

## **PROPOSAL CAPSTONE PROJECT**

# **RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN BEBAN UNTUK OPTIMASI KESEIMBANGAN FASA PADA SISTEM KELISTRIKAN 3 FASA DI GEDUNG TEKNIK**



Oleh:

Fahmi Setiawan (G1D021001)

Yolan Futra (G1D021003)

Pebriani (G1D021019)

Lianda Pradiatama (G1D021034)

DOSEN PEMBIMBING:

Ir. Novalio Daratha, S.T., M.Sc., Ph.D.

Ir. Adhadi Kurniawan, S.T., M.Eng.

Muhammad Arfan, S.T., M.T.

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BENGKULU  
2024**



**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PROPOSAL CAPSTONE PROJECT**

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN  
BEBAN UNTUK OPTIMASI KESEIMBANGAN FASA  
PADA SISTEM KELISTRIKAN 3 FASA DI GEDUNG  
TEKNIK**

Oleh:

Fahmi Setiawan (G1D021001)

Yolan Futra (G1D021003)

Pebriani (G1D021019)

Lianda Pradiatama (G1D021034)

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Dosen Pembimbing 3

**Ir. Novalio Daratha, S.T., M.Sc., Ph.D. Ir. Adhadi Kurniawan, S.T., M.Eng. Muhammad Arfan, S.T., M.T.**  
**NIP. 19791113 200312 1 002 NIP. 19881127 201903 1 007 NIP.**

Bengkulu, September 2024

Mengesahkan.

Koordinator Program Studi Teknik Elektro

**Ir. Afriyastuti Herawati, S.T., M.T.**  
**NIP. 19820501 200812 2 002**



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT. atas berkat limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis diberikan kesempatan maupun kesehatan dalam menyelesaikan Laporan Capstone Project dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pengendalian Beban Untuk Optimasi Keseimbangan Fasa Pada Sistem Kelistrikan 3 Fasa Di Gedung Teknik”. Dalam melaksanakan dan menyelesaikan laporan ini, tidak lepas dari bimbingan serta arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga kegiatan ini dapat terselesaikan dengan lancar.
2. Dosen dan Tenaga Kependidikan Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu.
3. Ibu Ir. Afriyastuti Herawati, S.T., M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Elektro Universitas Bengkulu.
4. Bapak Ir. Novalio Daratha, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing 1 Program Capstone Project.
5. Bapak Ir. Adhadi Kurniawan, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing 2 Program Capstone Project.
6. Bapak Muhammad Arfan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 3 Program Capstone Project.
7. Teman-teman Teknik Elektro Angkatan 2021 yang selalu memberikan semangat dan dukungan dalam kegiatan ini.

Penulis berharap kebaikan yang diterima dibalas oleh Allah SWT. Laporan ini membahas Capstone Project Teknik Elektro Universitas Bengkulu tentang "Rancang Bangun Sistem Pengendalian Beban Untuk Optimasi Keseimbangan Fasa." Penulis menyadari kekurangan laporan ini dan menerima kritik serta saran yang membangun. Terima kasih.

Bengkulu, September 2024

Penulis



## **ABSTRAK**





## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 Server.....	7
2.3 Listrik 3 Fasa .....	9
2.4 Komputer Server .....	9
2.5 Keseimbangan Beban 3 Fasa.....	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	13
3.1 Jenis Penelitian .....	13
3.2 Waktu dan Tempat .....	13
3.3 Alat dan Bahan .....	13
3.4 Diagram Alir Perancangan .....	14
3.5 Studi Literatur.....	15
3.6 Sistem Kerja Alat.....	15
3.7 Perancangan Perangkat Keras .....	17
3.8 Perancangan Perangkat Lunak .....	17
DAFTAR PUSTAKA .....	19



## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu yang Berkaitan .....	5
Tabel 3.1 Alat dan Bahan .....	13



## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Sistem 3 Fasa.....	9
Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan .....	14
Gambar 3.2 Mini Komputer sebagai server .....	17



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Listrik merupakan salah satu sumber energi paling vital dalam berbagai aktivitas kehidupan manusia, baik di sektor industri, komersial, maupun rumah tangga. Aliran listrik yang stabil dan efisien menjadi kunci dalam pengoperasian perangkat elektronik seperti elektronik rumah tangga, serta infrastruktur penting lainnya. Dengan semakin berkembangnya teknologi, kebutuhan akan pasokan listrik yang andal dan hemat energi semakin meningkat, mendorong inovasi di bidang pembangkitan, distribusi, dan manajemen energi.

