

PROPOSAL TUGAS AKHIR

Molection : Monitoring Konsumsi Energi Listrik Pada Kamar Kos Berbasis *IoT* dan *Progressive Website Apps*



Penyusun:

Muhamad Daffa Thareq Arrizky (20524025)

Muhammad Raihan Alfarij (20524188)

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2024

HALAMAN PENGESAHAN

Molection : Monitoring Konsumsi Energi Listrik Pada Kamar Kos Berbasis *IoT* dan *Progressive Website Apps*

Penyusun:

Muhamad Daffa Thareq Arrizky (20524025)

Muhammad Raihan Alfarij (20524188)

Yogyakarta, 9 Juli 2024

Dosen Pembimbing 1



Wahyudi Budi Pramono, S.T., M.Eng.

985240104

Dosen Pembimbing 2



Medilla Kusriyanto, S.T., M.Eng.

015240101

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2024

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**Molection : Monitoring Konsumsi Energi Listrik Pada Kamar Kos Berbasis IoT dan
Progressive Website Apps**



Disusun oleh:

Muhamad Daffa Thareq Arrizky 20524025

Muhammad Raihan Alfarij 20524188

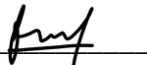
**Telah dipertahankan di depan dewan penguji
pada tanggal: 19 Juli 2024**

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji

: Dr. Wahyudi Budi Pramono, S.T., M.Eng. 

Anggota Penguji 1

: Firmansyah Nur Budiman, S.T., M.Sc., Ph.D. 

Anggota Penguji 2

: Rachman Yustian 

**Tugas akhir ini telah disahkan sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

**Tanggal: 6, Agustus 2024
Ketua Program Studi Teknik Elektro**



Dwi Ana Ratna Wati, S.T., M.Eng.

035240102

PERNYATAAN

Dengan ini kami menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi lainnya, dan sepanjang pengetahuan kami juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Tugas Akhir yang terkait hak milik, hak intelektual, dan paten merupakan milik bersama antara tiga pihak, yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal ini, penggunaan informasi dan materi Tugas Akhir terkait paten maka akan didiskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut di atas.



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	iv
RINGKASAN	vii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan.....	4
BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM	6
2.1 Studi Literatur dan Observasi.....	6
2.2 Dasar Teori	13
2.2.1 Sistem Monitoring Energi Listrik dan Komponen Penyusun	13
2.2.2 <i>Internet of Things (IoT)</i>	15
2.2.3 Dasar Perhitungan Energi Listrik.....	16
2.2.4 Progressive Web Application (PWA).....	17
2.3 <i>Analisis Stakeholder</i>	18
2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem	19
2.4.1. Aspek Ekonomi	19
2.4.2. Aspek Sosial.....	20
2.4.3. Aspek Lingkungan.....	20
2.5 Spesifikasi Sistem	21
BAB 3. USULAN SOLUSI	22
3.1 Usulan Solusi 1 : Molection berbasis Arduino dengan sensor terpisah yang dapat dipantau secara <i>online</i> dan <i>offline</i>.	24
3.1.1 Desain Sistem 1.....	25
3.1.2. Rencana Anggaran Desain Sistem 1.....	29
3.1.3 Analisis Risiko Desain 1.....	29
3.1.4 Pengukuran Performa	30

3.2	Usulan Solusi 2 : Molection berbasis Esp32 dengan sensor terpadu yang dapat dipantau secara <i>online</i> dan <i>offline</i> .	30
3.2.1	Desain Sistem 2	31
3.2.2	Rencana Anggaran Desain 2	34
3.2.3	Analisis Risiko Desain	35
3.2.4	Pengukuran Performa	35
3.3	Usulan Solusi 3 : Molection berbasis Esp 32 dengan sensor terpadu yang dapat dipantau secara <i>full online</i> .	35
3.3.1	Desain Sistem 3	36
3.3.2	Rencana Anggaran Desain 3	40
3.3.3	Analisis Risiko Desain	40
3.3.4	Pengukuran Performa	41
3.4	Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik	41
3.5	Gantt <i>Chart</i>	43
3.6	Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1	45
BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN		50
4.1	Hasil Rancangan Sistem	50
4.1.1	Rangkaian Elektronis	50
4.1.2	Desain 3D	52
4.1.3	<i>Interface</i>	53
4.1.4	Hasil Akhir Perancangan Alat	54
4.2	Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan	55
BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS		57
5.1	Analisis Hasil	57
5.1.1	Hasil dan Analisis Pengujian Indikator	57
5.1.2	Pemenuhan Spesifikasi Sistem	70
5.1.3	Pengalaman Pengguna	73
5.1.4	Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya	74
5.2	Dampak Implementasi Sistem	77
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN		79
6.1	Kesimpulan	79

6.2	Saran	79
	DAFTAR PUSTAKA.....	80
	LAMPIRAN – LAMPIRAN.....	82

RINGKASAN

Jumlah mahasiswa di Indonesia pada tingkat universitas mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada tahun 2012, jumlah mahasiswa adalah 6,23 juta, dan pada tahun 2022 meningkat menjadi 9,32 juta. Provinsi dengan dominasi jumlah mahasiswa terbesar adalah Banten, Jawa Timur, Jawa Barat, DKI Jakarta, dan Jawa Tengah. Peningkatan jumlah mahasiswa ini mengakibatkan tingginya kebutuhan tempat tinggal, menjadikan bisnis penyediaan kamar kos memiliki prospek yang tinggi. Namun, dari prospek tersebut, terdapat permasalahan utama terkait manajemen konsumsi listrik di kamar kos, penghuni kos memiliki kecenderungan untuk menggunakan berbagai perangkat elektronik pada kamar kos yang dihuninya tanpa mengetahui dan memikirkan seberapa banyak energi listrik yang telah dikonsumsi sehingga memicu terjadinya praktik pemborosan energi secara berkelanjutan. Sehingga untuk mengatasi permasalahan tersebut muncullah sebuah ide untuk membuat sebuah sistem monitoring konsumsi energi listrik pada kamar kos berbasis *internet of things* yang diberi nama Molection (*Monitoring Electrical Energy Consumption*).

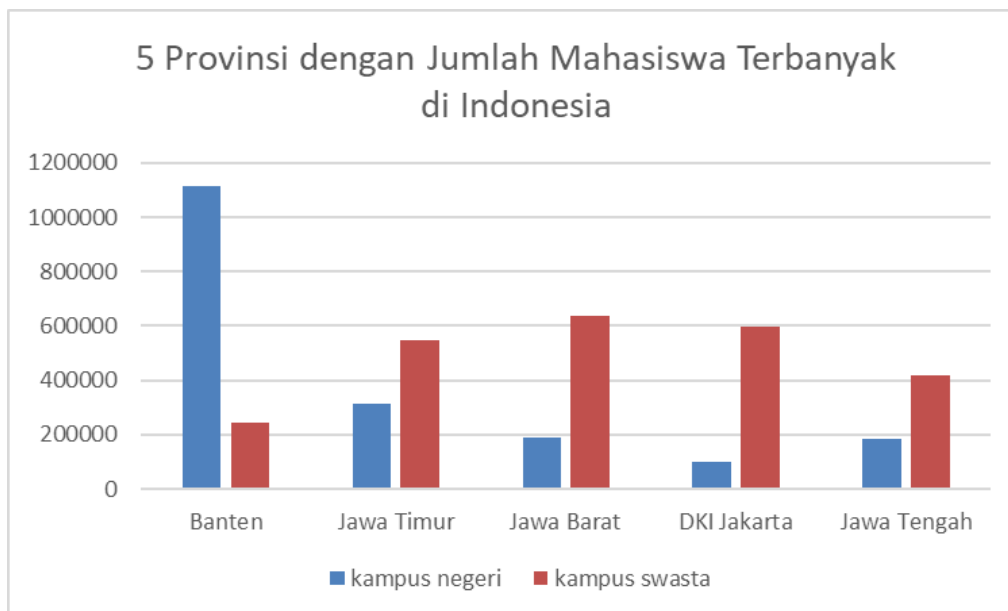
Molection memiliki dimensi sebesar 15,814 x 8,593 x 3,651 cm dan dibuat dengan menggunakan printer 3D dengan berbahan dasar PLA (*Poly lactid Acid*). Sistem ini dirancang untuk memantau nilai kWh, tegangan, arus, daya, dan biaya beban elektronis yang bekerja dengan menggunakan sumber tegangan AC 100-240V dari PLN. Molection terdiri dari lima komponen utama yaitu Esp32, sensor PZEM-004T, layar OLED, *relay* dan modul *Hi-link*. Selain itu Molection juga dilengkapi dengan 4 buah tombol kendali yaitu *reset*, *switch*, *down* dan *select*, dan 3 buah LED yang merupakan indikator *relay*, konektivitas internet dan *on/off* sistem, serta dilengkapi dengan Molection *Apps* untuk monitoring secara *mobile*. Metode pengukuran yang digunakan pada sistem yaitu dengan membandingkan hasil pengukuran Molection dengan hasil pengukuran yang diperoleh alat ukur elektronis dengan tujuan untuk memperoleh nilai persentase kesalahan, persentase akurasi dan RMSE.

Molection memiliki akurasi pengukuran kWh sebesar 98,63%, pengukuran nilai tegangan sebesar 99,68%, pengukuran nilai arus sebesar 99,7%, pengukuran nilai daya sebesar 99,27% dan pengukuran biaya beban elektronis sebesar 99,44%. Hal ini menunjukkan bahwa Molection dapat diandalkan dalam memberikan data yang akurat terkait konsumsi listrik dan performa sistem listrik secara umum.

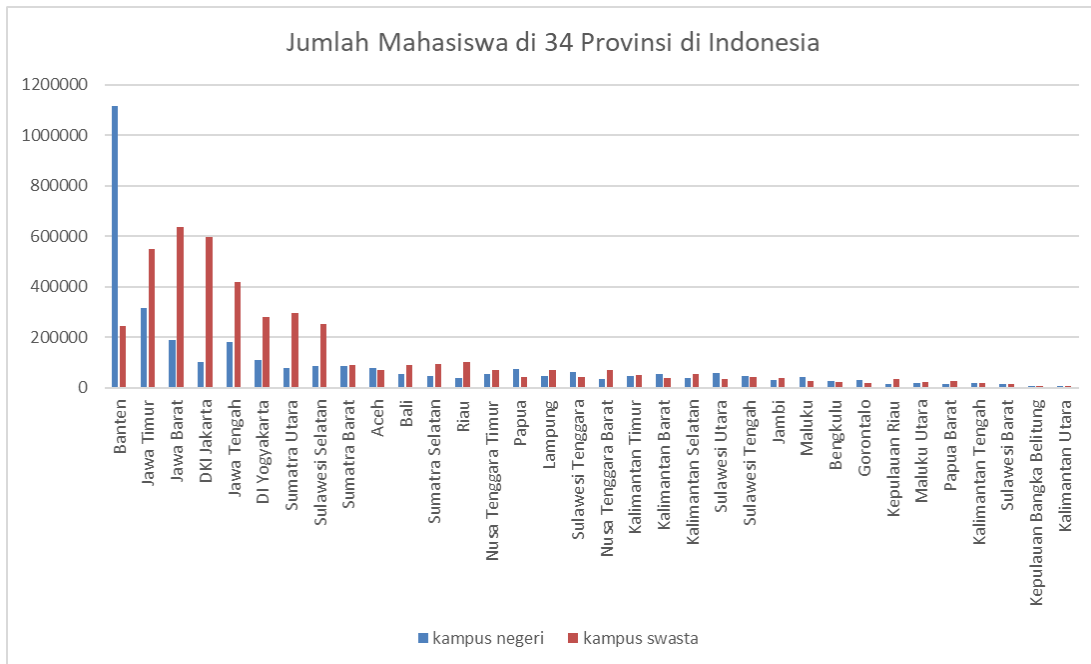
BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang dan Identifikasi Masalah

Jumlah Mahasiswa di Indonesia pada tingkat universitas mengalami peningkatan setiap tahunnya, pada tahun 2012 jumlah Mahasiswa di Indonesia adalah sebesar 6,23 juta jiwa, sedangkan pada tahun 2022 berkembang pesat sampai menyentuh jumlah 9,32 juta Mahasiswa [1]. Gambar 1.1 menunjukkan dominasi jumlah Mahasiswa di 5 Provinsi besar di Indonesia yakni provinsi Banten, Jawa Timur, Jawa Barat, DKI Jakarta dan Jawa Tengah [2]. Sedangkan Gambar 1.2 menunjukkan sebaran jumlah Mahasiswa di seluruh provinsi di Indonesia. Dengan jumlah Mahasiswa yang terus bertambah setiap tahunnya yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia, ditemukan bahwa tidak semua mahasiswa berasal dari kota yang sama dengan tempat mereka berkuliah melainkan berasal dari kota lain di Indonesia, sehingga mengakibatkan terjadinya peningkatan kebutuhan penyediaan tempat tinggal bagi Mahasiswa selama berkuliah di kota tertentu. Sehingga dengan adanya fenomena tersebut menjadikan bisnis penyediaan kamar kos menjadi salah satu sektor usaha yang memiliki prospek tinggi di era perkembangan seperti saat ini.



Gambar 1.1 5 Provinsi dengan Jumlah Mahasiswa Terbanyak di Indonesia



Gambar 1.2 Jumlah Mahasiswa di 34 Provinsi di Indonesia

Namun dari sektor usaha penyediaan kamar kos yang memiliki prospek yang cukup tinggi tersebut, masih ditemukan adanya sebuah permasalahan utama yakni terkait manajemen konsumsi listrik pada kamar kos. Penghuni kos memiliki kecenderungan untuk menggunakan berbagai perangkat elektronik pada kamar kos yang dihuninya tanpa mengetahui dan memikirkan seberapa banyak energi listrik yang telah dikonsumsi sehingga memicu terjadinya praktik pemborosan energi secara berkelanjutan.

Penggunaan perangkat-perangkat seperti lampu, sistem pendingin udara, pemanas air, dan perangkat elektronik lainnya dalam kamar kos dapat mengakibatkan peningkatan konsumsi energi listrik yang signifikan. Namun, tanpa sistem pemantauan dan pemahaman yang cukup tentang konsumsi energi listrik, penghuni kamar kos cenderung tidak memperhatikan atau bahkan mengabaikan pemakaian listrik mereka. Hal ini tidak hanya berdampak pada biaya tagihan listrik mereka sendiri, tetapi juga berkontribusi pada beban energi yang lebih besar pada sumber daya listrik dan lingkungan. Tabel 1.1 merupakan ringkasan hasil survei yang telah dilakukan terkait konsumsi energi listrik yang dikonsumsi pada kamar kos baik melalui sudut pandang pengelola maupun penghuni kamar kos. Hasil survei tersebut menunjukkan bahwa pemilik maupun penghuni kamar kos cenderung belum pernah melakukan pemantauan penggunaan energi listrik dari kamar kos yang dimiliki atau dihuninya. Penyebabnya adalah lokasi kWh meter yang jauh dari jangkauan

dan ketidakpahaman dengan apa yang ditampilkan di layar kWh meter sehingga kesulitan untuk membaca informasi yang ada.

Berdasarkan permasalahan tersebut muncullah sebuah ide untuk membuat sebuah sistem monitoring konsumsi energi listrik pada kamar kos berbasis *internet of things* yang diberi nama Molection (*Monitoring Electrical Energy Consumption*). Sistem ini dapat memonitor penggunaan energi secara *realtime* dan informatif serta mampu memberikan kemudahan bagi pengelola maupun penghuni kamar kos dalam melakukan manajemen konsumsi energi listrik.

Tabel 1.1 Hasil survei antara pengembang dan pengelola kamar kos

Pertanyaan untuk Pengelola Kos	Jawaban/tanggapan
Berapa jumlah kamar kos yang dimiliki/dikelola ?	15 Kamar Kos
Berapa konsumsi energi (kWh) rata-rata setiap kamar kos ?	5 kWh - 15 kWh Per bulannya
Berapa biaya untuk penggunaan listrik tiap bulannya ?	400 Rb - 650 Rb Per bulannya
Apakah pernah mengalami pemborosan konsumsi listrik dari bulan biasanya ? Seberapa sering?	Pernah, tapi tidak terlalu sering, mungkin hanya terjadi di 3 bulan (3 kali) selama setahun pemakaian
Apakah pernah melakukan pemantauan terhadap kWh meter ? Seberapa sering pemantauan dilakukan ? Apakah terdapat kesulitan dalam pemantauan kWh meter ?	Tidak pernah, karena lokasi KWH meter yang jauh dari jangkauan, dan tidak terlalu paham dengan apa yang ditampilkan di layar KWH meter sehingga kesulitan untuk membaca informasi yang ada
Jika suatu teknologi akan diterapkan dalam memantau kondisi konsumsi daya listrik (dalam hal ini adalah kondisi setiap kamar), informasi yang seperti apa yang paling bermanfaat untuk membantu para pengelola dan penghuni kos ?	Informasi terkait banyaknya energi listrik yang telah digunakan dan estimasi biaya yang perlu dibayarkan
Apakah perlu adanya notifikasi untuk memberi tahu jumlah konsumsi daya listrik yang telah digunakan ?	Perlu, karena dapat mengingatkan apabila konsumsi energi listrik yang digunakan telah melampaui batas tertentu
Apakah pengelola dan penghuni kos sering menggunakan <i>smartphone</i> dalam kegiatan sehari-hari ?	Ya, cukup sering sekitar 6 – 8 jam setiap harinya
Seberapa sering pengelola dan penghuni kos mengakses internet dan layanan internet apa yang biasa digunakan ?	Ya, cukup sering sekitar 6 – 8 jam setiap harinya
Apakah pengelola dan penghuni kos paham seluruh fitur/kemampuan yang ada pada <i>smartphone</i> ?	Cukup paham, terutama terkait fitur dasar pada <i>smartphone</i>

Pertanyaan untuk Pengelola Kos	Jawaban/tanggapan
Berapa harga <i>smartphone</i> yang digunakan saat ini ?	1,5 ~ 2,6 Juta Rupiah
Apakah tersedianya jaringan wifi pada kamar kos ?	Ya, tersedia untuk setiap kamar kos

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah disampaikan sebelumnya, maka dapat dirumuskan permasalahan penting penelitian yaitu bagaimana merancang sistem monitoring konsumsi listrik pada kamar kos yang dapat dipantau langsung oleh pengelola maupun penghuni kamar kos melalui *smartphone* dan mampu memberikan informasi terkait penggunaan listrik pada kamar kos sehingga mampu memberikan akses kemudahan dalam memantau konsumsi energi listrik yang optimal.

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditentukan, maka diperoleh tujuan utama tugas akhir yang ingin diselesaikan pada penelitian kali ini yaitu menciptakan sistem yang dapat memonitoring konsumsi energi listrik berbasis IoT yang dapat diakses melalui aplikasi pada *smartphone* memberikan akses kemudahan dalam memantau konsumsi energi listrik pada kamar kos.

1.4 Batasan Masalah

Adapun berikut merupakan batasan-batasan dalam perancangan Molection :

- Sistem dikhususkan untuk memonitoring konsumsi listrik pada kamar kos.
- Skala sistem dibuat untuk satu kamar kos.
- Pembayaran tagihan listrik dilakukan secara terpisah dari aplikasi.
- Aplikasi dapat digunakan oleh pengelola dan penghuni kamar kos.
- Penggunaan pada daya rumah 2.200 VA satu fasa.

1.5 Batasan Realistis Aspek Keteknikan

Adapun berikut merupakan batasan-batasan terkait aspek keteknikan dalam perancangan Molection :

- Sistem harus berada dalam jangkauan wifi,

- Konsumsi energi listrik dapat dimonitoring melalui *Smartphone*,
- Dapat memonitoring dan memberikan notifikasi ketika penggunaan listrik telah melebihi batas tertentu,
- Bagian penggunaan listrik yang diukur hanya pada bagian stop kontak utama.
- Aplikasi dilengkapi dengan informasi data, grafik, riwayat penggunaan dan biaya konsumsi energi listrik
- Fitur kendali yang dapat memutuskan aliran listrik pada sistem melalui *smartphone*.
- Biaya listrik per kWh mengacu pada Permen ESDM Nomor 28 Tahun 2016.

BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM

2.1 Studi Literatur dan Observasi

Penelitian tentang monitoring konsumsi energi listrik berbasis IoT pada kamar kos telah banyak dilakukan sebelumnya. Penelitian-penelitian tersebut memiliki metode serta prinsip kerja yang tidak jauh berbeda. Namun pada masing-masing penelitian yang telah dilakukan memiliki komponen penyusun dari serta aplikasi yang berbeda yang mampu memberikan kelebihan dan kekurangan tertentu pada sistem monitoring konsumsi energi listrik berbasis IoT pada kamar kos.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh [3], komponen penyusun dan aplikasi yang digunakan yaitu NodeMCU sebagai mikrokontroler, ZMPT101B sebagai sensor tegangan, ACS712 sebagai sensor arus dan *Cayenne* sebagai tampilan dan kontrol sistem monitoring. Sistem yang dibuat oleh penelitian ini mampu memiliki mode prabayar yang dapat memberikan estimasi saldo listrik yang tersisa pada kWh meter dan juga mode pasca bayar yang mampu memberikan estimasi biaya yang perlu dibayarkan oleh pengguna terkait energi listrik yang telah dikonsumsi.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh [4], komponen penyusun dan aplikasi yang digunakan yaitu Arduino Uno sebagai mikrokontroler, Wemos D1 Mini sebagai modul wifi, ZMPT101b sebagai sensor tegangan, ACS712 sebagai sensor arus dan *Thingspeak* sebagai tampilan sistem monitoring. Sistem yang dibuat oleh penelitian ini dilengkapi dengan grafik daya, arus dan tegangan yang dapat dimonitoring oleh pengguna dengan nilai pengukuran yang cukup baik dan presisi. Namun sistem ini hanya mampu memberikan keluaran data yang dapat di monitoring berupa nilai penggunaan daya saja, sehingga nilai konsumsi arus dan tegangan listrik masih belum dapat dimonitoring oleh pengguna.

Dan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh [5], komponen penyusun dan aplikasi yang digunakan yaitu NodeMCU sebagai mikrokontroler, Pzem-004t sebagai sensor yang dapat digunakan untuk mengukur arus, tegangan, daya dan energi serta terdapat *Relay* yang digunakan sebagai saklar *switch* elektrik dari sistem yang digunakan. Dan dilengkapi juga dengan aplikasi berbasis android yang didukung oleh *firebase* sebagai aplikasi utama untuk pemantauan sistem monitoring dan kendali daya listrik pada rumah kos. Sistem ini memiliki kelebihan utama yaitu dilengkapi dengan fitur *history* pada aplikasi yang dapat memberikan informasi terkait konsumsi daya listrik pada waktu tertentu dan juga memiliki kemampuan untuk memutuskan daya secara otomatis melalui menu pilihan yang terdapat pada aplikasi. Namun Sistem yang dibuat pada penelitian ini memiliki kekurangan yaitu masih belum mampu untuk memberikan peringatan

kepada pengguna melalui *smartphone* apabila pengguna telah melampaui konsumsi listrik pada batas tertentu.

Pada penelitian yang dilakukan oleh [6], komponen penyusun dan aplikasi yang digunakan yaitu NodeMCU sebagai mikrokontroler, Pzem-004t sebagai sensor yang dapat digunakan untuk mengukur arus, tegangan, daya dan energi dan juga *Blynk* sebagai tampilan sistem monitoring. Prototipe ini mampu monitoring energi listrik yang dikonsumsi yang dilengkapi dengan fitur yang mampu memutus aliran arus listrik melalui *smartphone* jika diperlukan dengan menggunakan komponen *relay* yang terhubung dengan sumber aliran listrik. Dan juga dilengkapi dengan fitur isi ulang saldo listrik yang semakin berkurang seiring dengan banyaknya energi listrik yang dikonsumsi dan mampu memberikan peringatan untuk melakukan pembayaran listrik pada waktu tertentu. Namun sistem yang dibuat pada penelitian ini masih belum dapat menampilkan grafik penggunaan arus, tegangan dan daya yang telah dikonsumsi oleh pengguna, sehingga data yang dapat dimonitoring menjadi kurang lengkap.

Dan sedangkan penelitian yang dilakukan oleh [7], komponen penyusun dan aplikasi yang digunakan yaitu ESP32 sebagai mikrokontroler, Pzem-004t sebagai sensor yang dapat digunakan untuk mengukur arus, tegangan, daya dan energi dan juga *Blynk* sebagai tampilan sistem monitoring. Sistem yang dibuat oleh penelitian ini mampu memonitoring energi listrik yang dikonsumsi dan dilengkapi dengan fitur *report* tagihan yang dapat memberikan informasi terkait banyaknya energi listrik yang telah digunakan dan jumlah biaya yang perlu dibayarkan. Berdasarkan proses *review* yang telah dilakukan pada penelitian-penelitian sebelumnya terkait monitoring konsumsi energi listrik pada kamar kos. Maka dapat disajikan ringkasan penelitian sebagaimana yang ada pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Hasil Studi Literatur Solusi Sejenis

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Pada Kamar kos Serta Estimasi Biaya Keluaran Berbasis <i>IoT (Internet of Things)</i> [3].	Solusi yang ditawarkan peneliti yaitu dengan membuat sebuah sistem monitoring daya listrik yang mampu memberikan estimasi	Hasil dari penelitian yang dilakukan yaitu sistem monitoring konsumsi daya listrik serta estimasi biaya berbasis <i>IoT</i> dengan menggunakan NodeMCU sebagai mikrokontroler, ZMPT101B sebagai sensor

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
	biaya yang perlu dibayarkan berdasarkan konsumsi listrik yang digunakan berbasis IoT	tegangan, ACS712 sebagai sensor arus dan Cayenne sebagai tampilan dan kontrol sistem monitoring. Sistem Ini dapat bekerja dengan baik dengan nilai kesalahan rata-rata sebesar 0.02 % untuk nilai tegangan dan 0.04 % untuk nilai arus sehingga dapat dikategorikan bahwa sistem ini memiliki kemampuan pengukuran yang cukup baik dan presisi. Dan juga memiliki mode prabayar yang dapat memberikan estimasi saldo listrik yang tersisa pada kWh meter dan juga mode pasca bayar yang mampu memberikan estimasi biaya yang perlu dibayarkan oleh pengguna terkait energi listrik yang telah dikonsumsi.
Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Pada Kamar Kos Berbasis Internet of Things [4].	Solusi yang ditawarkan peneliti yaitu dengan membuat sebuah sistem yang mampu melakukan monitoring daya listrik yang telah dikonsumsi pada kamar kos berbasis IoT.	Hasil dari penelitian yang dilakukan yaitu sistem yang monitoring daya listrik pada kamar kos berbasis IoT dengan menggunakan komponen utama yaitu Arduino Uno sebagai mikrokontroler, Wemos D1 Mini sebagai modul <i>wifi</i> , ZMPT101b sebagai sensor tegangan, ACS712 sebagai sensor arus dan <i>Thingspeak</i> sebagai tampilan sistem monitoring.

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
		<p>Sistem ini telah mampu bekerja dengan baik dengan nilai kesalahan rata-rata sebesar 0.02% dengan penjelasan bahwa nilai kesalahan pada pengukuran daya adalah sebesar 0,22% dan kesalahan pengukuran arus adalah sebesar 0,01%, sehingga dapat dikategorikan bahwa sistem ini memiliki kemampuan pengukuran yang cukup baik dan presisi. Namun sistem ini hanya mampu memberikan keluaran data yang dapat di monitoring berupa nilai penggunaan daya saja, sehingga nilai konsumsi arus dan tegangan listrik masih belum dapat dimonitoring oleh pengguna.</p>
<p>Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kendali Daya Listrik pada Rumah Kos Menggunakan NodeMCU dan Firebase Berbasis Android [5].</p>	<p>Solusi yang ditawarkan peneliti berupa pembuatan sistem yang mampu melakukan monitoring daya listrik yang telah dikonsumsi pada kamar kos dan sistem kendali untuk memutuskan daya secara otomatis melalui</p>	<p>Hasil dari penelitian yang dilakukan yaitu Sistem monitoring dan kendali daya listrik pada rumah kos menggunakan NodeMCU dan <i>firebase</i> berbasis android. Sistem ini memiliki komponen utama yaitu NodeMCU sebagai mikrokontroler, Pzem-004t sebagai sensor yang dapat digunakan untuk mengukur arus, tegangan, daya dan energi dan juga <i>relay</i> yang digunakan sebagai</p>

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
	aplikasi berbasis android.	saklar <i>switch</i> elektrik dari sistem yang digunakan. Dan dilengkapi juga dengan aplikasi berbasis android yang didukung oleh firebase sebagai aplikasi utama untuk pemantauan sistem monitoring dan kendali daya listrik pada rumah kos. Sistem ini telah dapat bekerja baik, dengan nilai rata-rata kesalahan pembacaan daya sebesar $\pm 1,8\%$. Sistem ini memiliki kelebihan utama yaitu dilengkapi dengan fitur <i>history</i> pada aplikasi yang dapat memberikan informasi terkait konsumsi daya listrik pada waktu tertentu dan juga memiliki kemampuan untuk memutuskan daya secara otomatis melalui menu pilihan yang terdapat pada aplikasi. Namun Sistem yang dibuat pada penelitian ini memiliki kekurangan yaitu masih belum mampu untuk memberikan peringatan kepada pengguna melalui <i>smartphone</i> apabila pengguna telah melampaui konsumsi listrik pada batas tertentu.
Prototipe Sistem Monitoring Biaya Penggunaan Listrik	Solusi yang ditawarkan oleh peneliti yaitu dengan membuat	Hasil dari penelitian yang dilakukan yaitu prototipe sistem monitoring penggunaan energi pada kamar kos

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
pada Rumah Kos Berbasis IoT [6].	prototipe sistem monitoring energi listrik yang mampu memberikan estimasi saldo energi listrik yang tersisa pada kamar kos dan memutuskan aliran listrik pada kamar kos melalui smartphone apabila tidak dibutuhkan yang berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT).	berbasis IoT . prototipe ini bekerja dengan memanfaatkan data hasil pembacaan yang diperoleh dari sensor Pzem-004t. Data tersebut kemudian diolah melalui mikrokontroler sehingga dapat diperoleh nilai besaran energi listrik yang telah dikonsumsi. Dan selanjutnya data dikirimkan menuju server <i>Blynk</i> sehingga data dapat dilihat oleh penyewa kamar kos melalui <i>smartphone</i> . Prototipe ini dilengkapi dengan fitur yang mampu memutus aliran arus listrik melalui <i>smartphone</i> jika diperlukan dengan menggunakan komponen <i>relay</i> yang terhubung dengan sumber aliran listrik. Dan juga dilengkapi dengan fitur isi ulang saldo listrik yang semakin berkurang seiring dengan banyaknya energi listrik yang dikonsumsi dan mampu memberikan peringatan untuk melakukan pembayaran listrik pada waktu tertentu. Prototipe ini dapat bekerja dengan baik sehingga mampu memberikan kemudahan bagi penghuni kamar kos dalam

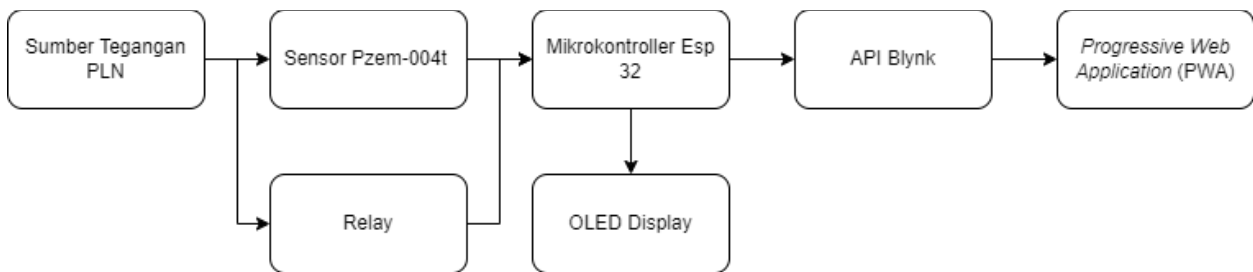
Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
		<p>melakukan monitoring konsumsi energi listrik pada kamar kos yang dihuninya. Namun sistem yang dibuat pada penelitian ini masih belum dapat menampilkan grafik penggunaan arus, tegangan dan daya yang telah dikonsumsi oleh pengguna, sehingga data yang dapat dimonitoring menjadi kurang lengkap.</p>
<p>Desain Sistem Monitoring KWH Meter dengan Media Komunikasi ESP32 dan Blynk [7].</p>	<p>Solusi yang ditawarkan oleh peneliti yaitu dengan membuat sebuah sistem monitoring energi listrik yang dapat memantau penggunaan energi listrik secara <i>real time</i> dan dapat diakses melalui <i>smartphone</i> dengan menggunakan media komunikasi Esp32 dan Blynk.</p>	<p>Hasil dari penelitian yang dilakukan yaitu Sistem Monitoring KWH Meter dengan Media Komunikasi ESP32 dan <i>Blynk</i>. Sistem ini bekerja secara <i>real time</i> dengan menggunakan hasil pembacaan dari sensor Pzem-004t yang dihubungkan dan diolah dengan ESP32 yang kemudian diteruskan menuju <i>Blynk</i> agar pengguna dapat memonitoring nilai tegangan, arus, frekuensi dan beban daya melalui <i>smartphone</i>. Dan dilengkapi dengan fitur <i>report</i> tagihan yang dapat memberikan informasi terkait banyaknya energi listrik yang telah digunakan dan jumlah biaya yang perlu dibayarkan. Sistem ini memiliki batasan tegangan yang</p>

Judul	Usulan solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
		dapat dimonitoring yaitu sebesar 380 volt dan arus sebesar 100 ampere. Serta jangkauan <i>wifi</i> Maksimum sebesar 14,3 meter dan jangkauan <i>wifi hotspot</i> maksimum sebesar 10 meter.

