

**ANALISIS PERUBAHAN BEBAN *MAIN DISTRIBUTION PANEL* (MDP)  
MENGUNAKAN SISTEM AKUISISI DATA BERBASIS PROTOKOL  
MODBUS DAN NODE-RED PADA GEDUNG H JURUSAN  
TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS LAMPUNG**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**MUHAMMAD TEGAR SABILILLAH**

**2115031018**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS LAMPUNG**

**2025**

**ANALISIS PERUBAHAN BEBAN *MAIN DISTRIBUTION PANEL* (MDP)  
MENGUNAKAN SISTEM AKUISISI DATA BERBASIS PROTOKOL  
MODBUS DAN NODE-RED PADA GEDUNG H JURUSAN  
TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS LAMPUNG**

**Oleh  
MUHAMMAD TEGAR SABILILLAH**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Pada  
Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2025**

## **ABSTRAK**

### **ANALISIS PERUBAHAN BEBAN *MAIN DISTRIBUTION PANEL* (MDP) MENGUNAKAN SISTEM AKUISISI DATA BERBASIS PROTOKOL MODBUS DAN NODE-RED PADA GEDUNG H JURUSAN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS LAMPUNG**

**Oleh:**

**Muhammad Tegar Sabilillah**

Gedung H Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung memiliki peran penting dalam mendukung operasional dan akademik mahasiswa, dosen dan civitas Jurusan Teknik Elektro. Sebagai salah satu gedung perkuliahan di lingkungan kampus, Gedung H membutuhkan pasokan energi listrik yang andal, efisien dan aman agar seluruh aktivitas dapat berjalan tanpa hambatan. Salah satu solusi yang dapat diterapkan untuk mendukung hal tersebut adalah membuat sistem akuisisi data yang dapat memantau dan menganalisis beban listrik secara *real time*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem akuisisi data berbasis protokol Modbus RS485 to Ethernet yang telah menjadi standar industri, serta menggunakan platform Node-RED sebagai sistem pengelolaan dan visualisasi data. Pengujian yang dilakukan menunjukkan galat antara sistem akuisisi data dengan *Power Quality Analyzer* (PQA) tegangan sebesar 0.302% dan galat arus sebesar 0.310%, serta presentase keberhasilan pengambilan data selama tujuh hari sebesar 99.17%.

Kata Kunci: Akuisisi Data, Grafana, *Main Distribution Panel*, Modbus RS485 to Ethernet, Node-RED,

## **ABSTRACT**

### ***ANALYSIS OF LOAD VARIATION IN MAIN DISTRIBUTION PANEL (MDP) USING DATA ACQUISITION SYSTEM BASED ON MODBUS PROTOCOL AND NODE-RED IN BUILDING H, DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING, UNIVERSITY OF LAMPUNG.***

***By:***

***Muhammad Tegar Sabilillah***

*Building H of the Department of Electrical Engineering, University of Lampung, has an important role in supporting the operations and academics of students, lecturers, and the Electrical Engineering Department community. As one of the lecture buildings on campus, Building H requires a reliable, efficient, and safe supply of electrical energy so that all activities can run without a problem. One solution that can be applied to support this is to create a data acquisition system that can monitor and analyze electrical loads in real time. This research aims to design a data acquisition system based on the Modbus RS485 to Ethernet protocol, which has become an industry standard. It uses the Node-RED platform as a data management and visualization system. The tests carried out show the error between the data acquisition system and the Power Quality Analyzer (PQA) voltage of 0.302% and current error of 0.310%, and the percentage of successful data collection for seven days is 99.17%.*

*Keywords: Data Acquisition, Main Distribution Panel, Modbus RS485 to Ethernet, Node-RED, Grafana*

Judul : **ANALISIS PERUBAHAN BEBAN MAIN DISTRIBUTION PANEL (MDP) MENGGUNAKAN SISTEM AKUISISI DATA BERBASIS PROTOKOL MODBUS DAN NODE-RED PADA GEDUNG H JURUSAN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : Muhammad Tegar Sabilillah

NPM : 2115031018

Jurusan : Teknik Elektro

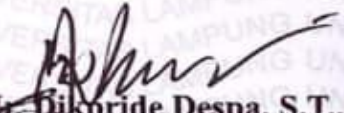
Fakultas : Teknik

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**



**Ir. Gigih Forda Nama, S.T.,  
M.T.I., IPM.**  
NIP. 198307122008121003



**Dr. Eng. Dr. Dikpride Despa, S.T., M.T.,  
IPM., ASEAN Eng.**  
NIP. 197204281998032001

**2. Mengetahui**

Ketua Jurusan Teknik Elektro



**Herlinawati, S.T., M.T.**  
NIP. 197103141999032001

Ketua Program Studi Teknik Elektro



**Sumadi, S.T., M.T.**  
NIP. 197311042000031001

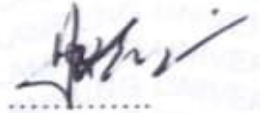


MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

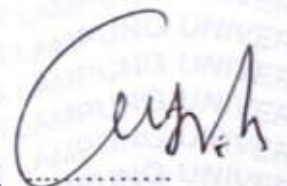
Ketua

: Dr. Eng. Ir. Dikpride Despa, S.T., M.T.,  
IPM., ASEAN Eng.



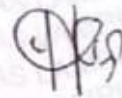
Sekretaris

: Ir. Gigih Forda Nama, S.T., M.T.I., IPM.



Penguji

Bukan Pembimbing : Ir. Herri Gusmedi, S.T., M.T., IPM.



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.

NIP. 197509282001121002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 14 Juli 2024

## **SURAT PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana yang disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi akademik sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 14 Juli 2025



Muhammad Tegar Sabilillah

## RIWAYAT HIDUP



Penulis merupakan anak kedua dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Ahyar Saleh dan Ibu Dwi Suri Setyawati, dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 25 Juli 2003. Penulis memiliki tiga orang saudara, yaitu kakak perempuan yang Bernama Ghina Sekar Putri, adik perempuan yang Bernama Artanti Naysila Putri, dan adik laki-laki bernama Muhammad Alfarizi Pamungkas. Penulis memulai jenjang pendidikan tingkat dasar di SD Al-Azhar 1 Lampung yang diselesaikan pada tahun 2015, lalu melanjutkan pendidikan tingkat pertama di SMP Negeri 29 Bandar Lampung pada tahun 2015 hingga 2018, dan dilanjutkan menempuh pendidikan tingkat atas di SMA Negeri 13 Bandar Lampung pada tahun 2018 hingga 2021. Penulis diterima di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN pada tahun 2021. Selama menjadi mahasiswa, penulis tergabung dalam Asisten Laboratorium Sistem Tenaga Listrik pada tahun 2023 dan berkesempatan menjadi asisten dosen Mata Kuliah Menggambar Teknik pada tahun 2023 hingga 2024 dan asisten Praktikum Analisa Sistem Tenaga tahun 2024. Penulis juga tergabung dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (Himatro) sebagai Sekertaris Departmen Pengembangan Keteknikan (Bangtek) tahun 2022 dan Kepala Departmen Pengembangan Keteknikan (Bangtek) 2023. Pada tahun 2023 Penulis mengikuti Program MBKM KKN Tematik Membangun Desa di Desa Rukti Endah, Kecamatan Seputi Raman, Kabupaten Lampung Tengah dengan membuat projek *Website* Desa. Dan Penulis telah melaksanakan kerja praktik di Kantor PT. PLN (Persero) UP3 Tanjung Karang, Lampung divisi TE selama 40 hari.



**KUPERSEMBAHKAN SKRIPSI INI KEPADA**

**AYAH DAN IBUKU**

**AHYAR SALEH DAN DWI SURI SETYAWATI**

**Yang Selalu Memberikan Hal-Hal Terbaik Demi Mencapai  
Kesuksesan Putranya dan Anak-Anaknya**

**SERTA**

**MBA SEKAR, SILA, DAN AL**

**KELUARGA BESAR, DOSEN, TEMAN, DAN  
ALMAMATER**

## **MOTTO**

“Bukanlah tentang seberapa banyak harta yang kamu miliki,  
tetapi seberapa banyak kebaikan yang kamu sebarkan.”

“Kehidupan dunia hanyalah sementara, maka gunakan untuk  
berbuat baik.”

**(QS. Al-Hadid: 20)**

“Jangan pernah meremehkan kebaikanmu karena setitik  
kebaikanmu bisa menjadi cahaya bagi orang lain.”

## SANWACANA

Puji Syukur kepada Allah subhanahu wa ta'ala, atas rezeki yang telah dilimpahkan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Perubahan Beban *Main Distribution Panel* (MDP) Menggunakan Sistem Akuisisi Data Berbasis Protokol Modbus Dan Node-Red Pada Gedung H Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Ibu Herlinawati, S.T., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
4. Bapak Sumadi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Lampung.
5. Ibu Dr. Eng. Ir. Dikpride Despa, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng. selaku Dosen Pembimbing utama yang selalu membimbing, mengarahkan, memberikan motivasi dan support penulis dengan penuh kesabaran. Menanamkan karakter untuk dapat belajar mandiri agar penulis dapat memahami proses tugas akhir dengan baik dan bertanggung jawab dengan apa yang diperbuat.
6. Bapak Ir. Gigih Forda Nama, S.T., M.T.I., IPM. selaku Dosen Pembimbing pendamping yang telah memberikan support, saran, dan koreksi kepada penulis.
7. Bapak Ir. Herri Gusmedi, S.T., M.T., IPM. Selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran, arahan, motivasi serta support kepada penulis.

