

# Rancang Bangun Alat *Monitoring* dan Pembatas Konsumsi Energi Listrik

\*Amelia Dwi Lestari<sup>1</sup>, Vicky Prasetya<sup>2</sup>, Muhammad Yusuf<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi D3 Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Negeri Cilacap

Jl. Dr. Soetomo, No. 1, Sidakaya, Cilacap

<sup>1</sup>ameliadw.listrikpnc@gmail.com

<sup>2</sup>vickyprasetya@gmail.com

<sup>3</sup>muhamad.yusuf.1986@gmail.com

**Abstrak—** Alat pemantau energi adalah alat yang digunakan untuk memantau arus, tegangan dan daya listrik. Sebagian besar orang belum mengenal teknologi ini dan saat ini tidak ada fitur untuk membatasi penggunaan energi listrik. Pembuatan alat pemantau energi bertujuan untuk mengatasi masalah penggunaan energi yang berlebihan dengan menciptakan perangkat pemantauan serta pengatur batas konsumsi energi listrik. Perangkat ini mampu memantau penggunaan arus, voltase, daya, dan energi, dan pengguna dapat mengatur konsumsi energinya melalui aplikasi seluler. Alat ini menggunakan modul bluetooth yang dapat dikontrol dengan mudah oleh pengguna. Beberapa komponen utama untuk membuat alat ini adalah Arduino Mega 2560, PZEM-004T. Pada hasil pengujian alat pemantau energi diperoleh pembacaan multimeter dan pengukuran PZEM dengan tegangan rata-rata 0,88 V, dengan selisih rata-rata 0,31 A pada pengukuran arus.

**Kata kunci:** Pemantau Energi, Pembatas Energi, Arduino Mega 2560, Sensor PZEM-004T.

*Abstract— An energy monitoring device is a tool for monitoring electrical current, voltage and power. Most people are not familiar with this technology and currently there is no function to limit the use of electricity. The goal of creating an energy monitoring tool is to combat excessive energy use by creating a monitoring device that limits power consumption. The device can monitor current, voltage, power and energy usage, and users can manage their energy consumption through a mobile app. The device uses a Bluetooth module that users can easily use. Several key components are required to build this kit, including an Arduino Mega 2560, PZEM-004T. The test results of the energy monitoring device provided information on multi-measurements and PZEM measurements with an average voltage of 0.88 V, an average current measurement difference of 0.31 A.*

**Keywords:** Monitoring Energy, Energy Limiter, Arduino Mega 2560, PZEM-004T Sensor.

\* penulis korespondensi

## I. PENDAHULUAN

Kebutuhan rumah tangga dalam masyarakat modern meliputi peralatan listrik seperti televisi, AC, kipas angin, kulkas, lampu, mesin cuci dan pompa air, yang telah menjadi bagian dari kehidupan manusia [1][2][3][4]. Masalah umum dengan penggunaan listrik rumah saat ini adalah pengisian yang berlebihan dan tagihan listrik prabayar yang tidak terkendali untuk penggunaannya. Kenaikan Tarif Dasar Listrik (TDL) setiap tahunnya menuntut pengguna untuk lebih cerdas dalam penggunaan listrik [5][6].

Konsumsi listrik Indonesia meningkat setiap tahunnya seiring dengan pulihnya pandemi Covid-19. Menurut Hartanto Wibowo, Direktur Energi Primer PLN, konsumsi listrik turun 0,79% pada 2020 akibat dampak pandemi. Namun, penjualan listrik PLN meningkat 5,78% sejak Januari 2022 atau sebanyak 22,2 tera watt hour (TWh). Kenaikan penjualan listrik ini menyebabkan kenaikan harga listrik terutama pada golongan non subsidi. Kenaikan tarif harga listrik untuk golongan 3.500 VA ke atas berlaku mulai 1 Juli 2022. Kategori rumah tangga ditinjau menurut harga masing-masing kelompok, berkisar antara 17,64 persen sampai dengan 36,61 persen. Oleh karena itu, diperlukan langkah-langkah untuk menghemat konsumsi energi agar tetap terjangkau [7][8][9].