Sistem kelistrikan 3 fasa merupakan salah satu bentuk distribusi daya yang paling umum digunakan, terutama pada instalasi skala besar. Pada sistem ini, distribusi beban yang merata di antara ketiga fasa sangat penting untuk menjaga stabilitas dan efisiensi sistem. Ketidakseimbangan beban pada tiap fasa dapat menyebabkan berbagai masalah yang pada akhirnya dapat mengakibatkan kerusakan peralatan, pemakaian energi yang boros, serta biaya operasional yang lebih tinggi.

Arus antar fasa yang tidak seimbang dalam sistem kelistrikan 3 fasa dapat menimbulkan berbagai masalah serius, seperti peningkatan arus netral, penurunan efisiensi sistem dan pemborosan energi yang menyebabkan lonjakan biaya. Ketidakseimbangan ini biasanya terjadi ketika beban yang terhubung pada setiap fasa tidak merata, sehingga menyebabkan salah satu fasa menerima beban lebih tinggi dari yang lain. Akibatnya, peralatan listrik bekerja dengan kurang optimal bahkan dapat menyebabkan kerusakan [1].

Masalah ketidakseimbangan arus antar fasa ini merupakan suatu hal yang sangat merugikan dalam penggunaan listrik, oleh karena itu diperlukan sistem pengendalian beban untuk optimasi keseimbangan fasa. Sistem ini harus mampu mendeteksi ketidakseimbangan penggunaan beban pada tiap fasa dan melakukan pengendalian terhadap distribusi beban 3 fasa agar seimbang dan masalah ketidakseimbangan teratasi.

Sistem pengendalian distribusi beban ini akan mendeteksi penggunaan listrik antar fasa yang tidak seimbang. Dalam sistem ini akan digunakan alat *monitor-ing* kualitas listrik yang akan digunakan pada suatu perangkat elektronik. Data yang diperoleh dari alat *monitor-ing* akan diproses lebih lanjut untuk menganalisis kondisi kelistrikan secara *real-time*, lalu sistem ini akan menggunakan saklar otomatis untuk mengalihkan beban dari satu fasa ke fasa lainnya ketika terdeteksi adanya ketidakseimbangan atau gangguan pada salah satu fasa. Dengan mekanisme ini, sistem dapat menjaga kestabilan operasi perangkat elektronik, mengoptimalkan distribusi beban, dan menghindari kerusakan akibat ketidakseimbangan fasa yang berkepanjangan [2].

Berdasarkan paparan di atas, maka diangkat judul penelitian “Rancang Bangun Sistem Pengendalian Beban Untuk Optimasi Keseimbangan Fasa Pada Sistem Kelistrikan 3 Fasa”. Pada penelitian ini akan dibuat sistem pendeteksi kualitas listrik yang dapat mengendalikan distribusi beban fasa agar seimbang. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dari pemanfaatan energi listrik pada sistem 3 fasa.

## **1.2 Tujuan**

Adapun tujuan dari tim peneliti menjalankan proyek ini yaitu sebagai berikut:

1. Membuat sistem yang dapat mengendalikan dan *me-monitoring* distribusi penggunaan fasa untuk perangkat elektronik.

## **1.3 Batasan Masalah**

Agar laporan ini dapat terfokus pada tujuan, maka batasan masalah yang terdapat pada laporan ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem pengendali ini dirancang berdasarkan kebutuhan pada gedung Teknik Elektro.
2. Perangkat elektronik yang dikendalikan hanya berfokus pada perangkat *Air Conditioner* (AC).
3. Server yang dapat mengendalikan saklar tiap komponen yang di pakai di gedung Teknik Elektro.



