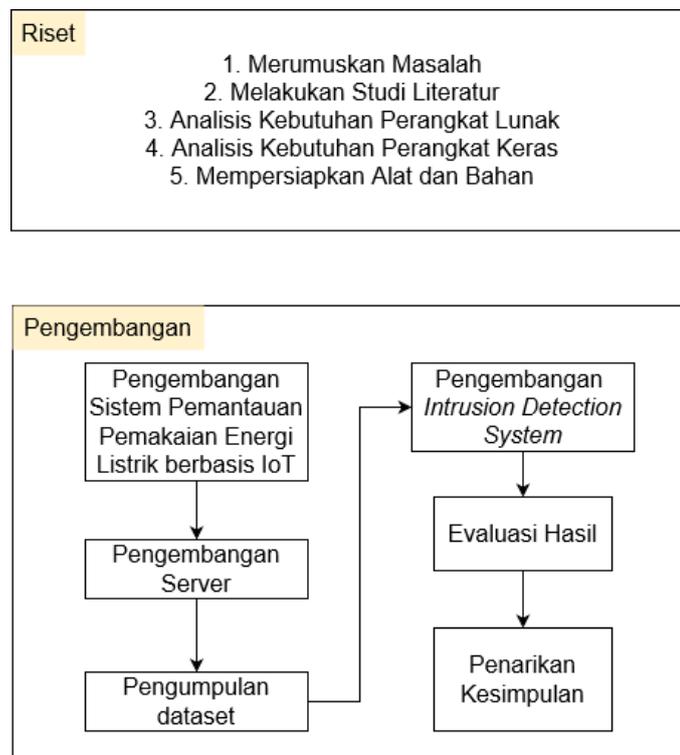


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Ketika melakukan penelitian diperlukan sebuah desain penelitian yang digunakan sebagai kerangka kerja. Beberapa tahapan penelitian dirumuskan sebagaimana tertera pada Gambar 3.1. Terdapat dua fase pada desain penelitian yaitu Riset dan Pengembangan.



Gambar 3. 1 Desain Penelitian

Berikut penjelasan terkait tahapan-tahapan pada desain penelitian:

1. Riset

Fase riset merupakan tahap inisiasi penelitian yang terdiri atas lima aktivitas yaitu:

a. Merumuskan masalah

Peneliti merumuskan masalah dengan menentukan topik dan isu yang ingin diselesaikan dengan melakukan studi literatur dan eksplorasi yang terjadi di sekitar kehidupan sehari-hari sehingga dapat terbentuk latar

belakang dan arah solusi serta ide untuk terhadap perumusan masalah yang terbentuk.

b. Melakukan studi literatur

Studi literatur merupakan tahapan untuk mempelajari dan memahami mengenai teori, metode, dan hasil mengenai penelitian-penelitian terkait. Sumber literatur dapat berasal dari jurnal, *conference proceedings*, buku, maupun sumber kredibel lainnya. Sumber literatur yang digunakan pada penelitian ini akan terkait dengan topik seperti *Internet of Things*, *machine learning*, pendekatan *unsupervised learning*, algoritma *isolation forest*, pendekatan *supervised learning*, dan algoritma *random forest*.

c. Analisis kebutuhan perangkat lunak

Peneliti melakukan analisis kebutuhan perangkat lunak untuk mendukung jalannya penelitian. Perangkat lunak yang dianalisis meliputi media *penelitian kode*; *development environment*; dan sistem operasi.

d. Analisis kebutuhan perangkat keras

Peneliti turut melakukan analisis perangkat keras sebagai media untuk menjalankan perangkat lunak yang telah dianalisis sebelumnya.

e. Mempersiapkan alat dan bahan

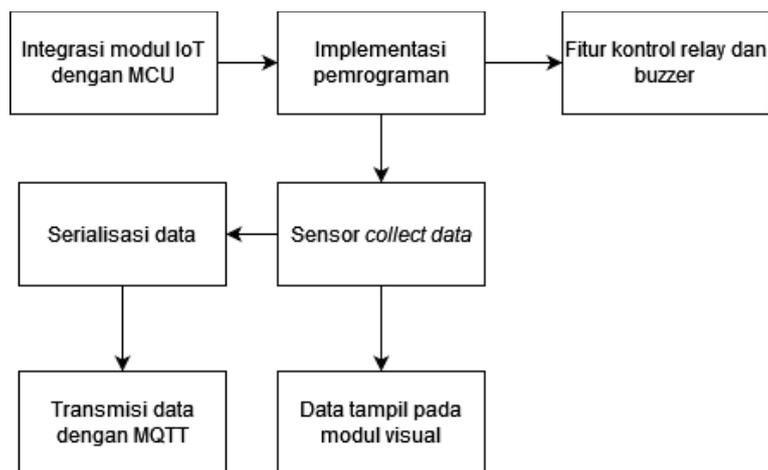
Alat dan bahan turut dipersiapkan untuk mendukung pembangunan sistem pemantauan pemakaian energi listrik berbasis IoT yang akan dijelaskan pada sub-bab terkait.