Untuk mencapai efisiensi dalam konsumsi energi listrik di rumah tangga sesuai dengan kebutuhan, diperlukan pengendalian dan pemantauan tingkat konsumsi yang terkait dengan penggunaan perangkat elektronik. Penggunaan perangkat seperti kulkas secara intensif dalam jangka waktu yang lama membutuhkan asupan energi yang tinggi. Semakin banyak asupan energi yang diperlukan, semakin banyak pula daya yang digunakan, yang mengakibatkan biaya penggunaan listrik semakin meningkat. Oleh karena itu, dibutuhkan perangkat pemantau yang dapat berfungsi sebagai pembatas konsumsi energi listrik [10][11].

Penelitian sebelumnya tentang perangkat pemantau konsumsi daya dilakukan oleh Bahrul Alam dengan judul “Sistem Pemantauan Konsumsi Rendah di Kamar Asrama dan Perkiraan Biaya Berbasis IoT. Alat ini dapat melihat pemakaian

listrik serta memperkirakan biaya yang dikeluarkan nantinya. Kekurangan dari penelitian ini yaitu pemantauan dan pengukuran sumber arus listrik DC, sehingga perlu ditambahkan, serta kelemahan dari penelitian sebelumnya seperti menambahkan keypad atau tombol tekan untuk mengontrol perangkat ketika tidak terhubung ke jaringan internet[12].

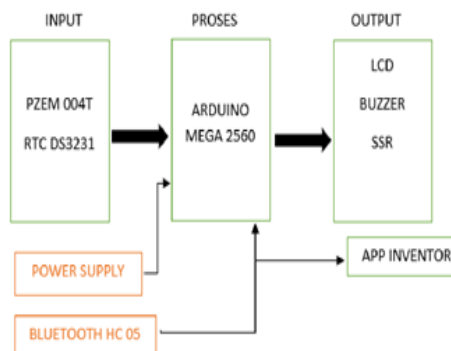
Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Raviki Dwi dengan kajian “Rancangan dan Konstruksi Perangkat Penggunaan Tarif Listrik dan Pengaturan Tenaga Berbasis Internet of Things” menciptakan alat pemantau. alat dapat memeriksa tagihan listrik pengguna dari jarak jauh secara real time dengan alat yang memungkinkan pengguna memantau dan mengontrol listrik rumah yang terhubung ke jaringan. Dalam pekerjaan ini, metode perbandingan kuantitatif digunakan, di mana nilai tegangan dan arus diambil dari perangkat yang dirancang dan dibandingkan dengan meteran multimeter Cellkit. Namun kekurangan dari penelitian ini adalah alat ini tidak menggunakan relay, dan baterai sebagai sumber listrik cadangan jika terjadi kegagalan. [13].

Dalam penelitian ini dibuat alat untuk memonitor dan membatasi konsumsi energi listrik dengan menggunakan sensor PZEM 004T dan modul RTC DS3231 sebagai input. Modul RTC DS3231 dapat menampilkan waktu dan tanggal jam pada tampilan LCD dan App Inventor dan juga dapat menampilkan tegangan, arus, daya, dan energi secara langsung.

## II. METODE

### A. Diagram Blok

Blok Diagram dibuat untuk menjelaskan alur alat bekerja. Gambar 1 menunjukkan diagram yang digunakan untuk membuat alat.



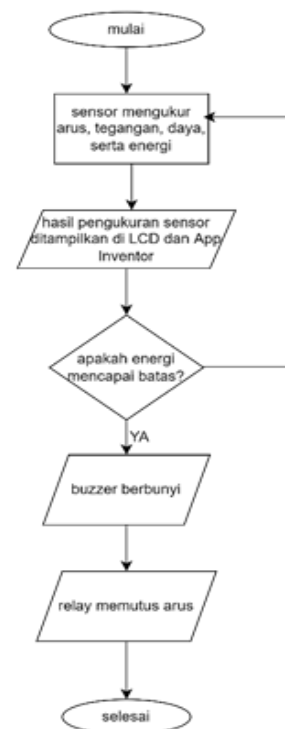
Gambar 1. Diagram Blok

Diagram blok di atas memiliki 3 segi yaitu *input sensor*, proses mikrokontroler dan *output SSR dan buzzer*. Bagian input adalah bagian awal, dimana sensor PZEM-004T membaca arus dan tegangan, sekaligus mengalirkan tegangan fasa ke perangkat elektronik, hasil pengukuran tegangan yang