4. Server yang dapat mengendalikan beban 28 AC di gedung Teknik Elektro.
5. Server yang mampu berkomunikasi melalui Wi-Fi dan kabel Ethernet.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Sistem Pengendalian Beban untuk Optimasi Keseimbangan Fasa dirancang untuk mempermudah pengaturan distribusi beban agar tetap seimbang. Tujuan utama dari sistem ini adalah meningkatkan efisiensi penggunaan energi dan memfasilitasi manajemen energi di Gedung Teknik Elektro. Berbeda dengan beberapa solusi yang telah diterapkan pada penelitian sebelumnya, sistem yang kami kembangkan tidak hanya berfokus pada pemantauan (*monitoring*) beban, tetapi juga mampu mengatur keseimbangan beban secara otomatis. Dengan demikian, sistem ini dapat memberikan solusi yang lebih efektif dalam menjaga stabilitas dan efisiensi operasional melalui pengendalian beban yang optimal.

Sudah banyak penelitian yang membahas mengenai alat untuk *monitoring* energi listrik. Diantaranya peneliti menggunakan dalam iterasi seperti yang dirumuskan dalam Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu yang Berkaitan

Acuan /Tahun	Masalah	Metode	Indeks	Asumsi-asumsi
[1]. 2022	Terjadi penurunan atau kenaikan tegangan yang tidak sesuai standar, salah satu, dua atau tiga fasa <i>loss</i> , salah satu, dua atau tiga fasa <i>drop voltage</i> , salah satu, dua atau tiga fasa <i>over voltage</i> , fasa tidak	Modul PZEM-004T, Arduino sebagai mikrokontroler dan ESP8266 untuk mengirim data melalui jaringan Wi-Fi.	Dapat <i>me-monitoring</i> nilai dari arus, tegangan, dan daya pada sistem kelistrikan 3 fasa secara <i>real time</i> .	Modul PZEM-004T sebagai sensor, Arduino sebagai mikrokontroler mengolah data dan ESP8266 untuk mengirim data melalui jaringan Wi-Fi secara <i>real time</i> .

	berurutan dengan benar.			
[2]. 2022	Bila terjadi ketidakseimbangan, sistem akan mengalami rugi-rugi daya yang lebih besar pada saluran instalasi dan beban yang tidak seimbang dapat mengakibatkan penurunan efisiensi energi listrik dan penurunan kualitas tegangan	Modul PZEM-004T, Arduino sebagai mikrokontroler, LCD sebagai output informasi	Mengatasi masalah pemborosan penggunaan listrik dilakukan dengan pengukuran energi listrik yang digunakan lalu mengatur beban 3 fasa yang di pakai agar dapat seimbang..	PZEM-004T sebagai alat untuk pengukuran energi listrik dalam penggunaannya, lalu data di olah sistem monitoring dan <i>output</i> -nya digunakan sebagai pengendali distribusi beban.
[3] 2018	Susahnya mengontrol peralatan elektronik rumah maka memanfaatkan mini pc raspberry pi sebagai pengontrol jarak jauh berbasis web pada rumah.	Raspberry Pi sebagai Web server.	Dapat mengontrol dan <i>me-monitoring</i> peralatan elektronik rumah dari jarak jauh.	Raspberry Pi sebagai web server sistem pengontrolan, yang mana menerima input data dari pengguna lalu di proses dan <i>output</i> -nya yang akan mengendalikan peralatan elektronik.

Berdasarkan studi literatur dari penelitian terdahulu, penulis merancang dan mengembangkan sistem pengendalian distribusi beban pada sistem kelistrikan 3 fasa agar seimbang beban tiap fasanya. Sistem ini menggunakan mini komputer sebagai server, yang bertujuan untuk mengoptimalkan keseimbangan fasa secara otomatis. Mini komputer tersebut berfungsi sebagai pusat pengolahan data dan pengendali utama, mengoordinasikan distribusi beban secara *real-time* untuk menjaga kestabilan dan efisiensi sistem. Dengan pendekatan ini, diharapkan sistem kelistrikan di gedung teknik dapat bekerja lebih optimal dan mengurangi risiko ketidakseimbangan fasa yang dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan listrik serta meningkatkan efisiensi energi.

