

BAB I

LATAR BELAKANG PROYEK

1.1. Pengantar

1.1.1. Ringkasan Isi Dokumen

Dokumen ini menjelaskan pelaksanaan konsep capstone design project sebagai bagian awal dari tugas akhir. Dokumen ini akan menjadi acuan dalam melaksanakan dan memberikan solusi terhadap permasalahan yang sering terjadi pada pemanfaatan energi terbarukan seperti panel surya. Project ini menjelaskan berupa perancangan sistem yang akan diusulkan mulai dari penjabaran sistem, desain sistem, dan desain *software*.

1.1.2. Tujuan Penulisan dan Aplikasi/Kegunaan Dokumen

Dokumen ini akan menjadi panduan selama proses pembangunan dan sebagai bahan evaluasi pada tahap pembuatan sistem maupun di akhirnya. Penulisan dokumen ini bertujuan untuk pengembangan *exim smart meter* untuk *soft integrated maingrid* dan *microgrid* berbasis ESP 8266. Pengembangan alat *exim smart meter* ini berfungsi untuk mengintegrasikan 2 sumber energi, tetapi juga mendeteksi aliran daya listrik serta pelaporan yang digunakan secara realtime.

1.2. Development Project Proposal

1.2.1. Need, Objective, and Product

Energi listrik saat ini sudah menjadi kebutuhan primer manusia untuk melaksanakan kegiatan sosial dan ekonomi, dalam meningkatkan taraf hidup, baik untuk kebutuhan konsumtif maupun produktif [1]. Meningkatnya penggunaan energi terbarukan seperti panel surya (PLTS) semakin mendorong kebutuhan untuk sistem yang dapat mengintegrasikan sumber energi terbarukan dengan jaringan utama (main grid). Dengan meningkatnya penggunaan energi terbarukan seperti PLTS, terdapat kebutuhan mendesak untuk solusi yang dapat memantau dan mengelola konsumsi serta produksi energi secara real-time. Pengelolaan energi yang efisien dan berkelanjutan telah menjadi prioritas utama di era modern ini, terutama karena meningkatnya biaya energi yang dikeluarkan.

Sistem energi seperti *microgrid*, yang terdesentralisasi, menawarkan fleksibilitas dan ketahanan lebih baik terhadap gangguan energi [2]. Namun,

untuk memastikan pasokan energi yang stabil dan penggunaan energi yang berlebih, microgrid harus diintegrasikan dengan jaringan listrik utama (main grid) karena jaringan utama dapat mensuplai tambahan energi saat produksi energi dari sumber terbarukan seperti panel surya (PLTS) tidak mencukupi kebutuhan beban yang digunakan. Untuk mendukung integrasi ini, dibutuhkan alat yang dapat memantau dan mengelola konsumsi serta produksi energi secara real-time [3]. Alat tersebut seperti exim smart meter berbasis ESP8266 sangat diperlukan karena mampu menggabungkan data dari berbagai sumber energi dan menyediakan informasi yang dibutuhkan untuk mengoptimalkan penggunaan energi.

Exim smart meter berbasis ESP8266 hadir sebagai solusi inovatif yang dapat memantau konsumsi energi dari main grid dan produksi energi dari microgrid. Tujuan pengembangan exim smart meter adalah untuk mengoptimalkan penggunaan energi dengan memantau konsumsi energi dari main grid dan produksi energi dari microgrid secara real-time, dengan menggunakan teknologi IoT berbasis ESP8266. Dengan solusi ini, pengguna dapat mengelola dan mengoptimalkan konsumsi energi yang digunakan secara efisien serta mengurangi biaya, mendukung upaya untuk menjaga lingkungan, dan memastikan pasokan energi tetap tersedia untuk jangka panjang.

1.2.2. Product Characteristics

Deskripsi umum mengenai konsep sistem/produk:

1. Fungsi Utama :

- Mengintegrasikan sumber energi terbarukan dengan jaringan listrik utama secara efisien.
- Exim Smart Meter memantau konsumsi energi dari *main grid* dan produksi energi dari *microgrid* secara *real-time*.
- Membantu mengelola penggunaan energi dengan informasi secara detail.