masuk ke elektronik. Alat diproses sesuai dengan mikrokontroler, setelah diproses maka hasil pengukuran ditampilkan pada layar LCD untuk menampilkan hasil pengukuran arus, daya dan tegangan. Selama langkah proses, alat ini dapat menghentikan aliran menggunakan solid state relay perangkat dengan mengatur waktu berhenti menggunakan aplikasi Inventor melalui perangkat Bluetooth.

### B. Sistem Flowchart

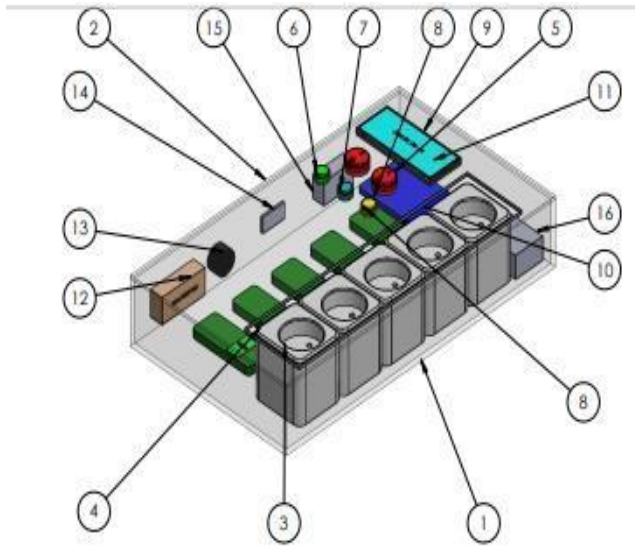
Flowchart berikut akan menjelaskan tentang cara kerja alat ini. Flowchart ini menggambarkan proses dari awal hingga akhir dari sistem kerja alat.



Gambar 2. Diagram Alir

### C. Desain Alat

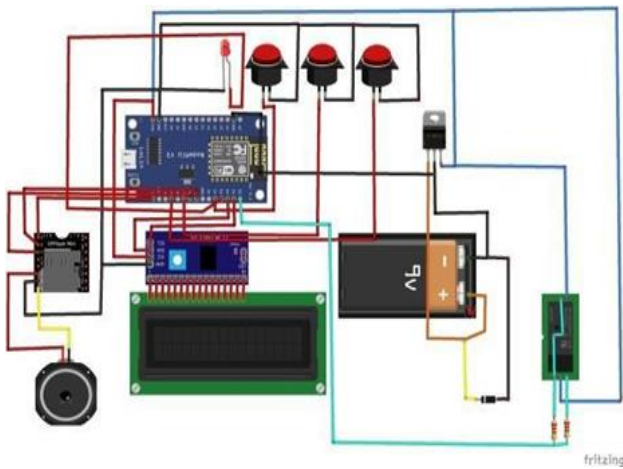
Kotak akrilik digunakan untuk menampung komponen sirkuit, komponen yang dipakai adalah: Arduino 2560, SSR, RTC DS 3231, LiquidCrystalDisplay, buzzer, modul Bluetooth HC-05, adaptor, soket, I-2C, sakelar, tombol, sensor PZEM-004T, aktivasi yang dirancang khusus Akrilik kotak digunakan untuk transparansi dan daya tahannya, biasanya untuk tujuan tertentu.