Berdasarkan proses studi literatur yang telah dilakukan, maka sistem yang akan dibuat selama proses penelitian kali ini yang menggabungkan beberapa kelebihan dan melengkapi kekurangan dari penelitian sebelumnya terdiri dari mikrokontroler yang dapat melakukan koneksi *wifi*, sensor yang dapat membaca arus dan tegangan, layar penampil data dan *relay* pemutus aliran listrik. Pada sistem ini juga akan memuat fitur-fitur pemantauan konsumsi energi listrik yang terdiri dari nilai tegangan, arus, daya, grafik konsumsi energi listrik, riwayat penggunaan energi listrik sebelumnya, dan biaya listrik yang telah digunakan, serta dapat memberikan notifikasi jika konsumsi energi listrik telah melebihi nilai tertentu dan dilengkapi pemutus aliran listrik melalui aplikasi. Pada penelitian ini sistem menggunakan aplikasi yang dapat melakukan monitoring energi listrik melalui *smartphone* yang dapat digunakan oleh penghuni maupun pengelola kamar kos sehingga dengan hadirnya sistem ini dapat membantu penggunaannya dalam melakukan manajemen konsumsi listrik khususnya pada kamar kos.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Sistem Monitoring Energi Listrik dan Komponen Penyusun

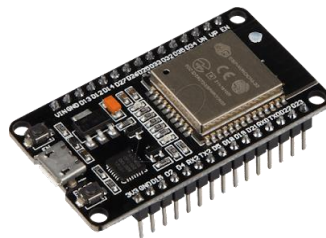


Gambar 2.1 Diagram Rancangan Sistem

Monitoring adalah proses mengumpulkan dan menganalisis informasi dengan menggunakan indikator-indikator tertentu yang ditentukan secara sistematis dan kontinyu. Proses monitoring ini dilakukan terhadap suatu program ataupun kegiatan, sehingga data yang diperoleh dari hasil monitoring dapat dijadikan landasan dalam memperbaiki atau meningkatkan program selanjutnya [8]. Gambar 2.1 menunjukkan diagram rancangan sistem monitoring pada Molection. Pada penerapannya dalam sistem monitoring energi listrik terdapat 3 buah indikator penting yang akan dikumpulkan dan dianalisis yaitu tegangan, arus dan daya. Untuk membuat sebuah sistem yang mampu mengumpulkan serta menganalisis indikator tersebut, maka diperlukan 3 komponen penyusun utama yaitu :

a). Esp 32

ESP32 adalah salah satu jenis mikrokontroler yang kompatibel dengan teknologi *internet of things* yang dirancang dan diproduksi oleh perusahaan *Espressif Systems* yang berpusat di Shanghai, China. Mikrokontroler ini adalah penerus dari mikrokontroler terdahulunya yaitu ESP 8266. ESP32 dilengkapi dengan chip 2,4 GHz *wifi* dan *bluetooth* TSMC ultra-daya rendah sehingga ESP32 memiliki beberapa keunggulan yang antara lain yaitu modul *wifi* yang terintegrasi serta *bluetooth* dengan daya yang rendah [9]. Bentuk fisik dari komponen Esp32 ditunjukkan pada Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Esp32

b). Pzem-004t

Pzem-004t adalah modul sensor yang memiliki fungsi utama untuk mengukur tegangan *rms*, arus *rms* dan daya aktif. Pzem-004t memiliki dimensi fisik sebesar 3,1 x 7,4 cm dan dilengkapi dengan kumparan trafo arus dengan diameter 3 mm. Model sensor ini memiliki rentang pengukuran arus sebesar 0 - 10 A untuk jenis (Pzem-004t-10A) dan 0 - 100 A untuk jenis (Pzem-004t-100A) dengan nilai toleransi ketepatan ukur yaitu 0,5 % dan resolusi yaitu 0,001 A. Sedangkan untuk nilai tegangan memiliki rentang pengukuran sebesar 80 - 260 V dengan nilai toleransi ketepatan ukur yaitu 0,5 % dan resolusi yaitu 0,1 V. dan untuk nilai daya memiliki rentang

pengukuran sebesar 0 - 2,3 kW untuk jenis Pzem-004t-10A dan 0 - 23 kW untuk jenis Pzem-004t-100A dengan nilai toleransi ketepatan ukur yaitu 0,5 % dan resolusi yaitu 0,1 Watt [10]. Bentuk fisik dari komponen Pzem-004t ditunjukkan pada Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Pzem-004t-10A

c). OLED Display

Oled display adalah perangkat *display output* media yang memiliki fungsi untuk menampilkan data yang berupa gambar maupun teks. *Oled display* menggunakan *interface* komunikasi I2C dengan *controller* dan memiliki kelebihan yaitu memiliki kontras *pixel* yang tajam sehingga tidak memerlukan cahaya *backlight* dalam penggunaannya dan mampu menghemat konsumsi daya listrik yang digunakan [11]. Bentuk fisik dari komponen *Oled Display* ditunjukkan pada Gambar 2.4 berikut.

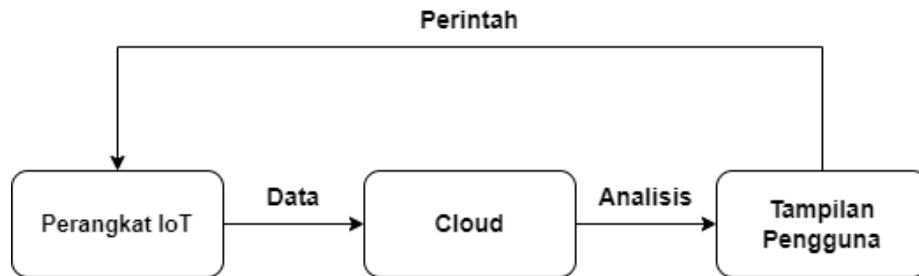


Gambar 2.4 *Oled Display*

2.2.2 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep yang mampu mendesain sistem dari sebuah sistem agar mampu melakukan proses transfer data tanpa memerlukan keterlibatan jaringan antara manusia dan manusia maupun manusia dengan komputer [12]. Teknologi *Internet of Things* memungkinkan berbagai perangkat untuk saling terhubung dan saling melakukan pertukaran data sehingga memungkinkan dilakukannya pengendalian, komunikasi ataupun kerja sama antara masing-masing perangkat melalui jaringan internet [13]. Teknologi IoT terus berkembang setiap tahunnya, dan saat ini teknologi ini telah menjadi salah dasar pengembangan industri 4.0 yang

sejalan dengan kebijakan pemerintahan dalam membangun dan mengembangkan industri manufaktur yang memiliki daya saing di tingkat dunia [4]. IoT memberikan kesempatan bagi peneliti maupun penggunanya untuk terus mengembangkannya sehingga dapat digunakan dalam berbagai sektor seperti otomasi proses industri, sistem medis dan rumah pintar. Diagram kerja dari sistem *Internet of Things* sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Diagram Kerja IoT

2.2.3 Dasar Perhitungan Energi Listrik

a). Tegangan

Tegangan dapat diartikan sebagai kerja yang dilakukan untuk menggerakkan suatu muatan. Istilah tegangan ini juga dikenal dengan sebutan beda potensial [14]. Tegangan juga dapat diartikan sebagai hasil perkalian yang dihasilkan antara perhitungan arus listrik dan hambatan listrik yang dapat dihasilkan dengan terbentuk aliran-aliran arus listrik dengan hambatan listrik. Tegangan listrik memiliki satuan internasional yaitu *volt*, dan pada penerapannya, tegangan listrik dibedakan menjadi 2 yaitu tegangan listrik searah (*direct voltage*) dan tegangan listrik bolak-balik (*alternating voltage*) [15].

b). Arus

Arus Listrik dapat didefinisikan sebagai besarnya nilai perbandingan yang diperoleh antara tegangan masukan dengan hambatan rangkaian listrik. Arus listrik dapat tercipta dengan memanfaatkan adanya aliran yang berbentuk muatan listrik yang mengalir pada suatu medium tertentu. Arus listrik memiliki satuan internasional yaitu *ampere*, dan pada penerapannya aliran listrik dibedakan menjadi 2, yaitu arus listrik searah (*direct current*) dan arus listrik bolak balik (*alternating current*) [15].

c). **Daya**

Daya dapat diartikan sebagai besarnya nilai laju hantaran energi listrik yang terdapat pada sebuah rangkaian listrik [16]. Dalam penggunaannya pada meteran listrik konvensional, daya listrik diukur dengan menggunakan perhitungan dalam satuan *kilowatt hour*. Perhitungan nilai daya listrik yang digunakan diperoleh berdasarkan perhitungan berikut ini [17].

$$P = V . I . \text{CosPhi} \quad (1)$$

$$\text{Energi} = P . t \quad (2)$$

Keterangan :

P : Daya (watt) (W)

I : Arus (ampere) (A)

V : Tegangan (volt) (V)

t : Waktu (Jam)

Pada sistem monitoring energi listrik, data yang digunakan diperoleh berdasarkan hasil pembacaan yang dilakukan oleh sensor, yang kemudian data hasil pembacaan tersebut diproses melalui IoT *controller* dan kemudian dikirimkan menuju *database server* secara periodik [17].

2.2.4 Progressive Web Application (PWA)

Progressive Website Apps (PWA) merupakan teknologi jenis baru yang dikembangkan oleh Google dengan tujuan untuk mengatasi keterbatasan yang dimiliki pada *web browser* dan *native application* [18]. PWA menggunakan konsep yang digunakan pada web modern yaitu dengan mengilustrasikan koleksi teknologi, konsep desain, dan *API Web* yang saling berkolaborasi untuk menghasilkan pengalaman pengguna seperti yang terdapat pada *native apps* [19]. PWA memberikan keandalan (*reliability*), kecepatan (*speed*), dan keterlibatan pengguna (*user engagement*) selama penggunaannya. PWA memiliki keunggulan utama yang ditawarkan yaitu *responsive layout*, memiliki respon seperti *mobile apps*. Memiliki ikon yang dapat ditambahkan pada layar *home screen* perangkat, mampu mengirimkan dan menerima notifikasi dan juga tersedia pada menu *offline*. Namun diantara banyak kelebihan yang diberikan oleh PWA, masih terdapat sedikit kelemahan didalamnya yaitu sistem notifikasi yang hanya mampu berjalan pada protokol jaringan HTTPS dan hanya dapat berjalan dengan baik pada *browser* modern [20].

2.3 Analisis Stakeholder

Dalam pengerjaan proyek kali ini, terdapat didalamnya beberapa *stakeholders* yang memiliki peranan serta kepentingan masing-masing terhadap proses dan hasil yang akan diperoleh selama proyek ini dikerjakan. Tingkat pengaruh serta kekuatan masing-masing *stakeholder* pada proyek ini dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Analisis Stakeholder

<i>Stakeholder</i>	<i>Interest</i>	<i>Power</i>	<i>Engagement Level</i>		<i>Engagement Strategy</i>
			<i>Current</i>	<i>Desired</i>	
Dosen Pembimbing	<i>High</i>	<i>High</i>	<i>Supportive</i>	<i>Leading</i>	Memastikan kepada dosen pembimbing bahwasannya proyek Tugas Akhir yang dikerjakan telah berjalan dengan baik dengan cara memberikan progres secara berkala, sehingga dosen pembimbing mampu memberikan penilaian dan juga saran terkait proyek yang sedang dikerjakan.
Konsumen	<i>High</i>	<i>Low</i>	<i>Neutral</i>	<i>Neutral</i>	Memastikan sistem yang dibuat dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi dan tujuan yang ingin dicapai dan rumusan masalah yang ingin diatasi.
Anggota Kelompok Tugas Akhir	<i>High</i>	<i>High</i>	<i>Leading</i>	<i>Leading</i>	Memastikan sistem yang dibuat telah sesuai dengan rancangan awal yang telah disusun sebelumnya dan mampu bekerja dengan baik sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai sehingga mampu menjadi solusi dari permasalahan yang ingin diselesaikan.
Orang Tua	<i>Low</i>	<i>High</i>	<i>Neutral</i>	<i>Supportive</i>	Meyakinkan serta memberikan kepastian kepada orang tua bahwasannya Proyek Tugas

<i>Stakeholder</i>	<i>Interest</i>	<i>Power</i>	<i>Engagement Level</i>		<i>Engagement Strategy</i>
			<i>Current</i>	<i>Desired</i>	
					Akhir yang dikerjakan akan memberikan hasil yang memuaskan.

Selama proses pengerjaan proyek, terdapat 4 buah *stakeholder* yang memiliki peranan pentingnya masing-masing. *Stakeholder* yang pertama adalah dosen pembimbing. Dosen pembimbing adalah perwakilan dari jurusan Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia yang bertugas dalam mendampingi sekaligus memberikan bimbingan selama pengerjaan proyek agar dapat selesai dengan baik sesuai dengan tujuan, spesifikasi dan permasalahan yang ingin diselesaikan dan juga sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. *Stakeholder* yang kedua adalah konsumen, konsumen adalah *stakeholder* yang menjadi sumber tujuan utama sistem yang dirancang pada proyek ini dibuat, sehingga dengan dibuatnya sistem ini diharapkan mampu untuk mengatasi permasalahan yang dialami oleh konsumen dengan berdasarkan kinerja sistem yang telah dibuat. Dalam proyek tugas akhir ini yang bertindak sebagai konsumen adalah pengelola dan penghuni kamar kos yang membutuhkan sistem monitoring energi listrik pada kamar kos yang disewanya. *Stakeholder* yang ketiga adalah anggota kelompok tugas akhir, selama pengerjaannya kelompok tugas akhir ini terdiri dari 2 anggota yang saling membantu agar sistem yang dibuat selama proyek tugas akhir dapat bekerja dengan baik. Anggota kelompok bertugas untuk memastikan agar sistem yang dibuat telah sesuai dengan rancangan awal yang telah disusun sebelumnya dan mampu bekerja sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai sehingga mampu menjadi solusi dari permasalahan yang ingin diselesaikan. Dan *stakeholder* yang terakhir adalah orangtua, memiliki peran sebagai sumber utama pendanaan selama berlangsungnya proyek tugas akhir ini, sehingga perannya dapat mempengaruhi biaya pembuatan sistem.

2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem

2.4.1. Aspek Ekonomi

Peningkatan konsumsi energi listrik yang tidak terduga di kamar kos tidak hanya memberikan dampak nyata pada pengeluaran biaya yang sulit dikendalikan, tetapi juga

menciptakan tantangan ekonomi bagi penghuni. Kondisi ini, yang mengakibatkan pemborosan energi berkelanjutan di ruang lingkup yang relatif kecil seperti kamar kos, dapat membebani secara finansial, terutama pada mahasiswa atau pekerja muda dengan keterbatasan anggaran. Dampak ekonomi yang dirasakan oleh individu tersebut mencakup kenaikan pengeluaran, membatasi kemampuan untuk memenuhi kebutuhan dasar, dan mengurangi dana yang dapat dialokasikan untuk keperluan produktif. Selain itu, pemborosan energi yang terus-menerus juga dapat memicu peningkatan permintaan energi nasional, mendorong investasi infrastruktur yang besar, dan memberikan tekanan tambahan pada perekonomian.

2.4.2. Aspek Sosial

Sulitnya pemantauan konsumsi energi listrik pada tingkat sosial dapat memiliki dampak yang signifikan terutama dalam hal kesadaran dan tanggung jawab sosial. Kurangnya pemantauan dapat mengakibatkan ketidakpedulian terhadap penggunaan energi, karena penghuni mungkin tidak menyadari kontribusi mereka terhadap pemborosan energi atau dampak negatifnya pada lingkungan. Tanpa pemahaman yang jelas tentang seberapa besar kontribusi setiap individu terhadap konsumsi energi, sulit untuk merancang dan mengimplementasikan inisiatif sosial yang efektif untuk mengurangi dampak lingkungan. Oleh karena itu, pembangunan kesadaran dan partisipasi aktif masyarakat dalam pemantauan dan pengelolaan energi menjadi krusial untuk mencapai tujuan keberlanjutan sosial yang lebih luas.

2.4.3. Aspek Lingkungan

Untuk menghadapi ketidakpastian kondisi lingkungan, diperlukan implementasi sistem yang memiliki keandalan yang tinggi guna menopang kinerja sistem secara berkesinambungan dalam jangka waktu yang panjang. Sistem yang dapat diandalkan ini dirancang untuk menyesuaikan diri dengan perubahan-perubahan lingkungan yang mungkin terjadi, sehingga mampu memberikan kinerja optimal dan menjaga kelangsungan operasionalnya. Keandalan sistem menjadi krusial untuk memastikan bahwa solusi yang diterapkan dapat beradaptasi dengan dinamika lingkungan, memberikan dampak positif dalam jangka panjang, dan mendukung keberlanjutan sistem secara menyeluruh.

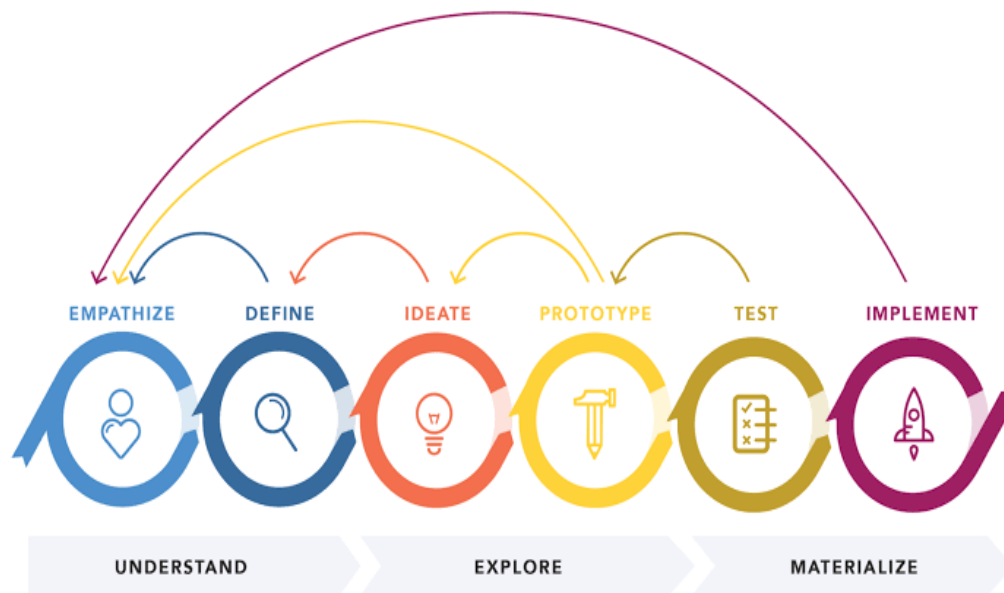
2.5 Spesifikasi Sistem

Berdasarkan sistem yang dibuat menurut tugas akhir dengan judul Monitoring Konsumsi Energi Listrik Pada Kamar Kos Berbasis IoT dan *Progressive Website Apps*, maka sistem yang dibuat akan memiliki beberapa spesifikasi sebagai berikut.

- Sistem yang dibangun sebagai prototyping untuk memantau konsumsi energi listrik pada kamar kos,
- Dilengkapi dengan mikrokontroler utama,
- Sistem menggunakan daya yang diperoleh dari sumber listrik 220V AC,
- Sistem yang digunakan telah terhubung dengan jaringan internet,
- Aplikasi berbasis *Progressive Web Apps* dengan kebutuhan versi Android > 4.0,
- Menggunakan sensor sebagai pembaca nilai arus, tegangan dan daya listrik yang digunakan.
- Dilengkapi dengan fitur pemantauan konsumsi energi listrik yang terdiri atas nilai tegangan, arus dan daya pada kamar kos, grafik konsumsi listrik, riwayat penggunaan konsumsi listrik sebelumnya, biaya listrik yang perlu dibayarkan,
- Dilengkapi dengan fitur notifikasi jika konsumsi energi listrik telah melebihi batas yang ditentukan.
- Dilengkapi dengan fitur pemutus arus listrik melalui PWA.

BAB 3. USULAN SOLUSI

Dalam proses perancangan sistem monitoring konsumsi energi listrik pada kamar kos berbasis IoT dan *Progressive Website Apps*, maka diperlukan perhatian khusus pada 3 aspek utama yang dapat mendukung sistem ini agar dapat bekerja dengan baik. Ketiga aspek tersebut antara lain yaitu aspek ekonomi, aspek sosial dan aspek lingkungan. Untuk memenuhi keperluan aspek ekonomi, maka sistem yang dibuat harus memiliki harga yang terjangkau, sehingga biaya produksi sistem bisa menjadi lebih murah. Sedangkan untuk aspek sosial, sistem yang dibuat harus mudah digunakan dan juga informatif sehingga pengguna dapat merasakan dampak positif serta manfaat yang diberikan oleh sistem ini. Dan untuk memenuhi kebutuhan aspek lingkungan, maka sistem yang dibuat harus dirancang dengan menggunakan komponen-komponen yang ramah lingkungan dan tidak menimbulkan kerusakan bagi lingkungan sekitar, dan juga sistem yang dibuat harus memiliki ketahanan yang cukup baik terkait kondisi lingkungan sekitar kamar kos, sehingga sistem yang dibuat tidak cepat rusak dan dapat bekerja secara maksimal. Dengan itu, berdasarkan aspek-aspek yang perlu diperhatikan tersebut, maka proses perancangan dan pembuatan sistem akan dibuat dengan melalui proses *Design Thinking* yang merupakan sebuah metode yang digunakan untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Langkah-langkah dalam proses *Design Thinking* ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 *Design Thinking*

Design Thinking dalam proses pembuatan sistem ini dimulai dengan tahap *empathize* yaitu dengan melakukan studi literatur yang bersumber pada jurnal ilmiah, laporan penelitian, buku ataupun catatan lain serta melakukan wawancara terhadap pihak terkait seperti pemilik kos dan penghuni kos untuk memahami secara menyeluruh terkait konsumsi energi listrik di kamar kos yang meliputi didalamnya informasi mengenai kebutuhan dan tantangan-tantangan yang umumnya dihadapi terkait konsumsi energi listrik di kamar kos. Pada tahap ini diketahui bahwa Penghuni kos memiliki kecenderungan untuk menggunakan berbagai perangkat elektronik pada kamar kos yang dihuninya tanpa mengetahui dan memikirkan seberapa banyak energi listrik yang telah dikonsumsi yang dapat memicu pemborosan energi sehingga diperlukan sebuah sistem yang mampu melakukan monitoring terkait energi listrik yang dikonsumsi pada kamar kos.

Pada tahap *define*, diperoleh perumusan masalah dan tujuan yang ingin diraih dari sistem yang dibuat berdasarkan kebutuhan dan tantangan-tantangan terkait konsumsi energi listrik di kamar kos dengan melakukan analisis dari informasi sebelumnya yang diperoleh pada tahap *empathize*. Tahap ini menghasilkan sebuah permasalahan utama yaitu masih kurangnya manajemen konsumsi listrik pada kamar kos sehingga penghuni kamar kos cenderung tidak memikirkan tentang banyaknya energi listrik yang telah dikonsumsi pada suatu waktu.

Pada tahap *ideate*. Ditemukan sebuah solusi untuk mengatasi permasalahan yang telah dirumuskan pada tahap sebelumnya, yaitu dengan membuat sebuah sistem yang mampu melakukan monitoring konsumsi energi listrik pada kamar kos yang dapat dipantau oleh pengguna kos melalui berbagai *device* serta dilengkapi dengan fitur-fitur pemantauan konsumsi energi listrik yang terdiri dari nilai tegangan, arus, daya, grafik konsumsi energi listrik, riwayat penggunaan energi listrik sebelumnya, dan biaya listrik yang telah digunakan, serta dapat memberikan notifikasi jika konsumsi energi listrik telah melebihi nilai tertentu dan dilengkapi pemutus aliran listrik melalui aplikasi.

Pada tahap *prototype*, dilakukan perancangan sistem berdasarkan solusi yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya. Sistem yang dibuat harus mendapatkan sumber daya yang diperoleh dari listrik AC 220 V dan dilengkapi dengan sensor yang dapat membaca nilai arus, tegangan dan daya listrik. Sistem ini juga menggunakan satu buah mikrokontroler untuk mengolah data hasil pembacaan dari sensor dan satu buah *oled display* untuk menampilkan data hasil pembacaan dari sensor. Dan untuk perangkat lunak, sistem ini menggunakan aplikasi *blynk* yang digunakan sebagai API (*Application Programming Interface*) *management* dan *Progressive*

Website Apps (PWA) sehingga data hasil monitoring energi listrik dapat dipantau melalui berbagai perangkat selama sistem dan perangkat yang digunakan memiliki jaringan internet atau terkoneksi dengan jaringan wifi.

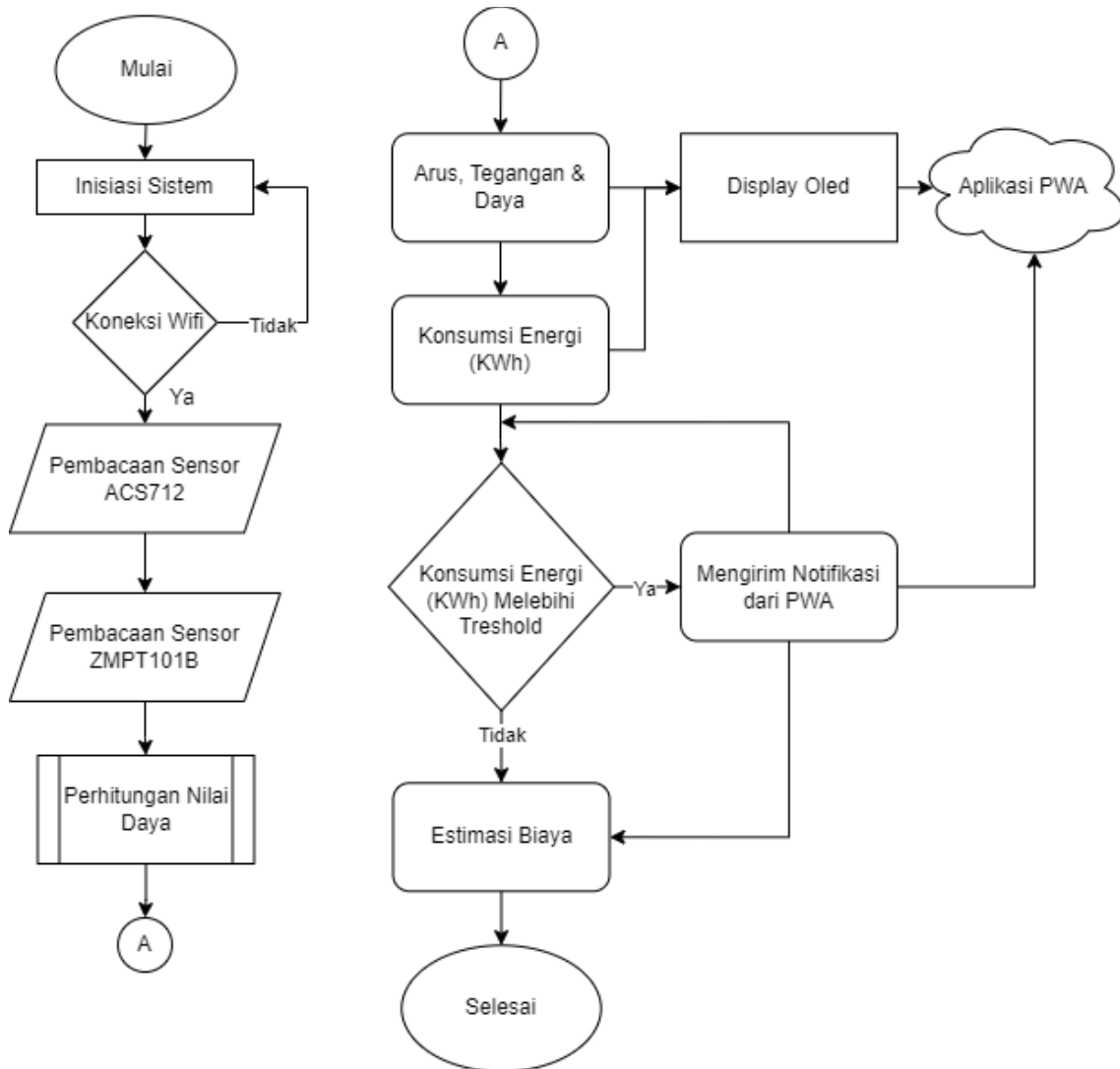
Pada tahap *test*, sistem yang dibuat akan dilakukan uji coba untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat telah dapat bekerja dengan baik. Uji coba dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi dari nilai arus, tegangan dan daya berdasarkan komponen yang digunakan. Dan uji coba juga dilakukan pada fitur pemantauan yang terdapat pada PWA dan *oled display* untuk mengetahui apakah terdapat *delay* yang dihasilkan dari nilai yang diperoleh dari hasil pembacaan oleh sensor dengan hasil yang ditampilkan pada fitur pemantau.

