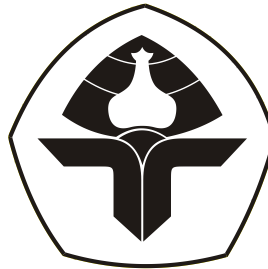


LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

**RANCANG BANGUN ALAT PEMANTAUAN
PENGUNAAN ENERGI LISTRIK PADA KWH
METER SATU FASA BERBASIS IoT (INTERNET of
THINGS)**



Oleh:

I Nyoman Yogiswara Ariputra

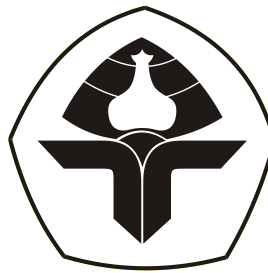
NIM. 2015313065

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2023**

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII

Diajukan Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III

**RANCANG BANGUN ALAT PEMANTAUAN
PENGUNAAN ENERGI LISTRIK PADA KWH
METER SATU FASA BERBASIS IoT (INTERNET of
THINGS)**



Oleh:

I Nyoman Yogiswara Ariputra

NIM. 2015313065

**PROGRAM STUDI DIII TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2023**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN ALAT PEMANTAUAN PENGGUNAAN
ENERGI LISTRIK PADA KWH METER SATU FASA BERBASIS
IoT (INTERNET of THINGS)

Oleh:

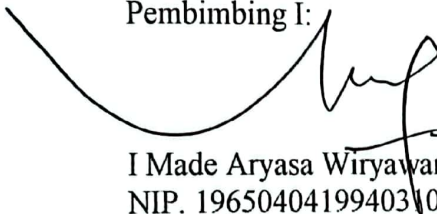
I Nyoman Yogiswara Ariputra

NIM. 2015313065

Tugas Akhir ini Diajukan untuk
Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III
di
Program Studi DIII Teknik Listrik
Jurusan Teknik Elektro – Politeknik Negeri Bali

Disetujui Oleh:

Pembimbing I:



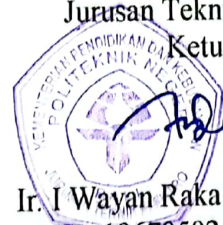
I Made Aryasa Wiryawan, S.T., M.T.
NIP. 196504041994031003

Pembimbing II:



I Ketut Darminta, S.ST., M.T.
NIP. 197112241994121001

Disahkan Oleh
Jurusan Teknik Elektro
Ketua



Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T.
NIP. 196705021993031005

**LEMBAR PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Nyoman Yogiswara Ariputra
NIM : 2015313065
Program Studi : Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro
Jenis Karya : Tugas Akhir

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Bali Hak **Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul RANCANG BANGUN ALAT PEMANTAUAN PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK PADA KWH METER SATU FASA BERBASIS IoT (INTERNET of THINGS).

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Politeknik Negeri Bali berhak menyimpan, mengalih media atau mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bukit Jimbaran, 28 Agustus 2023

Yang menyatakan



(I Nyoman Yogiswara Ariputra)

LEMBAR PERNYATAAN PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : I Nyoman Yogiswara Ariputra
NIM : 2015313065
Program Studi : Teknik Listrik
Jurusan : Teknik Elektro

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Laporan Tugas Akhir berjudul RANCANG BANGUN ALAT PEMANTAUAN PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK PADA KWH METER SATU FASA BERBASIS IoT (INTERNET of THINGS) adalah betul-betul karya sendiri dan bukan menjiplak atau hasil karya orang lain. Hal-hal yang bukan karya saya, dalam Tugas Akhir tersebut diberi tanda citasi dan ditunjukkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan Tugas Akhir dan gelar yang saya peroleh dari Tugas Akhir tersebut.