## 2.2 Server

Server dalam dunia komputer adalah sebuah sistem komputer yang menyediakan jenis layanan tertentu dalam sebuah jaringan komputer. Server didukung dengan prosesor yang bersifat *scalable* dan RAM yang besar, juga dilengkapi dengan sistem operasi khusus, yang disebut sebagai sistem operasi jaringan atau *network operating system*. Server juga menjalankan perangkat lunak administratif yang mengontrol akses terhadap jaringan dan sumber daya yang terdapat di dalamnya, seperti halnya berkas atau alat pencetak (printer), dan memberikan akses kepada workstation anggota jaringan. Umumnya, di atas sistem operasi server terdapat aplikasi-aplikasi yang menggunakan arsitektur klien/ server. Contoh dari aplikasi ini adalah DHCP Server, Mail Server, HTTP Server, FTP Server, DNS Server dan lain sebagainya.

Web Server merupakan salah satu mesin yang dimana tempat software atau aplikasi beroperasi dalam mendistribusikan web page ke user/pengguna, Protokol untuk mentransfer atau memindahkan berkas yang diminta oleh pengguna melalui protokol komunikasi tertentu. Oleh karena dalam satu halaman web biasanya terdiri dari berbagai macam jenis berkas seperti gambar, video, teks, audio, file dan lain sebagainya, maka pemanfaatan web server berfungsi juga untuk mentransfer keseluruhan aspek pemberkasan dalam halaman tersebut, termasuk teks, gambar, video, audio, file dan sebagainya.

Pada saat mengakses sebuah halaman website, biasanya anda mengetik halaman tersebut di browser seperti mozilla, chrome dan lain-lain. Setelah anda meminta (biasanya dengan menekan *enter*) untuk dapat mengakses halaman tersebut, browser akan melakukan permintaan ke web server. Di sinilah web server berperan, web server akan mencari data yang diminta browser, lalu mengirimkan data tersebut ke browser atau menolaknya jika ternyata data yang diminta tidak ditemukan.

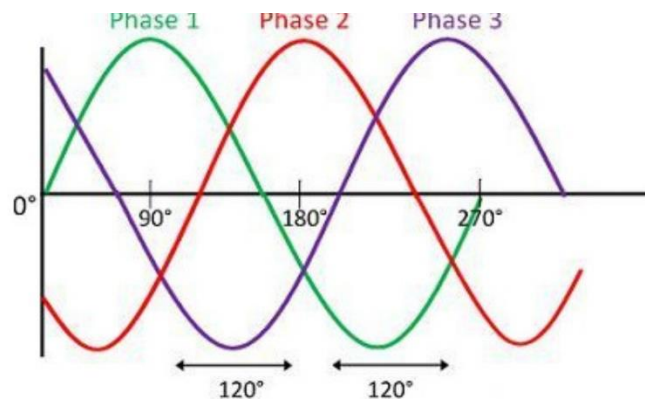
Menghubungkan antara Web Server dan Web Browser Internet dan ini merupakan gabungan dari jaringan Komputer yang ada di seluruh dunia. Setelah semuanya terhubung secara fisik, Protocol TCP, IP atau networking protocol yang memungkinkan semua komputer di dunia dapat berkomunikasi satu sama lainnya. Ketika browser meminta data web page kepada server maka instruksi dari permintaan data browser tersebut akan di kemas di dalam TCP yang merupakan satu protocol transport kemudian dikirim ke alamat, dalam hal ini adalah protocol berikutnya yaitu HTTP atau Hyper Text Transfer Protocol yang sudah kita kenal. HTTP ini merupakan sebuah protocol yang akan digunakan dalam WWW (World Wide Web) antar komputer yang saling terhubung dalam jaringan internet di dunia ini.

Data yang di passing dari browser ke Web server biasanya disebut HTTP request yang akan meminta web page dan kemudian web server akan mencari data HTML yang ada dan akan di kemas dalam bentuk TCP protocol kemudian di kirim kembali ke browser dan data yang dikirim dari mulai server ke browser disebut HTTP response. dan bila data yang diminta oleh web browser tidak ditemukan Web server maka akan menimbulkan error yang biasanya kita sebut dengan halaman error 404 atau Page Not Found.