Pada tahap *implement*, sistem yang dibuat telah dapat bekerja dengan baik dengan tingkat akurasi dan nilai kesalahan yang masih dapat ditoleransi dengan baik, sehingga dapat diimplementasikan pada kondisi yang nyata.

3.1 Usulan Solusi 1 : Molection berbasis Arduino dengan sensor terpisah yang dapat dipantau secara *online* dan *offline*.

Usulan solusi 1 dalam pembuatan Molection berfokus pada harga yang terjangkau dan tingkat akurasi yang tinggi dalam pembacaan nilai arus, tegangan dan daya yang akan dimonitoring. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut dapat dicapai dengan menggunakan modul ACS712 yang digunakan untuk melakukan pembacaan nilai arus dan sensor ZMPT101B yang digunakan untuk melakukan pembacaan terhadap nilai tegangan. Sedangkan untuk mikrokontroler yang digunakan yaitu arduino uno yang dilengkapi dengan modul wifi Esp8266 yang digunakan untuk mengolah data hasil pembacaan sensor ACS712 dan ZMPT101B yang kemudian dikirimkan menuju *blynk* sebagai *API Management* untuk ditampilkan pada PWA dan *lcd display*. Usulan ini dipilih karena memiliki biaya pembuatan yang relatif jauh lebih murah dan juga tingkat akurasi yang tinggi. Oleh karena itu, usulan solusi ini dapat digunakan sebagai salah satu opsi pilihan yang mampu memberikan akses kemudahan dan manfaat bagi penghuni kamar kos dalam melakukan manajemen konsumsi energi listrik sehingga energi listrik yang dikonsumsi menjadi jauh lebih efisien.

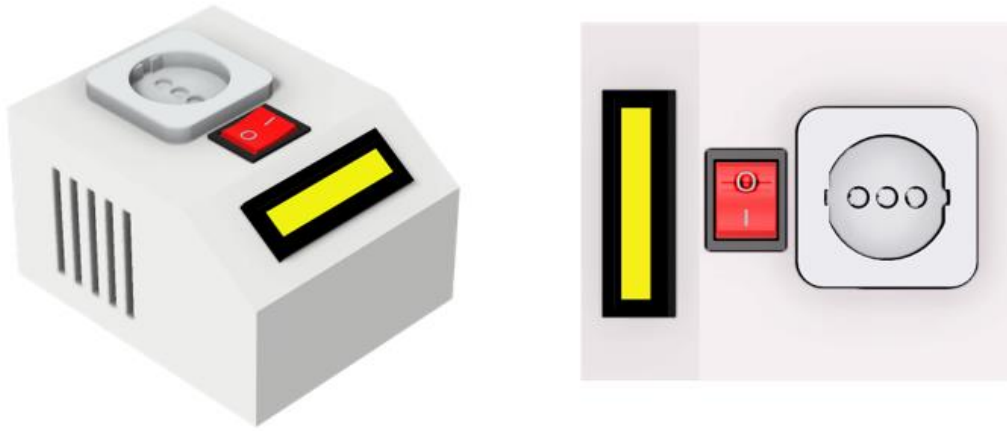
3.1.1 Desain Sistem 1



Gambar 3.2 Diagram Alir Perancangan Desain Sistem 1

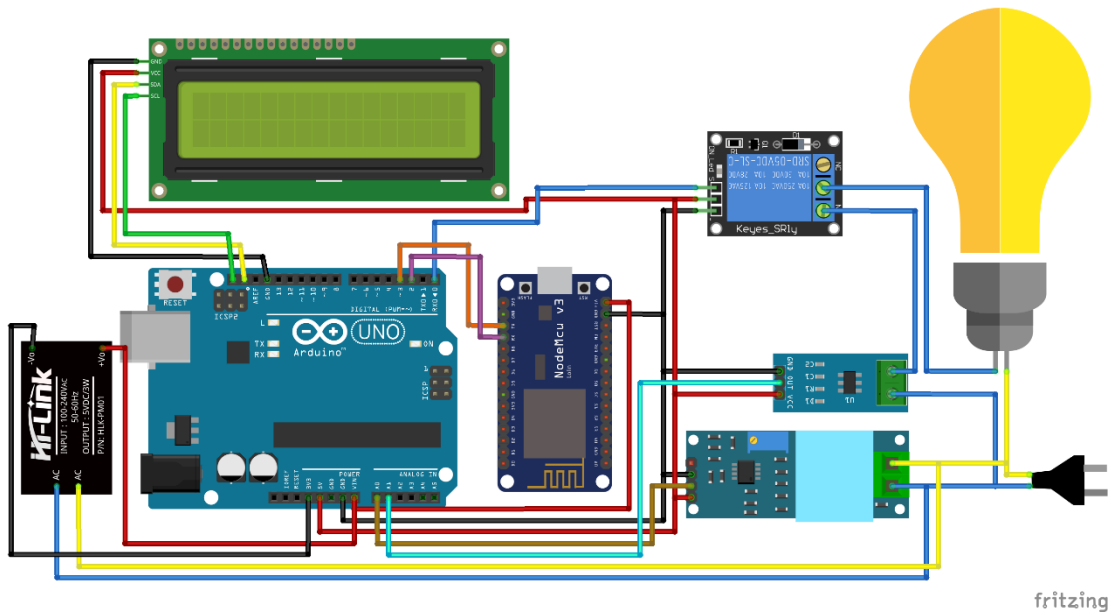
Gambar 3.2 merupakan algoritma sistem perancangan sistem monitoring konsumsi energi listrik berbasis IoT dan PWA. Inisialisasi sistem dimulai ketika sistem sudah tercolok pada stop kontak yang memiliki aliran listrik. Aliran listrik akan masuk melalui sensor ACS712 dan ZMPT101B yang akan melakukan deteksi besaran arus, tegangan dan daya yang dihasilkan, kemudian sistem mengalkulasi daya yang terhitung di kali waktu selama pemakaian dan melakukan perhitungan biaya yang perlu dibayarkan oleh pengguna berdasarkan nilai daya yang dikonsumsi yang akan ditampilkan melalui aplikasi PWA dan *lcd display*. Sistem memiliki *threshold* atau titik batasan yang dapat disetting melalui aplikasi sesuai kebutuhan pengguna,

ketika sistem mendeteksi jumlah daya penggunaan energi listrik yang melebihi *threshold* tertentu maka akan mengirimkan notifikasi pada smartphone melalui aplikasi PWA



Gambar 3.3 Manufaktur Sistem Desain 1

Pada perancangan desain manufaktur untuk solusi 1 yang ditunjukkan pada Gambar 3.3, sistem akan memiliki desain dengan bentuk balok persegi panjang yang memiliki dimensi 11,2 x 13,6 x 8 cm, yang bekerja dengan dengan sekali mencolokkan alat pada stop kontak kamar kos dengan beban perangkat elektronik dicolokkan pada Molection dan sistem dapat beroperasi sepenuhnya ketika tersambung dengan jaringan wifi. Desain manufaktur sistem Molection menggunakan wadah yang dibuat menggunakan printer 3D dengan bahan plastik akrilik. Yang memiliki daya tahan yang cukup baik sehingga menjadikannya pilihan yang ideal untuk produk-produk yang memerlukan daya tahan terhadap tekanan fisik. Selain itu, akrilik juga tahan terhadap panas sampai dengan 160°C, membuatnya cocok untuk penggunaan dalam lingkungan yang beragam, terutama untuk *cover* sistem kelistrikan. Sifat mudah dibentuk dan dicetak dari bahan akrilik juga memberikan fleksibilitas dalam proses manufaktur, memungkinkan pembuatan produk-produk dengan rincian yang presisi.



Gambar 3.4 *Wiring Diagram* Molection Usulan Solusi 1

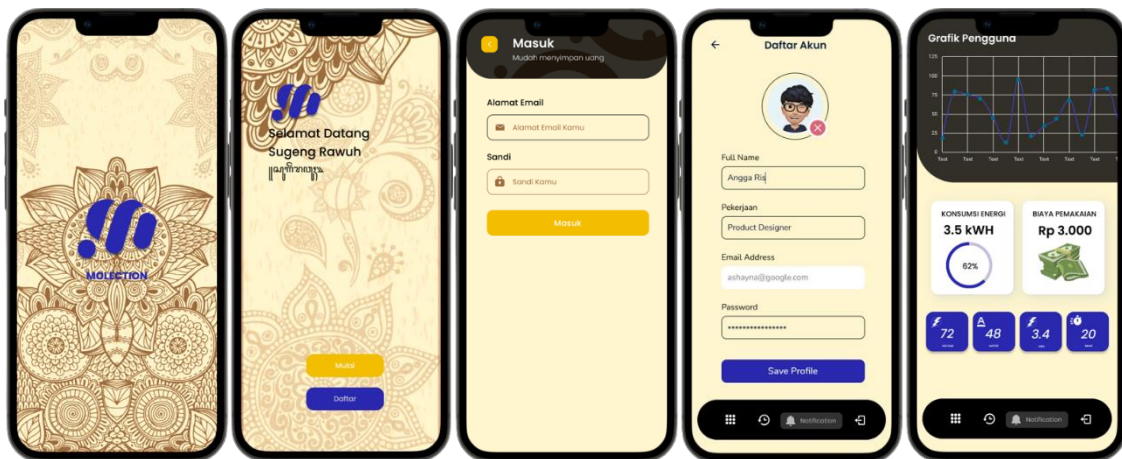
Pembuatan sistem monitoring energi listrik pada kamar kos berdasarkan solusi nomor 1, maka sistem elektronis yang digunakan akan dirancang sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar 3.4. Sistem elektronis ini dibuat dengan menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler utama yang dihubungkan dengan sensor ACS712 dan sensor ZMPT101B. Dan juga terdapat komponen *relay* yang dihubungkan langsung dengan Arduino Uno yang digunakan sebagai kontrol yang mampu memutuskan aliran listrik secara otomatis melalui PWA. Pada bagian depan sistem terdapat layar *ldc display* berukuran 16x2, dan 1 buah soket stop kontak untuk menyalurkan listrik dari sumber ke beban. Penjelasan lebih terperinci terkait komponen yang digunakan serta fungsinya terdapat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem perangkat keras Desain 1

No	Nama Sistem	Keterangan
1	Cover Sistem	Dibuat dengan bahan akrilik untuk menjadi tempat <i>cover</i> sistem yang telah didesain untuk mudah digunakan dan dapat melindungi komponen.
2	Arduino Uno	Untuk <i>Main central processing unit</i> yang dilengkapi dengan 5 kanal analog <i>input</i> dan 13 digital <i>I/O</i> sehingga kebutuhan sistem sudah terpenuhi.
2	NodeMCU	Untuk <i>central processing unit</i> dengan ukuran yang kecil dan kemampuan komunikasi jaringan wifi.
3	ACS712	Sensor yang digunakan merupakan salah satu modul yang sudah terintegrasi dengan pengukuran nilai arus dan sudah kompatibel dengan mikrokontroler Arduino.

No	Nama Sistem	Keterangan
4	ZMPT101B	Sensor yang digunakan merupakan salah satu modul yang sudah terintegrasi dengan pengukuran nilai tegangan dan sudah kompatibel dengan mikrokontroler Arduino.
5	Relay	Untuk memutus dan menyambungkan aliran listrik pada sistem, yang dapat dikontrol melalui PWA oleh pengguna ketika dirasa sudah tidak memerlukan konsumsi listrik lagi.
6	Lcd Display	Terletak pada bagian depan sistem yang berfungsi untuk menampilkan data monitoring seperti konsumsi energi, daya dan biaya secara <i>realtime</i> dan <i>offline</i> .
7	Hi Link	Hi-Link adalah sebuah <i>Converter Isolated Power Regulator Module</i> yang mampu mengubah tegangan masukan AC 100 ~ 240VAC menjadi tegangan 5VDC/3W.
8	Molection Apps	Aplikasi yang dapat di unduh dan di jalankan pada <i>website</i> yang memberikan pengalaman yang informatif dalam pemantauan konsumsi energi listrik hunian, dengan menampilkan grafik konsumsi energi listrik, jumlah energi yang dikonsumsi, biaya dan dapat memberikan notifikasi ketika sistem mendeteksi konsumsi energi listrik yang berlebihan.

Dikarenakan sistem ini tidak hanya menggunakan sistem perangkat keras, namun juga perangkat lunak, maka dalam usulan perancangan ini, kami juga melakukan usulan sistem aplikasi yang digunakan. Aplikasi Molection ini didesain untuk semua jenis *smartphone*. Hal ini tentu saja sesuai dengan hasil observasi yang menunjukkan bahwa para penghuni menggunakan perangkat *smartphone* dengan berbagai merek. Desain aplikasi dibuat *compatible* untuk *smartphone* dengan semua jenis spesifikasi, dengan desain tampilan seperti Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Usulan Rancangan Aplikasi Untuk Pengguna Solusi 1

3.1.2. Rencana Anggaran Desain Sistem 1

Tabel 3.2 merupakan rancangan anggaran biaya yang diperlukan untuk pembuatan Desain Sistem 1. Perincian yang terdapat dalam tabel ini digunakan sebagai panduan untuk mengelola alokasi anggaran dalam pembuatan Molection untuk usulan solusi 1.

Tabel 3.2. Rencana anggaran pengembangan sistem Molection Solusi 1

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Arduino Uno	Pcs	Rp. 70.000, -	1	Rp. 70.000, -
2	NodeMCU	Pcs	Rp. 60.000, -	1	Rp. 60.000, -
2	Modul sensor ACS712	Pcs	Rp. 16.000, -	1	Rp. 16.000, -
3	Modul sensor ZMPT101B	Pcs	Rp. 25.000, -	1	Rp. 25.000, -
4	Relay	Pcs	Rp. 15.000, -	1	Rp. 15.000, -
5	LCD	Pcs	Rp. 60.000, -	1	Rp. 60.000, -
6	Adaptor	pcs	Rp. 30.000, -	1	Rp. 30.000, -
7	Acrylic	Pcs	Rp. 100.000, -	1	Rp. 100.000, -
8	Hi Link	Pcs	Rp. 65.000, -	1	Rp. 65.000, -
9	Biaya Pengiriman	Pcs	Rp. 10.000, -	7	Rp. 70.000, -
Total Belanja					Rp. 511.000, -

3.1.3 Analisis Risiko Desain 1

Risiko yang dapat dialami oleh desain 1 ini adalah terkait kualitas komponen yang digunakan, sehingga untuk meminimalisir risiko tersebut maka dalam pembuatan sistem ini akan digunakan standar SNI 0225:2011 dalam pemilihan komponen elektronis. Risiko lain yang dapat dijumpai yaitu terkait kualitas dari *cover* pelindung. *Cover* pelindung harus memiliki bahan yang kuat, tahan panas dan juga tahan lama. Dengan itu dalam pemilihan material *cover* pelindung berdasarkan standar SNI IEC 60664-1:2011 terkait pemilihan wadah komponen sistem. Dan resiko selanjutnya yang dapat ditemukan adalah terkait instalasi dalam pemasangan komponen elektronis, pada tahap ini sering ditemukan proses hubung singkat baik pada saat perancangan maupun pada saat implementasi yang dapat membahayakan penggunaannya, oleh karena itu, untuk mengurangi kemungkinan terjadinya fenomena tersebut, maka dalam proses ini akan mengacu pada standar SNI 0225-5-513:2020 terkait pemilihan dan pemasangan sistem kelistrikan tegangan

rendah. Resiko lainnya yaitu terkait konektivitas dari jaringan internet, agar sistem monitoring melalui PWA dapat bekerja dengan baik serta mengurangi kemungkinan terjadinya *delay* pada saat pengiriman data, maka diperlukan jaringan internet dengan spesifikasi minimum 30 Mbps. Ditemukan juga resiko terkait usulan solusi 1 yang menggunakan 2 buah sensor yang memiliki 2 buah nilai toleransi eror yang berbeda, sensor ACS712 memiliki nilai toleransi sebesar 1,5% sedangkan sensor ZMPT101B memiliki nilai toleransi sebesar 0,3%. Sehingga perbedaan akan mempengaruhi hasil akhir dari nilai toleransi eror dari sistem secara keseluruhan.

3.1.4 Pengukuran Performa

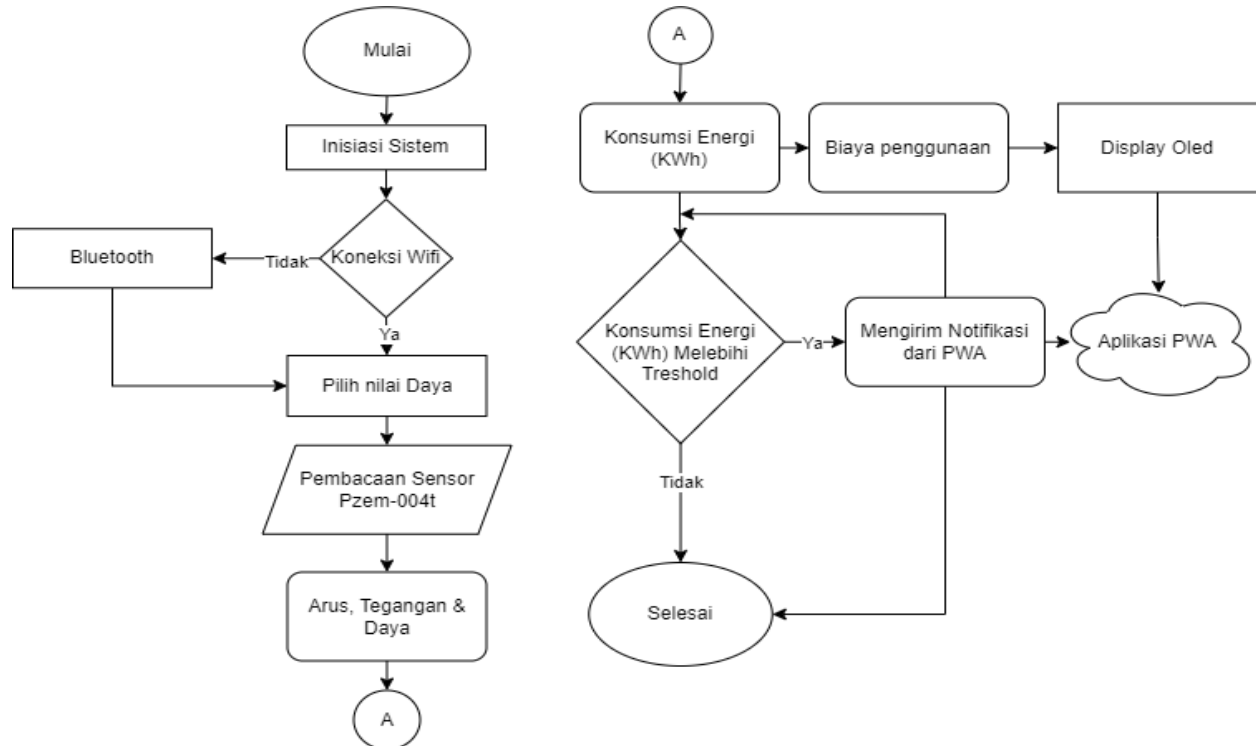
Pengukuran performa pada usulan solusi ini dilakukan dengan melakukan pengukuran dengan menggunakan perangkat elektronik seperti multimeter dan *clamp* meter untuk membandingkan hasil pengukuran dari sistem yang dibuat apakah telah sesuai dengan hasil pengukuran yang diperoleh dengan menggunakan alat ukur. Pengukuran performa lainnya dilakukan terhadap tampilan antarmuka pada *Progressive Web Application* dengan cara menghitung lamanya waktu pembacaan pada sensor sampai dengan hasil pembacaan tertampil pada PWA sehingga dengan pengukuran ini dapat diketahui apakah sistem yang diusulkan memiliki *delay* selama proses pengiriman data menuju PWA.

3.2 Usulan Solusi 2 : Molection berbasis Esp32 dengan sensor terpadu yang dapat dipantau secara *online* dan *offline*.

Usulan solusi yang kedua untuk pembuatan sistem ini yaitu dengan membuat Monitoring Konsumsi Energi Listrik Pada Kamar Kos Berbasis IoT dan *Progressive Website Apps* (PWA) yang berfokus pada harga yang terjangkau dan juga tingkat akurasi yang tinggi dalam pembacaan nilai arus, tegangan dan daya yang akan dimonitoring. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka sebagai perangkat keras akan digunakan sensor Pzem-004t sebagai sensor utama untuk melakukan pembacaan nilai arus, tegangan dan daya. Sistem ini juga dilengkapi dengan mikrokontroler ESP32 yang digunakan untuk mengolah data hasil pembacaan sensor Pzem-004t dan kemudian dikirimkan menuju *blynk* sebagai *API Management* untuk ditampilkan pada PWA dan *oled display*. Usulan ini dipilih karena memiliki biaya pembuatan yang relatif murah dan juga tingkat akurasi yang tinggi, kelebihan pada solusi ini, sensor Pzem-004t memiliki kemampuan untuk membaca 3 buah nilai besaran secara sekaligus yaitu arus, tegangan dan daya. Dan juga mikrokontroler yang digunakan yaitu ESP32 yang telah dilengkapi modul wifi di dalamnya

sehingga tidak perlu mengeluarkan biaya lebih untuk membeli modul wifi Eksternal seperti yang diperlukan pada mikrokontroler yang umumnya digunakan di pasaran. Oleh karena itu, usulan solusi 2 dapat digunakan sebagai salah satu opsi pilihan yang mampu memberikan akses kemudahan dan manfaat bagi penghuni kamar kos dalam melakukan manajemen konsumsi energi listrik sehingga energi listrik yang dikonsumsi menjadi jauh lebih efisien.

3.2.1 Desain Sistem 2



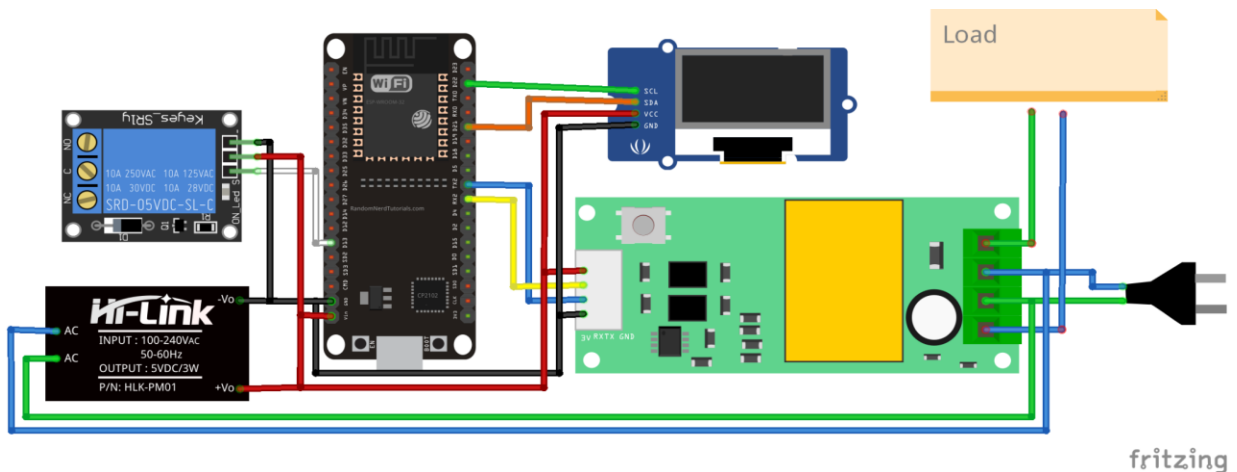
Gambar 3. 6 Diagram Alir Perancangan Desain Sistem 2

Pada gambar 3.6 merupakan algoritma sistem perancangan sistem monitoring konsumsi energi listrik berbasis IoT dan PWA. Inisialisasi sistem dimulai ketika sistem sudah tercolok pada stop kontak yang memiliki aliran listrik. Aliran listrik akan masuk melalui sensor Pzem-004t yang akan di deteksi arus, tegangan dan daya yang dihasilkan, kemudian sistem mengkalkulasi daya yang terhitung di kali waktu selama pemakaian. Sistem memiliki *threshold* atau titik batasan yang dapat disetting melalui aplikasi sesuai kebutuhan pengguna, ketika sistem mendeteksi jumlah daya penggunaan energi listrik yang melebihi *threshold* tertentu maka akan mengirimkan notifikasi pada *smartphone* melalui aplikasi PWA.



Gambar 3. 7 Manufaktur Sistem Desain 2

Gambar 3.7 merupakan perancangan desain manufaktur desain sistem yang dibuat secara ergonomis dari sisi instalasi sistem, yang bekerja dengan dengan hanya sekali mencolokan alat pada stop kontak kamar kos dengan beban perangkat elektronik dicolokkan pada Molection dan sistem dapat beroperasi sepenuhnya ketika tersambung dengan jaringan wifi. Desain manufaktur sistem Molection menggunakan wadah yang memiliki dimensi Panjang 15,8 x 8,6 x 3,3 cm dan dibuat menggunakan printer 3D dengan bahan plastik PLA (*Poly lactid Acid*). Penggunaan bahan ini melibatkan kombinasi ketahanan terhadap benturan dan kekuatan mekanis yang tinggi, menjadikannya pilihan yang ideal untuk produk-produk yang memerlukan daya tahan terhadap tekanan fisik. Selain itu, PLA juga tahan terhadap panas dan bahan kimia tertentu, membuatnya cocok untuk penggunaan dalam lingkungan yang beragam, terutama untuk *cover* sistem kelistrikan. Sifat mudah dibentuk dan dicetak dari bahan PLA juga memberikan fleksibilitas dalam proses manufaktur, memungkinkan pembuatan produk-produk dengan rincian yang presisi.



Gambar 3.8 Wiring Diagram Molection Usulan 2

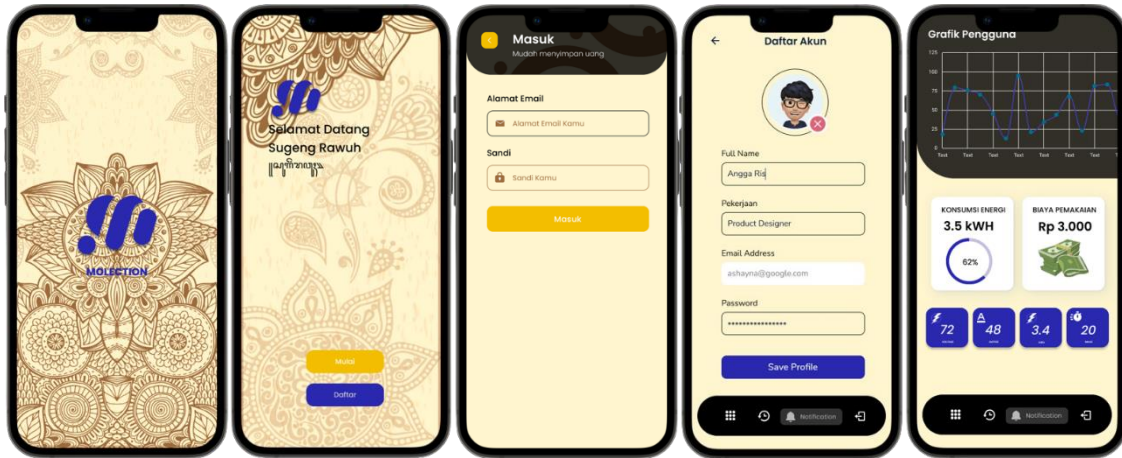
Gambar 3.8 merupakan rangkaian elektronis perancangan sistem monitoring energi listrik pada kamar kos berdasarkan solusi nomor 2, sistem elektronis ini akan dirancang dengan menggunakan Esp32 dan sensor Pzem-004t. Dan juga terdapat komponen *relay* yang dihubungkan langsung dengan Esp32 yang digunakan sebagai kontrol yang mampu memutuskan aliran listrik secara otomatis melalui PWA. Pada bagian depan sistem terdapat layar OLED berukuran 1.3 inch, dan 1 buah soket stop kontak untuk menyalurkan listrik dari sumber ke beban. Penjelasan lebih terperinci terkait komponen yang digunakan serta fungsinya terdapat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem perangkat keras Molection Desain 2

No	Nama Sistem	Keterangan
1	Cover Sistem	Dibuat dengan bahan PLA untuk menjadi tempat <i>cover</i> sistem yang telah didesain untuk mudah digunakan dan dapat melindungi komponen.
2	Mikrokontroler Esp32	Untuk <i>central processing unit</i> dengan ukuran yang kecil dan kemampuan komunikasi jaringan wifi. Hal ini berkaitan dengan ukurannya yang sudah sangat kecil dan harga yang murah (< Rp. 70.000) dan tentu saja sudah dilengkapi dengan 12 kanal <i>analog input</i> dan 20 <i>digital I/O</i> sehingga kebutuhan sistem sudah terpenuhi, terutama sebagai suatu <i>low cost system</i> .
3	Pzem-004t	Sensor yang digunakan merupakan salah satu modul yang sudah terintegrasi dengan pengukuran Tegangan, Arus dan Daya dan sudah kompatibel dengan mikrokontroler Esp32.
4	Relay	Untuk memutus dan menyambungkan aliran listrik pada sistem, yang dapat dikontrol melalui PWA oleh pengguna ketika dirasa sudah tidak memerlukan konsumsi listrik lagi.
5	Oled Display	Terletak pada bagian depan sistem yang berfungsi untuk menampilkan data monitoring seperti konsumsi energi, daya, biaya serta arus dan tegangan secara <i>realtime</i> dan <i>offline</i> .
6	Hi Link	Hi-Link adalah sebuah <i>Converter Isolated Power Regulator Module</i> yang mampu mengubah tegangan masukan AC 100 ~ 240VAC menjadi tegangan 5VDC/3W.
7	Molection Apps	Aplikasi yang dapat di unduh dan di jalankan pada <i>website</i> yang memberikan pengalaman yang informatif dalam pemantauan konsumsi energi listrik hunian, dengan menampilkan grafik konsumsi energi listrik, jumlah energi yang dikonsumsi, biaya dan dapat memberikan notifikasi ketika sistem mendeteksi konsumsi energi listrik yang berlebihan.