2. Feature Dasar :

- Menggunakan ESP8266 untuk mengirim data dari sensor PZEM004T ke database lokal secara *real-time*.
- Menggunakan sensor yang dapat mengukur tegangan (*Voltage*), arus (*Current*), daya aktif (*Active Power*), energi terkonsumsi (*Energy Consumption*).

3. Feature Unggulan :

- *Soft-Integrated* yang dapat mengintegrasikan antara *maingrid* dan *microgrid* tanpa memerlukan perangkat keras tambahan yang mahal.
- Memiliki tingkat efisiensi, kepraktisan, dan akurasi tinggi.
- *Monitoring* secara *real time*.

4. Karakteristik sistem/produk yang diperlukan:

- Akurasi Tinggi: Data yang disediakan harus sangat akurat untuk analisis yang tepat.
- Memiliki kemampuan untuk terhubung dengan jaringan WiFi untuk mengirim dan menerima data secara efisien.

1.3. Business Analysis

Seiring bertambahnya kebutuhan energi listrik dan murahnya teknologi panel surya, makin banyak pula masyarakat yang mulai memanfaatkannya sebagai sumber energi terbarukan di rumahnya[4]. Meningkatnya penggunaan energi terbarukan seperti panel surya (PLTS), perangkat ini menawarkan pengukuran yang akurat dan integrasi yang efisien antara *microgrid* dan *maingrid*. Dengan kemampuan untuk memantau konsumsi energi secara *real-time*, *exim smart meter* tidak hanya memungkinkan pengguna untuk mengoptimalkan penggunaan energi, tetapi juga membantu mengurangi biaya energi secara signifikan.

Exim smart meter menjanjikan peluang yang signifikan di berbagai sektor pasar[4]. Bagi pengguna rumah tangga, produk ini memberikan kemampuan untuk mengurangi biaya energi dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan seperti panel surya. Dengan mengintegrasikan panel surya ke dalam jaringan listrik utama,

exim smart meter memungkinkan pengguna untuk lebih efisien dalam mengelola dan menggunakan energi. Hal ini tidak hanya menghasilkan penghematan biaya yang signifikan, tetapi juga membantu dalam mengurangi dampak lingkungan melalui penggunaan energi yang lebih berkelanjutan.

Di sektor komersial dan industri, exim smart meter sangat bermanfaat untuk mengelola sistem energi yang kompleks dan memenuhi kebutuhan energi yang besar[5]. Dengan kemampuan untuk memantau dan mengoptimalkan konsumsi energi secara real-time, perangkat ini membantu mengurangi biaya operasional dan meningkatkan efisiensi secara keseluruhan.

Dalam pasar yang semakin ketat regulasinya terkait efisiensi energi dan penggunaan energi terbarukan, exim smart meter menawarkan nilai tambah yang signifikan dengan kemampuannya dalam pemantauan dan pengelolaan energi. Teknologi Internet of Things (IoT) yang digunakan dalam perangkat ini juga mendukung perluasan penggunaannya dalam infrastruktur energi yang cerdas dan berkelanjutan[6]. Dengan demikian, exim smart meter tidak hanya menjanjikan efisiensi dan penghematan, tetapi juga mendukung upaya menuju penggunaan energi yang lebih berkelanjutan dan efisien di tingkat komersial dan industri. Perhitungan yang digunakan dalam menentukan Net Present Value (NPV) adalah sebagai berikut ini :

NPV

= (Probabilitas Sukses Teknik x Impact Keuntungan) - Biaya Riset dan Pengembangan

Hasil dari perkiraan biaya kegiatan riset dan pengembangan produk, seperti yang ditunjukkan pada tabel rincian harga produksi, adalah sebesar Rp 1.015.000. Menurut perkiraan, pembuatan satu unit sistem *exim smart meter* ini menghabiskan biaya sebesar Rp 1.015.000. Dan dengan harga penjualan per unitnya sebesar Rp 2.500.000. Maka akan didapatkan keuntungan sebesar Rp 1.485.000 Harga tersebut belum ditentukan dengan biaya kerusakan komponen dll.

$$NVP = \text{Rp } 2.500.000 - \text{Rp } 1.015.000 = \text{Rp } 1.485.000$$

Dari harga penjualan dan biaya pengembangan maka nilai NPV bernilai positif.

