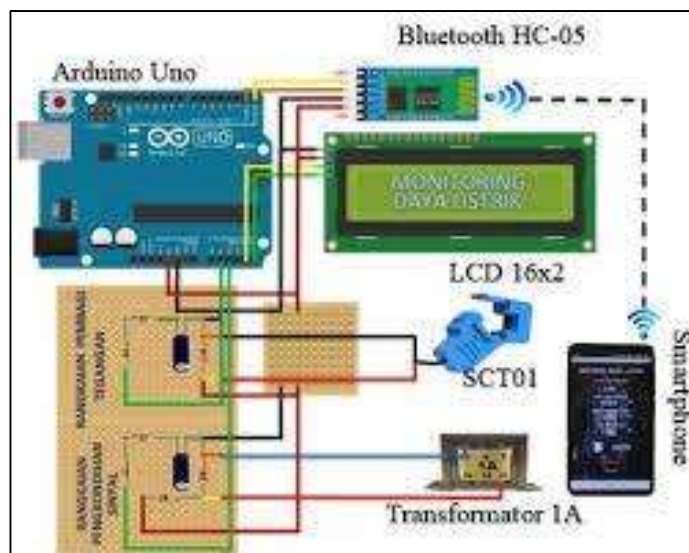
Pada poin selanjutnya, yaitu menyusun rangkaian elektronika yang kebutuhan komponennya sudah di tentukan pada bagian kebutuhan komponen, desain rangkaian elektronika digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3. 2 Rangkaian Elektronika (*Hardware*)

Sumber: <https://images.app.goo.gl/UkeLuZ3CfMDtEKQf9> (Diakses pada tanggal 10 April 2024)

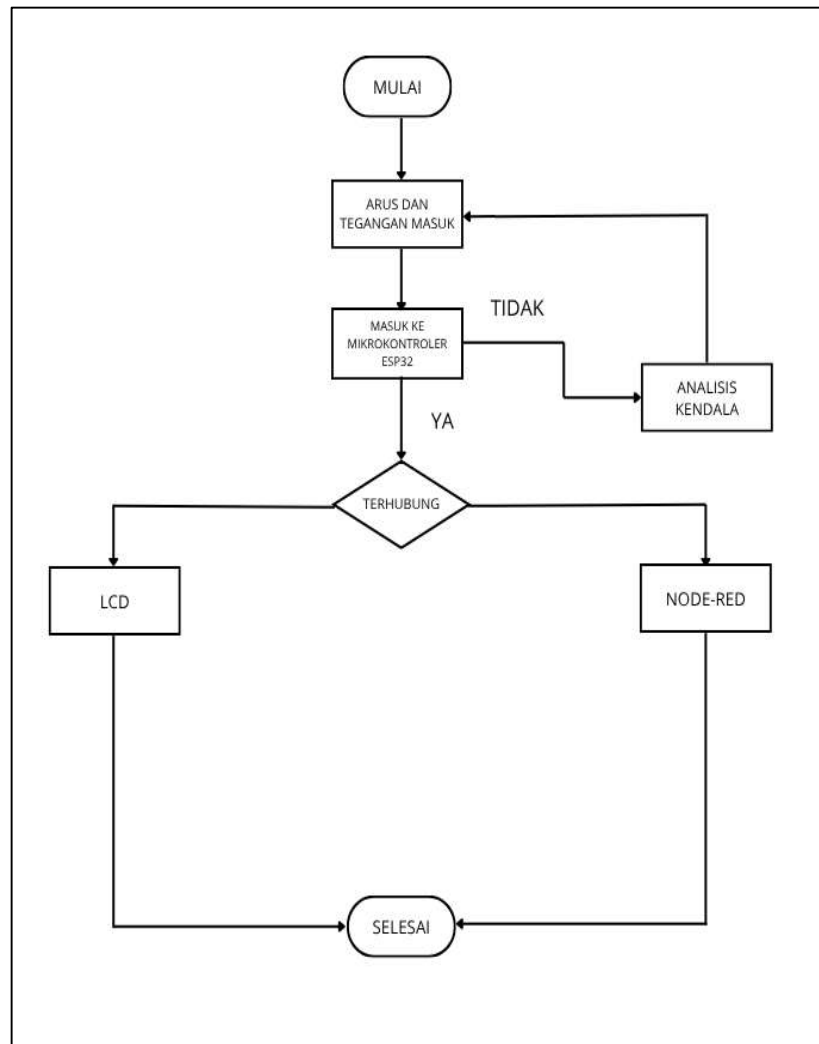
Selanjutnya merupakan design sederhana alat beserta komponen yang ada di dalamnya.