Dikarenakan sistem ini tidak hanya menggunakan sistem perangkat keras, namun juga perangkat lunak, maka dalam usulan perancangan ini, kami juga melakukan usulan sistem aplikasi

yang digunakan. Aplikasi Molection ini didesain untuk semua jenis *smartphone*. Hal ini tentu saja sesuai dengan hasil observasi yang menunjukkan bahwa para penghuni menggunakan perangkat *smartphone* dengan berbagai merek. Desain aplikasi dibuat *compatible* untuk *smartphone* dengan semua jenis spesifikasi, dengan desain tampilan seperti Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Usulan Rancangan Aplikasi Untuk Pengguna Solusi 2

3.2.2 Rencana Anggaran Desain 2

Tabel 3.4 merupakan rancangan anggaran biaya yang diperlukan untuk pembuatan Desain Sistem 2. Perincian yang terdapat dalam tabel ini digunakan sebagai panduan untuk mengelola alokasi anggaran dalam pembuatan Molection untuk usulan solusi 2.

Tabel 3.4 Rencana anggaran pengembangan sistem Molection Solusi 2

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Esp32	Pcs	Rp. 70.000, -	1	Rp. 70.000, -
2	Modul sensor Pzem-004t	Pcs	Rp. 100.000, -	1	Rp. 100.000, -
3	Relay	Pcs	Rp. 15.000, -	1	Rp. 15.000, -
4	Oled Display	Pcs	Rp. 60.000, -	1	Rp. 60.000, -
5	Hi Link	Pcs	Rp. 65.000, -	1	Rp. 65.000, -
6	Cetak Kotak Pelindung	Pcs	Rp. 150.000, -	1	Rp. 150.000, -
7	Biaya Pengiriman	Pcs	Rp. 10.000, -	6	Rp. 60.000, -
Total Belanja					Rp. 520.000, -

3.2.3 Analisis Risiko Desain

Risiko yang dapat dialami oleh desain 2 ini adalah terkait kualitas komponen yang digunakan, sehingga untuk meminimalisir risiko tersebut maka dalam pembuatan sistem ini akan digunakan standar SNI 0225:2011 dalam pemilihan komponen elektronis. Risiko lain yang dapat dijumpai yaitu terkait kualitas dari *cover* pelindung. *Cover* pelindung harus memiliki bahan yang kuat, tahan panas dan juga tahan lama. Dengan itu dalam pemilihan material *cover* pelindung berdasarkan standar SNI IEC 60664-1:2011 terkait pemilihan wadah komponen sistem. Dan resiko terakhir yang dapat ditemukan adalah terkait instalasi dalam pemasangan komponen elektronis, pada tahap ini sering ditemukan proses hubung singkat baik pada saat perancangan maupun pada saat implementasi yang dapat membahayakan penggunaannya, oleh karena itu, untuk mengurangi kemungkinan terjadinya fenomena tersebut, maka dalam proses ini akan mengacu pada standar SNI 0225-5-513:2020 terkait pemilihan dan pemasangan sistem kelistrikan tegangan rendah. Resiko lainnya yaitu terkait konektivitas dari jaringan internet, agar sistem monitoring melalui PWA dapat bekerja dengan baik serta mengurangi kemungkinan terjadinya *delay* pada saat pengiriman data, maka diperlukan jaringan internet dengan spesifikasi minimum 30 Mbps.

3.2.4 Pengukuran Performa

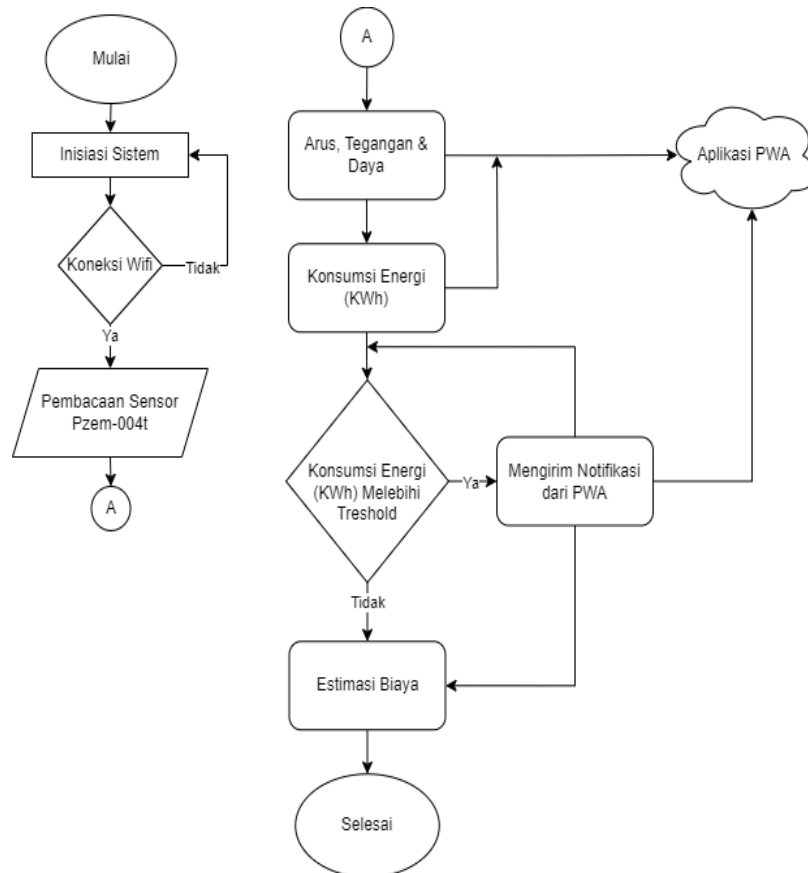
Pengukuran performa pada usulan solusi ini dilakukan dengan melakukan pengukuran dengan menggunakan perangkat elektronik seperti multimeter dan *clamp* meter untuk membandingkan hasil pengukuran dari sistem yang dibuat apakah telah sesuai dengan hasil pengukuran yang diperoleh dengan menggunakan alat ukur. Pengukuran performa lainnya dilakukan terhadap tampilan antarmuka pada *Progressive Web Application* dengan cara menghitung lamanya waktu pembacaan pada sensor sampai dengan hasil pembacaan tertampil pada PWA sehingga dengan pengukuran ini dapat diketahui apakah sistem yang diusulkan memiliki *delay* selama proses pengiriman data menuju PWA.

3.3 Usulan Solusi 3 : Molection berbasis Esp 32 dengan sensor terpadu yang dapat dipantau secara *full online*.

Usulan solusi 3 dalam pembuatan Molection berfokus pada harga yang terjangkau dan tingkat akurasi yang tinggi dalam pembacaan nilai arus, tegangan dan daya yang akan dimonitoring. Solusi tersebut dapat dicapai dengan merancang sebuah sistem yang berbasis *full online* yang hanya dapat melakukan pemantauan melalui aplikasi saja. Sistem pada usulan solusi

ini dirancang dengan menggunakan Esp32 sebagai mikrokontroler utama, kemudian Pzem-004T sebagai sensor pembacaan nilai arus, tegangan dan daya dan kemudian dikirimkan menuju *blynk* sebagai *API Management* untuk ditampilkan pada PWA dan juga *relay* yang digunakan sebagai kontrol otomatis yang dapat digunakan untuk mematikan aliran listrik pada kamar kos melalui PWA. Dengan solusi ini memungkinkan pembuatan dengan biaya yang relatif murah dan juga tingkat akurasi yang tinggi, kelebihan pada solusi ini, sensor Pzem-004t memiliki kemampuan untuk membaca 3 buah nilai besaran secara sekaligus yaitu arus, tegangan dan daya. Dan juga mikrokontroler yang digunakan yaitu Esp32 yang telah dilengkapi modul wifi di dalamnya sehingga tidak perlu mengeluarkan biaya lebih untuk membeli modul wifi Eksternal seperti yang diperlukan pada mikrokontroler yang umumnya digunakan di pasaran. Oleh karena itu, usulan solusi 2 dapat digunakan sebagai salah satu opsi pilihan yang mampu memberikan akses kemudahan dan manfaat bagi penghuni kamar kos dalam melakukan manajemen konsumsi energi listrik sehingga energi listrik yang dikonsumsi menjadi jauh lebih efisien.

3.3.1 Desain Sistem 3



Gambar 3.10 Diagram Alir Perancangan Desain Sistem 2

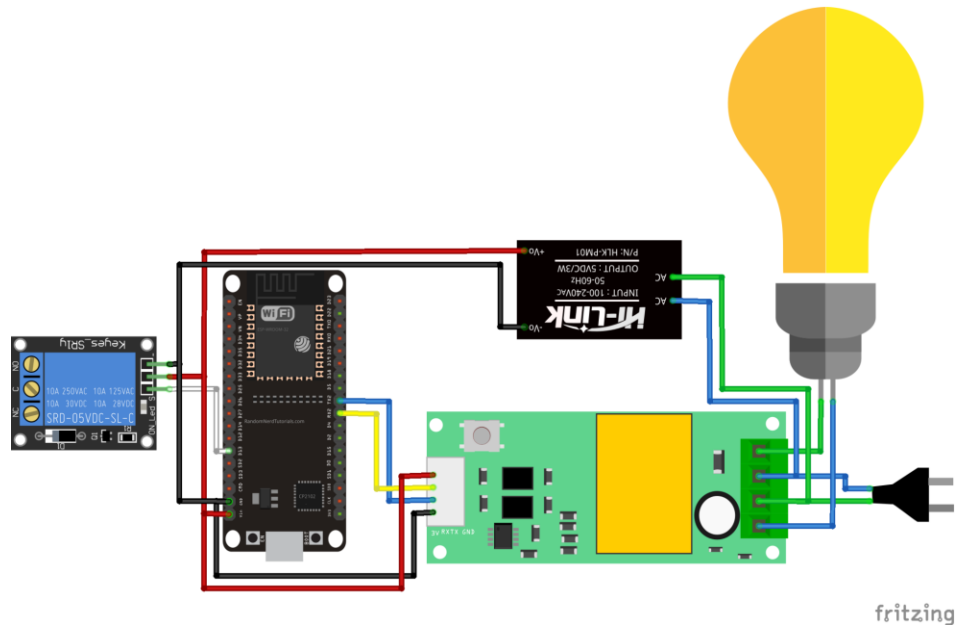
Gambar 3.10 merupakan algoritma sistem perancangan sistem monitoring konsumsi energi listrik berbasis IoT dan PWA. Inisialisasi sistem dimulai ketika sistem sudah tercolok pada stop kontak yang memiliki aliran listrik. Aliran listrik akan masuk melalui sensor Pzem 004-t yang akan melakukan deteksi besaran arus, tegangan dan daya yang dihasilkan, kemudian sistem mengkalkulasi daya yang terhitung di kali waktu selama pemakaian dan melakukan perhitungan biaya yang perlu dibayarkan oleh pengguna berdasarkan nilai daya yang dikonsumsi yang akan ditampilkan melalui aplikasi PWA. Sistem memiliki *threshold* atau titik batasan yang dapat disetting melalui aplikasi sesuai kebutuhan pengguna, ketika sistem mendeteksi jumlah daya penggunaan energi listrik yang melebihi *threshold* tertentu maka akan mengirimkan notifikasi pada smartphone melalui aplikasi PWA.



Gambar 3.11 Manufaktur Sistem Desain 3

Gambar 3.11 merupakan perancangan desain manufaktur untuk solusi 3 dari sistem Molection Desain ini memiliki tampilan yang sederhana dengan bentuk balok persegi dengan dimensi 8 x 8 x 8 cm yang dilengkapi dengan satu buah tombol *power* yang digunakan untuk menyalakan sistem, satu buah stop kontak yang digunakan sebagai masukan dari beban yang akan dimonitoring dan satu buah steker yang dicolokkan pada sumber tegangan kamar kos. Sistem ini bekerja dengan hanya dengan sekali mencolokkan sistem pada stop kontak sumber tegangan kamar kos dan menghubungkannya dengan beban-beban elektronik yang digunakan pada kamar kos. Sistem pada sistem ini dapat beroperasi sepenuhnya ketika tombol *power* dinyalakan dan sistem telah tersambung dengan jaringan wifi. Desain manufaktur sistem Molection menggunakan wadah yang dibuat menggunakan printer 3D dengan bahan plastik ABS (*Acrylonitrile butadiene styrene*). Penggunaan bahan ini melibatkan kombinasi ketahanan terhadap benturan dan kekuatan mekanis yang tinggi, menjadikannya pilihan yang ideal untuk produk-produk yang memerlukan daya tahan

terhadap tekanan fisik. Selain itu, ABS juga tahan terhadap panas dan bahan kimia tertentu, membuatnya cocok untuk penggunaan dalam lingkungan yang beragam, terutama untuk *cover* sistem kelistrikan. Sifat mudah dibentuk dan dicetak dari bahan ABS juga memberikan fleksibilitas dalam proses manufaktur, memungkinkan pembuatan produk-produk dengan rincian yang presisi.



Gambar 3.12 *Wiring Diagram* Molection Usulan 3

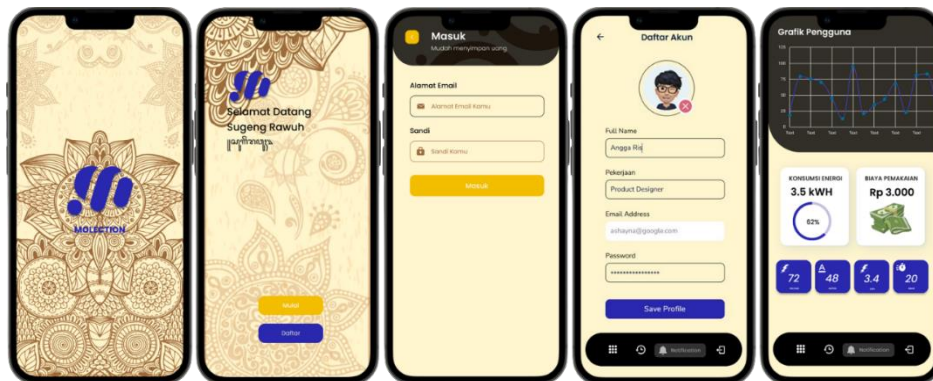
Gambar 3.12 adalah rangkaian elektronis dari sistem monitoring energi listrik pada kamar kos berdasarkan solusi nomor 3, sistem elektronis ini dirancang dengan menggunakan Esp32 sebagai mikrokontroler dan sensor Pzem 004-t. Dan juga terdapat komponen *relay* yang dihubungkan langsung dengan Esp32 yang digunakan sebagai kontrol yang mampu memutuskan aliran listrik secara otomatis melalui PWA dan 1 buah *port* stop kontak untuk menyalurkan listrik dari sumber ke beban. Penjelasan lebih terperinci terkait komponen yang digunakan serta fungsinya terdapat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Inventarisasi kebutuhan usulan sistem perangkat keras Molection Desain 3

No	Nama Sistem	Keterangan
1	Cover Sistem	Dibuat dengan bahan ABS untuk menjadi tempat <i>cover</i> sistem yang telah didesain untuk mudah digunakan dan dapat melindungi komponen.
2	Mikrokontroler Esp32	Untuk <i>central processing unit</i> dengan ukuran yang kecil dan kemampuan komunikasi jaringan wifi. Hal ini berkaitan dengan ukurannya yang sudah sangat kecil dan harga yang murah (< Rp. 70.000) dan tentu saja sudah dilengkapi

No	Nama Sistem	Keterangan
		dengan 12 kanal <i>analog input</i> dan 20 <i>digital I/O</i> sehingga kebutuhan sistem sudah terpenuhi, terutama sebagai suatu <i>low cost system</i> .
3	Pzem-004t	Sensor yang digunakan merupakan salah satu modul yang sudah terintegrasi dengan pengukuran Tegangan, Arus dan Daya dan sudah kompatibel dengan mikrokontroler Esp32.
4	Relay	Untuk memutus dan menyambungkan aliran listrik pada sistem, yang dapat dikontrol melalui PWA oleh pengguna ketika dirasa sudah tidak memerlukan konsumsi listrik lagi.
5	Hi Link	Hi-Link adalah sebuah Converter Isolated Power Regulator Module yang mampu mengubah tegangan masukan AC 100 ~ 240VAC menjadi tegangan 5VDC/3W.
6	Molection Apps	Aplikasi yang dapat di unduh dan di jalankan pada <i>website</i> yang memberikan pengalaman yang informatif dalam pemantauan konsumsi energi listrik hunian, dengan menampilkan grafik konsumsi energi listrik, jumlah energi yang dikonsumsi, biaya dan dapat memberikan notifikasi ketika sistem mendeteksi konsumsi energi listrik yang berlebihan.

Dikarenakan sistem ini tidak hanya menggunakan sistem perangkat keras, namun juga perangkat lunak, maka dalam usulan perancangan ini, kami juga melakukan usulan sistem aplikasi yang digunakan. Aplikasi Molection ini didesain untuk semua jenis *smartphone*. Hal ini tentu saja sesuai dengan hasil observasi yang menunjukkan bahwa para penghuni menggunakan perangkat *smartphone* dengan berbagai merek. Desain aplikasi dibuat *compatible* untuk *smartphone* dengan semua jenis spesifikasi, dengan desain tampilan seperti pada Gambar 3.13.



Gambar 3. 13 Usulan Rancangan Aplikasi Untuk Pengguna Solusi 3

3.3.2 Rencana Anggaran Desain 3

Tabel 3.6 merupakan rancangan anggaran biaya yang diperlukan untuk pembuatan Desain Sistem 3. Perincian yang terdapat dalam tabel ini digunakan sebagai panduan untuk mengelola alokasi anggaran dalam pembuatan Molection untuk usulan solusi 3.

Tabel 3.6 Rencana anggaran pengembangan sistem Molection Solusi 3

No.	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga satuan	Jumlah	Harga Total
1	Esp32	Pcs	Rp. 70.000, -	1	Rp. 70.000, -
2	Modul sensor Pzem-004t	Pcs	Rp. 100.000, -	1	Rp. 100.000, -
3	<i>Relay</i>	Pcs	Rp. 15.000, -	1	Rp. 15.000, -
4	<i>Hi Link</i>	Pcs	Rp. 65.000, -	1	Rp. 65.000, -
5	Cetak Kotak Pelindung	Pcs	Rp. 200.000, -	1	Rp. 200.000, -
6	Biaya Pengiriman	Pcs	Rp. 10.000, -	5	Rp. 50.000, -
Total Belanja					Rp. 500.000, -

3.3.3 Analisis Risiko Desain

Risiko yang dapat dialami oleh desain 3 ini adalah terkait kualitas komponen yang digunakan, sehingga untuk meminimalisir risiko tersebut maka dalam pembuatan sistem ini akan digunakan standar SNI 0225:2011 dalam pemilihan komponen elektronis. Risiko lain yang dapat dijumpai yaitu terkait kualitas dari *cover* pelindung. *Cover* pelindung harus memiliki bahan yang kuat, tahan panas dan juga tahan lama. Dengan itu dalam pemilihan material *cover* pelindung berdasarkan standar SNI IEC 60664-1:2011 terkait pemilihan wadah komponen sistem. Dan resiko terakhir yang dapat ditemukan adalah terkait instalasi dalam pemasangan komponen elektronis, pada tahap ini sering ditemukan proses hubung singkat baik pada saat perancangan maupun pada saat implementasi yang dapat membahayakan penggunaannya, oleh karena itu, untuk mengurangi kemungkinan terjadinya fenomena tersebut, maka dalam proses ini akan mengacu pada standar SNI 0225-5-513:2020 terkait pemilihan dan pemasangan sistem kelistrikan tegangan rendah. Resiko lainnya yaitu terkait konektivitas dari jaringan internet, agar sistem monitoring melalui PWA dapat bekerja dengan baik serta mengurangi kemungkinan terjadinya *delay* pada saat pengiriman data, maka diperlukan jaringan internet dengan spesifikasi minimum 30 Mbps.

3.3.4 Pengukuran Performa

Pengukuran performa pada usulan solusi ini dilakukan dengan melakukan pengukuran dengan menggunakan perangkat elektronik seperti multimeter dan *clamp* meter untuk membandingkan hasil pengukuran dari sistem yang dibuat apakah telah sesuai dengan hasil pengukuran yang diperoleh dengan menggunakan alat ukur. Pengukuran performa lainnya yaitu melakukan pengamatan jumlah daya dengan membandingkan daya yang tersisa pada kWh meter utama dan daya yang terpakai pada sistem.

3.4 Analisis dan Penentuan Usulan Solusi/Desain Terbaik

Berdasarkan tujuan dan rumusan masalah untuk menghadirkan sebuah sistem yang mampu melakukan monitoring konsumsi listrik pada kamar kos yang dapat berbasis IoT yang dapat diakses melalui aplikasi pada *smartphone* dan mampu memberikan informasi terkait fitur-fitur pemantauan konsumsi energi listrik yang terdiri dari nilai tegangan, arus, daya, grafik konsumsi energi listrik, riwayat penggunaan energi listrik sebelumnya, dan biaya listrik yang telah digunakan, serta dapat memberikan notifikasi jika konsumsi energi listrik telah melebihi nilai tertentu dan dilengkapi pemutus aliran listrik melalui aplikasi. Maka diperoleh 3 buah usulan solusi yang memiliki kelebihan serta kekurangannya masing-masing yang dapat dibandingkan dengan skala nilai 1-3 melalui Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Perbandingan 3 Usulan Solusi Molection

Faktor yang mempengaruhi (100%)	Usulan Solusi 1	S	Usulan Solusi 2	S	Usulan Solusi 3	S
Biaya Produksi (10%)	Rp. 511.000, -	2/3	Rp. 520.000, -	1/3	Rp. 500.000,	3/3
Penggunaan Sensor (10%)	ACS 712 dan ZMPT101B	1/3	Pzem 004-t	3/3	Pzem 004-t	3/3
Penggunaan Mikrokontroler (10%)	Arduino Uno & NodeMCU	1/3	Esp32	3/3	Esp32	3/3
Sifat Sistem (10%)	Semi Portable	2/3	Portable	3/3	Portable	3/3
Bahan Dasar Kotak Pelindung	Akrilik	1/3	PLA (<i>Polylactid Acid</i>)	3/3	ABS (<i>Acrylonitrile</i>)	3/3

Faktor yang mempengaruhi (100%)	Usulan Solusi 1	S	Usulan Solusi 2	S	Usulan Solusi 3	S
(Cover) (10%)					<i>butadiene styrene</i>)	
Dimensi Sistem (10%)	11,2 x 13,6 x 8 cm	1/3	15,8 x 8,6 x 3,3 cm	3/3	8 x 8 x 8 cm	3/3
Standar Kelistrikan (10%)	<ul style="list-style-type: none"> ● SNI 0225:2011 ● SNI 0225-5-513:2020 	3/3	<ul style="list-style-type: none"> ● SNI 0225:2011 ● SNI 0225-5-513:2020 	3/3	<ul style="list-style-type: none"> ● SNI 0225:2011 ● SNI 0225-5-513 	3/3
Fitur Tambahan (20%)	<ul style="list-style-type: none"> ● Monitoring Melalui PWA ● Monitoring Melalui OLED ● Notifikasi Peringatan ● Biaya 	2/3	<ul style="list-style-type: none"> ● Monitoring Melalui PWA ● Monitoring Melalui OLED ● Notifikasi Peringatan ● Biaya ● Pilih Daya ● Bluetooth 	3/3	<ul style="list-style-type: none"> ● Monitoring Melalui PWA ● Notifikasi Peringatan ● Biaya 	1/3
Indikator Keluaran Sistem (10%)	PWA dan OLED	3/3	PWA dan OLED	3/3	PWA	1/3
Total	Desain 1	1,8	Desain 2	2,8	Desain 3	2,4

Berdasarkan dengan relevansi kebutuhan serta manfaat yang diberikan untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan sebelumnya, serta didukung oleh hasil perbandingan dari ketiga usulkan yang telah dilakukan. Maka ditentukan bahwa Desain Solusi 2 merupakan solusi terbaik untuk membuat sebuah Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Pada Kamar Kos Berbasis IoT dan *Progressive Website Apps*. Solusi ini dipilih karena fitur yang ditawarkan jauh lebih lengkap sehingga mampu memberikan kemudahan bagi penggunaanya namun dengan biaya pembuatan yang masih relatif terjangkau dan tidak jauh berbeda jika dibandingkan dengan usulan solusi 1 dan usulan solusi 3. Selain itu solusi 2 memiliki desain yang ergonomis dan *compact* dengan material PLA yang kuat terhadap panas dan memiliki daya tahan yang baik. Solusi 2 juga

menggunakan sensor yang lebih efisien yaitu dengan menggunakan 1 buah sensor saja yang memiliki tingkat akurasi pembacaan nilai arus, tegangan dan daya yang baik. Dan pada usulan solusi 2, sistem dilengkapi dengan Esp32 sebagai mikrokontroler yang sudah dilengkapi dengan modul *wifi*, sehingga tidak memerlukan modul *wifi* eksternal seperti mikrokontroler pada umumnya. Sehingga dengan pertimbangan tersebut, telah ditentukan bahwa solusi 2 merupakan solusi terbaik untuk membuat sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Pada Kamar Kos Berbasis IoT dan *Progressive Website Apps*.

3.5 Gantt Chart

Proses pengerjaan tugas akhir dari Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik (Molection) pada kamar kos berbasis IoT dan PWA dikerjakan selama 12 bulan yang dibagi menjadi 2 bagian utama yaitu tugas akhir 1 dan tugas akhir 2 yang dilaksanakan selama semester 7 dan semester 8 perkuliahan. Agar jadwal pelaksanaan pengerjaan tugas akhir dapat berjalan dan direalisasikan dengan baik maka perlu dilakukan perencanaan dengan menggunakan *gant chart* yang berfungsi untuk memberikan gambaran terkait jadwal dan kegiatan selama pelaksanaan tugas akhir sehingga proyek yang dijalankan dapat terdistribusi dan terpenuhi sesuai target yang direncanakan. Pelaksanaan Tugas Akhir dari sistem Molection terdiri atas 11 kegiatan/capaian dengan jadwal pelaksanaan pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 *Gantt chart* pelaksanaan *Capstone* Proyek sistem Molection

No	Kegiatan/Capaian	Bulan ke -											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Survei dan identifikasi permasalahan	D, R											
2	Mencari literatur dan informasi untuk kebutuhan dan spesifikasi sistem	D											
3	Mengumpulkan seluruh ide solusi dan finalisasi usulan perancangan sistem beserta manajemen dan		D	R									

No .	Kegiatan/Capaian	Bulan ke -											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	rancangan belanja												
4	Merancang desain sistem skematik rangkaian dan blok diagram			R									
5	Merancang desain 3D dari sistem dan tampilan dari <i>Progressive Web Application</i>				R								
6	Pengumpulan proposal Tugas Akhir 1/ <i>Capstone Proyek</i> dan seminar				D, R								
7	Pembelian alat dan bahan					D							
8	Pengujian sensor yang digunakan						D, R						
9	Perancangan sistem sesuai proposal						R	D	D, R				
10	Testing dan Validasi							D, R	D, R	D, R			
11	Penyusunan Laporan Akhir							D	R	D			
12	Expo dan pengumpulan laporan akhir										D, R		

Ket. : PIC – *Person in Charge* (Pihak yang bertanggung untuk kegiatan tersebut) D : Daffa, R :

Raihan

3.6 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1

Tabel 3.9 Realisasi Aktivitas Pelaksanaan Tugas Akhir 1

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1	Selasa, 5 September 2023, 2,5 jam	Pengantar dan sosialisasi <i>capstone design</i> 2023/2024	Daffa & Raihan
2	Selasa, 12 September 2023, 2 jam	Brainstorming terkait judul <i>capstone design</i> yang diperoleh	Daffa & Raihan
3	jum'at, 15 September 2023, 1,5 jam	Pertemuan dengan dosen pembimbing 1 untuk penjelasan mengenai tugas akhir 1	Daffa & Raihan
4	Senin , 18 September 2023, 3 jam	Melakukan studi literatur mengenai judul <i>capstone design</i> yang diperoleh	Daffa
5	Selasa , 26 September 2023, 2 jam	Pertemuan dengan dosen pembimbing 1 untuk menjelaskan gambar umum terkait proyek <i>capstone design yang dikerjakan</i>	Daffa & Raihan
6	Jum'at, 29 September 2023, 4 jam	Melakukan pencarian data pendukung yang dapat digunakan sebagai landasan dalam membuat latar belakang	Daffa
7	Senin , 2 Oktober 2023, 3 jam	Membuat latar belakang dan identifikasi masalah pada proposal tugas akhir 1.	Daffa
8	Selasa , 3 oktober 2023, 2 jam	Pertemuan dengan dosen pembimbing 1 untuk melakukan pembahasan terkait latar belakang dan identifikasi masalah pada proposal tugas akhir 1.	Daffa & Raihan

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
9	Rabu , 4 oktober 2023, 2 jam	Melakukan Revisi terkait latar belakang dan identifikasi masalah pada proposal tugas akhir 1.	Raihan
10	Jum'at, 6 oktober 2023, 2 jam	Menentukan pertanyaan survey yang ditujukan untuk pemilik dan penghuni kamar kos	Raihan
11	Senin, 9 oktober 2023, 2 jam	Melakukan Survey terhadap pemilik dan penghuni kamar kos	Daffa & Raihan
12	Selasa, 10 oktober 2023, 2 jam	Pertemuan dengan dosen pembimbing 1 untuk melakukan pembahasan terkait survey yang telah dilakukan.	Daffa & Raihan
13	Sabtu, 14 oktober 2023, 5 jam	Melakukan studi literatur dan menentukan rumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan batas realitas aspek keteknikan pada proposal tugas akhir 1.	Daffa
14	Selasa, 17 oktober 2023, 2 jam	Pertemuan dengan dosen pembimbing 1 untuk melakukan pembahasan terkait rumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan batas realitas aspek keteknikan pada proposal tugas akhir 1.	Daffa & Raihan
15	Kamis , 19 oktober 2023, 2 jam	Melakukan revisi terkait rumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan batas realitas aspek keteknikan pada proposal tugas akhir 1.	Raihan