Bukit Jimbaran, 28 Agustus 2023

Yang menyatakan


(I Nyoman Yogiswara Ariputra)

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul “Rancang Bangun Alat Pemantauan Penggunaan Energi Listrik Pada Kwh Meter Satu Fasa Berbasis Iot (Internet Of Things)” ini dengan baik dan selesai tepat pada waktunya. Penyusunan Proyek akhir ini disusun untuk diajukan sebagai salah satu persyaratan kelulusan Program Pendidikan Diploma III pada Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.

Di dalam penyusunan Tugas Akhir ini, tak luput dari bimbingan dan dukungan berbagai pihak, hambatan-hambatan tersebut dapat penulis atasi sedikit demi sedikit. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.eCom selaku Direktur Politeknik Negeri Bali
2. Bapak Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro di Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak I Made Ariyasa Wiryawan, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik dan Dosen Pembimbing Utama penulis yang banyak memberikan masukan dan bimbingan dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak I Ketut Darminta, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping penulis yang banyak memberikan bimbingan dalam penyusunan tugas akhir ini
5. Bapak / Ibu Dosen dan Instruktur Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan pengarahan dan dukungan dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Keluarga, teman-teman, serta semua pihak yang telah turut memberikan dukungan dan motivasinya.

Di samping itu, penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Hal ini dapat diibaratkan “*tak ada gading yang tak retak*”. Oleh sebab itu, penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan-kesalahan di dalam penulisan laporan ini. Dengan rampungnya Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa Politeknik Negeri Bali khususnya, dan pembaca pada umumnya.

Bukit Jimbaran, 2022

Penulis

ABSTRAK

**I Nyoman Yogiswara Ariputra
Rancang Bangun**

Rancang Bangun Alat Pemantauan Penggunaan Energi Listrik Pada kWh Meter Satu Fasa Berbasis IoT (Internet of Things)

Energi listrik menjadi kebutuhan utama masyarakat pada umumnya. Penggunaan energi listrik dicatat oleh PLN menggunakan kWh meter, namun kWh meter PLN hanya menampilkan data penggunaan secara akumulatif. Pada era teknologi 4.0, kemajuan teknologi memudahkan manusia dalam berbagai bidang. Oleh karena itu maka dirancanglah sebuah alat yang mampu memantau penggunaan energi listrik harian dan menyimpan data hasil pemantauan pada aplikasi Google Sheet. Dengan menggunakan sensor Pzem-016 dan Mikrokontroler ESP 32 sebagai komponen utama alat, maka alat tersebut dapat memantau beberapa besaran kelistrikan diluar penggunaan energi. Berdasarkan hasil uji coba, alat yang diberi nama E-CATER tersebut dapat memantau arus, tegangan, daya dan energi listrik. Selisih pengukuran pada E-CATER dengan alat ukur konvensional yaitu 7,176% untuk pengukuran energi, 0,336396% untuk pengukuran tegangan, dan 5,3696% untuk selisih pengukuran arus. Penggunaan LCD TFT 2,4” pada alat ini juga dapat menampilkan data berupa Tegangan, Arus, Daya dan Energi secara waktu nyata

Kata Kunci : Pemantauan Energi Listrik, Sensor Pzem-016 , Mikrokontroler ESP-32, Internet of Things (IoT)

ABSTRACT

**I Nyoman Yogiswara Ariputra
Design and Development**

Design and Development of Electical Energy Usage Monitoring Devices on Single Phase kWh Meters Based on IoT (Internet of Things)

Electrical energy is the main need of society in general. The use of electrical energy is recorded by PLN using a kWh meter, but the PLN kWh meter only displays cumulative usage data. In the era of technology 4.0, technological advances make it easier for humans in various fields. Therefore, a tool was designed that is able to monitor daily electricity usage and store monitoring data on the Google Sheet application. By using the Pzem-016 sensor and ESP 32 Microcontroller as the main components of the tool, the tool can monitor several electrical quantities apart from energy use. Based on the test results, the tool named E-CATER can monitor current, voltage, power and electrical energy. The difference in measurements on the E-CATER with conventional measuring instruments is 7.176% for energy measurements, 0.336396% for voltage measurements, and 5.3696% for current measurement differences. The use of a 2.4” TFT LCD on this tool can also display data in the form of Voltage, Current, Power and Energy in real time