Gambar 3. 3 *Design* sederhana Alat dan Komponen

Sumber: <https://images.app.goo.gl/ojAmda7rfxUzEiE1A> (Diakses pada tanggal 10 April 2024)

### 3. Perencanaan *software*



Gambar 3. 4 *Flowchart* perencanaan *software*

Sumber: Dokumentasi Penulis (2024)

### C. 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 3 phase pada kapal, dan juga membantu dalam kinerja teknis.

## 1. Pengujian Statis

Pengujian statis adalah teknik pengujian perangkat lunak yang digunakan untuk memeriksa cacat pada aplikasi perangkat lunak tanpa mengeksekusi kodenya. Pengujian statis dilakukan untuk menghindari kesalahan pada tahap awal pengembangan karena lebih mudah untuk mengidentifikasi kesalahan dan menyelesaikan kesalahan.

- a. 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 catu daya, kestabilan tegangan kerja, fungsi pin input/output, serta kemampuan komunikasi data melalui jaringan Wi-Fi. Hasil pengujian statis menunjukkan bahwa ESP32 dapat beroperasi dengan baik sebagai pusat pengolah data dan pengendali sistem *monitoring*.
- b. Pengujian statis pada LCD I2C 20x4 dilakukan untuk memastikan modul display dapat berfungsi dengan baik sebagai media penampil data *monitoring* secara lokal. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan LCD ke mikrokontroler ESP32 melalui jalur komunikasi I2C, yaitu pin SDA dan SCL, serta memberikan catu daya sesuai spesifikasi kerja modul. Setelah rangkaian terhubung, dilakukan pengunggahan program sederhana untuk menampilkan teks dan nilai parameter pada layar LCD. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa komunikasi antara ESP32 dan LCD berjalan normal tanpa gangguan pada proses pengiriman data. Pengujian dinyatakan berhasil apabila LCD mampu

menampilkan karakter, angka, dan informasi sesuai dengan program yang diunggah secara jelas dan stabil tanpa adanya tampilan error, karakter acak, maupun kegagalan komunikasi. Melalui pengujian ini dapat diketahui bahwa LCD berfungsi sebagai media *monitoring* lokal yang memungkinkan operator memantau parameter kelistrikan secara langsung pada alat tanpa harus membuka dashboard Node-RED melalui perangkat eksternal.

- c. 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.
- d. Pengujian statis sensor ZMPT101B dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor dalam mengukur tegangan AC dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap alat ukur standar berupa multimeter digital. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sensor mampu memberikan hasil pengukuran yang stabil dan sesuai dengan nilai tegangan sebenarnya sebelum digunakan pada sistem *monitoring* energi listrik berbasis IoT. Pada pengujian ini, sensor ZMPT101B dihubungkan ke sumber tegangan AC 220 Volt, kemudian output analog sensor dibaca

oleh mikrokontroler ESP32 dan ditampilkan pada serial monitor. Nilai hasil pembacaan sensor selanjutnya dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan multimeter digital sebagai nilai referensi.

- e. Pengujian statis sensor ACS712 Pengujian statis sensor ACS712 dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor dalam mengukur arus listrik dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap alat ukur standar berupa clamp meter atau multimeter digital. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan sensor mampu memberikan hasil pengukuran arus yang stabil sebelum digunakan pada sistem *monitoring* energi listrik berbasis IoT. Pada pengujian ini, sensor ACS712 dirangkai secara seri dengan beban listrik, kemudian output analog sensor dibaca oleh mikrokontroler ESP32 dan ditampilkan pada serial monitor. Nilai arus yang terbaca selanjutnya dibandingkan dengan hasil pengukuran menggunakan clamp meter sebagai nilai referensi.

## 2. Pengujian Dinamis

Pengujian alat akan dilakukan untuk menguji seberapa jauh alat itu bekerja dengan baik dan optimal. Pengujian alat tersebut yaitu mulai dari menguji masing – masing komponen atau masing – masing sensornya. Selanjutnya, akan diuji alat itu secara utuh apakah sesuai dengan fungsinya atau tidak. Alat tersebut memiliki fungsi *monitoring*. Sensor ZMPT101B berfungsi untuk mengukur tegangan yang masuk yang dihasilkan oleh komponen listrik, lalu sensor ACS712 berfungsi untuk mengukur arus yang masuk. Dan juga LCD bekerja dengan baik untuk menampilkan hasil dari *monitoring* tersebut. Selanjutnya hasil *monitoring* tersebut juga diteruskan

menggunakan wifi (*wireless*) yang terhubung kedalam android dan aplikasi. *Monitoring* dapat dilakukan pada jarak jauh maksimal 60 meter menggunakan android dan aplikasi tersebut. Data yang penulis gunakan menggunakan data berupa *txt* yang dimana akan di *monitoring* pada laptop atau android. Jangka waktu pengujian kurang lebih selama 8 jam. Banyaknya data yang akan di ambil yaitu ada dua jenis yaitu, jumlah arus yang dihasilkan, jumlah tegangan yang dihasilkan. Lalu data yang diperoleh akan di akumulasikan dan di ambil rata rata pada setiap intervalnya.