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
16	Sabtu, 21 oktober 2023, 3 jam	Melakukan studi literatur secara menyeluruh dan menentukan jurnal yang digunakan sebagai acuan referensi.	Daffa
17	Selasa, 24 oktober 2023, 2 jam	Pertemuan dengan dosen pembimbing 1 untuk melakukan pembahasan terkait studi literatur dan observasi pada bab 2 tugas akhir 1.	Daffa & Raihan
18	Sabtu, 28 oktober 2023, 4 jam	Melakukan studi literatur secara menyeluruh untuk memperoleh jurnal yang dapat digunakan sebagai referensi dalam pengerjaan dasar teori	Daffa
19	Selasa, 31 oktober 2023, 2 jam	Pertemuan dengan dosen pembimbing 1 untuk melakukan pembahasan terkait dasar teori tugas akhir 1.	Daffa & Raihan
20	Jum'at, 3 november 2023, 2 jam	Melakukan analisis <i>stakeholder</i> , analisis aspek yang mempengaruhi sistem dan spesifikasi sistem untuk proyek tugas akhir 1.	Daffa
21	Selasa, 7 November 2023, 2 jam	Pertemuan dengan dosen pembimbing 1 untuk melakukan pembahasan terkait analisis <i>stakeholder</i> , analisis aspek yang mempengaruhi sistem dan spesifikasi sistem untuk proyek tugas akhir 1.	Daffa & Raihan

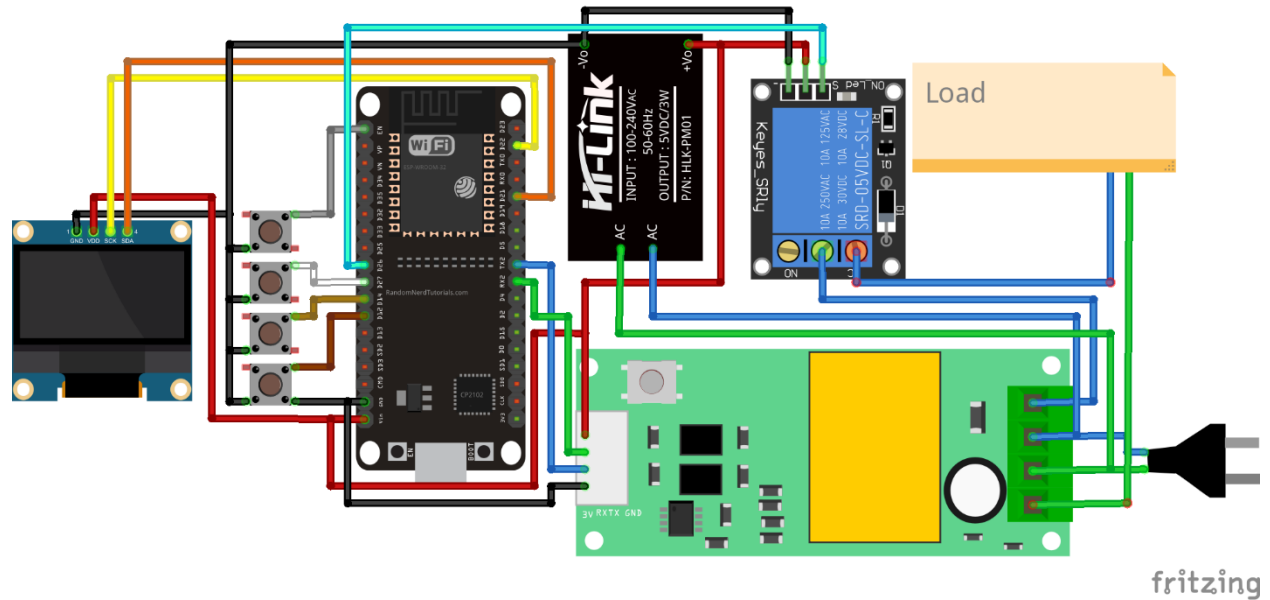
No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
22	Rabu, 8 November 2023, 2 jam	Melakukan revisi terkait analisis <i>stakeholder</i> , analisis aspek yang mempengaruhi sistem dan spesifikasi sistem untuk proyek tugas akhir 1.	Raihan
23	Sabtu, 11 November 2023, 4 jam	Menentukan metode yang digunakan untuk memperoleh usulan solusi dan menentukan usulan solusi yang digunakan untuk proyek tugas akhir 1.	Daffa
24	Selasa, 14 November 2023, 2 jam	Pertemuan dengan dosen pembimbing 1 untuk melakukan pembahasan terkait usulan solusi yang diajukan	Daffa & Raihan
25	Jum'at, 17 November 2023, 2 jam	Membuat diagram alir dan desain elektronik dari usulan solusi yang diajukan.	Daffa
26	Minggu, 19 November 2023, 5 jam	Membuat desain 3D usulan solusi yang diajukan.	Raihan
27	Selasa, 21 November 2023, 2 jam	Pertemuan dengan dosen pembimbing 1 untuk melakukan pembahasan terkait diagram alir, desain elektronik dan desain 3D dari usulan solusi yang diajukan.	Daffa & Raihan
28	kamis, 23 November 2023, 2 jam	Melakukan revisi dan melengkapi diagram alir, desain elektronik dan desain 3D dari usulan solusi yang diajukan.	Daffa

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
29	Sabtu, 25 November 2023, 2 jam	Melakukan pengerjaan <i>gantt chart</i>	Daffa
29	Selasa, 28 November 2023, 2 jam	Pertemuan dengan dosen pembimbing 1 untuk mengajukan hasil final usulan solusi yang diajukan dan usulan akhir yang dipilih.	Daffa & Raihan
30	Rabu, 29 November 2023, 2 jam	Melakukan pengerjaan <i>Log Book</i>	Daffa
31	Kamis, 30 November 2023, 2 jam	Menyerahkan naskah proposal tugas akhir 1 sementara kepada dosen pembimbing 1 untuk direvisi	Daffa & Raihan

BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN

4.1 Hasil Rancangan Sistem

4.1.1 Rangkaian Elektronis



Gambar 4.1 Rangkaian Elektronis Molection

Gambar 4.1 menunjukkan hasil rangkaian elektronik dari sistem Molection. Sistem ini dirancang untuk dapat terhubung langsung dengan sumber tegangan AC 100~220V 50 Hz pada arus maksimum hingga 10 A. Dalam perancangannya, sistem ini memanfaatkan lima komponen elektronik utama, yaitu mikrokontroler Esp32, sensor PZEM-004T, layar OLED, *relay*, dan modul *Hi-link*. Setiap komponen memiliki peran penting dalam memastikan kinerja dan keandalan sistem. Sebagai tambahan, sistem ini juga dilengkapi dengan berbagai pin yang berfungsi untuk melakukan kontrol pada berbagai aspek operasi sistem Molection.

Konfigurasi pin pada sistem Molection diuraikan secara detail dalam Tabel 4.1. Mikrokontroler Esp32 digunakan sebagai otak dari sistem, mengontrol sensor PZEM-004T yang berfungsi untuk memantau tegangan, arus, dan daya. Layar OLED digunakan untuk menampilkan data secara *real-time*, sehingga pengguna dapat memantau kondisi sistem dengan mudah. *Relay* berfungsi sebagai saklar elektronik yang dapat mengendalikan aliran listrik, sedangkan modul *Hi-Link* menyediakan daya yang stabil untuk seluruh sistem.

Tabel 4.1 Realisasi Aktivitas Pelaksanaan Tugas Akhir 1

Nama Pin	Konfigurasi Esp32	Fungsi Pin
Rx (Pzem-004t)	16	Komunikasi untuk menerima data pada Sensor dari mikrokontroler
Tx (Pzem-004t)	17	Komunikasi untuk mengirim data dari Sensor menuju mikrokontroler
SDA (Oled)	21	Mengirimkan data dari mikrokontroler menuju Oled
SCL (Oled)	22	Mengirimkan sinyal <i>Clock</i> untuk mengatur <i>timing</i> komunikasi antar perangkat
Reset (RST)	EN	Tombol untuk reset Molection
Switch (SWC)	27	Tombol untuk <i>On/Off</i> Beban (<i>Relay</i>)
Down (DWN)	14	Tombol untuk memilih opsi pada layar Molection
Select (SEL)	12	Tombol untuk mengonfirmasi pilihan dan beralih ke layar berikutnya
Relay	26	Sebagai <i>Output</i> yang bertugas untuk memutus dan menyalurkan arus pada beban
Led Wifi	2	Indikator konektifitas terhubung pada internet

Sistem ini bekerja dengan menggunakan sumber tegangan AC 100 ~ 240V dari listrik PLN yang dikonversi menjadi tegangan 5VDC/3W oleh *hi-link* yang berperan sebagai *converter* sehingga sistem mampu bekerja dengan baik. *Input* dari sistem Molection diperoleh dari penggunaan sensor Pzem-004t dalam melakukan pengukuran terhadap nilai tegangan, arus, daya dan energi. Data hasil pengukuran kemudian diteruskan menuju mikrokontroler Esp32 untuk diproses dan kemudian ditampilkan oleh *oled* sebagai *output* dari sistem berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan oleh sensor Pzem-004t. *Output* lainnya dari sistem Molection adalah *relay* yang akan melakukan kendali untuk menyalakan dan mematikan aliran listrik yang melalui sistem berdasarkan perintah yang diberikan dari perangkat Molection maupun Molection *Apps*.

4.1.2 Desain 3D

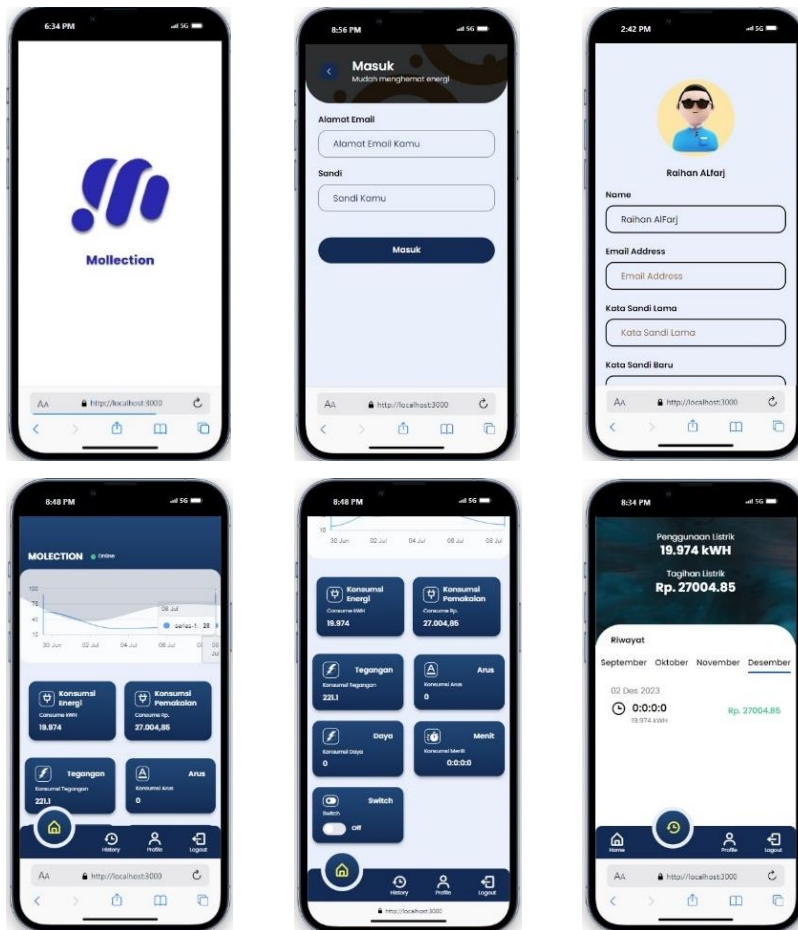


Gambar 4.2 Desain 3D Molection

Gambar 4.2 merupakan hasil rancangan desain manufaktur dari Molection dirancang secara ergonomis untuk kemudahan instalasi. Cukup sambungkan pada stop kontak di kamar kos dan hubungkan ke jaringan *wifi* agar dapat beroperasi penuh dengan perangkat elektronik yang terhubung. Desain ini memiliki dimensi sebesar 15,814 x 8,593 x 3,651 cm dan dibuat dengan menggunakan printer 3D dengan berbahan dasar PLA (*Poly lactid Acid*). Penggunaan bahan ini melibatkan kombinasi ketahanan terhadap benturan dan kekuatan mekanis yang tinggi, menjadikannya pilihan yang ideal untuk produk-produk yang memerlukan daya tahan terhadap tekanan fisik. Selain itu, PLA juga tahan terhadap panas dan bahan kimia tertentu, membuatnya cocok untuk penggunaan dalam lingkungan yang beragam, terutama untuk *cover* sistem kelistrikan. Sifat mudah dibentuk dan dicetak dari bahan PLA juga memberikan fleksibilitas dalam proses manufaktur, memungkinkan pembuatan produk-produk dengan rincian yang presisi.

Desain 3D ini dilengkapi dengan 4 buah *push button* yang berguna untuk fungsi kendali *reset*, *switch*, *down*, dan *select*. Selain itu, terdapat 3 buah LED yang berfungsi sebagai indikator untuk masing-masing konektivitas *wifi*, status sistem, dan *relay*. Desain ini juga mencakup baut yang dapat digunakan untuk melepas dan mengencangkan *cover* Molection, memberikan kemudahan dalam melakukan perawatan dan perbaikan. Tak hanya itu, terdapat juga lubang soket yang dirancang untuk menghubungkan beban listrik, memastikan integrasi yang mudah dan aman dengan beban listrik yang akan di gunakan.

4.1.3 Interface



Gambar 4.3 Interface Molection

Gambar 4.3 merupakan hasil rancangan *Interface* dari Molection. Tampilan ini terdiri atas halaman utama yang menunjukkan tampilan awal ketikan aplikasi Molection pertama kali diluncurkan Selanjutnya adalah menu *login* yang digunakan bagi pengguna yang telah diberikan akun Molection sebelumnya, menu ini berisikan *text box* untuk mengisikan alamat email dan password dari pengguna. Berikutnya apabila pengguna telah dapat melakukan *login* pada aplikasi Molection, maka tampilan layar akan menuju pada tampilan utama dari Molection yang menunjukkan data konsumsi energi listrik yang terdiri atas nilai tegangan, arus dan daya pada kamar kos, grafik konsumsi listrik, dan biaya listrik yang perlu dibayarkan. Pada bagian bawah halaman utama Molection *apps*, terdapat 4 buah menu pilihan yaitu *home* untuk tampilan awal data hasil pengukuran Molection, menu *History* yang menunjukkan riwayat penggunaan konsumsi listrik sebelumnya, menu *Profile* untuk menampilkan identitas penghuni kamar kos sekaligus pengguna aplikasi Molection *apps* dan menu *exit* untuk keluar dari aplikasi Molection.

4.1.4 Hasil Akhir Perancangan Alat



Gambar 4.4 Molection

Gambar 4.4 merupakan gambar hasil akhir dari perancangan Molection. Alat ini dilengkapi dengan satu buah layar oled display yang berfungsi untuk menampilkan data hasil pembacaan nilai konsumsi energi listrik. Selain itu Molection juga dilengkapi dengan 4 buah tombol, tombol pertama berfungsi sebagai tombol *reset*, tombol kedua berfungsi untuk menyalakan atau mematikan *relay*, tombol ketiga berfungsi sebagai *switch*, dan tombol terakhir berfungsi sebagai *select*.

Molection juga dilengkapi dengan 3 buah indikator yang menunjukkan kondisi dari sistem Molection, lampu led biru yang menyala menandakan bahwa perangkat Molection telah terhubung dengan koneksi internet, lampu led merah yang menyala menandakan bahwa sistem Molection telah menyala atau dalam kondisi hidup. Dan lampu led hijau yang menyala menandakan bahwa *relay* dalam kondisi nyala yang menandakan bahwa beban elektronik yang terhubung pada Molection akan tetap menyala pada saat *relay* dalam kondisi mati yang ditunjukkan dengan lampu led hijau yang mati.

4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan.

Metode pengukuran yang digunakan untuk mengetahui kinerja dari perancangan yang telah dilakukan adalah dengan membandingkan nilai kWh, arus, tegangan dan daya pada suatu beban elektronis yang diukur dengan menggunakan alat ukur elektronis dengan nilai pengukuran yang diperoleh Molection. Beban elektronis yang digunakan pada pengukuran kinerja Molection yaitu dengan menggunakan 4 macam beban yang bervariasi dengan rincian sebagai berikut :

1. Beban 1 : 450 W
2. Beban 2 : 700 W
3. Beban 3 : 1150 W
4. Beban 4 : 2000 W

Untuk mengetahui tingkat akurasi dari biaya konsumsi energi pada sistem, maka diperlukan pengukuran hasil kinerja dengan cara membandingkan nilai biaya konsumsi energi listrik yang ditunjukkan pada Molection dibandingkan dengan nilai biaya yang diperoleh berdasarkan persamaan 4.1 berikut :

$$Biaya = Kwh * Tarif Listrik \quad (4.1)$$

Dengan ketentuan tarif listrik seperti yang telah tertera pada Permen ESDM Nomor 28 Tahun 2016 dengan ketentuan sebagai berikut :

1. 900 VA : Rp 1.352 per kWh
2. 1300 VA : Rp 1.444,70 per kWh
3. 2200 VA : Rp 1.444,70 per kWh

Seluruh pengukuran terkait nilai Kwh dan biaya konsumsi energi listrik dilakukan selama 120 menit dengan interval pencatatan nilai yang dilakukan setiap 15 menit. Untuk mengetahui tingkat akurasi dari sistem yang telah dibuat terhadap nilai Kwh dan biaya konsumsi energi listrik, maka diperlukan perhitungan persen kesalahan, persen kesalahan rata-rata, persen akurasi dan persen akurasi rata-rata dari sistem yang dihitung dengan menggunakan persamaan 4.2, 4.3, 4.4 dan 4.5 berikut :

$$\% \text{ Kesalahan} = \left| \frac{\text{Nilai Pengukuran Molection} - \text{Nilai Pengukuran Alat Ukur}}{\text{Nilai Pengukuran Alat Ukur}} \right| * 100 \quad (4.2)$$

$$\% \text{ Kesalahan rata-rata} = \frac{\sum \% \text{ Kesalahan}}{n} \quad (4.3)$$

$$\% \text{ Akurasi} = 100\% - \% \text{ Kesalahan} \quad (4.4)$$

$$\% \text{ Akurasi rata-rata} = \frac{\sum \% \text{ Akurasi}}{n} \quad (4.5)$$

Untuk mendukung pengukuran hasil kinerja yang telah dilakukan, maka dilakukan perhitungan RMSE (*Root Mean Square Error*), sehingga kinerja Molection dapat dihitung secara lebih terperinci. Perhitungan RMSE dilakukan dengan menggunakan persamaan 4.6 berikut :

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Nilai Pengukuran Molection} - \text{Nilai Pengukuran ALat Ukur})^2}{n}} \quad (4.6)$$

Selain itu juga dilakukan pengukuran kinerja dari Molection *Apps*, yang dilakukan dengan cara membandingkan kesesuaian nilai hasil pembacaan yang terdapat pada perangkat Molection dengan nilai yang ditampilkan pada Molection *Apps*.

BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

5.1 Analisis Hasil

5.1.1 Hasil dan Analisis Pengujian Indikator

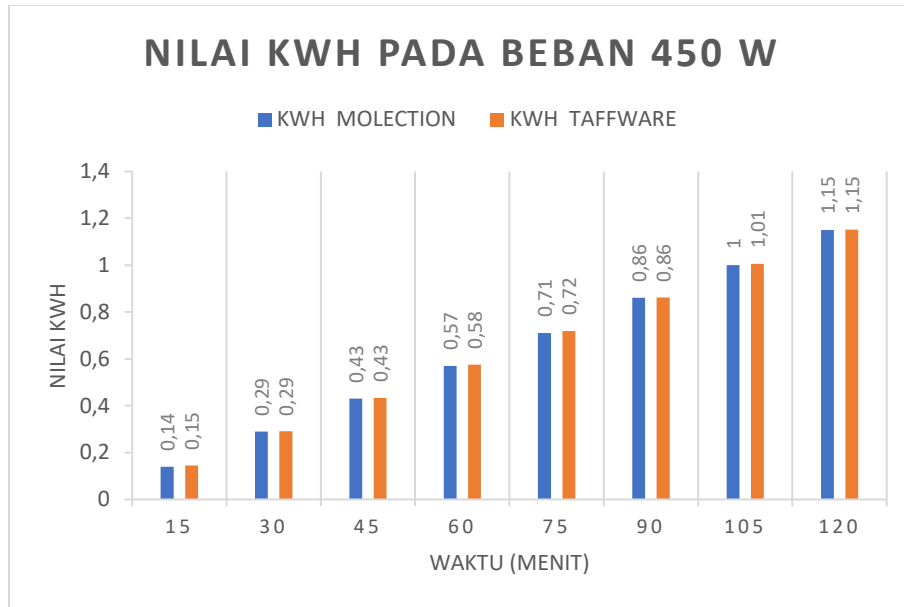
Dalam melakukan pengujian indikator, metode yang dilakukan yaitu dengan melakukan pengukuran terhadap 4 buah variasi beban yang berbeda yaitu 450 W, 700 W, 1150 W dan 2000 W. Pengukuran tersebut dilakukan dengan membandingkan nilai kWh yang diukur oleh Molection dengan *wattmeter* merek *Taffware* KWE-PM01. Untuk pengukuran nilai arus, tegangan dan daya diukur dengan menggunakan multimeter merek ANENG ST181 *Digital Clamp Multimeter*. Dan pengukuran estimasi biaya beban elektronis yang dilakukan dengan melakukan perhitungan matematis menggunakan persamaan 4.1. Spesifikasi dan *datasheet* lebih lengkap dari alat ukur elektronis yang digunakan terlampir pada lampiran.

Pengukuran dilakukan dengan mencolokkan beban pada Molection yang terhubung pada stopkontak utama. Data kWh diambil selama 2 jam dengan interval pengambilan data setiap 15 menit. Data hasil pengukuran dicatat dalam aplikasi Excel untuk menghitung nilai persentase kesalahan, persentase kesalahan rata-rata, persentase akurasi, persentase akurasi rata-rata dan RMSE menggunakan persamaan 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6.

a. Pengukuran Nilai Kwh Beban Elektronis pada Molection

Tabel 5.1 Data Hasil Pengujian Nilai kWh Molection pada Beban 450 W

Waktu (Menit)	KWH (Beban 450 W)		% Kesalahan	% Akurasi
	Molection	Kwh Meter		
15	0.14	0.15	3.45%	96.55%
30	0.29	0.29	0.34%	99.66%
45	0.43	0.43	0.69%	99.31%
60	0.57	0.58	0.87%	99.13%
75	0.71	0.72	1.11%	98.89%
90	0.86	0.86	0.23%	99.77%
105	1	1.01	0.60%	99.40%
120	1.15	1.15	0.17%	99.83%
% Rata - rata			0.93%	99.07%
RMSE			0.0046	

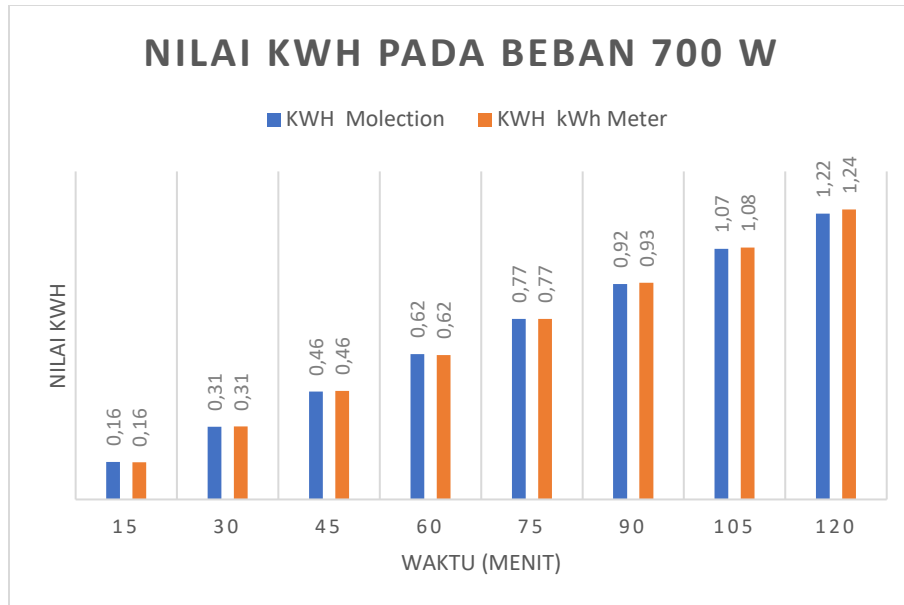


Gambar 5.1 Data Hasil Pengujian Nilai kWh Molection pada Beban 450 W

Tabel 5.1 dan Gambar 5.1 menunjukkan data hasil kinerja pengukuran nilai kWh yang dilakukan dengan beban 450 W, pengukuran sistem Molection memiliki nilai persentase kesalahan rata-rata sebesar 0.93% dengan nilai persentase akurasi yaitu 99.07% dan nilai RMSE sebesar 0.0046.

Tabel 5.2 Data Hasil Pengujian Nilai kWh Molection pada Beban 700 W

Waktu	KWH (Beban 700 W)		% Kesalahan	% Akurasi
	Molection	kWh Meter		
15	0.160	0.158	1.27%	98.73%
30	0.310	0.311	0.32%	99.68%
45	0.460	0.463	0.65%	99.35%
60	0.62	0.62	0.65%	99.35%
75	0.77	0.77	0.00%	100.00%
90	0.92	0.93	0.54%	99.46%
105	1.07	1.08	0.47%	99.53%
120	1.22	1.24	1.37%	98.63%
% Rata-rata			0.66%	99.34%
RMSE			0.0068	

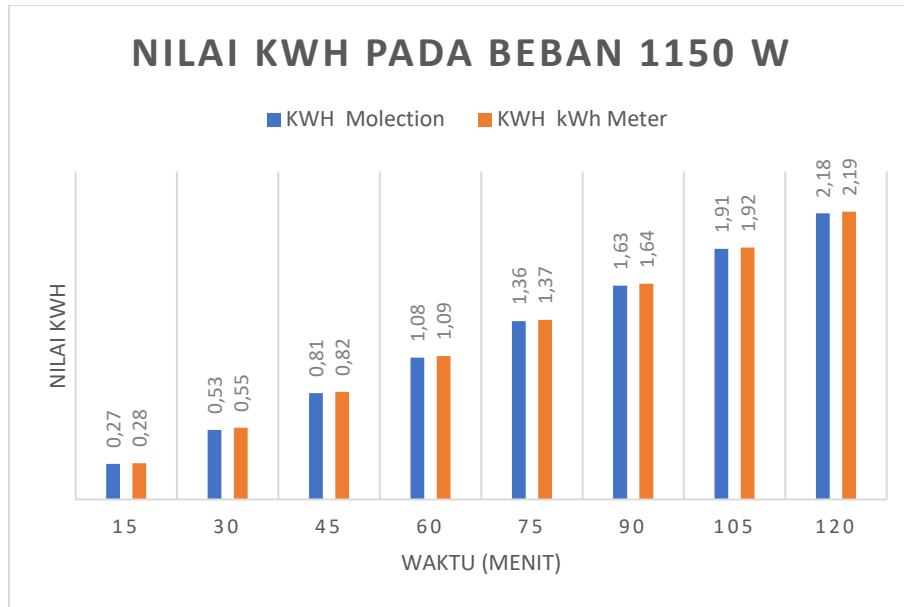


Gambar 5.2 Data Hasil Pengujian Nilai kWh Molection pada Beban 700 W

Tabel 5.2 dan Gambar 5.2 menunjukkan hasil pengukuran sistem Molection dengan beban 700 W memiliki nilai persentase kesalahan rata-rata sebesar 0.66% dengan nilai persentase akurasi yaitu 99.34% dan nilai RMSE sebesar 0.0068.

Tabel 5.3 Data Hasil Pengujian Nilai kWh Molection pada Beban 1150 W

Waktu (Menit)	KWH (Beban 1150 W)		% Kesalahan	% Akurasi
	Molection	kWh Meter		
15	0.27	0.28	2.17%	97.83%
30	0.53	0.55	2.93%	97.07%
45	0.81	0.82	1.22%	98.78%
60	1.08	1.09	1.19%	98.81%
75	1.36	1.37	0.66%	99.34%
90	1.63	1.64	0.79%	99.21%
105	1.91	1.92	0.47%	99.53%
120	2.18	2.19	0.59%	99.41%
% Rata - rata			1.25%	98.75%
RMSE			0.0115	

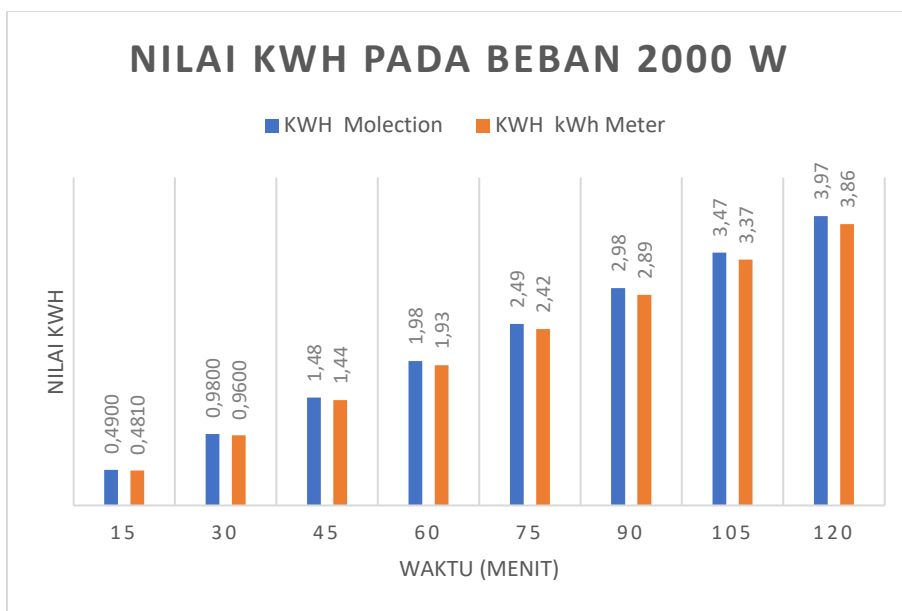


Gambar 5.3 Data Hasil Pengujian Nilai kWh Molection pada Beban 1150 W

Pada Tabel 5.3 dan Gambar 5.3, hasil pengukuran yang dilakukan menyatakan bahwa sistem Molection dengan beban 1150 W memiliki nilai persentase kesalahan rata-rata sebesar 1.25% dengan nilai persentase akurasi yaitu 98.75% dan nilai RMSE sebesar 0.0115.