Keywords: Electrical Energy Usage Monitoring, Pzem-016 Sensor, ESP-32 Microcontroller, Internet of Things (IoT)

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR DIII	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PERNYATAAN PLAGIARISME.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Perumusan Masalah	I-2
1.3 Batasan Masalah	I-2
1.4 Tujuan	I-2
1.5 Manfaat	I-3
1.6 Sistematika Penulisan.....	I-3
BAB II LANDASAN TEORI	II-1
2.1 Karakteristik Sumber Listrik PLN	II-1
2.2 kWh Meter PLN.....	II-1
2.3 Daya Listrik.....	II-2
2.3.1 Daya Semu	II-3
2.3.2 Daya Nyata.....	II-3
2.3.3 Daya Reaktif.....	II-4
2.4 Energi Listrik	II-4
2.5 Mikrokontroler	II-5
2.5.1 ESP 32.....	II-6
2.6 Sensor.....	II-6
2.6.1 Pzem-016	II-7
2.7 LCD-TFT 2.4”	II-8
2.8 Arduino IDE.....	II-9
2.9 Google Sheet	II-10
BAB III METODOLOGI	III-1
3.1 Teknik Pengumpulan Data.....	III-1
3.1.1 Studi Literatur	III-1

3.1.2	Teknik Observasi	III-1
3.1.3	Pengujian Alat	III-1
3.2	Sumber Data	III-1
3.2.1	Data Primer	III-1
3.2.2	Data Sekunder	III-1
3.3	Rancang Bangun Alat	III-1
3.3.1	Deskripsi Alat	III-1
3.3.2	Rancang Bangun Alat	III-2
3.3.3	Komponen Yang Digunakan	III-2
BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA		IV-1
4.1	Proses Pembuatan Alat	IV-1
4.1.1	Proses Perakitan Alat	IV-2
4.1.2	Proses Penyempurnaan Alat	IV-4
4.2	Cara Kerja Alat	IV-5
4.3	Pengujian	IV-6
4.3.1	Pengukuran Energi Listrik dengan Perbandingan Kwh Meter Analog	IV-7
4.3.2	Pengukuran Tegangan dengan Perbandingan AVO Meter	IV-9
4.3.3	Pengukuran Arus dengan Perbandingan Tang Amper	IV-9
4.3.4	Pengujian Tampilan E-Cater pada LCD TFT 2,4"	IV-10
4.3.5	Pengujian Tampilan E-Cater pada Aplikasi GoogleSheet	IV-11
BAB V PENUTUP		V-1
5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-1
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Konfigurasi Pin LCD TFT 2,4”	II-8
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan yang digunakan	III-3
Tabel 4. 1 Tabel Koneksi Komponen	IV-2
Tabel 4. 2 Tabel Pengukuran Energi Dengan Menggunakan kWh Meter Analog	IV-7
Tabel 4. 3 Tabel Perbandingan Pengukuran Energi kWh Meter Analog dengan E-Cater	IV-8
Tabel 4. 4 Tabel Perbandingan Pengukuran Tegangan AVO Meter dengan E-Cater .	IV-9
Tabel 4. 5 Tabel Perbandingan Pengukuran Arus Tang Ampere dengan E-Cater	IV-10
Tabel 4. 6 Tabel Tampilan Data Pada LCD TFT 2,4”	IV-11