8. Bapak Fahrur Riza Priyana S.T., M.T. selaku Dosen Pendamping yang telah kebersamaian Penulis dari awal sampai telah menyelesaikan tugas akhir serta selalu membimbing, memberikan arahan, motivasi dan semangat kepada Penulis dalam menyelesaikan proses tugas akhir.
9. Bapak FX. Arinto Setyawan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
10. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung yang telah membimbing dan memberikan ilmu kepada penulis selama perkuliahan.
11. Bapak Ibu Dosen Laboratorium Sistem Tenaga Listrik dan Pak Rahman yang telah memberikan dukungan dan fasilitas kepada penulis.
12. Keluarga penulis Ayah, Ibu, Mba Sekar, Sila dan Al yang selalu memberikan *support* terbaik, semangat, doa, serta selalu yakin pada setiap proses Penulis dari awal sampai selesai melakukan tugas akhir.
13. Frissa Anindita Alan yang telah menjadi orang penting bagi Penulis yang selalu memberikan semangat, dukungan, doa dan menyempatkan waktunya untuk menjadi sahabat Penulis saat menjadi mahasiswa baru hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.
14. Bimo Erlangga dan M. Rizki Febrian yang telah menjadi teman penulis dari menjadi mahasiswa baru sampai Penulis menyelesaikan tugas akhir.
15. Eikel Suranta Bangun dan Bagus Alfariq yang telah menjadi teman saat Penulis sedang mengerjakan tugas akhir di Lab.
16. Frissa, Rafsan, dan Destalia yang telah menjadi teman pertama Penulis dari saat menjadi Mahasiswa Baru hingga sekarang.
17. Rekan-rekan PUMA yaitu Abi, Ridho, Rafsan, Atika, Ilham, dan Rizkan yang telah membantu Penulis disaat kesulitan mengerjakan tugas akhir.
18. Rekan-rekan kerja praktik penulis KP Uyee (bikin kopi dan teh) yaitu Frissa, Eikel, Rika, Nadia, Unedo, dan Benyamin yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
19. Rekan-rekan Laboratorium Sistem Tenaga Listrik dan kakak – kakak serta adik-adik Asisten Lab STL telah membantu dan memberi dukungan kepada penulis.

20. Kawan-kawan Sannoh Rengokai yaitu Andyka, Kevin, Fais, Dimas, Zelzian yang telah menjadi teman Penulis dari semasa SMA sampai sekarang.
21. Teman-teman Anker yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi serta doa kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir.
22. Rekan-rekan Excalto Angkatan 2021 yang selalu mendukung dan memberikan doa kepada penulis.
23. Semua pihak terkait yang tidak disebutkan yang telah membantu terselesaikannya laporan ini.

Penulis Menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran konstruktif dari semua pihak demi kemajuan bersama. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 14 Juli 2025



Muhammad Tegar Sabilillah



## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>SANWACANA.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Rumusan Masalah .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Hipotesis.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 Sistem Kelistrikan 3 Fasa .....	13
2.3 Sistem Akuisisi Data .....	14
2.4 <i>Main Distributin Panel</i> (MDP) .....	15
2.4 <i>Power Meter</i> .....	16
2.5 <i>Modbus RS485 to Ethernet</i> .....	16
2.6 <i>Internet of Things</i> (IoT) .....	17

2.7 Node-RED .....	18
2.8 PhpMyAdmin .....	19
2.9 Grafana .....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	21
3.2 Alat dan Bahan .....	21
3.3 Tahapan Penelitian.....	22
3.4 Diagram Pelaksanaan Penelitian .....	24
3.5 Arsitektur Sistem Akuisisi Data .....	25
3.6 Arsitektur Sistem <i>Internet of Things (IoT)</i> .....	26
3.7 Arsitektur Perancangan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ).....	27
3.6 Pengambilan data .....	28
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>29</b>
4.1 Perancangan Sistem Akuisisi Data.....	29
4.1.1 Konfigurasi Perangkat Keras (Hardware).....	29
4.1.2 Perancangan alur Pemrograman Software Node-RED.....	32
4.1.3 Perancangan Database phpmyadmin.....	34
4.1.4 Perancangan Tampilan Dashboard Grafana.....	35
4.2 Pengujian Sistem Akuisisi Data.....	36
4.2.1 Pengujian Sistem Akuisisi Data dengan Power Quality Analyzer (PQA).....	36
4.2.2 Pengambilan Data.....	39
4.3 Analisis Data Hasil Monitoring.....	48
4.3.1 Data Pembebanan Gedung H Teknik Elektro.....	48
4.3.2 Analisis Perubahan Beban.....	51
4.3.3 Analisa Ketidakseimbangan Beban.....	56

<b>BAB V KESIMPULAN.....</b>	<b>58</b>
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>60</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alur Sistem Akuisisi Data .....	6
Gambar 2. 2 Diagram peralatan pengukur energi .....	7
Gambar 2. 3 Diagram sistem monitoring dan kontrol .....	9
Gambar 2. 4 interface pemantauan energi listrik tiga fase .....	10
Gambar 2. 5 Diagram sistem monitoring .....	11
Gambar 2. 6 struktur database phpMyAdmin .....	13
Gambar 2. 7 Gelombang 3 Fasa .....	14
Gambar 2. 8 Sistem akuisisi data .....	15
Gambar 2. 9 Main Distribution Panel (MDP) .....	15
Gambar 2. 10 Power Meter .....	16
Gambar 2. 11 Modbus RS485 to Ethernet .....	17
Gambar 2. 12 Internet of Things (IoT) .....	18
Gambar 2. 13 Node-RED .....	19
Gambar 2. 14 logo phpMyAdmin .....	19
Gambar 2. 15 Grafana .....	20
Gambar 3. 1 Diagram Pelaksanaan Penelitian .....	24
Gambar 3. 2 Arsitektur Sistem Akuisisi Data .....	25
Gambar 3. 3 Arsitektur Sistem Internet of Things (IoT) .....	26
Gambar 3. 4 Arsitektur Perancangan Perangkat Lunak (Software) .....	27
Gambar 4. 1 Main Distribution Panel (MDP) Gedung H .....	30
Gambar 4. 2 Modbus RS485 to Ethernet .....	31
Gambar 4. 3 Software USR-MO .....	31
Gambar 4. 4 Alur Kerja Node-RED Sistem Akuisisi Data .....	33
Gambar 4. 5 Tampilan Tabel database MySQL .....	35
Gambar 4. 6 Dashboard Grafana Sistem Akuisisi Data .....	36
Gambar 4. 7 Pengujian Sistem Akuisisi Data dengan Alat Power Quality Analyzer (PQA) .....	37
Gambar 4. 8 Grafik Hasil Perbandingan VR-N .....	39
Gambar 4. 9 Grafik Hasil Perbandingan IR .....	39
Gambar 4. 10 Grafik Hasil Pengambilan Data Tegangan 3 Fasa L-N .....	52

Gambar 4. 11 Hasil Pengambilan Data Arus 3 Fasa dan Netral.....	54
---	----



## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Pelaksanaan Penelitian .....	21
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sistem Akuisisi Data Dengan Alat PQA.....	38
Tabel 4. 2 Hasil Pengambilan Data Hari Ke-1.....	40
Tabel 4. 3 Hasil Pengambilan Data Hari Ke-2.....	41
Tabel 4. 4 Hasil Pengambilan Data Hari Ke-3.....	42
Tabel 4. 5 Hasil Pengambilan Data Hari Ke-4.....	43
Tabel 4. 6 Hasil Pengambilan Data Hari Ke-5.....	44
Tabel 4. 7 Hasil Pengambilan Data Hari Ke-6.....	45
Tabel 4. 8 Hasil Pengambilan Data Hari Ke-7.....	46
Tabel 4. 9 Presentase Keberhasilan Pengambilan Data.....	47
Tabel 4. 10 Pembebanan Gedung H Jurusan Teknik Elektro.....	50
Tabel 4. 11 Rata-rata hasil pengukuran beban.....	56

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Semakin maju perkembangan industri mengakibatkan kebutuhan akan energi listrik semakin tidak bisa dipisahkan. Dalam kondisi saat ini, energi listrik sangat dibutuhkan karena memiliki peran penting dalam membantu memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari. PT PLN (Persero) mencatat, bahwa konsumsi sepanjang tahun 2024 mendapat kenaikan dari tahun sebelumnya sebesar 7,54%. Konsumsi energi listrik mencakup berbagai bidang, yaitu sektor industri seperti pabrik, sektor transportasi, sektor rumah tangga, sektor komersial, dan sektor pendidikan seperti gedung sekolah, gedung perkuliahan.

Gedung H Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung memiliki peran penting dalam mendukung operasional dan akademik mahasiswa, dosen dan civitas Jurusan Teknik Elektro. Sebagai salah satu gedung perkuliahan di lingkungan kampus, Gedung H membutuhkan pasokan energi listrik yang andal, efisien dan aman. Karena hal itu, sistem kelistrikan pada gedung ini harus memenuhi standar yang telah ditetapkan agar berjalannya kegiatan di gedung ini tidak terganggu. Salah satu Solusi yang dapat digunakan ialah membuat sistem akuisisi data yang dapat memantau dan menganalisis beban listrik secara *real time*.

Sistem akuisisi data adalah suatu sistem yang digunakan untuk pengumpulan, mengukur dan menganalisis suatu data secara *real time*. Sehingga dapat diketahui apakah sistem kelistrikan di gedung H sudah memenuhi standar yang telah ditetapkan atau belum dan jika terjadi suatu masalah kelistrikan dapat diidentifikasi.

Salah satu solusi yang bisa dilakukan saat ini adalah dengan cara mengumpulkan data beban listrik secara *real time*, sehingga dapat diketahui waktu penggunaan listrik seharusnya tinggi dan pada waktu dimana penggunaan sudah menurun. Dengan demikian, pemborosan dapat diidentifikasi. Dari masalah di tersebut perlu dibuat sebuah sistem yang dapat memonitoring besaran listrik. Untuk itu maka dibuat sistem monitoring besaran listrik yang dapat merekam data selama monitoring dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem akuisisi data dengan menggunakan protokol modbus RS485 to *Ethernet* yang sudah standar industri dan *platform* Node-RED sebagai pengelolaan data. Data beban listrik diambil pada gedung H Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung. Sistem ini dapat menampilkan parameter seperti tegangan fasa-netral dan arus tiap fasa. Data yang diperoleh oleh sistem selanjutnya dapat digunakan untuk memonitoring terhadap besaran listrik.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem akuisisi data dari *Power Meter* pada *Main Distribution Panel (MDP)* gedung H Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Merancang sistem penyimpanan data menggunakan *database* phpMyAdmin dan dashboard berbasis *website* menggunakan *platform* Node-RED dan Grafana.
3. Memperoleh data dan menganalisis perubahan beban listrik (tegangan, arus, dan arus netral) pada gedung H secara *real-time*.
4. Mendapatkan data arus netral, untuk memperoleh data ketidakseimbangan beban.