Tabel 5.4 Data Hasil Pengujian Nilai kWh Molection pada Beban 2000 W

Waktu (Menit)	KWH (Beban 2000 W)		% Kesalahan	% Akurasi
	Molection	kWh Meter		
15	0.490	0.481	1.87%	98.13%
30	0.980	0.960	2.08%	97.92%
45	1.48	1.44	2.56%	97.44%
60	1.98	1.93	2.86%	97.14%
75	2.49	2.42	2.94%	97.06%
90	2.98	2.89	3.11%	96.89%
105	3.47	3.37	2.91%	97.09%
120	3.97	3.86	2.90%	97.10%
% Rata-rata			2.65%	97.35%
RMSE			0.0709	



Gambar 5.4 Data Hasil Pengujian Nilai kWh Molection pada Beban 2000 W

Pada Tabel 5.4 dan Gambar 5.4, hasil pengukuran yang dilakukan menyatakan bahwa sistem Molection dengan beban 2000 W memiliki nilai persentase kesalahan rata-rata sebesar 2.65% dengan nilai persentase akurasi yaitu 97.35% dan nilai RMSE sebesar 0.0709.

Tabel 5.5 Data Hasil Pengujian Nilai rata-rata kWh pada Molection

Beban	Nilai rata-rata	
	% Kesalahan	% Akurasi
450 W	0.93%	99.07%
700 W	0.66%	99.34%
1150 W	1.25%	98.75%
2000 W	2.65%	97.35%
Nilai rata-rata sistem Molection	1.37%	98.63%

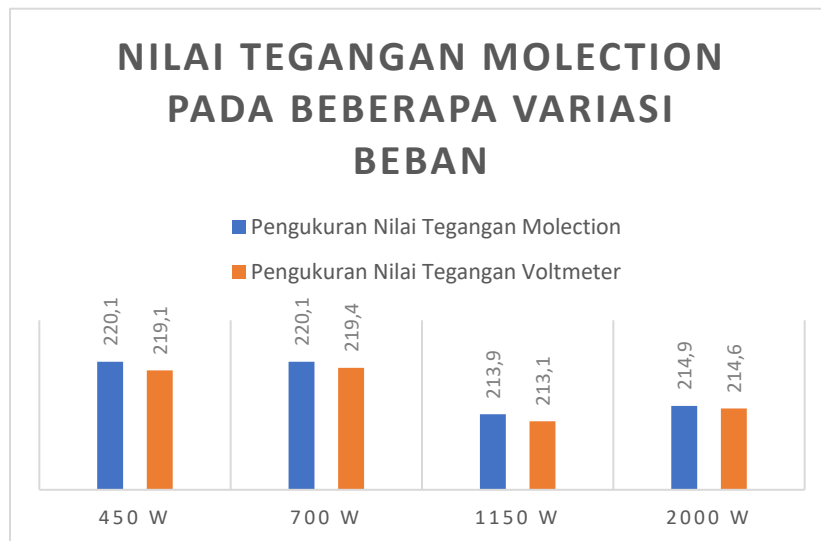
Berdasarkan pengukuran pada Molection, diperoleh data hasil kinerja terhadap nilai kWh dengan membandingkan nilai pengukuran yang diperoleh Molection dengan nilai pengukuran yang ditunjukkan oleh alat ukur wattmeter pada 4 jenis beban yaitu 450 W, 700 W, 1150 W dan 2000 W, dengan mengacu pada perhitungan nilai akurasi dan kesalahan yang ditunjukkan pada Tabel 5.5, maka Molection memiliki nilai persentase akurasi sebesar 98,63% dengan persentase kesalahan sebesar 1.37% pada pengukuran nilai kWh.

Namun pada Tabel 5.5 ditemukan fenomena kenaikan persentase kesalahan serta penurunan persentase akurasi ketika beban yang digunakan mendekati beban maksimum 2200 W, fenomena tersebut disebabkan oleh kapasitas kemampuan sensor Pzem 004-t yang hanya mampu mengukur beban maksimum sebesar 2200 W. Dengan demikian, semakin dekatnya nilai beban yang digunakan dengan beban maksimum Molection, maka akan terjadi peningkatan nilai persentase kesalahan dan penurunan nilai persentase akurasi dalam batas yang masih diterima.

b. Pengukuran Nilai Tegangan Beban Elektronis pada Molection

Tabel 5.6 Data Hasil Pengujian Nilai Tegangan Beban Molection

Beban	Pengukuran Nilai Tegangan		% Kesalahan	% Akurasi
	Molection	Voltmeter		
450 W	220.1	219.1	0.46%	99.54%
700 W	220.1	219.4	0.32%	99.68%
1150 W	213.9	213.1	0.38%	99.62%
2000 W	214.9	214.6	0.14%	99.86%
% rata-rata			0.32%	99.68%
RMSE			0.7450	



Gambar 5.5 Data Hasil Pengujian Tegangan Beban Molection

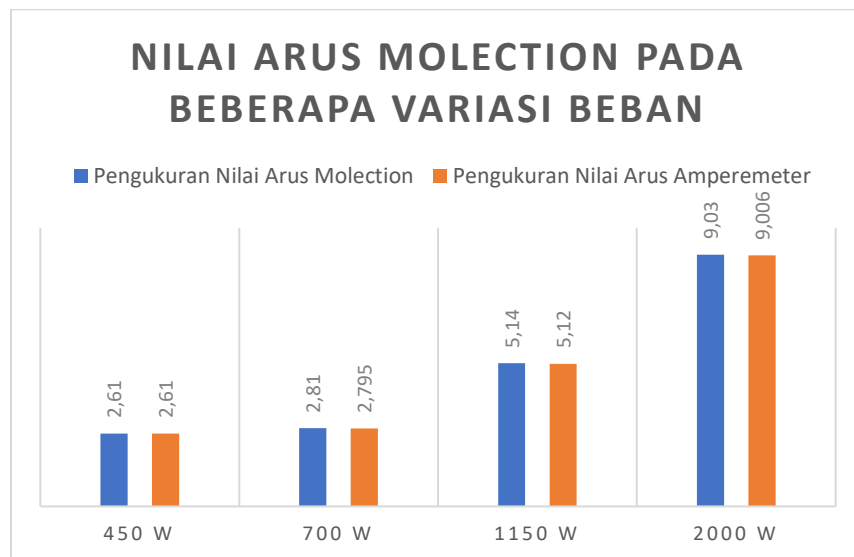
Tabel 5.6 dan Gambar 5.5 menunjukkan data hasil kinerja pengukuran terhadap nilai tegangan yang telah dilakukan dengan membandingkan nilai pengukuran yang diperoleh Molection dibandingkan dengan nilai pengukuran yang ditunjukkan oleh *voltmeter*. Berdasarkan

hasil pengukuran yang telah dilakukan, maka diketahui bahwa hasil kinerja pengukuran nilai tegangan pada Molection yang dilakukan pada beban 450 W, 700 W, 1150 W dan 2000 W memiliki nilai akurasi sebesar 99.68% dengan nilai kesalahan sebesar 0.32% dan RMSE yaitu 0.7450. Nilai kesalahan pengukuran tegangan beban Molection pada Tabel 5.6 disebabkan oleh perbedaan tingkat akurasi pembacaan dari sensor Pzem-004t dengan pembacaan alat ukur voltmeter. Meskipun demikian, persentase kesalahan yang ada masih dalam batas yang dapat diterima.

c. Pengukuran Nilai Arus Beban Elektronis pada Molection

Tabel 5.7 Data Hasil Pengujian Arus Beban pada Molection

Beban	Pengukuran Nilai Arus		% Kesalahan	% Akurasi
	Molection	Amperemeter		
450 W	2.61	2.61	0.00%	100.00%
700 W	2.81	2.795	0.54%	99.46%
1150 W	5.14	5.12	0.39%	99.61%
2000 W	9.03	9.006	0.27%	99.73%
% rata-rata			0.30%	99.70%
RMSE			0.0173	



Gambar 5.6 Data Hasil Pengujian Arus Beban pada Molection

Tabel 5.7 dan Gambar 5.6 menunjukkan data hasil kinerja pengukuran terhadap nilai arus yang telah dilakukan dengan membandingkan nilai pengukuran yang diperoleh Molection dengan nilai pengukuran yang ditunjukkan oleh amperemeter. Berdasarkan hasil pengukuran yang telah

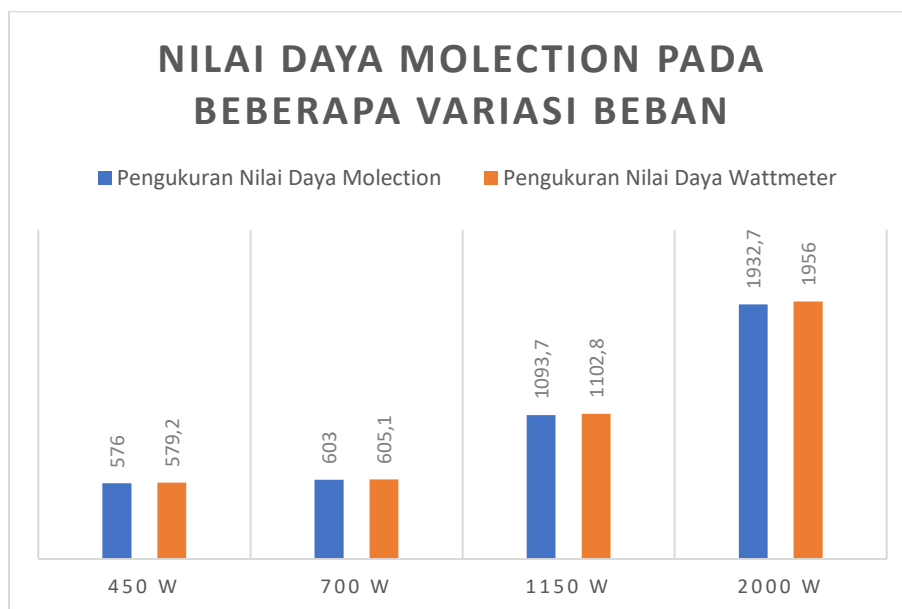
dilakukan, maka diketahui bahwa hasil kinerja pengukuran nilai arus pada Molection yang dilakukan pada beban 450 W, 700 W, 1150 W dan 2000 W memiliki nilai akurasi sebesar 99.70% dengan nilai kesalahan sebesar 0.30% dan RMSE yaitu 0.0173.

Nilai kesalahan pengukuran arus beban Molection pada Tabel 5.7 disebabkan oleh perbedaan tingkat akurasi pembacaan dari sensor Pzem-004t dengan pembacaan alat ukur amperemeter. Meskipun demikian, persentase kesalahan yang ada masih dalam batas yang dapat diterima.

d. Pengukuran Nilai Daya Beban Elektronik pada Molection

Tabel 5.8 Data Hasil Pengujian Daya Beban pada Molection

Beban	Pengukuran Nilai Daya		% Kesalahan	% Akurasi
	Molection	Wattmeter		
450 W	576	579.2	0.55%	99.45%
700 W	603	605.1	0.35%	99.65%
1150 W	1093.7	1102.8	0.83%	99.17%
2000 W	1932.7	1956	1.19%	98.81%
% rata-rata			0.73%	99.27%
RMSE			12.6526	



Gambar 5.7 Data Hasil Pengujian Daya Beban pada Molection

Tabel 5.8 dan Gambar 5.7 menunjukkan data hasil kinerja pengukuran terhadap nilai daya yang telah dilakukan dengan membandingkan nilai pengukuran yang diperoleh Molection dengan

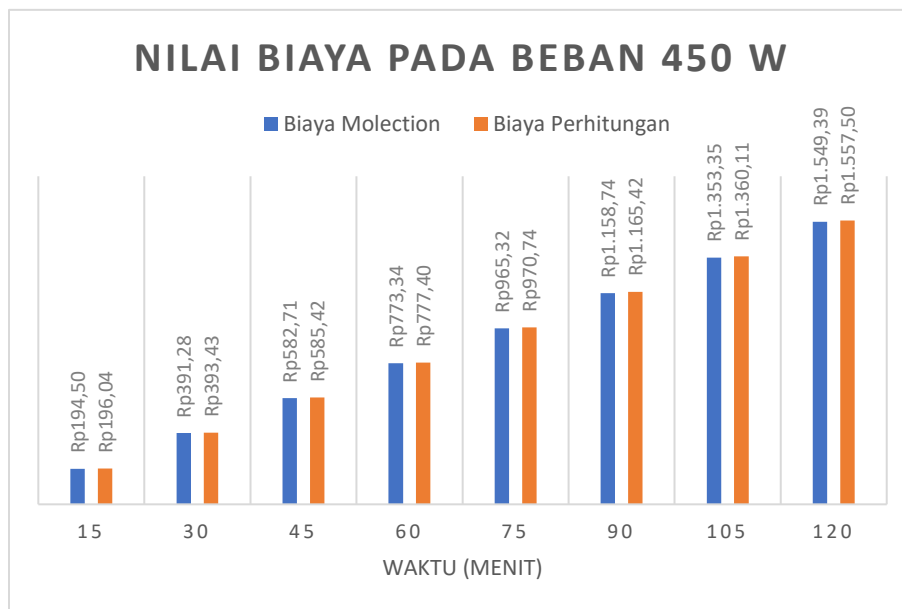
nilai pengukuran yang ditunjukkan oleh *wattmeter*. Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan, maka diketahui bahwa hasil kinerja pengukuran nilai daya pada Molection yang dilakukan pada beban 450 W, 700 W, 1150 W dan 2000 W memiliki nilai akurasi sebesar 99.27% dengan nilai kesalahan sebesar 0.73% dan RMSE yaitu 12.6526.

Nilai kesalahan pengukuran daya beban Molection pada Tabel 5.8 disebabkan oleh perbedaan tingkat akurasi pembacaan dari sensor Pzem-004t dengan pembacaan alat ukur *wattmeter*. Meskipun demikian, persentase kesalahan yang ada masih dalam batas yang dapat diterima.

e. Pengukuran Nilai Biaya Beban Elektronik pada Molection

Tabel 5.9 Data Hasil Pengujian Biaya Beban Listrik Molection pada Beban 450 W

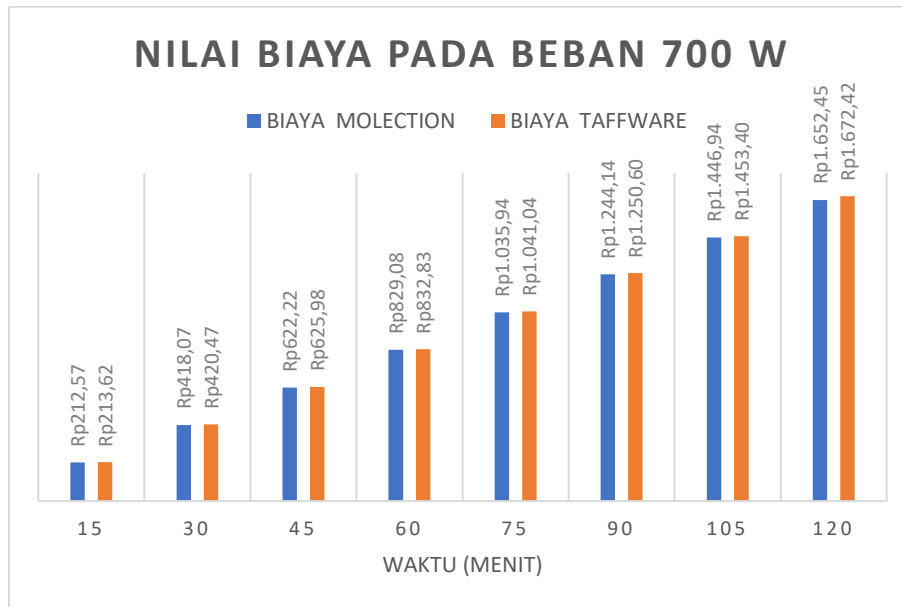
Waktu	Biaya		% Kesalahan	% Akurasi
	Molection	Perhitungan		
15	Rp194.50	Rp196.04	0.79%	99.21%
30	Rp391.28	Rp393.43	0.55%	99.45%
45	Rp582.71	Rp585.42	0.46%	99.54%
60	Rp773.34	Rp777.40	0.52%	99.48%
75	Rp965.32	Rp970.74	0.56%	99.44%
90	Rp1,158.74	Rp1,165.42	0.57%	99.43%
105	Rp1,353.35	Rp1,360.11	0.50%	99.50%
120	Rp1,549.39	Rp1,557.50	0.52%	99.48%
% Kesalahan rata-rata			0.56%	99.44%



Gambar 5.8 Data Hasil Pengujian Biaya Beban Listrik Molection pada Beban 450 W

Tabel 5.10 Data Hasil Pengujian Biaya Beban Listrik Molection pada Beban 700 W

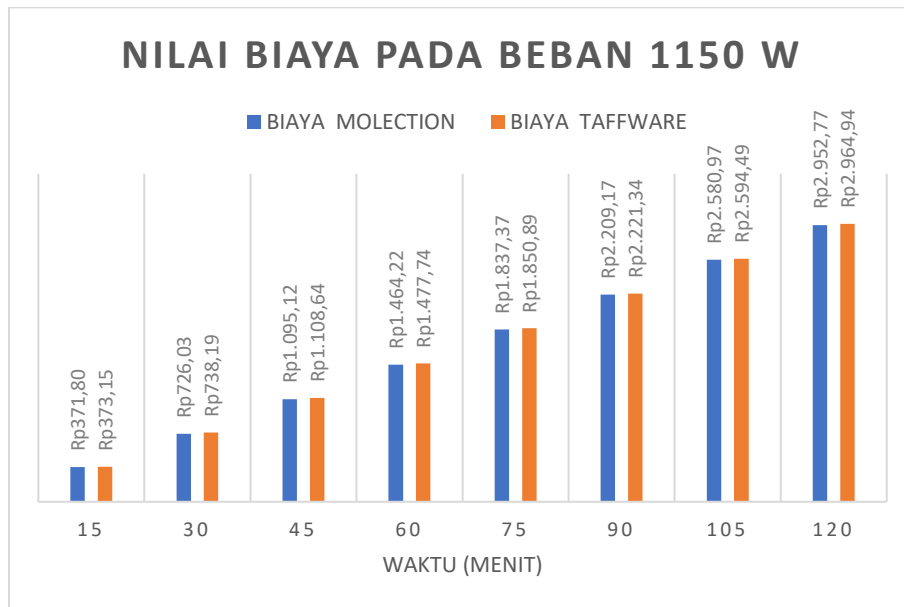
WAKTU	BIAYA		% Kesalahan	% Akurasi
	Molection	Perhitungan		
15	Rp212.57	Rp213.62	0.49%	99.51%
30	Rp418.07	Rp420.47	0.57%	99.43%
45	Rp622.22	Rp625.98	0.60%	99.40%
60	Rp829.08	Rp832.83	0.45%	99.55%
75	Rp1,035.94	Rp1,041.04	0.49%	99.51%
90	Rp1,244.14	Rp1,250.60	0.52%	99.48%
105	Rp1,446.94	Rp1,453.40	0.44%	99.56%
120	Rp1,652.45	Rp1,672.42	1.19%	98.81%
% Kesalahan rata-rata			0.59%	99.41%



Gambar 5.9 Data Hasil Pengujian Biaya Beban Listrik Molection pada Beban 700

Tabel 5.11 Data Hasil Pengujian Biaya Beban Listrik Molection pada Beban 1150 W

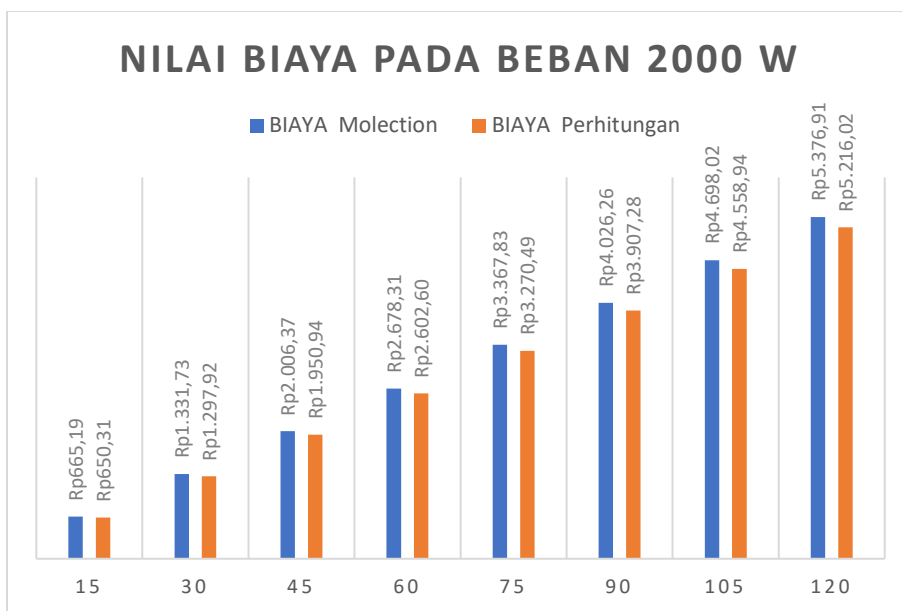
Waktu	BIAYA		% Kesalahan	% Akurasi
	Molection	Perhitungan		
15	Rp371.80	Rp373.15	0.36%	99.64%
30	Rp726.03	Rp738.19	1.65%	98.35%
45	Rp1,095.12	Rp1,108.64	1.22%	98.78%
60	Rp1,464.22	Rp1,477.74	0.91%	99.09%
75	Rp1,837.37	Rp1,850.89	0.73%	99.27%
90	Rp2,209.17	Rp2,221.34	0.55%	99.45%
105	Rp2,580.97	Rp2,594.49	0.52%	99.48%
120	Rp2,952.77	Rp2,964.94	0.41%	99.59%
% Kesalahan rata-rata			0.79%	99.21%



Gambar 5.10 Data Hasil Pengujian Biaya Beban Listrik Molection pada Beban 1150 W

Tabel 5.12 Data Hasil Pengujian Biaya Beban Listrik Molection pada Beban 2000 W

WAKTU	BIAYA		% Kesalahan	% Akurasi
	Molection	Perhitungan		
15	Rp665.19	Rp650.31	2.29%	97.71%
30	Rp1,331.73	Rp1,297.92	2.60%	97.40%
45	Rp2,006.37	Rp1,950.94	2.84%	97.16%
60	Rp2,678.31	Rp2,602.60	2.91%	97.09%
75	Rp3,367.83	Rp3,270.49	2.98%	97.02%
90	Rp4,026.26	Rp3,907.28	3.05%	96.95%
105	Rp4,698.02	Rp4,558.94	3.05%	96.95%
120	Rp5,376.91	Rp5,216.02	3.08%	96.92%
% Kesalahan rata-rata			2.85%	97.15%



Gambar 5.11 Data Hasil Pengujian Biaya Beban Listrik Molection pada Beban 2000 W

Tabel 5.13 Data Hasil Pengujian Nilai rata-rata biaya beban elektronis pada Molection

Beban	Nilai rata-rata	
	% Kesalahan	% Akurasi
450 W	0.56%	99.44%
700 W	0.59%	99.41%
1150 W	0.79%	99.21%
2000 W	2.85%	97.15%
Nilai rata-rata Molection	1.20%	98.80%

Berdasarkan hasil pengukuran biaya beban listrik Molection yang dibandingkan dengan perhitungan matematis, sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 5.13, Molection memiliki tingkat akurasi sebesar 98,80% dengan kesalahan sebesar 1,20% dalam pengukuran biaya terhadap beban elektronik.

Nilai kesalahan pengukuran biaya listrik Molection pada Tabel 5.13 disebabkan oleh penggunaan pembulatan dalam perhitungan biaya secara matematis, yang didasarkan pada pembacaan nilai kWh. Sementara itu, biaya listrik Molection diperoleh dari perhitungan langsung dalam sistem. Meskipun demikian, persentase kesalahan yang ada masih dalam batas yang dapat diterima.

f. Perbandingan Performa dengan Sistem Lain

Tabel 5.14 Perbandingan Performa Molection dengan Sistem Lain

No	Fitur/Komponen	Molection	Rancang Bangun Sistem Monitoring Dayalistrik Pada Kamar Kos Berbasis Internet Of Things (Iot) [4].
1	Mikrokontroler	<ul style="list-style-type: none"> Esp32 	<ul style="list-style-type: none"> Arduino Uno Wemos D1
2	Sensor	<ul style="list-style-type: none"> Pzem 004 – t 	<ul style="list-style-type: none"> ACS 712 ZMPT 101b
3	Monitoring	<ul style="list-style-type: none"> Molection Apps Layar OLED 	<ul style="list-style-type: none"> Web Server (<i>Thingspeak</i>)
4	Jaringan	<ul style="list-style-type: none"> <i>Wifi</i> <i>Bluetooth</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Wifi</i>
5	Data Monitoring	<ul style="list-style-type: none"> Tegangan Daya Arus Konsumsi Energi Listrik Biaya Beban Elektronis 	<ul style="list-style-type: none"> Tegangan Daya Arus
6	% Kesalahan	<ul style="list-style-type: none"> kWh = 1.37 % Tegangan = 0.32 % Arus = 0.30 % Daya = 0.73 % Biaya Beban = 1.20 % 	<ul style="list-style-type: none"> Tegangan = 0.02 % Arus = 0.01 % Daya = 0.22 %
7	Waktu Uji Coba	<ul style="list-style-type: none"> 120 Menit 	<ul style="list-style-type: none"> 40 Menit
8	Beban Maksimum Uji Coba	<ul style="list-style-type: none"> 2000 W 	<ul style="list-style-type: none"> 300 W

Nilai Tabel 5.14 menunjukkan perbandingan performa Molection dengan sistem lain yang dilakukan oleh penelitian berjudul Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya listrik Pada Kamar Kos Berbasis *Internet Of Things* (IoT) [4]. Berdasarkan perbandingan tersebut, diketahui bahwa Molection memiliki keunggulan hampir di semua fitur dan komponen. Perbedaan persentase kesalahan antara Molection dan sistem pembanding lainnya disebabkan oleh lamanya waktu uji coba serta interval pengambilan data hasil pengukuran yang dilakukan setiap 15 menit. Interval ini menghasilkan sampel yang lebih banyak dibandingkan dengan sistem lain. Selain itu, beban

maksimum yang digunakan oleh Molection menyebabkan nilai persentase kesalahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem pembanding lainnya, namun nilai tersebut masih dalam batas yang dapat diterima.

5.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem

Tabel 5.15 menunjukkan spesifikasi dari Sistem Monitoring energi listrik Molection yang memiliki 9 spesifikasi sistem dan telah ditentukan pada saat proses perencanaan. Spesifikasi tersebut ditentukan dengan tujuan untuk memberikan acuan yang terstruktur dan jelas dalam pengembangan Molection, serta memastikan bahwasanya aspek-aspek penting telah dapat terpenuhi sehingga sistem dapat bekerja dengan baik. Dari 9 poin spesifikasi sistem yang telah ditentukan sebelumnya, Molection telah memiliki spesifikasi yang sesuai antara usulan dengan realisasi yang dilakukan, adanya sedikit perubahan yaitu terdapat pada tampilan dari perangkat Molection, sebelumnya Molection memiliki rancangan dengan menggunakan 2 buah *push button* yang berfungsi untuk menyalakan dan melakukan *reset* dari pada perangkat Molection, namun dalam tahap pengerjaan, dilakukan penyesuaian dengan menambahkan *push button* yang digunakan pada perangkat Molection menjadi sebanyak 4 buah, *push button* ini memiliki fungsi antara lain sebagai tombol *reset*, *switch*, *down*, dan *select*. Sehingga dengan penambahan *push button* yang dilakukan, perangkat Molection menjadi lebih mudah digukan oleh pengguna. berikutnya dimensi dari Molection juga mengalami penyesuaian, dimensi sebelumnya yang telah ditentukan dalam tahap perencanaan adalah 15,8 x 8,6 x 3,3 cm disesuaikan menjadi 15,814 x 8,593 x 3,651 cm. Perubahan tersebut dilakukan dengan tujuan untuk menyesuaikan dimensi serta posisi komponen elektronis yang terdapat di dalam Molection. Selain itu pada tahap pengerjaan terdapat modifikasi dengan menambahkan fitur *bluetooth* pada Molection untuk menambahkan komabilitas dari sistem sehingga sistem tidak hanya dapat bekerja melalui koneksi internet, melainkan dapat bekerja dengan baik dengan menggunakan koneksi *bluetooth*.