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 kWh Meter Satu Fasa	II-1
Gambar 2. 2 Mikrokontroler ESP 32	II-6
Gambar 2. 3 Sensor PZEM 016	II-7
Gambar 2. 4 LCD TFT 2,4 “	II-8
Gambar 2. 5 Tampilan Aplikasi Arduino IDE.....	II-9
 Gambar 3. 1 Diagram Blok Prototipe Alat	III-2
Gambar 3. 1 Instalasi Pengawatan Sistem Kerja Alat	III-2
 Gambar 4. 1 Diagram Flowchart Proses Pembuatan Alat	IV-1
Gambar 4. 2 Tampilan Ilustrasi 2 Dimensi Prespektif dengan Ukuran	IV-2
Gambar 4. 3 Tampilan Ilustrasi 3 Dimensi.....	IV-2
Gambar 4. 4 Dokumentasi Proses Perakitan Alat.....	IV-3
Gambar 4. 5 Dokumentasi Proses Pemrograman Utama.....	IV-4
Gambar 4. 6 Dokumentasi Proses Pemrograman Sensor Pzem.....	IV-4
Gambar 4. 7 Hasil Alat E-CATER dengan Simulasi Pemsangan Pada Pelanggan	IV-5
Gambar 4. 8 Diagram Flowchart Prototipe Alat.....	IV-6
Gambar 4. 9 Tampilan Data pada LCD TFT	IV-11
Gambar 4. 10 Tampilan Data pada Aplikasi GoogleSheet	IV-12

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Program E-CATER	L-1
Lampiran 2 Dokumentasi Pengambilan Data Energi Listrik Pada kWh Meter Analog	L-17

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini listrik sudah menjadi kebutuhan wajib bagi masyarakat pada umumnya. Sebagian besar peralatan yang digunakan manusia sudah memakai listrik sebagai sumber energinya, mulai dari peralatan rumah tangga, perkantoran, industri, dan lain sebagainya. Seperti yang telah diketahui, bahwa energi listrik yang selama ini digunakan oleh masyarakat luas, khususnya di Indonesia dapat dilihat melalui kWh meter yang didistribusikan oleh PLN. Saat ini kWh meter hanya menampilkan jumlah energi yang terpakai secara kumulatif, yang berarti tidak dapat menampilkan informasi tentang berapa besar energi listrik yang digunakan secara *real-time*. Selain itu, jika hendak melihat berapa banyak energi listrik yang terpakai, pengguna harus melihat secara langsung ke kWh meternya, padahal saat ini teknologi dan informasi sudah berkembang begitu pesat sehingga segala apapun bisa diakses melalui media gawai. Pada abad ke-21 yang saat ini sedang gencar-gencarnya dibicarakan oleh dunia, yaitu dimulainya era revolusi industri 4.0, yang sederhananya ialah penerapan teknologi cerdas dalam berbagai bidang kehidupan manusia. Dengan didukung era perkembangan teknologi yang semakin pesat pada abad ke 21 ini, maka sesuatu yang dulunya tidak mungkin, sekarang telah menjadi mungkin.

Dengan perkembangan teknologi yang sudah maju maka penulis menciptakan sebuah rancang bangun alat dengan judul “Rancang Bangun Alat Pemantauan Penggunaan Energi Listrik Pada kWh Meter Satu Fasa Berbasis IoT (Internet of Things)”. Alat ini akan menggunakan sensor Pzem 016 sebagai sensor tegangan, arus, daya dan energi listrik yang digunakan, untuk pengumpulan data penggunaan energi listrik setiap harinya akan menggunakan aplikasi Google Sheet.

Adapun prototipe alat diharapkan memberikan manfaat yang lebih nyata dan spesifik, yaitu pelanggan dapat mengetahui penggunaan energi listrik harian selama alat ini diuji coba, dapat mengetahui apakah peralatan, spesifikasi juga energi yang digunakan sebanding dengan hasil uji alat, untuk memastikan tidak terjadi kebocoran arus listrik pada bangunan rumah tinggal, serta dapat memberikan inspirasi pada para peneliti lainnya untuk juga memulai penelitian dibidang IoT ketenagalistrikan yang fungsinya bisa diterapkan pada smart-home atau smart-office.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, permasalahan dalam tugas akhir ini sebagai berikut:

- a. Bagaimanakah merancang alat pemantauan penggunaan energi listrik pada kWh meter satu fasa berbasis *IoT (Internet of Things)*?
- b. Bagaimana sistem pengumpulan data menggunakan aplikasi Google Sheet untuk menjadi penunjang kegiatan audit energi listrik?
- c. Berapa besaran pengukuran listrik yang dapat dimonitoring oleh prototipe alat ini?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan, maka pembahasan dalam penelitian ini dibatasi hanya meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a. Menggunakan Pzem-016 sebagai sensor arus, tegangan, daya nyata, dan energi listrik.
- b. Menggunakan mikrokontroler ESP 32 sebagai modul wifi.
- c. Menggunakan sumber listrik dari PLN sebagai supply daya ke prototipe alat.
- d. Menggunakan platform Google Sheet sebagai media penampilan data hasil pembacaan sensor dan sebagai media penyimpanan riwayat pembacaan sensor.
- e. Alat hanya digunakan untuk pelanggan rumah tangga dengan listrik satu fasa.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan dalam penulisan tugas akhir ini adalah untuk:

- a. Dapat merancang alat pemantauan penggunaan energi listrik pada kWh meter satu fasa berbasis IoT (Internet Of Things).
- b. Dapat membuat sistem pengumpulan data melalui aplikasi Google Sheet dan menjadi penunjang kegiatan audit energi listrik.
- c. Dapat mengetahui besaran arus, tegangan, daya, dan energi listrik yang dimonitoring oleh alat ini secara waktu nyata.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dengan diadakannya penelitian ini yaitu:

a. Bagi Mahasiswa

Untuk mengaplikasikan dan membandingkan teori-teori yang diperoleh saat proses perkuliahan dan mengembangkan ilmu-ilmu lainnya dibidang teknologi khususya IoT dan dapat merancang alat yang digunakan sebagai monitoring penggunaan daya listrik.

b. Bagi Politeknik Negeri Bali

Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan tambahan kepustakaan dan referensi bagi mahasiswa yang akan melakukan penelitian lebih lanjut. Penelitian ini diharapkan menambah pembendaharaan penelitian dalam rangka pengembangan pendidikan dan penyempurnaan materi perkuliahan khususnya Program Studi D3 Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali dalam menciptakan lulusan yang terampil dan profesional di bidangnya.

c. Bagi Masyarakat

Penelitian ini diharapkan memberi manfaat kepada masyarakat luas yaitu untuk memantau penggunaan energi listrik pada rumah tinggal untuk selanjutnya dapat diaudit berdasarkan data yang sudah terkumpul.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : Memuat tentang Pendahuluan tugas akhir yang meliputi Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan, Manfaat dan Sistematika Penulisan tugas akhir.

BAB II : Memuat tentang Landasan Teori yang meliputi berbagai teori-teori sebagai penunjang dan pendukung dalam penyusunan tugas akhir

BAB III : Memuat tentang Perencanaan dan pengujian komponen yang akan menjelaskan keseluruhan tentang desain rancangan, pemeriksaan masing-masing komponen, serta metodologi yang digunakan dalam tugas akhir ini.

BAB IV : Memuat tentang langkah-langkah Deskripsi Kerja, pengujian dan analisis dari proses pembuatan Alat Pemantauan Penggunaan Energi Listrik berbasis IoT (Internet of Things).

BAB V : Memuat tentang Penutup yang berisi kesimpulan dari pengujian sistem yang sudah dianalisa dengan kinerja sistem, serta memuat saran-saran tentang pengembangan lebih lanjut tugas akhir ini