Meskipun proses atau cara kerja web server diatas seperti sangat rumit, namun pada praktiknya proses tersebut berlangsung dengan sangat cepat. Anda bahkan bisa sampai tidak menyadari bahwa pada saat anda meminta suatu halaman web, ternyata hal itu membutuhkan proses yang sangat panjang sampai halaman tersebut dapat anda lihat di browser client [4].

### 2.3 Listrik 3 Fasa

Pada sistem tenaga listrik 3 fasa, idealnya daya listrik yang dibangkitkan, disalurkan dan diserap oleh beban semuanya seimbang. Pada tegangan yang seimbang terdiri dari tegangan 1 fasa yang mempunyai magnitude dan frekuensi yang sama tetapi antara 1 fasa dengan yang lainnya mempunyai beda fasa sebesar  $120^\circ$  listrik, sedangkan secara fisik mempunyai perbedaan sebesar  $60^\circ$ , dan dapat dihubungkan secara bintang (Y, wye) atau segitiga (delta,  $\Delta$ , D).



Gambar 2.1 Sistem 3 Fasa

Gambar 2.1 menunjukkan fasor diagram dari tegangan fasa. Bila fasor-fasor tegangan tersebut berputar dengan kecepatan sudut dan dengan arah berlawanan jarum jam (arah positif), maka nilai maksimum positif dari fasa terjadi berturut-turut untuk fasa V1, V2 dan V3. sistem 3 fasa ini dikenal sebagai sistem yang mempunyai urutan fasa a – b – c . sistem tegangan 3 fasa dibangkitkan oleh generator sinkron 3 fasa [1].

### 2.4 Komputer Server

Komputer adalah serangkaian ataupun sekelompok mesin elektronik yang terdiri dari ribuan atau bahkan jutaan komponen yang saling bekerja sama, serta membentuk sebuah sistem kerja yang rapi dan teliti. Sistem ini kemudian dapat digunakan untuk melaksanakan serangkaian pekerjaan secara otomatis, berdasar urutan instruksi ataupun program yang diberikan kepadanya.

Komputer adalah suatu alat elektronik yang mampu melakukan beberapa tugas, yaitu menerima input, memproses input sesuai dengan instruksi yang

diberikan, menyimpan perintah-perintah dan hasil pengolahannya, serta menyediakan output dalam bentuk informasi.

Komputer server adalah perangkat yang berfungsi untuk menyediakan berbagai layanan dan sumber daya kepada komputer lain, yang disebut klien, dalam suatu jaringan. Server bertugas merespons permintaan dari klien dengan cara yang efisien dan stabil. Fungsi dasar dari server meliputi pengelolaan data, penyimpanan file, hosting aplikasi, serta memberikan layanan web. Server ini bisa beroperasi dalam jaringan lokal (LAN) maupun jaringan lebih luas seperti internet.

Komputer server dirancang untuk memiliki performa yang jauh lebih tinggi dibandingkan komputer biasa. Dengan menggunakan prosesor multi-core, kapasitas memori yang besar, dan sistem penyimpanan yang cepat, server dapat menangani banyak permintaan klien sekaligus. Selain itu, server harus memiliki reliabilitas tinggi karena umumnya server diharapkan aktif sepanjang waktu (24/7), dengan downtime yang sangat minim. Oleh karena itu, server sering kali dilengkapi dengan sistem redundansi, seperti RAID untuk penyimpanan data dan catu daya ganda, untuk memastikan data tetap aman dan server terus berfungsi bahkan saat terjadi kegagalan komponen.

Keamanan juga merupakan aspek penting dari komputer server, mengingat server sering kali menjadi target serangan siber. Untuk itu, server dilengkapi dengan berbagai fitur keamanan seperti firewall, enkripsi, kontrol hak akses, dan sistem deteksi intrusi yang berfungsi untuk melindungi data dan layanan dari ancaman eksternal.

Selain itu, server juga menggunakan sistem operasi yang dirancang khusus untuk menangani beban kerja yang berat dan mendukung layanan jaringan secara efisien. Sistem operasi ini, seperti Linux, Windows Server, atau Unix, memungkinkan server untuk menangani aplikasi skala besar dengan keamanan, keandalan, dan skalabilitas yang tinggi.