2. Pengembangan

Fase pengembangan merupakan tahap terakhir penelitian yang terdiri atas delapan aktivitas yaitu:

a. Pengembangan kontroler pemantauan pemakaian energi listrik berbasis IoT

Peneliti membangun sistem pemantauan pemakaian energi listrik berbasis Internet of Things pada aktivitas ini sebagai solusi untuk pemantauan pemakaian energi listrik. Tahapan yang akan dilakukan pada aktivitas ini dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Skenario pembangunan sistem pemantauan pemakaian energi listrik berbasis IoT

Tahapan awal yang dilakukan adalah perakitan sistem kontrol dengan merakit seluruh modul IoT yang telah dipersiapkan dengan micro controller unit (MCU) berupa Arduino ESP Devkit V1. Lalu, dilakukan pemrograman sehingga seluruh modul dan MCU dapat berfungsi. Modul sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor deteksi listrik PZEM-004T v3.0, modul sensor yang berhasil secara fungsional dapat melakukan *collect data* sehingga setiap fitur yang berhasil ditangkap oleh sensor akan disatukan pada sebuah Javascript object, setiap nama fitur akan menjadi “*key*” dan setiap nilai fitur akan menjadi “*value*”, berikut contoh dari data *object*.

```

{
  "device_id": "xyz_123",
  "voltage": 100,
  "power": 100,
  ...
}
  
```

Javascript Object yang berhasil terbentuk akan diserialisasi menjadi *string* sehingga data dapat dilakukan transmisi melalui protokol *message queuing telemetry transport* (MQTT). Beberapa fitur yang berhasil ditangkap oleh modul sensor ditampilkan pada modul visual I2C LCD.

Lalu, pengguna juga dapat melakukan kontrol terhadap pemakaian energi listrik dengan memanfaatkan fitur kontrol relay yang telah

diimplementasi. Fitur buzzer juga dapat dinyalakan apabila sewaktu-waktu terjadi adanya hal yang tidak wajar pada sistem yang akan dijelaskan lebih lanjut pada bab 4.

b. Pengembangan *Server*

Tahapan selanjutnya setelah pembangunan kontroler berbasis IoT selesai, maka peneliti akan membangun *Server frontend*, dan *backend*. *Tech stack* yang digunakan untuk membangun *frontend* adalah Vue Javascript, dan *backend* adalah Express Javascript. *Frontend* berfungsi sebagai media visualisasi data hasil dari MCU, dan kontrol terhadap sistem kontroler pemantauan pemakaian energi listrik berbasis IoT sehingga pengguna dapat melakukan kontrol terhadap pemakaian energi listrik mereka. *Backend* berfungsi sebagai media olah data yang diterima dari sistem kontroler berbasis IoT melalui protokol MQTT. Data yang diterima akan diproses dengan melakukan parsing dari JSON String kembali menjadi Javascript Object untuk melakukan ekstraksi nama fitur dengan setiap nilainya. Lalu, data tersebut dikirimkan ke *frontend* melalui *application programming interface* (API) dengan protokol *hypertext transfer protocol* (HTTP) dan disimpan pada *database* dengan *tech stack* SQL. Pemanggilan *script labeling* juga akan dilakukan pada *backend*.

c. Pengumpulan *dataset*

Dataset diperoleh dari hasil deteksi pada sistem kontroler pemantauan pemakaian energi listrik berbasis IoT yang telah tersimpan pada proses yang terdapat pada *backend server*. Data tersebut berupa pemakaian energi listrik yang senantiasa terekam selama sistem kontrol IoT menyala dengan interval setiap 5 detik, contoh data yang telah diproses dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3. 1 Sampel dari dataset sistem pemantauan pemakaian energi listrik berbasis IoT