Tabel 5.15 Perbandingan usulan dan hasil perancangan sistem

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1.	Sistem yang dibangun sebagai prototyping untuk memantau konsumsi energi listrik pada kamar kos	Membuat sistem monitoring dengan menggunakan sensor Pzem 004-t yang terhubung	Sistem telah dapat melakukan monitoring energi listrik dengan

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
		dengan beban dan mikrokontroler Esp32.	menunjukkan nilai kWh, arus, tegangan dan biaya.
2.	Dilengkapi dengan mikrokontroler utama	Menggunakan Esp32 sebagai mikrokontroler utama pada sistem Molection.	Molection telah dilengkapi dengan Esp32 sebagai mikrokontroler utama
3.	Sistem menggunakan daya yang diperoleh dari sumber listrik 220V AC	Molection membutuhkan sumber listrik 220 V AC untuk menyalakan perangkat Molection agar dapat bekerja dengan baik.	Molection telah dapat bekerja dengan baik ketika menggunakan sumber listrik 220V AC.
4.	Sistem yang digunakan telah terhubung dengan jaringan internet	Molection terhubung pada jaringan internet dengan menggunakan fitur wifi yang terdapat pada mikrokontroler Esp32.	Molection telah terhubung dengan jaringan internet dengan menggunakan fitur wifi yang terdapat pada mikrokontroler Esp32
5.	Aplikasi berbasis <i>Progressive Web Apps</i> dengan kebutuhan versi Android > 4.0	Molection dilengkapi dengan <i>Progressive Web Apps</i> dengan versi Android > 4.0.	Molection telah dilengkapi aplikasi berbasis <i>Progressive Web Apps</i> dengan versi Android > 4.0.
6.	Menggunakan sensor sebagai pembaca nilai arus, tegangan dan daya listrik yang digunakan	Molection dilengkapi dengan sensor Pzem-004t yang mampu melakukan pembacaan terhadap nilai arus, tegangan dan daya listrik yang digunakan.	Molection telah dilengkapi dengan sensor Pzem-004t yang mampu melakukan pembacaan terhadap

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
			nilai arus, tegangan dan daya listrik yang Digunakan.
7.	Dilengkapi dengan fitur pemantauan konsumsi energi listrik yang terdiri atas nilai tegangan, arus dan daya pada kamar kos, grafik konsumsi listrik, riwayat penggunaan konsumsi listrik sebelumnya, biaya listrik yang perlu dibayarkan	Molection dilengkapi dengan fitur pemantauan konsumsi energi listrik berdasarkan hasil pembacaan dilakukan oleh sensor dan data yang diperoleh oleh mikrokontroler	Molection telah dapat menampilkan hasil pemantauan konsumsi energi listrik yang ditampilkan melalui perangkat Molection maupun aplikasi PWA.
8.	Dilengkapi dengan fitur notifikasi jika konsumsi energi listrik telah melebihi batas yang ditentukan	Aplikasi PWA Molection mampu memberikan notifikasi apabila konsumsi energi telah melampaui batas tertentu yang telah ditentukan.	Aplikasi PWA Molection telah mampu memberikan notifikasi apabila konsumsi energi telah melampaui batas tertentu yang telah ditentukan.
9.	Dilengkapi dengan fitur pemutus arus listrik melalui PWA	Aplikasi PWA Molection dilengkapi dengan fitur <i>switch</i> yang mampu memutuskan arus listrik yang melalui perangkat Molection.	Aplikasi PWA Molection telah dilengkapi dengan fitur <i>switch</i> yang mampu memutuskan arus listrik yang melalui perangkat Molection.

5.1.3 Pengalaman Pengguna

Tabel 5.16 menunjukkan hasil pengalaman pengguna terhadap perangkat Molection. Bagian ini dapat digunakan sebagai indikator terhadap fitur-fitur yang dimiliki oleh Molection untuk dipertahankan atau dikembangkan Kembali. Pada poin ke-1, fungsi Molection telah dapat tercapai dengan baik untuk melakukan monitoring konsumsi energi listrik pada kamar kos dengan parameter nilai yang dimonitoring meliputi nilai kWh, tegangan, arus, daya dan biaya konsumsi beban listrik serta notifikasi pengingat apabila konsumsi energi listrik telah melampaui batasan tertentu, sehingga dengan fungsi yang telah tercapai, aksi yang dapat dilakukan terhadap fungsi Molection tersebut adalah dipertahankan. Poin ke-2 adalah terkait kemudahan pengguna, Molection memungkinkan pengguna untuk dapat melakukan monitoring secara langsung, baik melalui perangkat Molection maupun melalui aplikasi Molection. Fitur ini selain memberikan kemudahan penggunaan juga mendukung keandalan dari sistem yang dibuat, sehingga Molection dapat bekerja dimanapun baik terhubung dengan jaringan internet maupun tanpa jaringan internet (fitur *bluetooth*). Fitur lainnya yang perlu dipertahankan pada perangkat Molection adalah terkait keamanan. Molection dilengkapi dengan fitur *login* sehingga data monitoring hanya dapat dilihat oleh pihak yang memiliki email dan *password* perangkat Molection saja. Fitur ini sangat sesuai untuk di terapkan pada usaha kamar kos, sehingga dengan menggunakan 1 buah email dan *password*, baik pemilik maupun penghuni kamar kos dapat melakukan monitoring konsumsi energi pada kamar kos secara bersamaan. Sehingga dengan manfaat yang diperoleh dari fitur tersebut, aksi yang dilakukan adalah dipertahankan. Fitur lainnya yang terdapat pada Molection adalah terkait kompatibilitas. Aksi dari fitur ini adalah dipertahankan karena kemampuan Molection yang mampu melakukan fungsi monitoring baik menggunakan jaringan internet maupun koneksi *bluetooth* sehingga memungkinkan pengguna untuk tetap melakukan monitoring disaat tidak terkoneksi dengan jaringan internet.

Tabel 5.16 Pengalaman Pengguna

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Fungsi	Fungsi sebagai monitoring sistem yang dapat memantau konsumsi energi listrik pada kamar kos dan memberikan notifikasi jika konsumsi	Dipertahankan

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
		energi listrik telah melebihi batas yang ditentukan.	
2	Kemudahan	Kemudahan pengoperasian perangkat yang dapat dilakukan melalui perangkat Molection secara langsung, maupun melalui Molection Apps	Dipertahankan
3	Keamanan Data	Keamanan data sangat diperhatikan dengan penggunaan fitur <i>login</i> pada Molection Apps	Dipertahankan
4	Kompatibilitas	Molection dapat bekerja dengan baik melalui jaringan internet maupun melalui jaringan <i>bluetooth</i> .	Dipertahankan

5.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Pada Tabel 5.17 menunjukkan kesesuaian antara tahap perencanaan dengan tahap realisasi selama pengerjaan Molcetion. Dengan pembuatan tahap perencanaan membantu tim selama pengerjaan Molcition sehingga mampu menyelesaikan langkah-langkah kegiatan sesuai waktu yang ditentukan. Keterlambatan terjadi pada tahap perencanaan sistem sesuai proposal dikarenakan banyaknya proses uji coba yang dilakukan selama proses pengerjaan serta beberapa kendala yang dialami, seperti salah satunya dalam pembuatan PCB yang masih belum sesuai sehingga membutuhkan waktu \pm selama 2 minggu untuk melakukan proses cetak ulang. Keterlambatan lainnya terjadi pada tahap penyusunan laporan akhir yang dikarenakan membutuhkan data hasil uji coba dari Molection yang dapat diperoleh ketika Molection telah bekerja secara seutuhnya.

Tabel 5.17 Kesesuaian antara usulan dan realisasi *timeline* pengerjaan Tugas Akhir 2

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Januari - Februari	Januari - Februari
2	Pengujian sensor yang digunakan	Februari - Maret	Februari - Maret

No	Kegiatan	Usulan waktu	Realisasi Pelaksanaan
3	Perancangan sistem sesuai proposal	Maret – Mei	Maret – Juni
4	Testing dan Validasi	April - Juni	April - Juni
5	Penyusunan Laporan Akhir	April – Juni	Mei - Juni
6	Expo dan pengumpulan laporan akhir	Juni - Juli	Juli

Tabel 5.18 menunjukkan kesesuaian nilai RAB pengerjaan Molection antara usulan dengan realisasi biaya. Adanya perbedaan biaya antara usulan dengan realiasi karena adanya proses *trial and error* selama pengerjaan Tugas Akhir Molection dan juga adanya penambahan beberapa komponen yang dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki perangkat Molection agar dapat bekerja dengan lebih baik.

Tabel 5.18 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	Esp 32	1 Pcs	Rp. 70.000	1 Pcs	Rp. 75.000
2	Modul Sensor Pzem 004t	1 Pcs	Rp. 100.000	1 Pcs	Rp. 100.000
3	Relay	1 Pcs	Rp. 15.000	1 Pcs	Rp. 5.000
4	Oled Display	1 Pcs	Rp. 60.000	1 Pcs	Rp. 85.000
5	Hi Link	1 Pcs	Rp. 65.000	1 Pcs	Rp. 38.000
6	Cetak Kotak Pelindung	1 Pcs	Rp. 150.000	1 Pcs	Rp. 112.000
7	Cetak PCB	-	-	4 Pcs	Rp. 191.000
8	Socket JST	-	-	7 Pcs	Rp. 14.000
9	Kabel Pita	-	-	2 Pcs	Rp. 5.500
10	LED	-	-	3 Pcs	Rp. 600
Total		Rp. 460.000		Rp. 626.100	

Tabel 5.19 merupakan gambaran secara lebih terperinci terkait aktivitas yang dilakukan selama pelaksanaan tugas akhir 2. Tahap pengerjaan Molection dilakukan selama 7 bulan yang dilakukan antara bulan Januari – Juli dengan melibatkan dua anggota *capstone* kelompok W4 yaitu Muhamad Daffa Thareq Arrizky (20524025) dan Muhammad Raihan Alfarij (20524188).

Tabel 5.19 Realisasi aktivitas pelaksanaan tugas akhir 2

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
1.	Selasa, 30 Januari 2024, 2 Jam	Melakukan pendataan terkait komponen yang akan dibeli dan digunakan pada Molection	Daffa, Raihan
2.	Kamis, 15 Februari 2024, 1 Jam	Pembeliat alat dan bahan secara <i>Online</i>	Raihan
3.	Rabu, 28 Februari 2024, 2 jam	Pembeliat alat dan bahan secara <i>Offline</i>	Daffa
4.	Kamis, 29 Februari 2024, 2 Jam	Melakukan pengujian Sensor Pzem 004 t yang digunakan	Daffa, Raihan
5.	Rabu, 6 Maret 2024, 2 Jam	Melakukan pengujian lebih lanjut sensor Pzem 004 t terhadap beban yang bervariasi	Daffa, Raihan
6.	Rabu, 20 Maret 2024, 2 Jam	Melakukan pembuatan desain 3D yang akan dicetak	Raihan
7.	Selasa, 23 April 2024, 4 Jam	Melakukan pembuatan prototype rangkaian elektronis Molection	Daffa
8.	Selasa, 30 April 2024, 2 Jam	Melakukan testing terhadap rangkaian elektronis yang telah dibuat	Daffa, Raihan
9.	Jumat, 3 Mei 2024, 3 Jam	Membuat desain PCB yang akan dicetak	Raihan
10.	Senin, 27 Mei 2024, 5 Jam	Melakukan implementasi rangkaian elektronis dengan menggunakan	Daffa

No	Hari, Tanggal, Durasi (jam atau hari)	Aktivitas	Pelaksana
		hasil PCB yang telah dirancang dan dicetak sebelumnya	
11.	Kamis, 30 Mei 2024, 3 Jam	Penyusunan Bab 4 Laporan Tugas Akhir 2 Molection	Raihan
12.	Rabu, 5 Juni 2024, 4 Jam	Mealakukan testing terhadap komponen elektronis yang telah di implementasikan pada PCB <i>board</i> .	Daffa, Raihan
13.	Senin, 7 Juni 2024, 4 Jam	Pembuatan aplikasi Molection	Raihan
14.	Rabu, 19 Juni 2024, 4 Jam	Melakukan Testing Final dan pengambilan data pengukuran pada perangkat Molection	Daffa, Raihan
15.	Jumat, 21 Juni 2024, 3 Jam	Penyusunan Bab 5 Laporan Tugas Akhir 2 Molection	Daffa, Raihan
16.	Selasa, 2 Juli 2024, 3 Jam	Penyusunan Bab 6 Laporan Tugas Akhir 2 Molection	Daffa
17.	Selasa, 9 Juli 2024, 1 Jam	Pengumpulan Final Laporan Tugas Akhir 2	Daffa, Raihan
18.	Selasa, 30 Juli 2024, 4 Jam	Pelaksanaan Expo Tugas Akhir 2	Daffa, Raihan

5.2 Dampak Implementasi Sistem

Dampak Implementasi Sistem Molection dapat dirasakan oleh masyarakat secara nyata dalam 2 aspek utama yaitu aspek ekonomi dan aspek sosial. Secara aspek ekonomi, Molection memberikan dampak dalam meningkat efisiensi konsumsi energi listrik di kamar kos, alat ini mampu mengidentifikasi banyaknya konsumsi energi listrik yang dikonsumsi, sehingga penghuni dapat melakukan identifikasi dan eliminasi pemborosan energi yang mampu mengoptimalkan penggunaan listrik pada suatu kamar kos dan mengurangi biaya konsumsi energi listrik yang perlu dibayarkan secara keseluruhan. Aspek lainnya yang memiliki dampak signifikan terhadap penggunaan Molection adalah aspek sosial, dengan implementasi Molection pada kamar kos akan menciptakan transparansi konsumsi energi listrik antara pemilik usaha kos dan penghuni kamar

kos, selain itu penghuni kamar kos juga dapat melakukan pengecekan secara mandiri terkait energi listrik yang telah dikonsumsi yang mampu mendorong kesadaran akan pentingnya kebiasaan untuk menghemat energi, sehingga dengan kemudahan serta manfaat yang diberikan oleh Molection mampu memberikan manfaat sosial serta menciptakan lingkungan yang efisien dan transparan.

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari proses yang telah dilakukan selama proses pengerjaan Molection adalah sebagai Berikut :

1. Molection dapat memonitoring konsumsi energi listrik berbasis *IoT* yang dapat diakses melalui aplikasi pada *smartphone* dan memberikan akses kemudahan dalam memantau konsumsi energi listrik pada kamar kos dengan baik.
2. Molection dapat memberikan notifikasi apabila penggunaan konsumsi listrik telah melampaui batas yang ditentukan dengan baik.
3. Molection memiliki akurasi pengukuran kWh sebesar 98,63%, pengukuran nilai tegangan sebesar 99,68%, pengukuran nilai arus sebesar 99,7%, pengukuran nilai daya sebesar 99,27% dan pengukuran biaya beban elektronis sebesar 99,8%.

6.2 Saran

Saran dan "*future-works*" yang dapat dilakukan dalam proses pengembangan dari Molection kedepannya adalah sebagai berikut :

1. Molection dapat dikembangkan dengan menggunakan *machine learning* sehingga dapat memprediksi biaya beban listrik yang perlu dibayarkan pada bulan-bulan berikutnya.
2. Molection dapat dikembangkan dari skala kamar kos menjadi skala yang lebih besar dengan menggunakan sensor yang memiliki kapasitas lebih besar.
3. Untuk pengembangan dan produksi lebih lanjut dapat melakukan kerja sama dengan melalui kerja sama dengan berbagai mitra strategis yang memiliki keahlian dan sumber daya yang relevan.

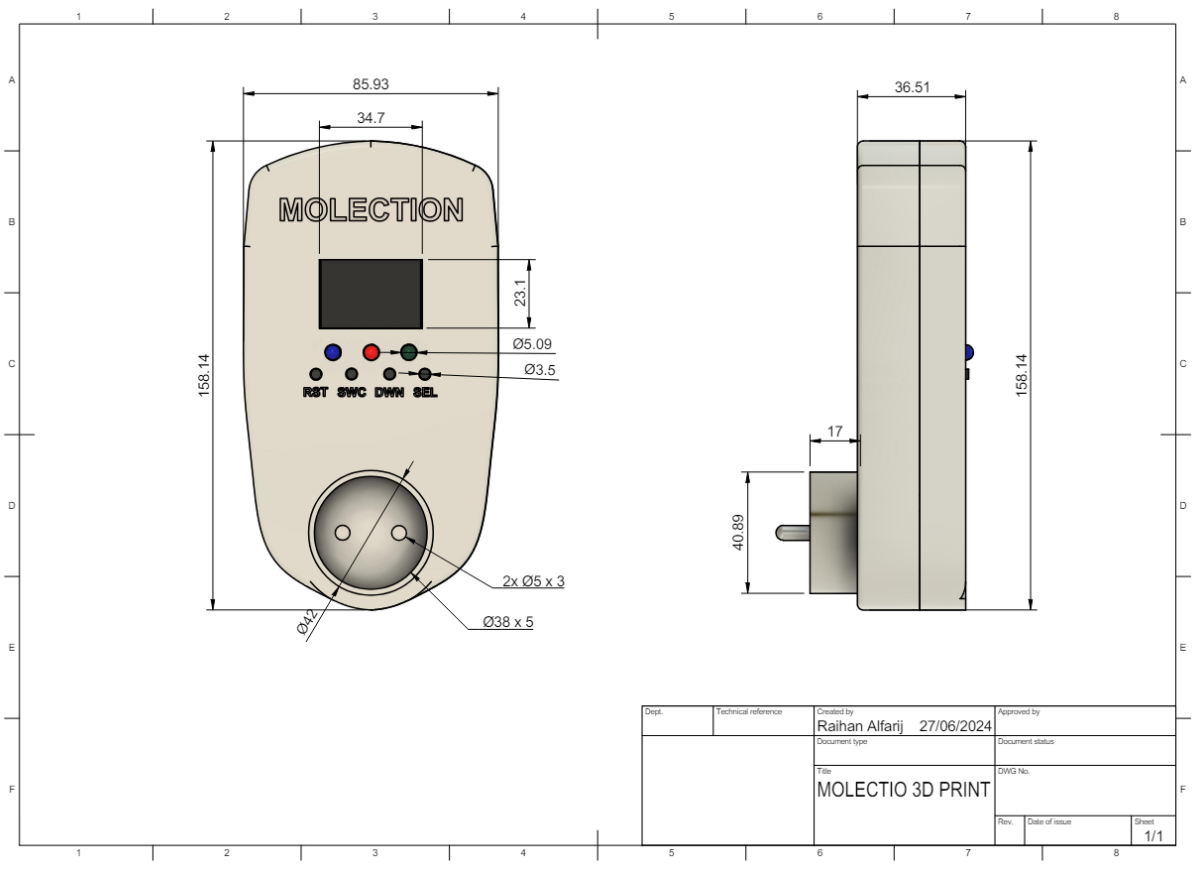
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Monavia Ayu Rizaty, “Jumlah Mahasiswa Indonesia Sebanyak 9,32 Juta Orang pada 2022.” Accessed: Nov. 29, 2023. [Online]. Available: <https://dataindonesia.id/pendidikan/detail/jumlah-mahasiswa-indonesia-sebanyak-932-juta-orang-pada-2022>
- [2] Adi Ahdiat, “Jumlah Mahasiswa di Indonesia, dari Aceh sampai Papua.” Accessed: Nov. 29, 2023. [Online]. Available: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/09/05/jumlah-mahasiswa-di-indonesia-dari-aceh-sampai-papua>
- [3] B. A. Maslyawan, S. Nurcahyo, and A. Murtono, “Sistem Monitoring Konsumsi Daya Listrik Pada Kamar Kost Serta Estimasi Biaya Keluaran Berbasis IoT (Internet of Things),” *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 8, no. 2, p. 76, 2021, doi: 10.33795/elk.v8i2.278.
- [4] R. T. Hudan, Ivan Safril, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik Pada Kamar Kos Berbasis Internet of Things (Iot),” *J. Tek. ELEKTRO*, vol. 08, no. 01, pp. 91–99, 2019.
- [5] A. Furqon, A. B. Prasetijo, and E. D. Widiyanto, “Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kendali Daya Listrik pada Rumah Kos Menggunakan NodeMCU dan Firebase Berbasis Android,” *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 18, no. 02, pp. 93–104, 2019, doi: 10.31358/techne.v18i02.202.
- [6] K. Hamamni, M. Mukhsim, and D. Siswanto, “Prototipe Sistem Monitoring Biaya Penggunaan Listrik Pada Rumah Kos Berbasis IoT,” *JASEE J. Appl. Sci. Electr. Eng.*, vol. 1, no. 02, pp. 35–46, 2021, doi: 10.31328/jasee.v1i02.12.
- [7] Lenni and I. Achmad Fadhillah, “Desain Sistem Monitoring Kwh Meter Dengan Media Komunikasi Esp32 Dan Blynk,” *J. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 2, pp. 37–42, 2021.
- [8] D. A. Megawaty and M. E. Putra, “Aplikasi Monitoring Aktivitas Akademik Mahasiswa Program Studi Informatika Universitas Xyz Berbasis Android,” *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 1, no. 1, pp. 65–74, 2020, doi: 10.33365/jatika.v1i1.177.
- [9] M. Zaini, S. Safrudin, and M. Bachrudin, “Perancangan Sistem Monitoring Tegangan, Arus Dan Frekuensi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis Iot,” *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 2, p. 139, 2020, doi: 10.24912/tesla.v0i0.9081.
- [10] S. Anwar, T. Artono, N. Nasrul, D. Dasrul, and A. Fadli, “Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T,” *Pros. Semin. Nas. Politek. Negeri Lhokseumawe*, vol. 3, no. 1, pp. 272–276, 2019.
- [11] ADE RUSTANDI, “MONITORING ARUS DAN DAYA LISTRIK DENGAN SISTEM NOTIFIKASI DARI SMARTPHONE PADA INSTALASI LISTRIK RUMAH TANGGA BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT),” *Skripsi Progr. Stud. Tek. ELEKTRO Fak. Tek. DAN ILMU Komput. Univ. Komput. Indones. BANDUNG*, pp. 10–46.
- [12] M. Nega, E. Susanti, and A. Hamzah, “Internet of Things (IoT) Kontrol Lampu RUMah Menggunakan Nodemcu dan ESP-12E berbasis Telegram Chatbot,” *J. Scr.*, vol. 7, no. 1, pp. 88–99, 2019.
- [13] B. Suhendar, T. D. Fuady, and Y. Herdian, “Rancang Bangun Sistem Monitoring dan

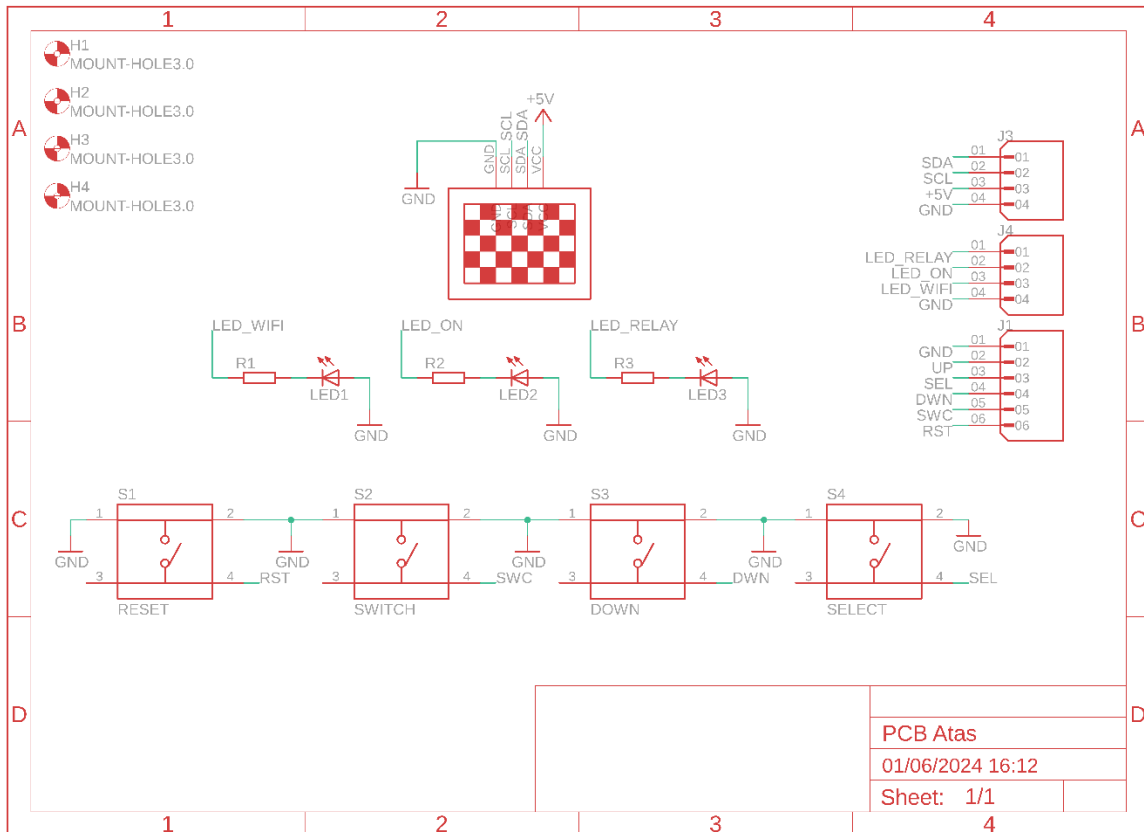
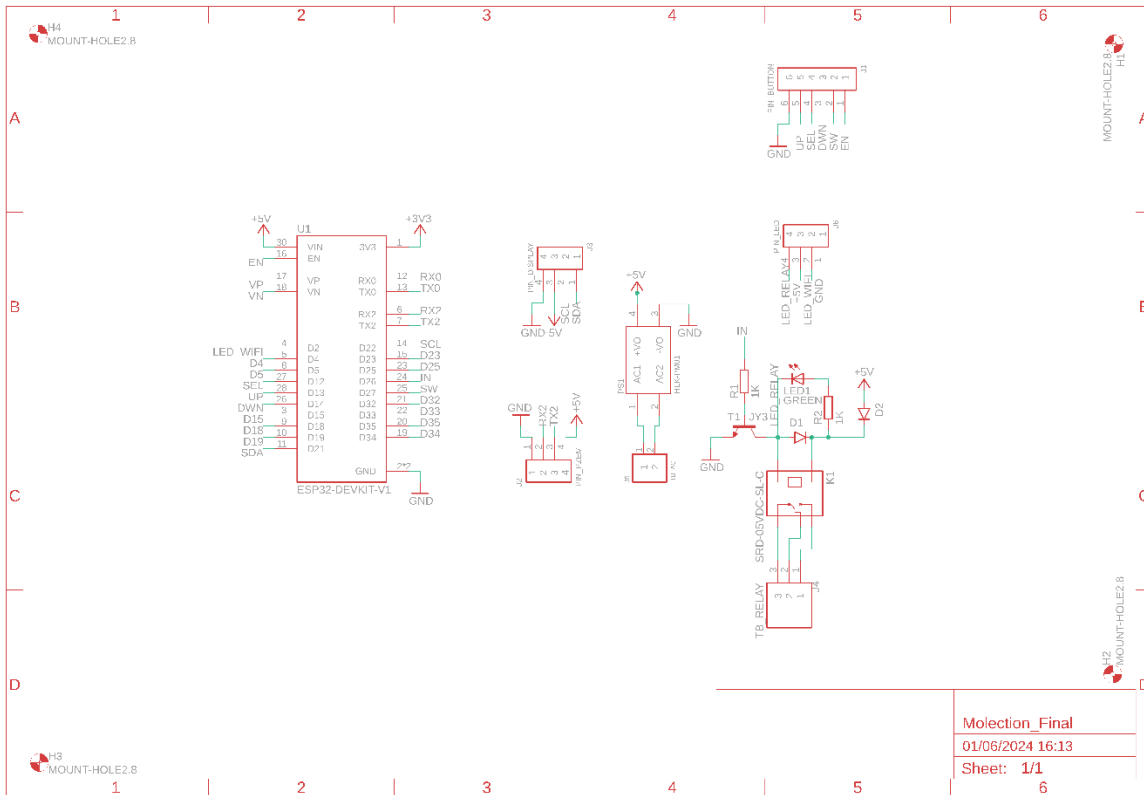
- Controlling Suhu Ideal Tanaman Stroberi Berbasis Internet of Things (IoT),” *J. Ilm. Sains dan Teknol.*, vol. 5, no. 1, pp. 48–60, 2020, doi: 10.47080/saintek.v5i1.1198.
- [14] A. Rosman, Risdaryana, E. Yuliani, and Vovi, “Karakteristik arus dan tegangan pada rangkaian seri dan rangkaian paralel dengan menggunakan resistor,” *J. Ilm. d’Computare*, vol. 9, pp. 40–43, 2019.
- [15] S. N. Hutagalung and M. Panjaitan, “Pembelajaran Fisika Dasar Dan Elektronika Dasar (Arus, Hambatan Dan Tegangan Listrik) Menggunakan Aplikasi Matlab Metode Simulink,” *J. Ikat. Alumni Fis. Unimed*, vol. 4, no. 3, pp. 29–33, 2018.
- [16] T. Nusa, “Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler,” *E-journal Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 4, no. 5, pp. 19–26, 2015.
- [17] B. Prayitno and P. Palupiningsih, “Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Persisteman Elektronik Rumah Tangga Berbasis Internet Of Things,” *Petir*, vol. 12, no. 1, pp. 72–80, 2019, doi: 10.33322/petir.v12i1.333.
- [18] S. Tandell and A. Jamadar, *Impact of Progressive Web Apps on Web App Development*. 2018. doi: 10.15680/IJIRISET.2018.0709021.
- [19] Nurwanto, “Penerapan Progressive Web Application (PWA) pada E-Commerce Implementation of Progressive Web Application (PWA) on E-Commerce,” *Techno.Com*, vol. 18, no. 3, pp. 227–235, 2019.
- [20] A. Faisol and S. Noertjahjono, “(SIPERDIT) Berbasis Progressive Web App (PWA) Faisol | Sidik,” *J. Mnemon.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–4, 2019.