Server juga memungkinkan pengaturan yang fleksibel untuk menyesuaikan fungsi dan beban kerja. Sebagai contoh, web server digunakan untuk mengelola dan menyajikan situs web, database server untuk menyimpan dan memproses data, dan mail server untuk mengelola email. Server juga bisa didistribusikan untuk menangani beban kerja yang lebih besar melalui teknik load balancing, yang



memastikan bahwa setiap server menerima beban kerja yang merata, sehingga meningkatkan efisiensi.

Komputer server berperan penting dalam mendukung komunikasi, penyimpanan, dan kolaborasi di jaringan komputer, baik untuk organisasi kecil maupun besar, serta dalam mendukung berbagai layanan yang kita gunakan sehari-hari di internet [5].

## **2.5 Keseimbangan Beban 3 Fasa**

Sistem tenaga listrik tiga fasa banyak digunakan dalam distribusi daya listrik, terutama di sektor industri dan komersial karena menawarkan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem satu fasa. Dalam kondisi ideal, sistem tiga fasa harus beroperasi dengan beban yang seimbang pada setiap fasa (R, S, dan T), yang menghasilkan distribusi arus dan tegangan yang merata. Ketidakseimbangan pada beban tiga fasa menyebabkan berbagai masalah teknis dan ekonomis.

Penyebab utama ketidakseimbangan adalah distribusi beban yang tidak merata antara fasa. Hal ini sering terjadi dalam sistem distribusi listrik yang melayani berbagai jenis konsumen dengan beban yang berbeda-beda, seperti perumahan, komersial, dan industri. Beban yang bervariasi pada setiap fasa menyebabkan arus dan tegangan pada setiap fasa juga berbeda, sehingga menimbulkan ketidakseimbangan.

Beban tiga fasa tak seimbang memiliki dampak negatif yang signifikan pada sistem distribusi tenaga listrik. Salah satu dampak utama adalah peningkatan arus pada kawat netral. Dalam kondisi ideal, tidak ada arus yang mengalir di kawat netral karena arus pada ketiga fasa saling meniadakan. Namun, ketidakseimbangan menyebabkan arus yang signifikan pada kawat netral, yang dapat meningkatkan panas berlebih dan risiko kebakaran. Dampak lainnya termasuk gangguan pada peralatan listrik seperti motor tiga fasa dan alat elektronik lainnya, yang dapat mengalami penurunan efisiensi dan kerusakan akibat ketidakseimbangan arus dan tegangan [6].



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang terdiri dari beberapa tahapan. Pertama, dilakukan studi literatur untuk memahami teori dasar dan konteks ilmiah yang terkait dengan topik penelitian. Kemudian, alat dirancang sebagai media uji coba. Setelah perancangan selesai, eksperimen dilakukan dengan mengoperasikan alat tersebut untuk mengukur tingkat efektivitasnya dalam mencapai tujuan penelitian. Tahap akhir adalah evaluasi menyeluruh terhadap hasil pengujian, yang mencakup analisis kekuatan dan kelemahan alat serta rekomendasi untuk perbaikan dalam penelitian berikutnya.

#### **3.2 Waktu dan Tempat**

Waktu pelaksanaan penelitian ini mencakup beberapa tahap yang dimulai pada bulan September 2024, dimulai dengan tahap persiapan yang meliputi pengumpulan data, analisis informasi, dan pengembangan alat penelitian. Proses ini dilanjutkan hingga tahap akhir berupa pengumpulan dan analisis hasil penelitian. Seluruh rangkaian kegiatan penelitian dilakukan di Gedung Teknik Universitas Bengkulu, yang telah dipilih sebagai lokasi ideal untuk mendukung kebutuhan eksperimental dan teknis penelitian ini.