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijabarkan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat pemantauan penggunaan energi listrik pada kWh meter satu fasa berbasis IoT (Internet of Things) dapat dibuat sesuai dengan perancangan dengan menggunakan sensor Pzem 016 sebagai sensor data kelistrikan dan ESP32 yang dapat mengirimkan data menggunakan wifi sehingga data yang ada dapat terkumpul dalam aplikasi yang berbasis SpreadSheet yaitu GoogleSheet.
2. Berdasarkan hasil pengukuran hasil persentase selisih pengukuran energi listrik adalah 7,176%, toleransi <10% sesuai SPLN D5.012:2021.
3. Untuk arus listrik memiliki selisih yang lebih kecil yaitu 5,3696%, dengan selisih yang dapat dikatakan kecil maka E-CATER dikatakan baik.
4. Pengukuran terakhir adalah pengukuran tegangan kerja listrik, pengukuran ini memiliki selisih terkecil yaitu hanya diangka 0,336396% dengan angka yang <1% alat ini dikategorikan sangat baik.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijabarkan, adapun saran yang dapat penulis sampaikan adalah sebagai berikut:

1. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut yang bertujuan untuk mengetahui tingkat eror dari alat E-CATER dan proses pengukuran sensor Pzem 016 untuk mendukung pengumpulan data Energi Listrik.
2. Perlu dikembangkan menggunakan baterai cadangan agar sistem dapat menyimpan data pengukuran ketika terjadi pemadaman sehingga data tidak hilang.
3. Menambahkan fitur untuk menampilkan data penggunaan bulanan atau mingguan sehingga dapat langsung dilihat pada layar tanpa mengakumulasi data pada spreadsheet
4. Untuk lingkup yang lebih luas, maka dapat dibangun aplikasi independen yang lebih handal serta memiliki fitur yang lebih lengkap untuk melakukan pemantauan penggunaan energi listrik jarak jauh

5. Ditambahkan sistem pengamanan apabila terjadi hubung singkat atau arus lebih, agar sensor atau prototipe secara keseluruhan tidak rusak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mengko, A.,A., & Lisi, F. (2016). Rancang Bangun Sistem Fleksible ATS (Automatic Transfer Switch) Berdeasarkan Perubahan Arus Pada Instalasi Listrik Kapal Berbasis Microcontroller. Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, 5(2)
- [2] Putra, M. F., Kridalaksana, A. H., & Arifin Z., (2017). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG dengan Sensor MQ-6 Berbasis Mikrokontroler Melalui Smarthphone Android Sebagai Media Informasi.
- [3] Anwar, S., Artono T., Nasrul, Nasrul., Dasrul, D., & Fadil, A.(2020, February) Pengukuran Energi Listrik Berbasis Pzem-004t. In Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe (Vol. 3, No. 1, P.272).
- [4] Artikelteknologi.com “Pengertian Daya Semu, Daya Nyata, dan Daya Reaktif” 21 Mei 2015. <http://artikel-teknologi.com/pengertian-daya-semu-daya-nyata-daya-reaktif/reaktif/>.
- [5] Verel Bramasta Aulia Adam, “Rancang Bangun Alat Pemantauan Data Kelistrikan Jarak Jauh Dengan IOT (Internet of Things) Di BBMKG Wilayah III Denpasar” Politeknik Negeri Bali, 2020.
- [6] PT. PLN Persero, “Teori Dasar kWh”, Pusat Pendidikan dan Pelatihan.
- [7] AI Muliadi, “Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan ESP32” Universitas Negeri Malang, 2020.
- [8] Alvin Surya A, “Rancang Bangun *Prototype* Pintu Geser Otomatis Menggunakan Sensor Suhu Berbasis Arduino” Politeknik Negeri Bali, 2021.
- [9] Fariz Perdana, dkk, “Pemanfaatan Aplikasi Smarthphone Google Spreadsheet dan Google Drive Sebagai Pengolahan Data dan Media Penyimpanan” Banten, 2021.
- [10] Mochamad Darwis, “Penambahan Fitur LCD dan Micro SD Card Reader pada Mesin Laser Engraver and Cutter di Laboratorium Penemudian Listrik” Universitas Diponegoro, 2020.
- [11] PT. PLN (Persero) “SPLN D5.012:2021 Pengelolaan Alat Ukur Transaksi Energi PLN” Jakarta Selatan: PT. PLN (Persero), 2021.