### 1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem akuisisi data dari *Power Meter* pada *Main Distribution Panel* (MDP) gedung H Jurusan Teknik Elektro?
2. Bagaimana merancang sistem akuisisi data yang dapat dimonitoring menggunakan *database phpMyAdmin platform* Node-RED dan Grafana?
3. Bagaimana memperoleh dan menganalisis perubahan beban listrik pada gedung H secara *real-time*?

### 1.4 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah pada penelitian adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan data dari *Power Meter* pada *Main Distribution Panel* (MDP) di gedung H Jurusan Teknik Elektro menggunakan konverter RS485 to *Ethernet*.
2. Menggunakan Node-RED sebagai *platform* utama dalam pemerograman, pengolahan data dan Grafana sebagai media antarmuka.
3. Menggunakan *database phpMyAdmin* sebagai penyimpanan data.
4. Pengambilan data dilakukan selama 7 hari dengan rentang waktu 24 jam pada masa perkuliahan.
5. Data yang dianalisis untuk perubahan beban adalah tegangan fasa-netral dan arus.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah menghasilkan sistem akuisisi data yang dapat memudahkan dalam memantau beban listrik secara *real-time* di gedung H Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

## 1.6 Hipotesis

Sistem akuisisi data dapat dibuat dengan menggunakan konverter RS485 to Ethernet sebagai komunikasi berbasis Ethernet TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) yang dihubungkan ke Power Meter pada Main Distribution Panel (MDP) yang dapat mengukur besaran tegangan fasa-netral, arus tiap fasa, serta arus netral dan keluaran dari RS485 dihubungkan ke PC server melalui kabel LAN. Pada PC server menggunakan *platform* Node-RED untuk pengolahan data kemudian data akan tersimpan di *database* phpMyAdmin sebagai penyimpanan data dan data akan ditampilkan menggunakan *platform* Grafana berbasis *website* dalam bentuk grafik.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada laporan kerja praktik ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I – PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang, tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, manfaat, hipotesis, dan sistematika penulisan penelitian.

### **BAB II – TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini memaparkan tentang landasan teori dari penelitian ini yang didapat dari sumber buku, jurnal, serta penelitian terdahulu.

### **BAB III – METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini memaparkan waktu dan tempat, alat dan bahan, metode penelitian dan pelaksanaan serta pengamatan dalam pengerjaan tugas akhir.

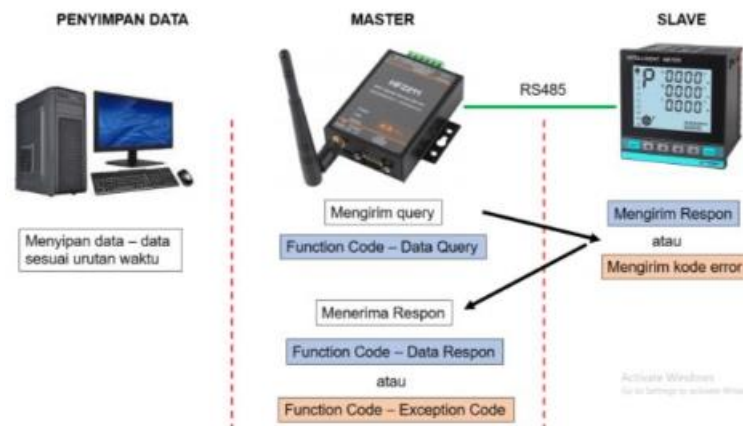


## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Referensi pertama berupa jurnal penelitian berjudul “Akuisisi Data Konsumsi Daya Listrik pada Panel Sub-Distribusi Gedung Berbasis *Power Meter* dengan Komunikasi Modbus Rs485”. Salah satu solusi yang kita bisa dilakukan saat ini adalah dengan cara mengumpulkan data konsumsi daya energi secara real time, sehingga dapat diketahui pada jam-jam dimana penggunaan listrik seharusnya tinggi dan pada jam-jam dimana penggunaan sudah menurun. Dengan demikian dapat diketahui ada atau tidaknya pemborosan. Sistem akuisisi data dilakukan dengan pengambilan data oleh sistem monitoring daya listrik berbasis *Power Meter* digital dimana data pemakaian listrik secara realtime dapat disimpan. Sistem ini menggunakan *Power Meter* digital sebagai pembaca penggunaan listrik pada Gedung. Data yang dibaca lalu dikirimkan melalui IoT gateway ke software XAMPP yang bertugas sebagai penyimpanan data yang bisa secara langsung ditampilkan atau disimpan sementara. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data konsumsi daya listrik pada Panel Sub-Distribusi, sehingga pengelola gedung dapat mengetahui penggunaan energi listrik pada setiap kelompok beban. Pengujian yang dilakukan menunjukkan sistem akuisisi data merekam penggunaan listrik pada panel sub-distribusi dengan indikasi pemborosan karena dioperasikan bukan pada jam operasional. Dengan memberlakukan pembatasan jam operasional, maka dapat diproyeksikan penghematan energi listrik sebesar 4898 kWh/tahun atau setara dengan Rp. 4.882.000.[1] Untuk alur sistem akuisisi data yang dibuat bisa dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini.

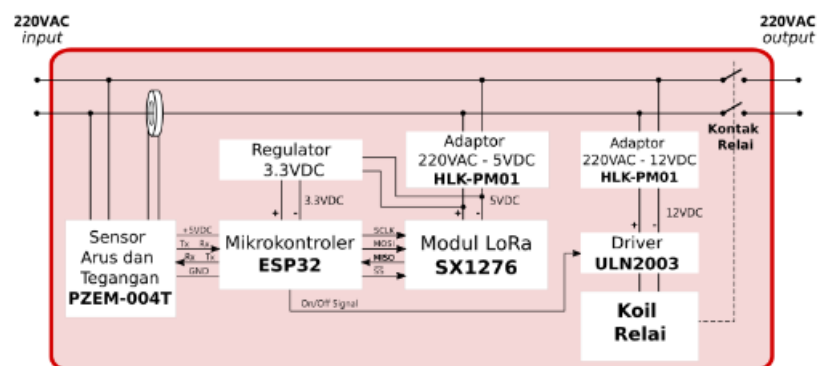


Gambar 2. 1 Alur Sistem Akuisisi Data

Referensi kedua berupa skripsi berjudul “Monitoring dan Kontrol Ketidakseimbangan Arus Fasa Pada Sistem Distribusi Berbasis *Internet of Things* (IoT)”. Ketidakseimbangan beban mengakibatkan penurunan keandalan suatu sistem tenaga, penyebab ketidakseimbangan tersebut adalah tidakseimbangny keadaan beban antar fasa (fasa R, fasa S dan fasa T) pada beban satu fasa pada jaringan tegangan rendah. Prototipe yang dibangun terdiri dari beberapa modul antara lain menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan Nodemcu ESP8266 berbasis IoT (*Internet of Things*). Sensor PZEM-004T dan Relay 5V dihubungkan dengan Arduino Mega 2560. Pengontrolan ketidakseimbangan Arus Fasa dilakukan dengan memindahkan beban pada fasa R, fasa S dan fasa T dengan pembebanan pada Arus Fasa terbesar dipindahkan pada Arus Fasa terkecil menggunakan Relay 5V sehingga arus ketidakseimbangan Arus Fasa dibawah standar. Rancang bangun sistem monitoring dan kontrol terhadap ketidakseimbangan Arus Fasa dapat berfungsi dengan baik dengan berbasis IoT menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan NodeMCU ESP8266 telah berhasil memonitoring dan mengontrol beban dengan cara melakukan switching beban ketika ketidakseimbangan Arus Fasa terjadi. Perbandingan hasil pembacaan daya listrik pada media monitoring dengan hasil alat ukur baik pada monitoring arus dan tegangan memiliki error arus sebesar 0,077% dan error tegangan sebesar 0,002%. Ketika terjadi

ketidakseimbangan melebihi standar yang ditentukan, sistem dapat melakukan switching sehingga ketidakseimbangan Arus Fasa memenuhi standar yang ditentukan. Hal ini baik untuk peralatan dan beban yang digunakan.

Referensi ketiga berupa jurnal penelitian berjudul “Sistem Pemantauan dan Kontrol Energi Listrik Menggunakan *Platform* Node-RED, Influxdb dan Grafana melalui Jaringan WiFi dan Lora”. Topik penelitian ini adalah pengembangan alat ukur energi yang diaplikasikan pada setiap peralatan listrik. Tersedianya informasi penggunaan energi pada setiap peralatan merupakan langkah awal dalam usaha penghematan listrik. Hal ini akan membantu pengambilan keputusan dalam hal pemanfaatan energi yang efisien, misalnya mengatur jadwal sistem produksi dan pemeliharaan preventif. Sistem pemantauan dan pengendalian energi yang diusulkan dalam makalah ini meliputi pengembangan perangkat keras menggunakan mikrokontroler ESP32, modul LoRa dan sensor energi PZEM-004T. Selain itu, pengembangan perangkat lunak untuk mendukung sistem tersebut antara lain Node-RED sebagai dasbor dan pengembangan back-end, InfluxDB sebagai manajemen basisdata dan Grafana sebagai visualisasi data. Prototipe telah berhasil dibuat dan memiliki fitur sesuai tujuan penelitian, yaitu menampilkan besaran listrik masing-masing alat secara individual dan memonitornya dalam periode waktu tertentu.[3] Untuk gambar diagram peralatan pengukuran energi bisa dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini.