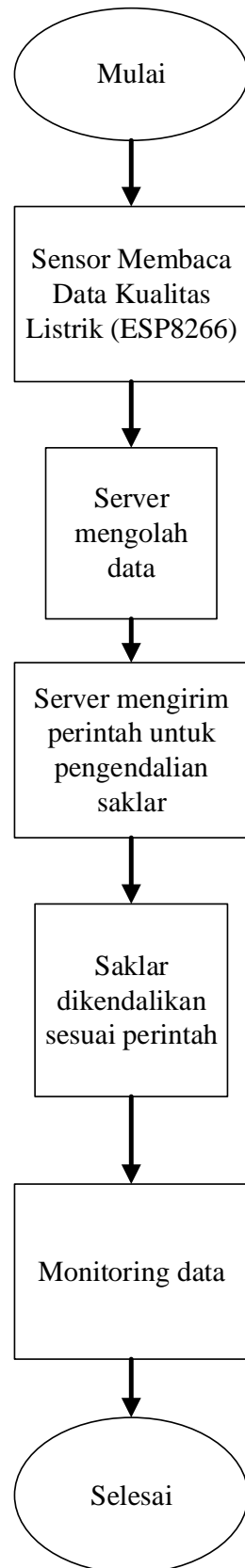
#### **3.3 Alat dan Bahan**

Penelitian yang akan dilakukan ini membutuhkan alat dan bahan untuk mendukung tercapainya penelitian tersebut. Alat dan bahan ini meliputi perangkat keras dan perangkat lunak yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan	Spesifikasi
Mini Komputer	RAM minimal 2 GB untuk kebutuhan webserver
Sistem Operasi Linux Armbian	Armbian server

### 3.4 Diagram Alir Perancangan



Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan

### 3.5 Studi Literatur

Studi literatur merupakan langkah awal yang dilakukan dalam memecahkan permasalahan yang ada dalam penelitian. Dalam studi literatur terdapat serangkaian proses survey mengenai penelitian, mengumpulkan berbagai sumber informasi baik melalui karya ilmiah, jurnal ilmiah, buku, media massa maupun internet. Adapun salah satu sumber penelitian yang digunakan sebagai acuan pada penelitian ini yaitu penelitian yang dilakukan oleh Deitje Pongoh dan Marson Budiman (2022:9) merancang bangun alat praktik simulasi monitoring keseimbangan beban listrik 3 fasa berbasis iot sebagai alat untuk membaca nilai dari arus, tegangan, dan daya pada listrik. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan sebuah mini komputer yang digunakan sebagai server untuk pengolahan data dari masukan kondisi kualitas listrik dan juga memberikan perintah kepada saklar distribusi fasa dalam penggunaan listrik 3 fasa untuk optimasi distribusi keseimbangan arus fasa. Server ini juga dapat dipantau oleh pengguna.

### 3.6 Sistem Kerja Alat

Sistem kerja integrasi antara ESP8266 sensor dan server Armbian dalam pengendalian saklar bertujuan untuk mengelola keseimbangan beban listrik pada sistem 3 fasa secara otomatis dan terkontrol dari jarak jauh. Proses ini dimulai dengan ESP8266 pertama yang terhubung ke sensor listrik, seperti sensor arus (misalnya ACS712 atau CT sensor) dan sensor tegangan (misalnya ZMPT101B). Sensor ini digunakan untuk mengukur parameter listrik penting, yaitu tegangan, arus, dan, jika diperlukan, faktor daya (*power factor*) pada setiap fasa. Setelah data diambil, ESP8266 akan mengirimkan informasi tersebut ke server Armbian yang berjalan di perangkat mini komputer melalui jaringan Wi-Fi.

Untuk mengirim data dari ESP8266 ke server Armbian, protokol komunikasi yang umum digunakan dalam sistem IoT adalah MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) atau HTTP POST. Dalam skenario MQTT, ESP8266 bertindak sebagai pengirim (*publisher*) data sensor, sedangkan server Armbian bertindak sebagai penerima (*subscriber*). Sebagai alternatif, HTTP POST digunakan untuk mengirim data dalam format JSON atau XML melalui permintaan HTTP, yang kemudian diproses oleh server. Data yang dikirim bisa bersifat periodik

(dikirimkan secara berkala) atau *event-based* (hanya dikirim jika ada perubahan signifikan dalam pembacaan sensor).