Gambar 3. Desain Mekanik

**D. Rangkaian alat**

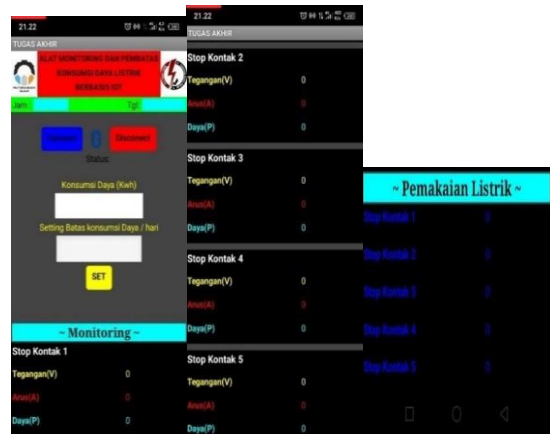
Gambar 4 menunjukkan urutan semua kabel yang digunakan.



Gambar 4. Rangkaian Alat

**E. Tampilan Aplikasi**

Gambar 5 menunjukkan tampilan menu utama aplikasi. Menu utama digunakan untuk memantau tegangan, arus, daya dan konsumsi 5 output *socket*.



Gambar 5. Tampilan Aplikasi

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Setelah alat siap digunakan, dilakukan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan, keterbatasan, kekuatan dan kelemahan dari pemantauan energi listrik yang dilakukan. Pengujian memberikan data apakah alat ini berjalan dengan sesuai. Berikut ini merupak beberapa hasil dari pengujian yang telah dikerjakan.

**A. Pengujian Sensor Arus PZEM-004T**

Uji dilakukan dengan memasang sebuah perangkat elektronika yang terhubung dengan sensor PZEM-004T. Pengujian dilakukan dengan membandingkan tampilan LCD dengan alat pengukur seperti multimeter. Uji perbandingan ini dimaksudkan untuk membandingkan nilai meteran sebenarnya dengan nilai sensor. Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian.

Tabel 1. Pengujian Sensor PZEM-004T

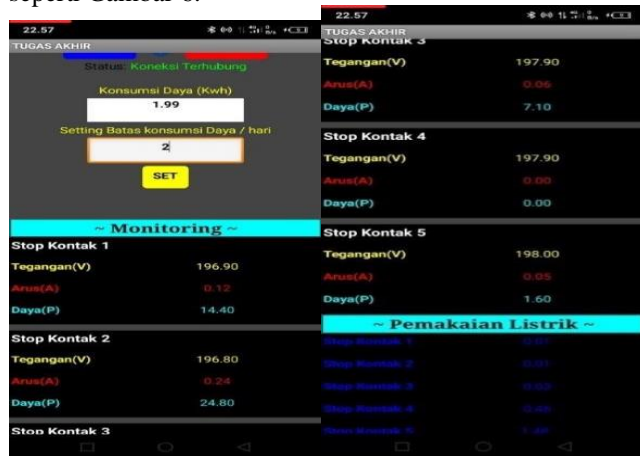
Multimeter		PZEM-004T Sensor		Perbedaan Pengukuran	
Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)	Tegangan (V)	Arus (A)
189	1.5	188,60	1.03	0.4	0.47
187	0.4	188,70	0.05	1.7	0.35
189	0.5	188.50	0.14	0.5	0.36
190	0.3	188,60	0.25	1.4	0.05
189	0.4	188,60	0.04	0.4	0.36

Hasil dari pengujian sensor PZEM-004T pada Tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pengukuran antara hasil pengukuran multimeter dan hasil pengukuran PZEM. Hasil dari perbedaan pengukuran pada multimeter dan PZEM

didapatkan tegangan rata-rata 0,88 V, sedangkan rata-rata pada pengukuran arus adalah 0,31 A.

### B. Pengujian Pengiriman Data pada App Inventor

Tes ini dibuat untuk mengetahui bagaimana kinerja Bluetooth saat mengirimkan data ke suatu aplikasi. Pengujian ini dapat dilakukan dengan membuka aplikasi pada smartphone Anda, seperti Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan *User Interface* Aplikasi Monitoring

### C. Pengujian Mengambil Data

Pengujian ini dilakukan untuk membatasi energi listrik menggunakan smartphone. Pengujian dilakukan dengan memperoleh data selama periode dimulainya pembatasan energi dari 100Wh menjadi 1kWh. Pengumpulan data ini akan membantu Anda mengetahui berapa lama perangkat Anda membatasi energi dari 100Wh hingga 1kWh. Apakah batas energi yang ditetapkan tercapai pada waktu yang sama antara pengukuran dan perhitungan. Tabel 2 menunjukkan spesifikasi voltase dan daya pada beban yang diuji pada unit.