1.4. Product Development Planning

1.4.1. Development Effort

1. *Man-Month*

Exim smart meter berbasis ESP8266 ini dikerjakan selama 8 bulan, mulai dari November 2023 hingga Juli 2024. Alat atau sistem ini dikerjakan oleh satu tim yang terdiri dari 4 mahasiswa tingkat akhir program studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Malang. Dengan demikian, *man-month* yang dibutuhkan untuk mengerjakan produk ini adalah 32 bulan (32 *man-month*).

2. *Machine-time*

Terdapat jenis perangkat keras / perangkat lunak yang digunakan dalam pengerjaan produk ini :

- PC Desktop / Laptop dibutuhkan 4 buah digunakan untuk pengerjaan dokumen C100 hingga C500, membuat database, menyimpan data, melakukan pengkodean serta percobaan dalam pembuatan alat.

3. **Development tools**

Beberapa perangkat keras yang digunakan dalam proses pengembangan produk :

- PLTS yang digunakan sebagai sumber daya listrik.
- Sensor PZEM004T yang digunakan untuk mengukur tegangan yang digunakan.
- Inverter yang digunakan sebagai sistem kontrol untuk mengubah arus listrik.
- Arduino IDE untuk pemrograman mikrokontroler ESP8266.
- Database MySQL untuk penyimpanan dan pengelolaan data.

4. **Test equipment**

Peralatan yang diperlukan untuk pengujian produk antara lain:

- Local Database MySQL.
- Multimeter.
- Obeng.

5. Kebutuhan akan expert

Dibutuhkan banyak ahli untuk mendukung pengembangan produk :

- Dosen Pembimbing sebagai penanggung jawab dalam proyek ini, juga dapat memberikan bimbingan, pendapat, saran, dan lain-lain selama proses pembuatan proyek.
- Anggota CoE PLTS UMM untuk menemani pada saat melakukan pengujian exim smart meter.

6. Probabilitas keberhasilan pengembangan

Peluang keberhasilan dalam pengembangan produk ini sangat tinggi.

Hal ini disebabkan oleh :

- Terdapat beberapa jurnal pendukung terkait dengan smart home yang digunakan sebagai landasan dan referensi dalam pengembangan alat ini.
- Komponen yang digunakan cukup mudah di dapatkan dan harganya relatif terjangkau.

Walaupun terdapat banyak faktor pendukung keberhasilan, hal ini terdapat beberapa faktor yang menghambat pengembangan produk ini.

- Mahasiswa memerlukan waktu lebih banyak untuk membuat produk ini karena sedang dalam tahap merancang alat dengan inovasi baru, sehingga membutuhkan waktu tambahan untuk studi literatur.
- Membutuhkan beberapa komponen pendukung untuk melengkapi dan meningkatkan akurasi dari alat ini.

7. Jadwal dan Waktu yang diperlukan untuk pengembangan

Tabel jadwal dan waktu pengembangan produk dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 1. 1 Jadwal dan Waktu Pengembangan Produk

| Proses/Task | Fase | Deliverables | Jadwal | Kebutuhan Resource |
|--|---------------------|--------------|------------------|-----------------------------|
| Pembuatan konsep dan rincian prototipe | Studi Literatur | | November 2023 | Literatur, dosen pembimbing |
| | Keputusan fitur dan | C100 | 20 November 2023 | Literatur, dosen pembimbing |

| | | | | |
|---------------------------------|--|------|-----------------|-----------------------------------|
| | target konsumen | | | |
| Pembuatan rincian secara teknis | Keputusan rincian | C200 | 2 Desember 2023 | Literatur, dosen pembimbing |
| Rancangan design sistem produk | Keputusan desain produk awal | C300 | Januari 2024 | Literatur, Dosen Pembimbing |
| | Keputusan desain produk tingkat lanjut | C300 | Januari 2024 | Literatur, Dosen Pembimbing |
| | Keputusan desain produk akhir | C300 | Januari 2024 | Literatur, Dosen Pembimbing |
| Implementasi pembuatan hardware | Pemesanan alat dan bahan | C400 | April 2024 | Supplier alat dan bahan |
| | Perakitan alat | C400 | April 2024 | Komponen penyusun alat |
| | Pembuatan hardware tahap awal | C400 | Mei 2024 | Dosen pembimbing, komponen produk |
| | Pembuatan hardware final | C500 | Mei 2024 | Dosen pembimbing |