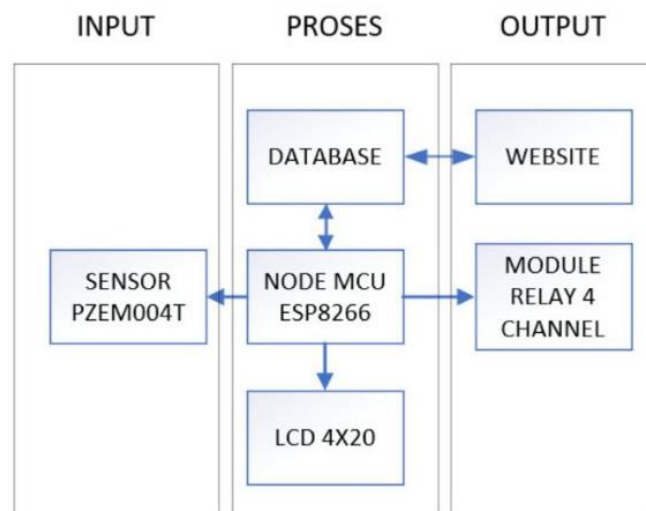


Gambar 2. 2 Diagram peralatan pengukur energi

Refrensi keempat berupa jurnal penelitian berjudul “Pengembangan Sistem Akuisisi Data Arus, Tegangan, Daya Dan Temperatur Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya”. Tujuan utama dari penelitian ini yaitu merancang dan membangun sebuah sistem akuisisi yang dapat membaca arus, tegangan, suhu, dan daya pada solar cell serta dapat menyimpan data secara langsung dan mengukur unjuk kerja sistem akuisisi data arus, tegangan, suhu, dan daya yang dihasilkan oleh solar cell secara real-time serta menguji penyimpanan data hasil pengukuran dan pembacaan secara langsung. Tahap pembuatan proyek akhir ini dimulai dengan identifikasi dan analisis kebutuhan yang digunakan, desain rangkaian skematik *system controller*, desain tampilan secara *real-time* dengan Delphi7, perancangan proses penyimpanan, dan tahap pengujian. Data hasil pengukuran diperoleh dengan menguji hasil pembuatan rancang bangun yang sesuai dengan unjuk kerja alat. Setelah dilakukan tahap pengujian proyek akhir ini dapat menampilkan hasil kinerja dari solar cell secara real-time dan dapat menyimpan data secara langsung sesuai dengan unjuk kerja alat. Hasil pengujian selama tiga hari didapatkan error sebesar 3,4% pada pengukuran arus, 4,4% pada pengukuran tegangan dan 6,3% pada pengukuran temperatur. Dari data hasil pengujian dapat disimpulkan penelitian pengembangan ini mampu memberikan informasi yang cepat dan akurat untuk menentukan dilakukannya perawatan atau perbaikan lebih lanjut.[4]

Refrensi kelima berupa jurnal penelitian berjudul “Sistem Kontrol dan Monitoring Power Meter Berbasis IoT (*Internet of Things*) Node Mcu Esp8266”. bidang elektronika sangat memungkinkan untuk menciptakan sebuah alat berbasis sistem kontrol/kendali dan monitoring yang akan membantu kinerja manusia supaya lebih praktis dan efisien. Salah satu sistem kontrol dan monitoring yang banyak diminati ialah berbasis IoT (*Internet of Things*). *Internet of Things* merupakan sebuah ide besar dengan tujuan untuk pemanfaatan lebih luas dari konektivitas internet. NODE MCU ESP 8266 sebagai komponen mikrokontroler dengan bantuan sensor daya PZEM004 mampu menjadi sistem

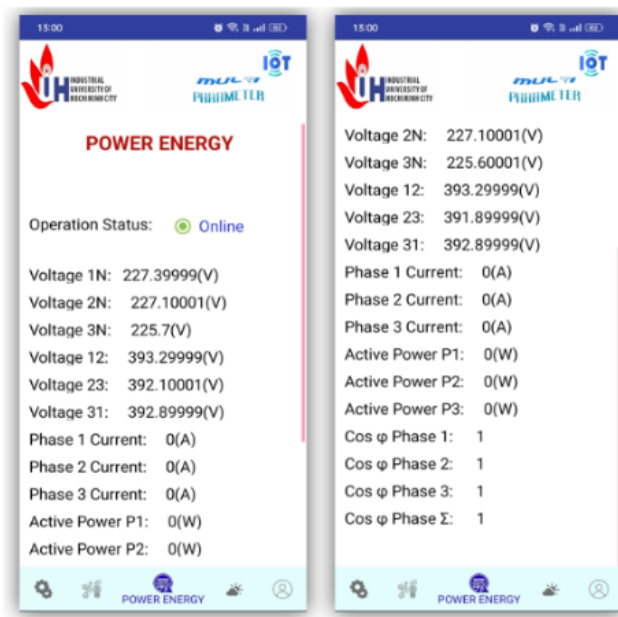
kendali dan monitoring penggunaan beban kelistrikan baik untuk skala rumah tangga maupun industri. Dengan tambahan sistem monitoring jarak jauh berbasis IoT, pengontrolan dan monitoring system tersebut menjadi lebih efektif dan efisien. Berdasarkan hasil dari proses perancangan, pengujian dan analisa terhadap sistem maka diperoleh kesimpulan bahwa dengan rancangan sistem kontrol dan monitoring ini kita dapat mengetahui secara real time dari nilai tegangan, arus, daya, energi dan frekuensi yang bekerja pada beban dan kita dapat mengendalikan sistem tersebut dengan menggunakan komputer sebagai terminal baik langsung maupun jarak jauh dengan bantuan aplikasi berbasis web.[5] Diagram sistem monitoring dan kontrol bisa dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2. 3 Diagram sistem monitoring dan kontrol

Referensi keenam berupa jurnal penelitian berjudul “Integration of Modbus-Ethernet Communication for Monitoring Electrical Power Consumption, Temperature, and Humidity”. Jurnal ini membahas tentang implementasi sistem komunikasi Modbus-Ethernet untuk mengumpulkan, menyimpan data, dan memantau konsumsi daya listrik, suhu, dan kelembaban. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk mengumpulkan data dari berbagai meter industri melalui protokol Modbus RTU, menyimpan data di kartu SD, dan mengirimkannya ke cloud untuk pemantauan real-time melalui aplikasi Android.

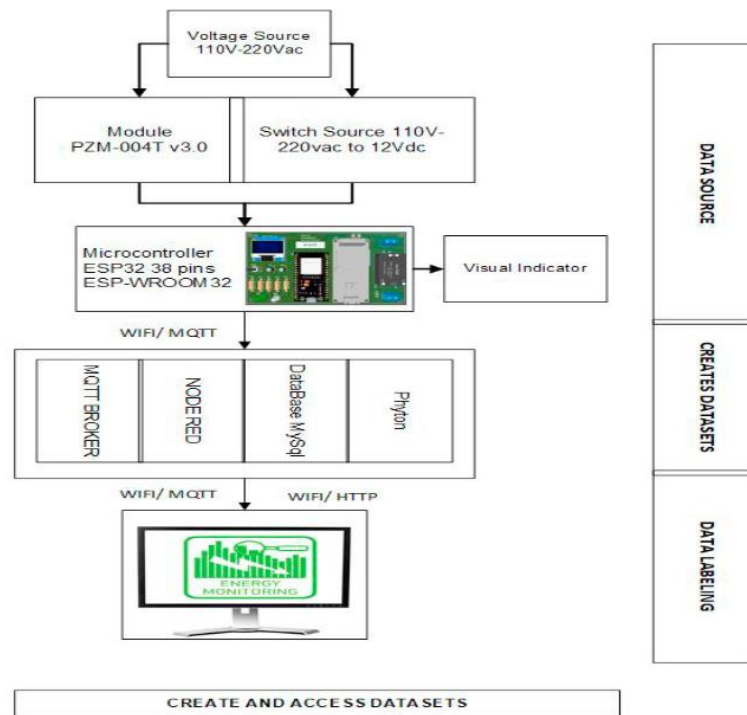
Jurnal ini juga menjelaskan algoritma kontrol sistem, antarmuka aplikasi Android, dan proses ekspor data ke spreadsheet Excel. Hasil yang didapat bahwa sistem berhasil mengumpulkan dan mentransmisikan data ke cloud untuk pemantauan real-time. Rencana masa depan meliputi pengembangan sistem untuk komunikasi dengan perangkat lain dan integrasi dengan sistem kecerdasan buatan.[6] *Interface* pemantauan energi listrik tiga fase bisa dilihat pada gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2. 4 *interface* pemantauan energi listrik tiga fase

Referensi ketujuh berupa jurnal penelitian berjudul “Learning-based Energy Consumption Prediction”. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan pengukur non-invasif berdasarkan jaringan sensor yang mencakup mikrokontroler, protokol komunikasi MQTT, dan modul pengukuran energi. Pengukur ini mengukur tegangan, arus, daya, frekuensi, energi, dan faktor daya, sementara *dashboard* digunakan untuk menyajikan pengukuran energi secara *real-time*. Secara khusus, penelitian ini melakukan pengukuran menggunakan aworkstation yang memiliki karakteristik yang mirip dengan server Pusat Data yang terletak di Pusat Teknologi Informasi di ESPOL, yang saat ini menyediakan jenis layanan ini di Ekuador. Demi kenyamanan, kami mengevaluasi berbagai model regresi linier untuk memilih yang terbaik dan memprediksi konsumsi

energi di masa depan berdasarkan beberapa pengukuran dari stasiun kerja selama beberapa jam yang memungkinkan konsumen untuk mengoptimalkan dan mengurangi biaya pemeliharaan peralatan TI. Algoritma pembelajaran mesin yang diawasi yang disajikan dalam penelitian ini memungkinkan kami untuk memprediksi konsumsi energi berdasarkan jam dan hari.[7] Diagram sistem monitoring bisa dilihat pada gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2. 5 Diagram sistem *monitoring*

Refrensi kedelapan berupa jurnal penelitian berjudul “*Smart Greenhouse Farming based on IoT*”. Sistem yang diusulkan dapat memantau perubahan faktor-faktor seperti suhu, kelembaban, kelembaban tanah dengan mengintegrasikan elemen sensor ke Raspberry pi dan memberi tahu pengguna melalui aplikasi seluler. Nilai sensor yang dimasukkan pada database MySQL Raspberry pi dapat digunakan untuk menganalisis data pertanian. Aplikasi seluler terotentikasi yang dikembangkan dapat digunakan untuk memantau parameter, mendapatkan pembaruan skema dan berita pertanian terbaru, harga tanaman pasar, informasi cuaca, dll. Rumah Kaca berbasis *Internet of Things*

dapat memantau dan mengontrol dari kantor, perjalanan, atau di mana saja. Di luar rumah kaca tradisional, sistem yang diusulkan dapat mengontrol suhu dan kelembapan dan secara otomatis mengelola dan memantau dari jarak jauh.[8]