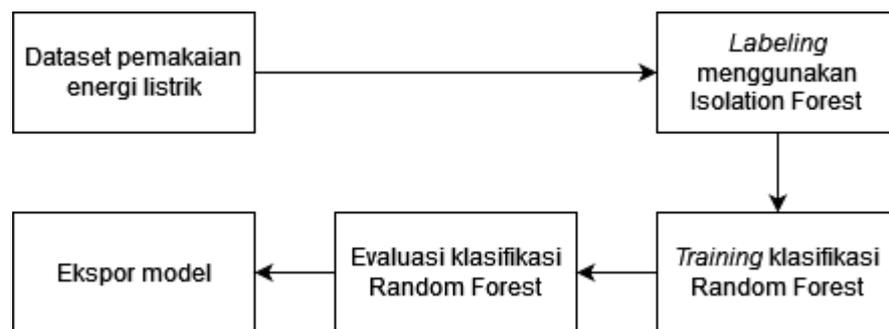
Time stamp	Device_id	Voltage	Current	Power	Energy	Frequency	Power_factor
2024-05-19 23:04:00	D4:8A:F C:60:47:60	207.1	0.0839996	10.2	1.032	50	0.59

2024-05-19 23:04:05	D4:8A:F C:60:47:6 0	207	0.085	10.1	1.032	50	0.57
2024-05-19 23:04:10	D4:8A:F C:60:47:6 0	207.5	0.1550 01	19.5	1.032	49.9	0.61

Data tersebut akan digunakan sebagai visualisasi pemakaian energi listrik kepada pengguna di *Server*, dan untuk melakukan pengembangan IDS.

d. Pengembangan IDS

Untuk membantu efisiensi pemakaian energi listrik perlu dikembangkan IDS sifat pemakaian listrik.



Gambar 3. 3 Tahapan pengembangan model IDS

Pada penelitian ini peneliti akan mengembangkan model menggunakan *dataset* terkumpul. Lalu, hal selanjutnya yang akan dilakukan adalah pemberian label terhadap seluruh *record* pemakaian listrik menggunakan algoritma *unsupervised learning* Isolation Forest. *Dataset* yang telah diberi label akan menjadi bahan training dan evaluasi untuk model klasifikasi menggunakan algoritma *supervised learning* Random Forest. Setelah itu akan dilakukan evaluasi model dengan parameter *f1 score*, *accuracy*, *precision*, dan *recall* untuk mengetahui performa model. Apabila evaluasi dari model tersebut memberikan hasil yang memuaskan, maka dapat dilakukan *deployment* yang akan dimuat pada sebuah *script* yang akan dijalankan secara berkala pada *backend server*.

e. Evaluasi hasil

Setelah IDS di-*deploy* pada *backend server* akan dilakukan pengujian integrasi antara sistem pemantauan pemakaian energi listrik berbasis IoT dengan IDS. Pengujian akan dilakukan dengan memberikan beberapa skenario pemakaian listrik.

f. Penarikan kesimpulan

Ini merupakan tahap terakhir pada penelitian yang meliputi aktivitas penarikan kesimpulan serta formulasi saran untuk penelitian selanjutnya.

3.2. Kebutuhan Alat dan Bahan

3.2.1. Software

a) Sistem operasi Windows 11 64-bit

b) Visual Studio Code

Berfungsi sebagai media *penelitian* kode program untuk *server* dan *admin dashboard*.

c) Arduino IDE

Berfungsi sebagai media *penelitian* kode program untuk komponen-komponen IoT seperti kontroler *ESP32*, *Peacefair PZEM -004T v3.0*, *I2C LCD Display*, *mechanical switch relay* agar bisa beroperasi sesuai dengan desain yang telah terdefinisi.

d) XAMPP Control Panel

Merupakan *software open-source* yang berfungsi sebagai wadah menjalankan *server* secara lokal yang dapat digunakan sebagai media pengembangan program.

3.2.2. Hardware

a) Sistem operasi Windows 11 64-bit

b) Visual Studio Code

Berfungsi sebagai media *penelitian* kode program untuk *server* dan *admin dashboard*.

c) Arduino IDE

Berfungsi sebagai media *penelitian* kode program untuk komponen-komponen IoT seperti kontroler *ESP32*, *Peacefair PZEM -004T v3.0*, *I2C LCD Display*, *mechanical switch relay* agar bisa beroperasi sesuai dengan desain yang telah terdefinisi.

d) XAMPP Control Panel

Merupakan *software open-source* yang berfungsi sebagai wadah menjalankan *server* secara lokal yang dapat digunakan sebagai media pengembangan program.

3.2.3. Peralatan Pendukung

a) *Access point*

b) Kabel jumper

c) Modul sensor listrik *Peacefair PZEM -004T v3.0*

d) *Mechanical switch relay*

e) *ESP32 Devkit V1*

f) *I2C LCD display*

g) *KY-012 buzzer module*

h) *Breadboard*

i) Kabel serabut