LAMPIRAN – LAMPIRAN

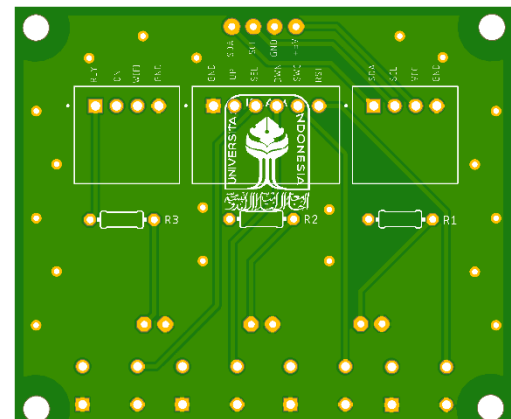
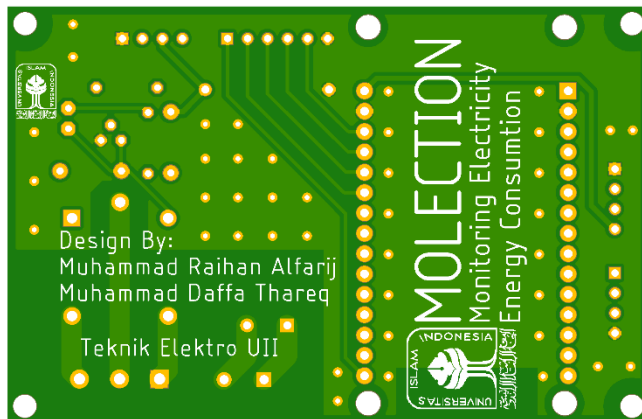
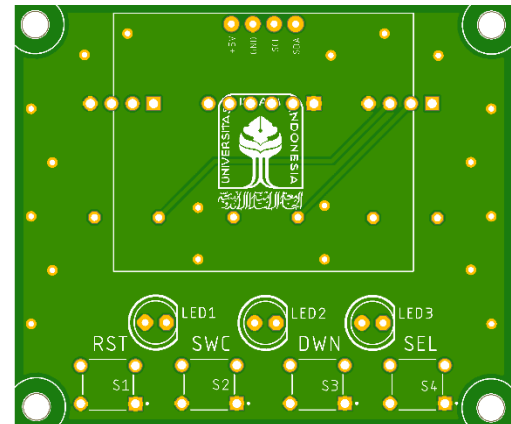
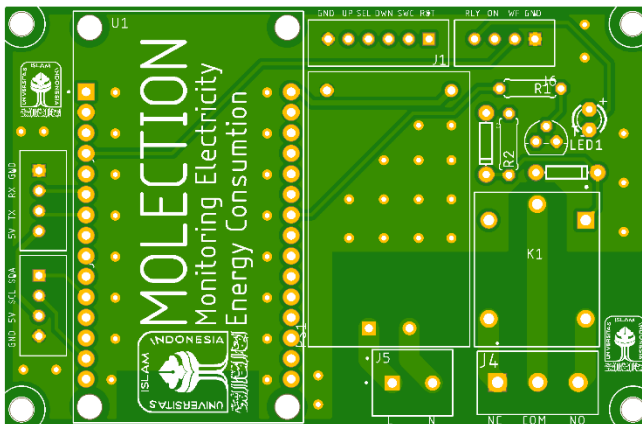
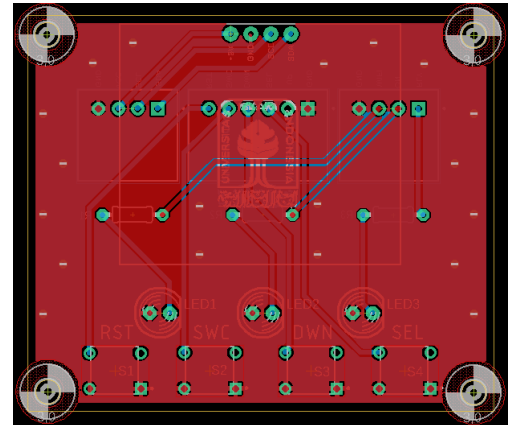
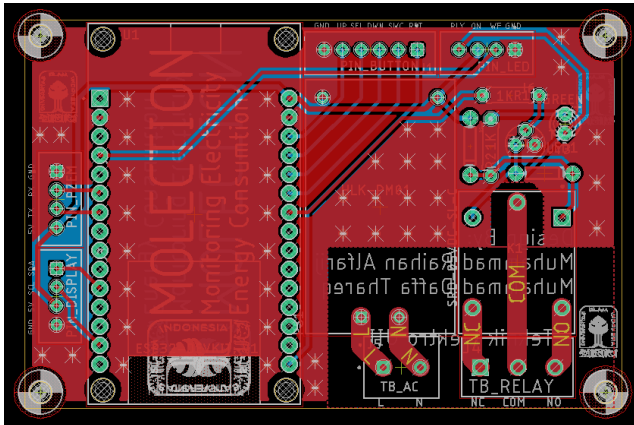
- Gambat Teknik Usulan 2



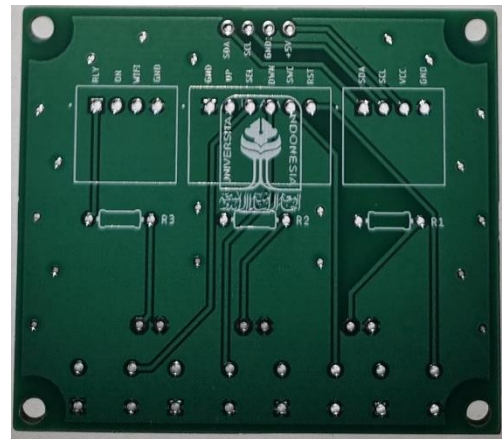
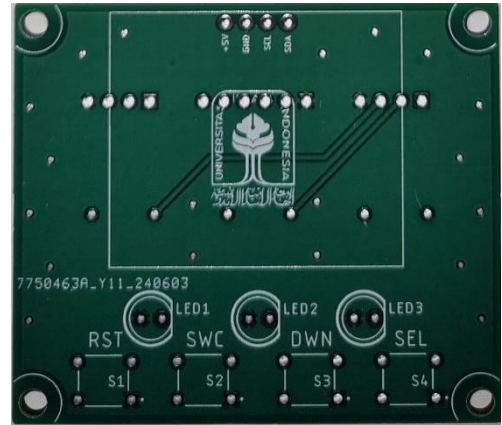
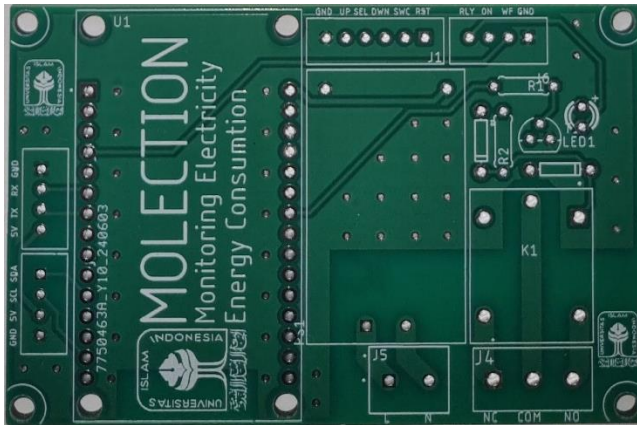
▪ Schematic PCB



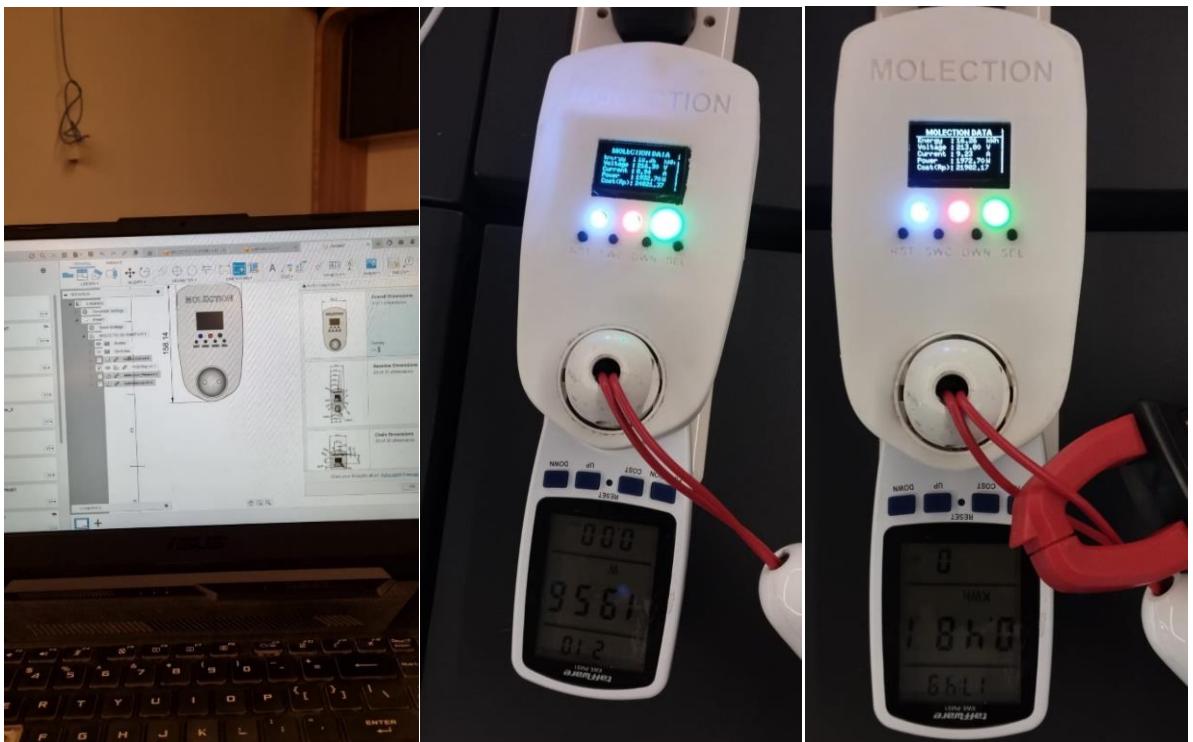
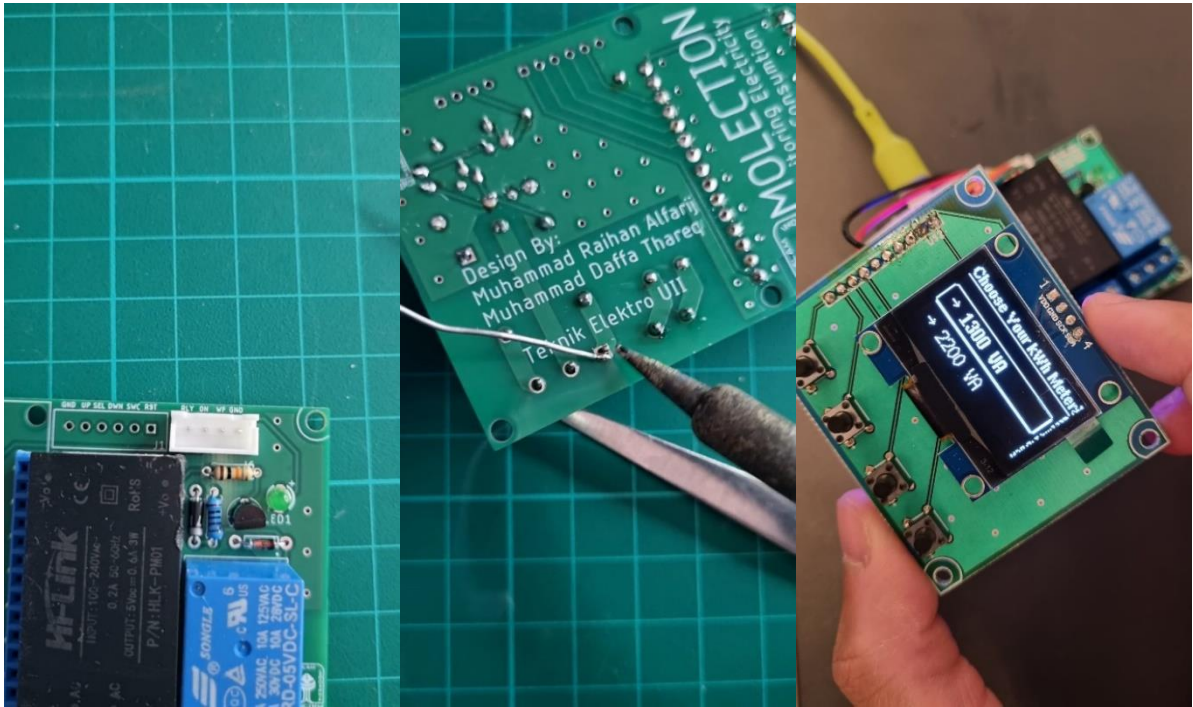
- Proses Desain PCB



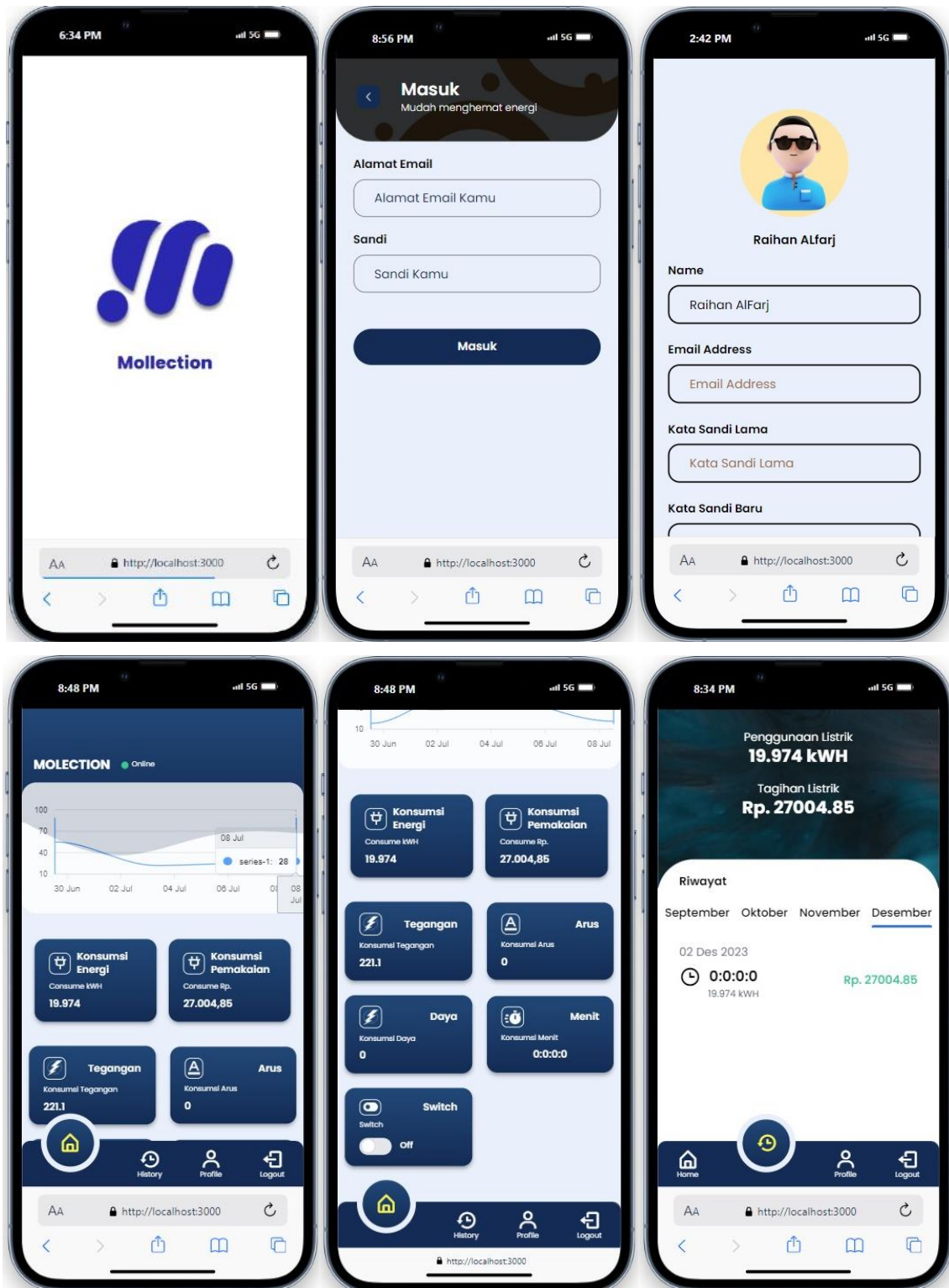
- Desain PCB Jadi



- Dokumentasi proses pengerjaan



- Tampilan Aplikasi Mollection



- *Datasheet Pzem-004t*

PZEM-004T V3.0 User Manual

Overview

This document describes the specification of the **PZEM-004T** AC communication module, the module is mainly used for measuring AC voltage, current, active power, frequency, power factor and active energy, the module is without display function, the data is read through the **TTL** interface.

PZEM-004T-10A: Measuring Range 10A (Built-in Shunt)

PZEM-004T-100A: Measuring Range 100A (external transformer)

1. Function description

1.1 Voltage

- 1.1.1 Measuring range: 80~260V
- 1.1.2 Resolution: 0.1V
- 1.1.3 Measurement accuracy: 0.5%

1.2 Current


- 1.2.1 Measuring range: 0~10A (**PZEM-004T-10A**) ; 0~100A (**PZEM-004T-100A**)
- 1.2.2 Starting measure current: 0.01A (**PZEM-004T-10A**) ; 0.02A (**PZEM-004T-100A**)
- 1.2.3 Resolution: 0.001A
- 1.2.4 Measurement accuracy: 0.5%

1.3 Active power

- 1.3.1 Measuring range: 0~2.3kW (**PZEM-004T-10A**) ; 0~23kW (**PZEM-004T-100A**)
- 1.3.2 Starting measure power: 0.4W
- 1.3.3 Resolution: 0.1W
- 1.3.4 Display format:
 - <1000W, it display one decimal, such as: 999.9W
 - ≥1000W, it display only integer, such as: 1000W
- 1.3.5 Measurement accuracy: 0.5%

Datasheet ANENG ST181 Digital Clamp Multimeter

MINI DIGITAL CLAMP-ON MULTIMETER
Operating instruction



OPERATION MANUAL

1. SAFETY INFORMATION
This Mini-sized digital clamp multimeter has been designed according to IEC61010 concerning electronic measuring instruments with an over voltage category (CAT II 600V) and Pollution degree 2.

⚠ WARNING
To avoid possible electric shock or personal injury, follow these guidelines:

- Do not use the meter if it is damaged. Before you use the meter, inspect the case. Pay particular attention to the insulation surrounding the connectors.
- Inspect the test leads for damaged insulation or exposed metal. Check the test leads for continuity. Replace damaged test leads before you use the meter.
- Do not use the meter if it operates abnormally. Protection may be impaired. When in doubt, have the meter serviced.
- Do not operate the meter around explosive gas, vapor, or dust. Do not apply more than the rated voltage, as marked on the meter, between terminals or between any terminal and earth ground.
- Before use, verify the meter's operation by measuring a known voltage.
- When measuring current, turn off circuit power before connecting the meter in the circuit.
- When servicing the meter, use only specified replacement parts.

Use with caution when working above 30V ac rms, 42V peak.

OPERATION MANUAL

1. SAFETY INFORMATION
This Mini-sized digital clamp multimeter has been designed according to IEC61010 concerning electronic measuring instruments with an over voltage category (CAT II 600V) and Pollution degree 2.

⚠ WARNING
To avoid possible electric shock or personal injury, follow these guidelines:

- Do not use the meter if it is damaged. Before you use the meter, inspect the case. Pay particular attention to the insulation surrounding the connectors.
- Inspect the test leads for damaged insulation or exposed metal. Check the test leads for continuity. Replace damaged test leads before you use the meter.
- Do not use the meter if it operates abnormally. Protection may be impaired. When in doubt, have the meter serviced.
- Do not operate the meter around explosive gas, vapor, or dust. Do not apply more than the rated voltage, as marked on the meter, between terminals or between any terminal and earth ground.
- Before use, verify the meter's operation by measuring a known voltage.
- When measuring current, turn off circuit power before connecting the meter in the circuit.
- When servicing the meter, use only specified replacement parts.

Use with caution when working above 30V ac rms, 42V peak.

or 60 dc. Such voltages pose a shock hazard.

- When using the probes, keep your fingers behind the finger guards on the probes.
- Connect the common test lead before you connect the live test lead. When you disconnect test leads, disconnect the live test lead first.
- Remove the test leads from the meter before you open the battery door.
- Do not operate the meter with the battery door or portions of the cover removed or loosened.
- To avoid false readings, which could lead to possible electric shock or personal injury, replace the batteries as soon as the low battery indicator ("⚡") appears.

2. INTRODUCTION
This manual provides all safety information, operation instruction, specifications and maintenance for the meter, which is compact, handheld, and battery operated.

This instrument performs AC/DC voltage, DC/AC Current, Resistance, Audible Continuity, Diode, Temperature measurements and Non-Contact ACV Detect (NCV) as well as Capacitance, Hz etc. It is an auto-ranging DMM with AC/DC current clamp meter function.

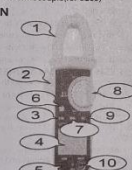
3. CAUTION
To avoid damage to the meter, don't apply input which exceeds the limits shown below. ⚠

Function	Terminals	Input Limits
DCV/ACV	VD & COM	600V DC or 600V rms AC
Ω	VD & COM	250V DC or rms AC
Hz	VD & COM	250V DC or rms AC

4. GENERAL CHARACTERISTICS
Display : 3/4 Digit, updates 2/sec.
Polarity Indication : "-" displayed automatically
Over-range Indication : "OL" displayed
Low Battery Indication : "⚡" displayed
Operation Temperature : 0°C to 40°C, less than 75%RH
Storage Temperature : -10°C to 50°C, less than 80%RH
Battery Type : (AAA size) 3.5Vx2PCS
Dimension(HxWxD) : 138x65x32mm with Jaw Open ψ 24mm
Weight : Approx. 133g
Accessories : Operator's Manual, Battery, Test Leads K-Type thermocouple(for 3269)

5. PANEL DESCRIPTION

- Transformer jaw
- Clamp trigger
- LCD backlight and value hold buttons
- LCD Display
- COM Input Terminal
- NCV LED Indication
- Manual range switching
- Function rotated switch
- Function Select button
- V, Ω , Hz Input Terminal



6. SPECIFICATIONS
Accuracy is guaranteed for 1 year 23°C±5°C less than 75%RH

6-1. AC VOLTAGE (Auto ranging)

Range	Resolution	Accuracy
4V	1mV	±(1.5% + 3d)
40V	10mV	
400V	100mV	
600V	1V	

Input Impedance: more than 10M Ω ; Frequency Range: 40 to 400Hz

6-2. DC VOLTAGE (Auto ranging)

Range	Resolution	Accuracy
400mV	0.1mV	±(1.5% + 5d)
4V	1mV	
40V	10mV	
400V	100mV	

Input Impedance: more than 10M Ω

6-3. RESISTANCE (Auto Ranging)

Range	Resolution	Accuracy
400 Ω	0.1 Ω	±(1.2% + 3d)
4K Ω	1 Ω	
40K Ω	10 Ω	
400K Ω	100 Ω	
4M Ω	1k Ω	
40M Ω	10k Ω	

Input Impedance: more than 10M Ω

6-4. AC CURRENT (Auto ranging)

Range	Resolution	Accuracy
40A	10mA	±(2.5% + 3d)
400A	100mA	

Measuring voltage drop: 200mV; Frequency Range: 40 to 400

6-5. FREQUENCY (Auto ranging)

Range	Resolution	Accuracy
10Hz~400kHz	1Hz	±(1.0% + 5d)
400kHz~4MHz	1kHz	±(2.0% + 5d)

Input Voltage Limit: Max250V(-4M Hz)

6-6. CAPACITANCE (Auto ranging)

Range	Resolution	Accuracy
1nF ~ 4 μ F	0.01n~0.01 μ F	±(2.5% + 10d)
4 μ F ~ 400 μ F	0.1 μ F	±(4.0% + 20d)
4mF	1 μ F	±(5.0% + 30d)

6-7. TEMPERATURE (only 3269)

Resolution	Accuracy
0~400°C	400~750°C
32~752°F	752~1382°F
0~750°C	1°C
32~1382°F	1°F

One Special Front LED Lighting for indication of over AC100V measurement without directly contact.

7. CONTROL BUTTON DESCRIPTION

7-1. HOLD AND LCD BACKLIT BUTTON (H/⚡)

- When you press this button briefly, LCD will show the last reading, and "H" symbol will appear till pushed again. Data holding will be cancelled automatically when the function switch is rotated.
- When you hold this button down for about 2 seconds, LCD will be backlit and lighting remains about 15 second before automatically turned off.

7-2. Manual range selection(REL)
Press this key briefly for manual range selection; Press and hold for about 2 seconds to deactivate.

7-3. Function select button(SET)

- This key is used to switch between (Ω) and (Hz)
- Ac and dc voltage switching(only 3269)

8. OPERATION INSTRUCTION

8-1. AC/DC VOLTAGE MEASUREMENT

- Connect the BLACK test lead to the COM jack and the RED to the V/D jack.
- Set the function switch at ACV or DCV position, connect test leads across the source or load under Measurement.
- Read LCD display. The polarity of RED test lead will be indicated when making a DC measurement.

8-2. RESISTANCE MEASUREMENT

- Connect the BLACK test lead to the COM jack and the RED to the V/D jack. (NOTE: The polarity of the RED lead is positive "+", and the BLACK is negative "-").
- Set the function switch at Ω position, and then Push "SEL" button to select Ω Mode, then the symbol " Ω " is shown on LCD.
- Connect test leads across the resistance under measurement, and then get the test readings on LCD.

NOTE:

1) For resistance above 2 M Ω or 4M Ω , the meter may take a few seconds to stabilize reading. This is normal for high resistance measuring.

2) When the input is not connected, i.e. at open circuit, the figure "OL" will be displayed under over-range condition.

3) When check in circuit resistance, be sure the circuit under test has all power removed and all capacitors are fully discharged.

8-3. AC CURRENT MEASUREMENT

- Set function/Range Switch to the AC (range).
- Press the trigger to open the transformer jaws. And clamp one conductor only if it is impossible to make measurements when two or three conductors are clamped at the same time.
- Display reading is showing the conductor AC current.

8-4. AUDIBLE CONTINUITY/DIODE TEST

- Connect the BLACK test lead to the COM jack and the RED to the V/D jack.
- Set the function switch at Ω position and push the button "SEL" or "H/⚡" is shown on LCD. Then the symbol "⚡" or "D" is shown on LCD.
- In continuity test, if the circuit resistance under test is lower than 50 Ω , built-in buzzer will sound.
- If diode test mode is selected, connect the RED and BLACK test leads to anode and cathodes of the diode under test separately. The forward voltage drop of diode will be displayed.

8-5. FREQUENCY TEST

- Connect the BLACK test lead to the COM jack and the RED test lead to the V/D Hz jack.
- Put the range selector at "Hz" position, and connect the test leads across the resistance under measurement.
- Take the reading from LCD.

Note:When test the high Frequency > 1MHz, the input Voltage must be less than 10V for getting the accurate value.

8-6. CAPACITANCE MEASUREMENT

- Connect the BLACK test lead to the COM jack and the RED test lead to the V/D jack.
- (Note: The polarity of the RED test lead is "+") Put the range selector at Ω position, and connect the test leads across the Capacitor under measurement. Disconnect the capacitor with the outer power source.
- Check if the "F" mark on the LCD. If not, push the "SET" button one or more times until shown.
- Take the reading from LCD. When test the large capacitor, it's normal to take more time for getting the values on LCD.

NOTE: Make sure of discharging all the capacitor's electricity completely before measurements.

8-7. TEMPERATURE MEASUREMENT(only 3269)

- Set the function range switch at the "C" position.
- Make sure the polarity of the thermocouple correct, put the Black pin terminal of the K-type thermocouple sensor into the COM jack and the RED pin terminal into the V/D/C jack.
- Set the working end (testing end) on or inside the object under test.
- The value of the temperature is shown on the display in degree centigrade (°C).


NOTE:

- The testing temperature is displayed automatically when the thermocouple sensor is put into the testing holes.
- The surrounding temperature is shown when the circuit of the sensor is cut off.
- The limit temperature measured by the thermocouple given

▪ **Datasheet Taffware KWE-PM01**

The energy meter is used to measure the power consumption of household appliances and calculate electricity costs. The product has a built-in rechargeable battery. If it is newly purchased or not used for a long time, please plug it in to charge it. When the display and key response are abnormal, you can press the "RESET" button to reset the system. After resetting, you need to reset the parameters.


I. LCD




① Time display bar;
 ② V/A/W/KWh value;
 ③ POWER FACTOR/Hz/COST/KWh value;
 ④ V: Voltage;
 A: Electricity;
 (KWh)/slowly hour; Electricity Consumption;
 W: Power;
 OVERLOAD: Power Overload Reminder
 ⑤ POWER FACTOR: Active Power and Apparent Power Ratio;
 Hz: AC Frequency;
 DAY: Cumulative Electricity Consumption Days;
 COST: Cumulative Amounts of Electricity Consumption;
 kWh: Cumulative Electricity Consumption;
 COST/KWh: Unit Price of Electricity.

II Instructions


1. Press the Function button to view the detection results, and the pages are displayed as follows:




Page 1:
 ① Running Time: Cumulative Running Time of Electrical Appliances, after 24 Hours, DAY + 1;
 ② Current Power: the Actual Power of the Electrical Appliance Connected to it, Unit: W;
 ③ Cumulative Electricity Bill: Costs consumed to date, Unit: Cost.




Page 2:
 ① Run Time
 ② Cumulative Electricity Consumption: Cumulative Electricity Consumption up to now, Unit is KWh;
 ③ Accumulated time: the cumulative number of days the appliance has been running, Unit: DAY.




Page 3:
 ① Run Time
 ② Grid Voltage: Current Real-time Voltage of the Grid, Unit: V;
 ③ Grid Frequency: Grid AC Frequency, Unit: HZ.




Page 4:
 ① Run Time
 ② Real-time Current: the Real-time Current of the Electrical Appliance Connected to it, Unit A;
 ③ Power Factor: the Power Factor of the Electrical Appliance Connected to it.



Page 5:
 ① Run Time
 ② Minimum Power: the Minimum Power Recorded during Operation, Unit: W.



Page 6:
 ① Run Time
 ② Maximum Power: the Maximum Power Recorded during Pperation, Unit: W.



Page 7:
 ① Run Time
 ③ Unit Price of Electricity: Set Unit Price, Unit COST/KWh

2. Unit Price of Electricity
 Unit price view
 Press the "COST" button to quickly check the current unit price of electricity bill

Unit price setting
 Long press "COST" button to enter unit price setting.
 Press the "FUNCTION" key to select the setting position.
 Press "UP key" or "DOWN key" to adjust the value.
 Press the "COST" key to confirm and exit the setting.

III. Display range

Voltage: 0.0 V ~ 9999 V
 Current: 0.000A ~ 65.00A
 Power: 0.0W ~ 9999W
 Frequency: 0 ~ 9999Hz
 Power factor: 0.00 ~ 1.00
 Electricity: 0.000KWH ~ 9999KWH
 Unit price: 0.00 ~ 99.99
 Amount of electricity fee: 0.00 ~ 9999
 Overload alarm: When the current exceeds 16A or the power exceeds 3680W, the "OVERLOAD" icon flashes.
 When the detected power value is less than 1.0W, it is regarded as local power consumption, and the time is not accumulated.

IV. Specifications

Working voltage: 180VAC~250VAC
 Voltage frequency: 47Hz~63Hz

Working temperature: 0~40°C
 Working current: ≤16A
 Measurement accuracy: ±2%

**TABEL PERBAIKAN
LAPORAN AKHIR CAPSTONE**

MAHASISWA #1 : 20524025 Muhamad Daffa Thareq Ar Rizky
MAHASISWA #2 : 20524188 Muhammad Raihan Alfarij
JUDUL/TOPIK : Monitoring Konsumsi Energi Listrik Pada Kamar Kos Berbasis IoT dan Progressive Website Apps

No	Saran penguji	Perbaikan oleh mahasiswa	Halaman	Status
1	Nama alat (Molection) bisa dimasukkan dalam judul	Molection : Monitoring Konsumsi Energi Listrik Pada Kamar Kos Berbasis IoT dan Progressive Website Apps	Judul	Approved ▾
2				Not started ▾
3				Not started ▾
4				Not started ▾
5				Not started ▾
6				Not started ▾
7				Not started ▾
8				Not started ▾
9				Not started ▾
10				Not started ▾

Yogyakarta, 19 Juli 2024

Menyetujui,
Penguji



(Firmansyah Nur Budiman, S.T., M.Sc., Ph.D.)