Referensi kesembilan berupa jurnal penelitian berjudul “Real-Time Web-Based Monitoring System for Temperature”. Tujuan penelitian ini untuk menciptakan sistem pemantauan yang mengawasi suhu ruangan, kelembapan, dan status panel surya, faktor-faktor penting dalam produktivitas rami. Pengembangan sistem berbasis web real-time yang memonitor suhu ruangan, kelembapan, dan kinerja panel surya di ruang pengeringan menggunakan *Internet of Things* ESP32 dengan komunikasi melalui GSM SIM 800L di daerah pedesaan. Sistem dapat menampilkan informasi secara real-time seperti data suhu, kelembapan, dan parameter energi listrik yang berasal dari penggunaan panel surya di ruang pengeringan rami. Dengan demikian, pengguna mendapatkan efisiensi dan efektivitas dalam memperoleh informasi, yang secara signifikan meningkatkan produktivitas serat rami. Integrasi instrumen sensor, mikrokontroler ESP32 berdaya rendah, Telekomunikasi GSM, Energi Sel Surya sebagai sumber daya, dan Sistem Informasi Pemantauan berbasis web secara real time yang diimplementasikan pada kubah pengering rami. Hal ini mempermudah proses pemantauan dan mengoptimalkan sumber daya yang terbatas seperti ruang, energi, telekomunikasi, dan sumber daya manusia, telekomunikasi, dan sumber daya manusia, yang biasanya menjadi kendala infrastruktur dalam sistem pertanian.[9]

Referensi kesepuluh berupa jurnal penelitian berjudul “Implementation of an interactive database interface utilizing HTML, PHP, JavaScript, and MySQL in support of water quality assessments in the Northeastern North Carolina Pasquotank Watershed”. Penelitian ini berfokus pada pengembangan basis data interaktif untuk mengumpulkan, menampilkan, dan menganalisis data yang dikumpulkan dari saluran air setempat. Basis data dan formulir entri dibangun di MySQL pada server PHP yang memungkinkan para peserta untuk



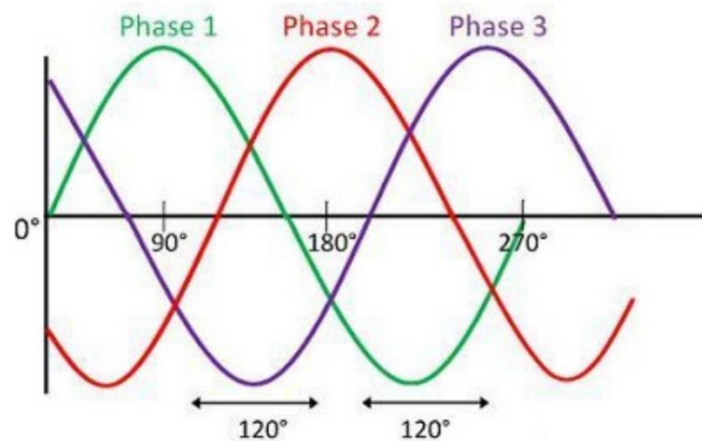
memasukkan data dari mana pun akses internet tersedia. Proyek ini kemudian meneliti penerapan data ini ke situs Google Maps untuk memberikan pelabelan dan informasi kepada pengguna. Server NIA di <http://nia.ecsu.edu> digunakan untuk menghosting aplikasi untuk diunduh dan untuk penyimpanan database. Proyek ini dibangun berdasarkan data kualitas air yang dikumpulkan oleh tim *Summer Research Experience for Undergraduate* selama musim panas 2014, 2013, dan 2011.[10] Untuk struktur database phpMyAdmin bisa dilihat pada gambar 2.6 dibawah ini.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra	Action
1	ID	int(5)			No	AUTO_INCREMENT		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
2	SRCNAME	varchar(60)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
3	DATE	varchar(12)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
4	PT	varchar(5)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
5	TIME	varchar(5)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
6	LATHRS	varchar(3)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
7	LATMIN	int(2)			Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
8	LATSEC	float(4,2)			Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
9	LONGHRS	varchar(3)	latin1_swedish_ci		Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
10	LONGMIN	int(2)			Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
11	LONGSEC	float(4,2)			Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
12	GLAT	float(10,6)			Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
13	GLONG	float(10,6)			Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
14	DOX	float(5,2)			Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
15	CDOX	float(6,2)			Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
16	PH	float(3,1)			Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
17	WTEMP	int(2)			Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
18	ATEMP	int(2)			Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
19	CLAR1	int(2)			Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
20	CLAR2	int(2)			Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
21	CAVG	float(4,1)			Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
22	TUR1	int(2)			Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
23	TUR2	int(2)			Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
24	TAVG	float(4,1)			Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
25	TDS	int(4)			Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
26	WKTS	int(2)			Yes	NULL		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
27	WDIR	int(3)			No	None		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
28	SALT	int(4)			No	None		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext
29	COND	float(6,3)			No	None		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial Fulltext

Gambar 2. 6 struktur database phpMyAdmin

## 2.2 Sistem Kelistrikan 3 Fasa

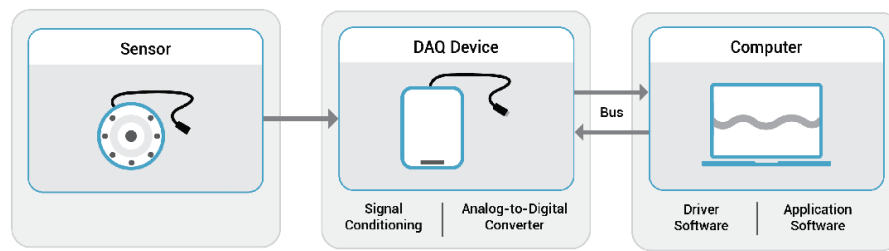
Sistem kelistrikan tiga fasa merupakan jaringan listrik yang menggunakan tiga kawat fasa (R, S dan T) dengan satu kawat netral (N) atau umumnya disebut kawat ground.[11] Sistem tenaga listrik tiga fasa digunakan pada jaringan tenaga listrik yang didistribusikan langsung oleh PLN dari pembangkit listrik melewati saluran transmisi kemudian ke jaringan distribusi hingga konsumen. Sistem tiga fasa ini menggunakan 3 konduktor sinusoidal yang masing-masing mempunyai sudut fasa berbeda sebesar  $120^\circ$ . Umumnya tegangan pada listrik tiga fasa ialah sebesar 380 Volt yang biasanya digunakan oleh industri atau pabrik.[2] Gambar gelombang tiga fasa bisa dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2. 7 Gelombang 3 Fasa

### 2.3 Sistem Akuisisi Data

Sistem akuisisi data adalah suatu sistem yang digunakan untuk pengumpulan, mengukur atau menganalisis data dari sumber pengukuran seperti sensor, perangkat elektronik atau sistem kontrol.[12] Parameter yang dapat dikumpulkan termasuk tegangan, arus, frekuensi, faktor daya listik dan berbagai parameter lainnya yang diperlukan untuk memantau dan mengontrol sistem. Beberapa komponen utama akuisisi data biasanya terdiri dari sensor dan konverter untuk mengubah sinyal listrik, *analog-to-digital converter* (ADC) atau mengubah sinyal analog menjadi digital dan perangkat lunak atau komputer yang memproses, menyimpan, dan menganalisis data yang dikumpulkan.[13] Sistem akuisisi data biasanya digunakan di industri manufaktur untuk pemantauan kinerja mesin (SCADA) dan dalam sistem IoT (*Internet of Things*) untuk pengumpulan data dan menganalisis data secara *real-time*. [14] Gambar alur proses sistem akuisisi data bisa dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2. 8 Sistem akuisisi data  
Sumber: (www.omega.co.uk)

#### 2.4 Main Distributin Panel (MDP)

*Main Distribution Panel* (MDP) adalah panel listrik utama yang berfungsi sebagai pusat distribusi daya listrik dari sumber utama ke berbagai sub-panel atau beban di suatu bangunan. *Main Distribution Panel* berperan penting dalam sistem kelistrikan karena tidak hanya mendistribusikan daya, tetapi juga melindungi dan mengontrol aliran listrik untuk memastikan operasional yang aman dan efisien. *Main Distribution Panel* biasanya digunakan pada bangunan komersial, industri, dan perkantoran untuk mengatur distribusi daya secara efisien. Dalam instalasi listrik, MDP sering diikuti oleh *Sub Distribution Panel* (SDP) yang berfungsi sebagai panel sekunder yang terdapat di beberapa bagian daerah kerja.[1] Gambar *Main Distribution Panel* (MDP) bisa dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2. 9 Main Distribution Panel (MDP)

## 2.4 Power Meter

*Power Meter* atau meteran daya merupakan alat yang digunakan untuk mengukur daya listrik yang dikonsumsi oleh perangkat atau suatu sistem listrik. *Power Meter* digital dapat menampilkan pengukuran daya dalam format digital dengan akurasi tinggi. *Power Meter* biasanya digunakan pada panel listrik untuk mengukur besaran Listrik 3 fasa. Alat ini dapat menampilkan berbagai macam parameter seperti tegangan L-L (*Line-Line*), tegangan L-N (*Line-Netral*), arus tiap fasa, frekuensi, factor daya, dan lain-lain. *Power Meter* itu menggunakan komunikasi RS485 yang dilengkapi dengan pengintegrasian dalam setiap pemantauan daya dan sistem kendali dan biasanya digunakan dalam industri dan penelitian.[15] Gambar *Power Meter* bisa dilihat pada gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2. 10 *Power Meter*

## 2.5 Modbus RS485 to Ethernet

Modbus RS485 to *Ethernet* adalah suatu perangkat yang dapat mengubah sinyal komunikasi serial RS485 menjadi sinyal jaringan berbasis *Ethernet TCP/IP* (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*). Alat ini memungkinkan perangkat berbasis RS485 untuk dihubungkan ke jaringan komputer dan dikendalikan atau dipantau dari jarak jauh melalui internet atau jaringan lokal (LAN). Sehingga memungkinkan perangkat berbasis RS485 seperti PLC, sensor, meteran listrik, atau sistem kontrol industri dapat berkomunikasi melalui internet atau jaringan lokal. Data pada konverter ini dapat diakses oleh software atau