Setelah data diterima oleh server Armbian, proses pemrosesan dimulai. Armbian menganalisis data dari sensor-sensor yang dikirimkan oleh ESP8266 dengan menggunakan algoritma tertentu. Algoritma ini bertujuan untuk memeriksa apakah ada ketidakseimbangan beban di antara ketiga fasa. Misalnya, Armbian dapat menghitung proporsi arus atau tegangan untuk menentukan apakah ada salah satu fasa yang terbebani lebih besar atau lebih kecil dibandingkan fasa lainnya. Jika ketidakseimbangan beban terdeteksi, server akan mengambil keputusan mengenai tindakan yang harus dilakukan.

Selanjutnya, jika tindakan pengendalian diperlukan, server Armbian akan mengirimkan perintah ke ESP8266 kedua yang terhubung dengan relay atau saklar. Sama seperti proses pengiriman data sensor, perintah kendali ini dikirim melalui jaringan Wi-Fi, menggunakan protokol MQTT atau HTTP. Setelah perintah diterima, ESP8266 yang bertanggung jawab atas kendali relay akan mengeksekusi perintah tersebut. Perangkat ESP8266 ini akan mengaktifkan atau menonaktifkan relay yang terhubung ke sistem kelistrikan untuk mengalihkan beban ke fasa lain yang lebih ringan atau memutus beban yang berlebihan. Relay yang dikendalikan oleh ESP8266 dapat berupa relay mekanik atau *solid-state relay* (SSR), tergantung pada aplikasi dan kebutuhan sistem.

Selain mengendalikan beban, server Armbian juga memiliki fungsi monitoring dan logging. Semua data dari ESP8266, baik data sensor maupun status relay, disimpan di server untuk keperluan analisis dan evaluasi lebih lanjut. Pengguna dapat mengakses informasi ini melalui antarmuka web atau aplikasi dashboard IoT yang berjalan di server Armbian. Melalui antarmuka ini, pengguna bisa memantau sistem secara *real-time*, melihat grafik dan data historis terkait kondisi kelistrikan, serta melakukan kendali manual jika diperlukan.

Secara keseluruhan, alur kerja sistem ini mencakup beberapa tahap penting. Pertama, ESP8266 sensor membaca data dari sistem listrik 3 fasa, kemudian mengirim data tersebut ke server Armbian melalui jaringan Wi-Fi. Setelah menerima data, server Armbian menganalisis informasi untuk mendeteksi ketidakseimbangan beban. Jika ditemukan ketidakseimbangan, server akan

### 3.7 Perancangan Perangkat Keras

### 3.8 Perancangan Perangkat Lunak

17





## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Deitje Pongoh dan Marson Budiman. “Rancang Bangun Alat Praktek Simulasi Monotoring Keseimbangan Beban Listrik 3 Fasa Berbasis Iot”. *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, UNSRAT, Volume 6 Nomor 2, September 2022. Hal: 1268-1282
- [2] Endah Putri Rahayu, Budi Setiadi, dan Sunarto. “Rancang Bangun Alat Monitoring Ketidakseimbangan Beban pada Sistem Instalasi 3-Fasa Berbasis Mikrokontroler”. *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar, Teknologi dan Industri*, Vol. Bandung, 2022. Hal 718-724.
- [3] HAKIM, MalikAbdillahIbnul; PUTRA, Yeffry Handoko. Pemanfaatan Mini PC Raspberry Pi Sebagai Pengontrol Jarak Jauh Berbasis WEB Pada Rumah. Jurusan Teknik Komputer, UNIKOM, 2018.
- [4] TEDYYANA, Agus; KURNIATI, Rezki. Membuat Web Server Menggunakan Dinamic Domain Name System Pada IP Dinamis. *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 2016, 7.1: 1-10.
- [5] SIREGAR, Saidi Ramadan. Efesiensi Fisik Komputer Server dengan Menerapkan Proxmox Virtual Environment. *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 2020, 1.2: 83-87.
- [6] Bagas Wara, Bagas, and Kur Kurniawan. *SISTEM PROTEKSI DAN MONITORING KESEIMBANGAN PHASE 3 PADA PANEL DISTRIBUSI BERBASIS IOT*. Diss. Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2021.