| | | | | |
|-------------------|--|------|-----------|------------------|
| Pengetesan produk | Validasi kesesuaian produk dengan spesifikasi tahap awal | C500 | Juni 2024 | Dosen pembimbing |
|-------------------|--|------|-----------|------------------|

1.5. Cost Estimate

Tabel 1. 2 Cost Estimate dan Pengeluaran

| Pengeluaran | Uraian Estimasi Harga | | Harga Total |
|------------------------------------|-----------------------|--------|----------------|
| | Harga Satuan | Jumlah | |
| ESP8266 | Rp. 45.000 | 1 | Rp. 45.000 |
| PZEM004T | Rp.150.000 | 2 | Rp. 300.000 |
| Current Transformer | Rp. 85.000 | 2 | Rp.170.000 |
| Kabel NYM | Rp. 10.000 | 4 | Rp. 40.000 |
| ESP8266 Base Board Expansion Board | Rp. 25.000 | 1 | Rp.25.000 |
| Inverter Tie Grid | Rp. 375.000 | 1 | Rp.375.000 |
| Stop Kontak | Rp. 15.000 | 1 | Rp.15.000 |
| Total | | | Rp 1.015.000,- |

1.6. Daftar Deliverables, Spesifikasi, dan Jadwalnya

Tabel 1.3 Deliverable, Spesifikasi, dan Jadwal Proyek Penelitian

| Deliverables | Spesifikasi | Jadwal |
|---|---|---------------|
| Ide / Gagasan Sistem | Ide dan gagasan awal untuk proses pengembangan produk sudah didefinisikan | Oktober 2023 |
| Spesifikasi Fungsional Sistem Secara Menyeluruh | Spesifikasi fungsional sistem secara menyeluruh dalam tahap awal untuk proses pengembangan produk sudah didefinisikan | November 2023 |

| | | |
|--|--|---------------|
| Spesifikasi dari Rancangan Perangkat Keras dan Lunak | Spesifikasi dari rancangan perangkat keras dan lunak sudah ditentukan. | November 2023 |
| Rancangan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak Sistem | Sistem dirancang berdasarkan spesifikasi yang dibuat | Januari 2024 |
| Implementasi Modul Perangkat Keras dan Perangkat Lunak | Implementasi dari sistem yang dibuat | Maret 2024 |
| Pengujian Sistem | Pengujian seluruh sistem yang telah dibuat | Juni 2024 |
| Verifikasi | Pengecekan hasil uji dengan spesifikasi yang diinginkan dan proses dokumentasi final | Juli 2024 |

1.7. Cluster Plan

Dalam pengerjaan proyek ini dilakukan kerjasama dengan beberapa pihak:

- PLTS UMM
Sarana mahasiswa untuk melakukan pengerjaan pembuatan proyek dan mendapatkan data yang akan digunakan.
- Program studi Teknik Elektro UMM
Program Studi Teknik Elektro UMM sebagai mitra dalam pengembangan penelitian, produk, dan pengembangan teknologi.

1.8. Conclusion

Pengembangan produk *exim smart meter* untuk memenuhi kebutuhan akan efisiensi energi dan manajemen distribusi yang lebih baik. *Exim smart meter* ini tidak hanya memberikan pemantauan energi yang akurat secara *real-time* tetapi juga menawarkan integrasi antara *maingrid* dan *microgrid*. Dengan fitur-fitur unggulan seperti berbasis IoT, *exim smart meter* ini tidak hanya memberikan keandalan dalam pengukuran tetapi juga memungkinkan pengguna untuk mengambil kendali penuh atas konsumsi energi yang digunakan. *Exim smart meter* diharapkan dapat menjadi pilihan utama bagi individu, rumah tangga, serta industri yang peduli terhadap efisiensi energi dan lingkungan.