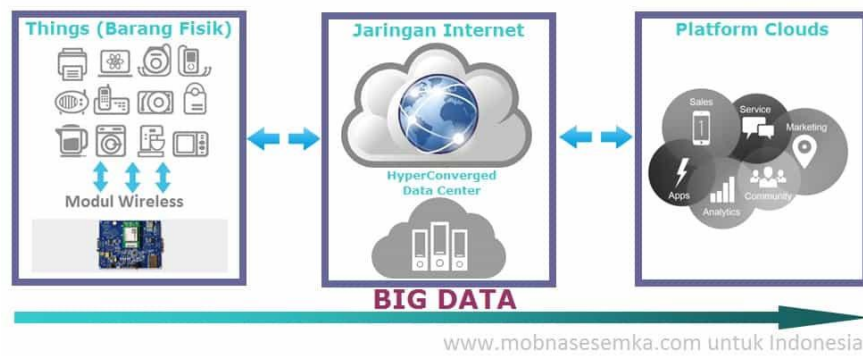
sistem berbasis jaringan atau internet seperti IoT *platform*, SCADA, atau aplikasi monitoring lainnya.[16] Gambar Modbus RS485 to *Ethernet* bisa dilihat pada gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2. 11 Modbus RS485 to *Ethernet*

## 2.6 *Internet of Things* (IoT)

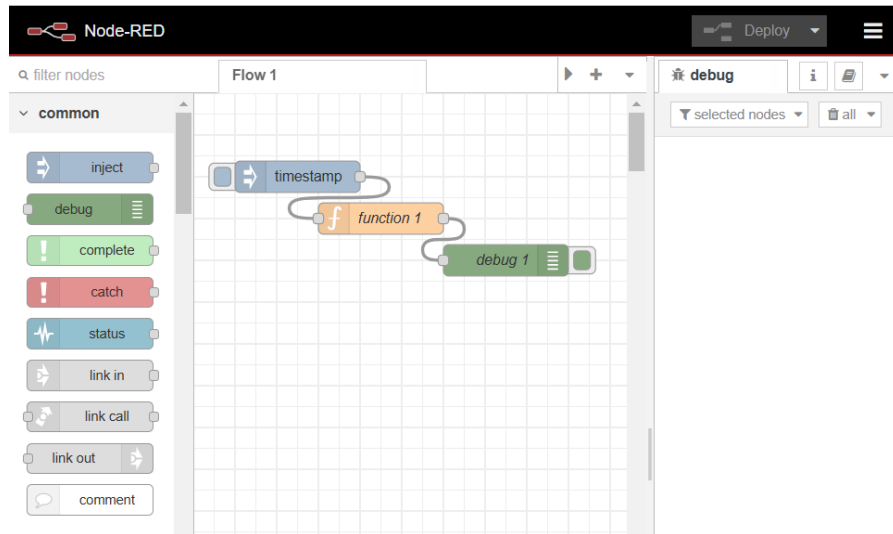
*Internet of Things* (IoT) adalah suatu koneksi atau perangkat yang saling terhubung dan mampu menghasilkan suatu informasi yang dapat diakses dan digunakan oleh manusia atau sistem lainnya melalui *internet*. [17] Protokol TCP/IP adalah protokol internet utama untuk skenario komunikasi semacam itu. Ini memungkinkan transfer aliran byte antara dua komputer di kedua arah. [11] Konsep IoT cukup sederhana yaitu dengan cara kerja mengacu pada tiga elemen utama pada arsitektur IoT, yakni barang fisik yang dilengkapi modul IoT (konverter RS485, ESP32, Arduino Kit IoT), perangkat koneksi ke *internet* seperti modem dan *router wireless* dan *cloud data/server* sebagai tempat untuk menyimpan aplikasi beserta *database*. [18] Gambar alur proses *Internet of Things* (IoT) bisa dilihat paada gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2. 12 *Internet of Things* (IoT)  
Sumber: (www.mobnasesemka.com)

## 2.7 Node-RED

Node-RED merupakan *platform* pengembangan perangkat lunak berbasis *opensource* yang digunakan untuk merancang dan menintegrasikan perangkat seperti *Internet of Things* (IoT), *Application Programming Interfaces* (API) dan layanan online lainnya. Node-RED adalah *platform* berbasis JavaScript, dibangun di atas *platform* Node.js, yang menyediakan editor alur berbasis browser visual. Salah satu keunggulan utama Node-RED adalah kemampuan untuk berintegrasi dengan berbagai protokol dan layanan, seperti HTTP, MQTT, WebSocket, dan *database*. Karena itu Node-RED sangat cocok untuk membuat aplikasi *Internet of Things* (IoT) yang membutuhkan komunikasi antarperangkat secara *real-time*. Selain itu, Node-RED memiliki ruang lingkup yang luas dengan ribuan node tambahan yang dapat diinstal melalui npm (Node Package Manager), yang memungkinkan untuk memperluas fungsionalitasnya sesuai desain. Node-RED memiliki tiga komponen dasar, yaitu panel *node*, panel *Flow*, info dan Panel *Debug* yang bisa dilihat pada gambar 2.7 dibawah ini.[3]



Gambar 2. 13 Node-RED

## 2.8 PhpMyAdmin

PhpMyAdmin adalah sebuah aplikasi berbasis *website* lokal yang digunakan untuk mengelola database MySQL berbasis *opensource*. Dengan antarmuka yang mudah digunakan, phpMyAdmin memungkinkan pengguna untuk menjalankan berbagai operasi pada *database* tanpa harus menggunakan perintah SQL secara manual melalui *command line*. Aplikasi ini sangat berguna bagi pengembang web, administrator database, maupun pengguna yang ingin mengelola data dengan cara yang lebih profesional. Selain itu, phpMyAdmin mendukung berbagai operasi MySQL, diantaranya (mengelola basis data, tabel-tabel, bidang (fields), relasi (relations), indeks, pengguna (users), perijinan (permissions), dan lain lain.[19]



Gambar 2. 14 logo phpMyAdmin

## 2.9 Grafana

Grafana adalah sebuah *platform software opensource* yang membaca sebuah data metriks dan dibuat menjadi sebuah grafik atau sebuah data tertulis. Grafana mendukung banyak penyimpanan yang berbeda untuk data time series (Source Data). Grafana biasanya digunakan untuk visualisasi data, pemantauan, dan analisis secara *real-time*, grafana juga mendukung banyak basis data seperti Graphite, Prometheus, INfluxDB, ElasticSearch, MySQL, PostgreSQL dan Google Sheets sehingga fleksibel untuk digunakan dalam berbagai pengaplikasian. Keunggulan utama Grafana ialah kemampuannya dalam menampilkan data secara visual dalam bentuk grafik, tabel, atau panel yang mudah dipahami dan visualisasinya yang sangat menarik. Grafana digunakan dalam berbagai bidang, salah satunya pemantauan server dan jaringan, analisis data IoT, serta monitoring performa aplikasi berbasis cloud. [20]



Gambar 2. 15 Grafana  
Sumber: (www.grafana.com)



### **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Sistem Tenaga Listrik Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung dari bulan Januari – Juni 2024 seperti ditunjukkan pada tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3. 1 Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan						
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul
1	Studi Literatur							
2	Pembuatan Proposal							
3	Seminar Proposal							
4	Pengumpulan Alat dan Bahan							
5	Perancangan dan Pengujian Sistem Akuisisi Data							
6	Pengambilan Data							
7	Pengolahan dan Analisis Data							
8	Perbaikan laporan							
9	Seminar Hasil							
10	Ujian Komprehensif							

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Adapun Alat dan bahan yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Satu unit PC Acer, digunakan sebagai PC server sistem akuisisi data.

2. *Power Meter* Schneider DM6200H, digunakan untuk mengukur parameter kelistrikan seperti tegangan, arus, frekuensi dan faktor daya pada *Main Distribution Panel* (MDP) pada gedung H Jurusan Teknik Elektro.
3. *Modbus RS485 to Ethernet*, digunakan sebagai perangkat pengubah sinyal komunikasi serial RS485 menjadi sinyal jaringan berbasis Ethernet TCP/IP sehingga antara *PC Server* dan *Power Meter* dapat saling berkomunikasi.
4. Kabel NYM 2x1.5mm<sup>2</sup>, digunakan untuk penghubung antara *Power Meter* dengan *Modbus RS485 to Ethernet*.
5. Kabel LAN, digunakan untuk penghubung antara *Modbus RS485 to Ethernet* dengan *PC Server*.
6. *Software* Node-RED, digunakan sebagai *platform* untuk menjalankan semua program pada perangkat dari proses pengumpulan data, pengolahan data dan pemrosesan data untuk dikirim ke *database*.
7. *Software* phpMyAdmin, digunakan sebagai penyimpanan berbasis *database*
8. *Software* Grafana, digunakan sebagai sebagai visualisasi tampilan antarmuka atau *user interface* (UI).

### 3.3 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan pendakatan studi literatur, studi bimbingan, perancangan sistem, pengujian dan pengambilan data, dan pembuatan laporan.

#### 1. Studi Literatur

Studi literatur ini melakukan pengumpulan referensi mengenai sistem akuisisi data yang akan digunakan sebagai pedoman dalam melakukan perancangan sistem. Studi literatur dapat diperoleh melalui buku, skripsi terdahulu dan jurnal yang berkaitan

## 2. Studi Bimbingan

Studi bimbingan ini dilakukan penulis dengan cara melakukan diskusi, tanya jawab dan mencari solusi bersama dosen pembimbing yang berguna untuk meningkatkan wawasan lebih dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.

## 3. Perancangan sistem

Dalam tahap perancangan sistem ini terdiri dari beberapa tahap yang akan dilakukan antara lain:

- a. Perancangan sistem akuisisi data
- b. Perancangan program Node-RED
- c. Perancangan penyimpanan data berbasis *database* phpMyAdmin
- d. Perancangan *dashboard* Grafana
- e. Perancangan sistem *Internet of Things* (IoT)

## 4. Pengujian dan Pengambilan Data

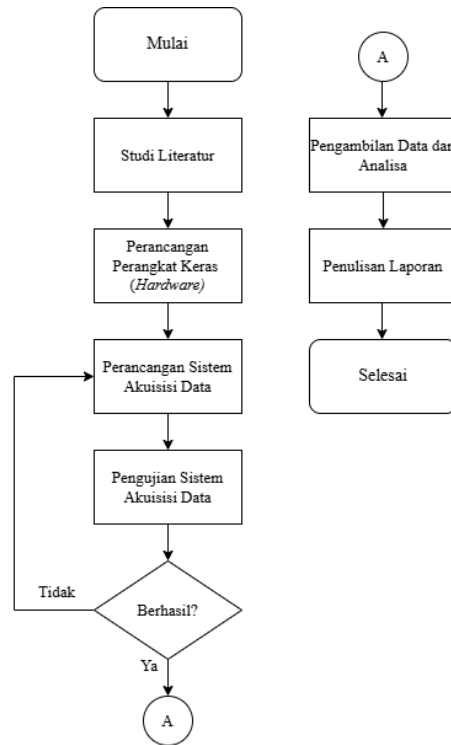
Pengujian ini melakukan untuk melihat keberhasilan sistem sesuai dengan referensi yang digunakan. Selain itu, saat pengujian berlangsung akan dilakukan pengambilan data-data yang akan digunakan sebagai acuan untuk menganalisa hasil pengujian.

## 5. Pembuatan Laporan

Pada tahap ini, penelitian menuliskan mengenai rencana penelitian dalam bentuk laporan proposal dan hasil dari penelitian dalam bentuk laporan akhir. Laporan ini dapat digunakan sebagai bentuk tanggung jawab terhadap tugas akhir yang telah dilakukan dan digunakan untuk seminar usul dan seminar akhir.

### 3.4 Diagram Pelaksanaan Penelitian

Adapun diagram alur pelaksanaan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:



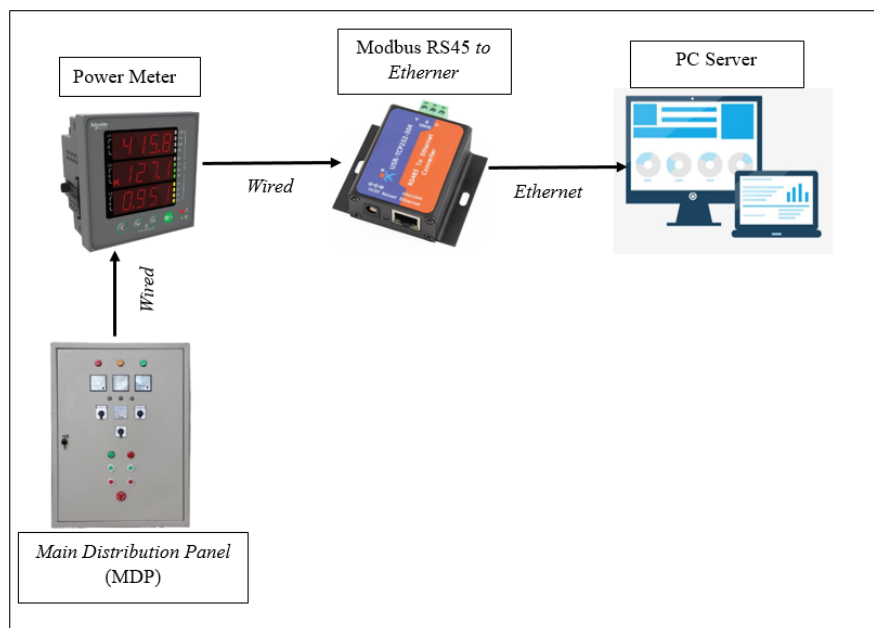
Gambar 3. 1 Diagram Pelaksanaan Penelitian

Berdasarkan Gambar 3.1 dapat diketahui bahwa penelitian ini dimulai dengan studi literatur sebagai bahan acuan untuk penelitian. Selanjutnya melakukan perancangan perangkat keras (*Hardware*) sebagai dasar dari sistem akuisisi data, kemudian perencanaan sistem akuisisi data sebagai awal proses untuk perancangan sistem lalu dilanjutkan dengan pengujian sistem akuisisi data tersebut, pada saat pengujian sistem akuisisi data dilakukan pengambilan data dari *Main Distribution Panel* (MDP) agar bisa ditampilkan di *PC server* menggunakan protokol *Modbus RS485 to Ethernet* dan *platform Node-RED* dan dibandingkan dengan alat *Power Quality Analyzer* (PQA) untuk melihat galatnya. Jika tidak sesuai dengan yang diharapkan, maka akan kembali ke tahap perancangan sistem akuisisi data sesuai dengan apa yang diharapkan. Setelah sistem akuisisi data sesuai dengan apa yang diharapkan. Setelah sistem

telah sesuai dengan yang diharapkan maka selanjutnya dilakukan pengambilan data untuk dapat dilakukannya analisa dan pembahasan pada data yang telah didapat tersebut. Penelitian ini diakhiri dengan cara penulisan laporan akhir atau skripsi.

### 3.5 Arsitektur Sistem Akuisisi Data

Adapun diagram alir perancangan sistem akuisisi data ini adalah sebagai berikut:

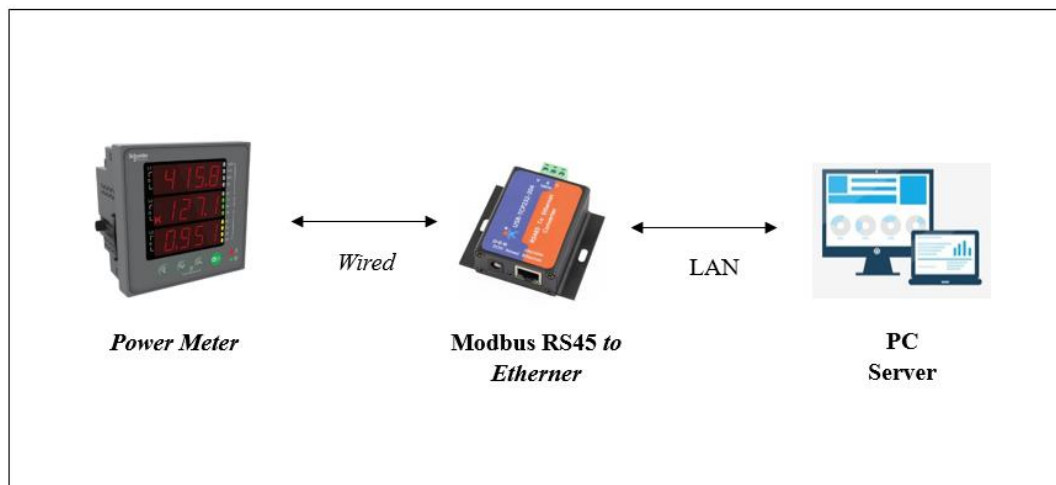


Gambar 3. 2 Arsitektur Sistem Akuisisi Data

Pada penelitian ini merancang sistem akuisisi data yang dimulai dari *Main Distribution Panel* (MDP) sebagai pusat beban listrik 3 fasa (fasa R, fasa S dan fasa T) di gedung H Jurusan Teknik Elektro selanjutnya data akan diukur oleh *Power Meter* yang kemudian keluaran data (tegangan fasa-fasa, tegangan fasa-netral, arus tiap fasa, frekuensi dan faktor daya) akan diolah oleh *Modbus RS485 to Ethernet* dan akan mengubah sinyal komunikasi serial RS485 menjadi sinyal jaringan berbasis *Ethernet TCP/IP* (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*), setelah itu data akan dikirim ke *PC Server* melalui kabel *Ethernet* (LAN). Kemudian pada *PC server* akan dilakukan pengelolaan data menggunakan *platform* Node-RED.

### 3.6 Arsitektur Sistem *Internet of Things (IoT)*

Adapun diagram alir perancangan sistem data ini adalah sebagai berikut:

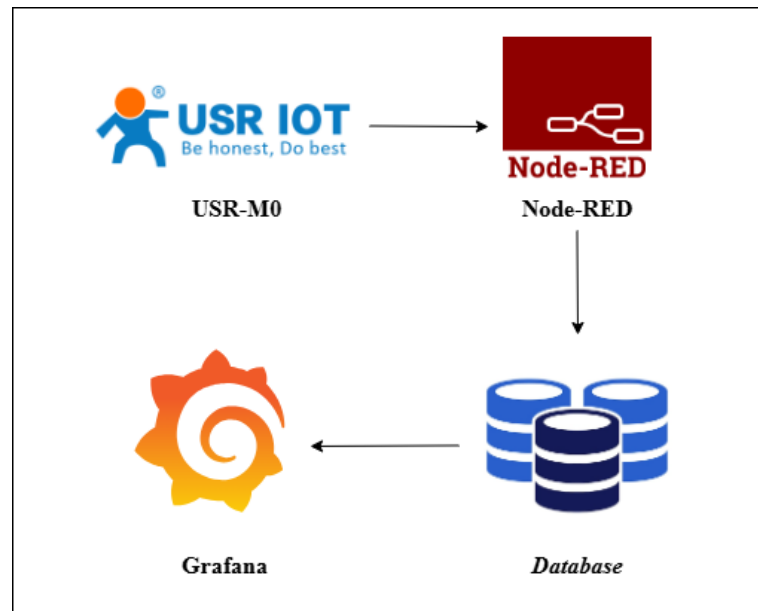


Gambar 3. 3 Arsitektur Sistem *Internet of Things (IoT)*

Pada penelitian ini merancang sistem *Internet of Things (IoT)* untuk aksesibilitas sistem akuisisi data dapat menjangkau mobilitas yang luas. Diagram alur sistem *Internet of Things (IoT)* dapat dilihat pada gambar 3.3 diatas Pertama data akan dikirim dari *Main Distribution Panel (MDP)* menggunakan Modbus RS485 to Ethernet dan akan masuk ke PC server melalui kabel Ethernet. PC server berfungsi sebagai perangkat antarmuka atau *User Interface (UI)* untuk memantau beban listrik di *Main Distribution Panel (MDP)* gedung H Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, kemudian data akan dikirim ke penyimpanan berbasis database MySQL menggunakan platform phpMyAdmin. Sistem ini terhubung melalui jaringan WiFi untuk mendapatkan koneksi internet publik.

### 3.7 Arsitektur Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Adapun diagram alir perancangan perangkat lunak (*software*) ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 4 Arsitektur Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak (*software*) akan digunakan sebagai media pengelolaan, penyimpanan dan pemantauan data. *Software* USR-M0 digunakan untuk membaca alamat register, spesifikasi modbus yang tersimpan di perangkat dan untuk memeriksa PC telah terhubung dengan protokol modus RS485 to *Ethernet* atau belum. Kemudian, Node-RED digunakan sebagai sebagai *platform* untuk menjalankan semua program pada perangkat dari proses pengumpulan data, pengolahan data, hingga pemrosesan data untuk dikirim ke *database*. Setelah data diproses Node-RED, data akan disimpan di *database* menggunakan *platform* phpMyAdmin. Dan data akan ditampilkan dalam bentuk *dashboard* atau *User Interface* (UI) melalui *platform* Grafana berbasis *website*.

### 3.6 Pengambilan data

Pengambilan data akan dilakukan secara periodik setiap satu detik sekali dan dilakukan selama 7 hari dengan rentang waktu 24 jam pada masa perkuliahan menggunakan protokol modbus yang dihubungkan ke *Power Meter* di *Main Distribution Panel* (MDP) pada gedung H Jurusan Teknik Elektro. Data yang diambil adalah tegangan fasa-netral dan arus tiap fasa. Setelah pengambilan data, dilakukan analisis untuk menentukan apakah parameter-parameter tersebut telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh PLN.[21] Apabila parameter-parameter tersebut tidak memenuhi standar, akan disusun rekomendasi yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Adapun Kesimpulan pada penelitian ini adalah:

1. Sistem akuisisi data dari *Power Meter* pada *Main Distribution Panel (MDP)* gedung H Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung telah berhasil dibuat dengan galat antara sistem akuisisi data dengan *Power Quality Analyzer (PQA)* tegangan sebesar 0.302% dan galat arus sebesar 0.310%.
2. Sistem penyimpanan dan dashboard *monitoring* telah berhasil dibuat menggunakan *database* MySQL berbasis PhpMyAdmin, *software* Grafana, dan *software* Node-RED dengan presentase keberhasilan pengambilan data selama tujuh hari sebesar 99.17%.
3. Berdasarkan data hasil pengukuran menunjukkan bahwa pola penggunaan energi listrik mengikuti jam operasional Gedung H Jurusan Teknik Elektro, yakni pada hari kerja (Senin-Jumat) sekitar pukul 06.30 hingga 17.30, hal ini ditunjukkan oleh peningkatan nilai arus listrik pada rentang waktu tersebut, sedangkan pada hari libur (Sabtu-Minggu) tidak ada beban listrik yang hidup.
4. Berdasarkan data hasil pengukuran rata-rata nilai tegangan pada Gedung H Jurusan Teknik Elektro masih dibatas yang diizinkan walaupun ada ketidakseimbangan pembebanan disetiap fasanya.

## 5.2 Saran

Adapun saran pada penelitian ini adalah:

1. Pada sistem akuisisi data bisa dilakukan *Hosting (Publish)* dashboard Grafana agar pemantauan kinerja listrik di Gedung H bisa dipantau melalui jarak jauh.
2. Menambahkan fitur notifikasi peringatan jika salah satu parameter kelistrkan sudah melebihi batas standar yang ditetapkan.
3. Perlu dilakukan tinjauan ulang terkait pembebanan di Gedung H karena terdapat ketidakseimbangan beban dan muncul arus Netral yang tinggi, jika dibiarkan bisa menyebabkan rusaknya peralatan elektronik dan pemborosan energi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. G. Chamdareno, E. S. Ma'arif, A. Fauzy, Budiyanto, and E. Dermawan, "Akuisisi Data Konsumsi Daya Listrik pada Panel Sub-Distribusi Gedung Berbasis Power Meter dengan Komunikasi Modbus Rs485," *Elektron. Kendali Telekomun. Tenaga List. Komput.*, vol. 6, no. 2, pp. 155–162, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/resistor/article/view/18918>
- [2] M. AL MA'RUF, "MONITORING DAN KONTROL KETIDAKSEIMBANGAN ARUS FASA PADA SISTEM DISTRIBUSI BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)," 2024.
- [3] M. J. F. Arifianto and L. Prasetyani, "Sistem Pemantauan dan Kontrol Energi Listrik Menggunakan Platform Node-RED, Influxdb dan Grafana melalui Jaringan WiFi dan Lora," *J. Fokus Elektroda Energi List. Telekomun. Komputer, Elektron. dan Kendali*), vol. 7, no. 1, p. 61, 2022, doi: 10.33772/jfe.v7i1.23440.
- [4] R. Pratama, "Pengembangan Sistem Akuisisi Data Arus, Tegangan, Daya Dan Temperatur Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya," *J. Edukasi Elektro*, vol. 3, no. 2, pp. 55–62, 2020, doi: 10.21831/jee.v3i2.29812.
- [5] L. H. Santoso, A. Anwari, and I. Sunarto, "SISTEM KONTROL DAN MONITORING POWER METER BERBASIS IoT (*Internet of Things*) NODE MCU ESP8266," vol. 2, no. 1, pp. 76–86, 2023.
- [6] L. H. Le, T. Q. Ngo, N. D. Toan, C. C. Nguyen, and B. H. Phong, "Integration of Modbus-Ethernet Communication for Monitoring Electrical Power Consumption, Temperature, and Humidity," *J. Robot. Control*, vol. 5,

- no. 6, pp. 1618–1625, 2024, doi: 10.18196/jrc.v5i6.22456.
- [7] R. Estrada, V. Asanza, D. Torres, A. Bazurto, and I. Valeriano, “Learning-based Energy Consumption Prediction,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 203, no. 2019, pp. 272–279, 2022, doi: 10.1016/j.procs.2022.07.035.
  - [8] P. Dedeepya, U. S. A. Srinija, M. Gowtham Krishna, G. Sindhusa, and T. Gnanesh, “Smart Greenhouse Farming based on IOT,” *Proc. 2nd Int. Conf. Electron. Commun. Aerosp. Technol. ICECA 2018*, no. Iceca, pp. 1890–1893, 2018, doi: 10.1109/ICECA.2018.8474713.
  - [9] S. S. Hidayat *et al.*, “Real-Time Web-Based Monitoring System for Temperature, Humidity, and Solar Panels in Ramie Drying Facilities,” *Sci. J. Informatics*, vol. 11, no. 1, pp. 69–80, 2024, doi: 10.15294/sji.v11i1.47234.
  - [10] A. Guion, K. Burton, H. Hodgkins, and D. Morris, “Implementation Of An Interactive Database Interface Utilizing HTML, PHP, JavaScript, and MySQL In Support Of Water Quality Assessments In The Northeastern North Carolina Pasquotank Watershed,” *AGU Fall Meet.*, no. 1, pp. 1–16, 2015, [Online]. Available: [http://nia.ecsu.edu/ur/1415/teams/db/2015\\_mmt\\_Report\\_v\\_150421.pdf](http://nia.ecsu.edu/ur/1415/teams/db/2015_mmt_Report_v_150421.pdf)
  - [11] D. Despa, M. A. Muhammad, A. Suriananto, A. Hamni, G. F. Nama, and Y. Martini, “Monitoring dan Manajemen Energi Listrik Gedung Laboratorium Berbasis *Internet of Things* ( IoT ),” *Semin. Nas. Tek. Elektro 2018*, pp. 2–6, 2018.
  - [12] F. Tangdililing and S. Y. Bara’langi, “Sistem Akuisisi Data Besaran Listrik Gedung Komersial,” *Temat. J. Informatics ...*, pp. 63–69, 2015, [Online]. Available: <http://www.uajm.ac.id/files/journals/2/articles/42/submission/original/42-76-1-SM.pdf>
  - [13] U. V. Ramadhan, D. Sulistiono, D. Handoko, and A. Manurung, “485853-Pengembangan-Sistem-Akuisisi-Data-Otomat-5Bc76F30,” vol. 11, no. 2, pp. 108–119, 2019.

- [14] T. Muchtar, “Sistem Data Akuisisi Tegangan Listrik Dengan Kontroller Embedded System Terintegrasi,” *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 2, pp. 76–82, 2022, doi: 10.35329/jiik.v8i2.239.
- [15] F. Tangdililing and S. Yunita Bara’langi, “Implementasi Protokol Modbus TCP Pada Sistem Monitoring Besaran Listrik Menggunakan Labview Dan Power Meter Schneider 810,” *J. Temat.*, vol. 2, 2014.
- [16] *USR-TCP232-304 User Manual*.
- [17] D. Despa, G. F. Nama, M. A. Muhammad, and T. Septiana, “Teknologi *Internet of Things* (IoT) Sistem Kelistrikan 3 Fasa dengan Data Real Time Pengukuran Besaran Listrik (Studi Kasus: Pengaruh Covid-19 pada Konsumsi Listrik di Fakultas Teknik Universitas Lampung),” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 4, pp. 735–742, 2022, doi: 10.25126/jtiik.2022934269.
- [18] E. B. Utomo, N. Hanafi, and S. Ismail, “Rancang Bangun Sistem Monitoring kWh-Meter Berbasis Modbus dengan Media Power Line Communication,” *JEECOM J. Electr. Eng. Comput.*, vol. 5, no. 1, pp. 96–100, 2023, doi: 10.33650/jeecom.v5i1.5826.
- [19] R. Mukhaiyar and R. F. Ramadhan, “Penggunaan Database Mysql dengan Interface PhpMyAdmin sebagai Pengontrolan Smarthome Berbasis Raspberry Pi,” *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 129–134, 2020.
- [20] R. M. Febriana, “Implementasi Sistem Monitoring Menggunakan Prometheus dan Grafana,” *Semin. Nas. Telekomun. dan Inf.*, vol. 13, no. July, pp. 164–169, 2020.
- [21] Kelompok Pembakuan Bidang Transmisi, “SPLN 1:1995 Tegangan-Tegangan Standar,” *PT PLN*, pp. 1–12, 1995, [Online]. Available: <https://idoc.pub/documents/spln-1-1995-tegangan-standar-mw11g6ekr9lj>