Tabel 2. Pengujian Beban Perangkat Elektronika

Soket Listrik	Beban	Tegangan (V)	Daya (W)
1	Pompa Air	220 AC	200
2	Pengisi Daya Ponsel	5 DC	10
3	Kipas	5 DC	10
4	Pengisi Daya Leptop	19 DC	400
5	Kulkas	220 AC	105

### D. Pengujian Monitoring Daya

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan pengukuran arus, tegangan, daya, dan energi perangkat. Hasil pengukuran pemantauan kinerja dicantumkan Tabel 3, 4, 5, 6, serta 7.

Penggunaan persyaratan daya ditentukan dalam watt (W). Rumus untuk energi adalah:

$$\text{Rumus: } W = V \times I \times t$$

Keterangan:

t = waktu (s).

I = arus (A).

W = energi (J).

V = beda potensial (v).

Tabel 3. Pengujian Monitoring Daya Pompa Air

Batasan Energi Monitoring	Pompa Air			
	P	V	I	E
100 Wh	183.80	185.90	1.03	72
200 Wh	187.50	191.50	1.02	140
300 Wh	188,90	192.60	1.03	196
400 Wh	178,20	176.50	1.04	264
500 Wh	181.00	189.50	0.99	330
600 Wh	181.40	181.50	1.04	405
700 Wh	180,50	180,40	1.04	467
800 Wh	182.10	187.50	1.02	530
900 Wh	185.40	187.30	1.03	584
1000 Wh	185.50	193.50	1.02	642

Tabel 4. Pengujian Monitoring Daya Pengisi Ponsel

Batasan Energi Monitoring	Pengisi Daya Ponsel			
	P	V	I	E
100 Wh	1.00	185.90	0.05	1
200 Wh	4.80	191.40	0.05	3
300 Wh	3.50	190.50	0.03	5
400 Wh	3.00	176.50	0.03	6
500 Wh	3.40	189.50	0.03	8
600 Wh	5.30	181.50	0.05	9
700 Wh	4.60	180,20	0.05	11
800 Wh	5.50	187.60	0.05	12
900 Wh	3.10	187.40	0.03	14
1000 Wh	3.10	193.50	0.03	15

Tabel 5. Pengujian Monitoring Daya Kipas

Batasan Energi	Kipas			
Monitoring	P	V	I	E
100 Wh	15,40	185.90	0.14	6
200 Wh	16.50	191.50	0.15	11
300 Wh	16.60	192.40	0.15	19
400 Wh	14.00	176.40	0.13	25
500 Wh	16,10	189.60	0.14	30
600 Wh	14.70	181.50	0.14	37
700 Wh	14.40	180,20	0.13	42
800 Wh	15.60	187.50	0.14	47
900 Wh	15.60	187.30	0.14	54
100 Wh	16.70	193.50	0.15	61

Tabel 6. Pengujian Monitoring Daya Pengisi Laptop

Batasan Energi	Pengisi Daya Laptop			
Monitoring	P	V	I	E
100 Wh	32.60	185.90	0.32	13
200 Wh	18.60	191.50	0.31	25
300 Wh	17.50	192.50	0.18	38
400 Wh	22.50	176.50	0.22	50
500 Wh	15.60	189.60	0.15	56
600 Wh	83.90	181.50	0.67	67
700 Wh	78.30	180,50	0.61	87
800 Wh	81.60	187.70	0.62	98
900 Wh	32.50	187.30	0.30	113
100 Wh	31.80	193.60	0.29	127

Tabel 7. Pengujian Monitoring Daya Kulkas

Batasan Energi	Kulkas			
Monitoring	P	V	I	E
100 Wh	1.60	185.90	0.36	10
200 Wh	46.30	191.80	0.36	23
300 Wh	46,40	192.60	0.36	44
400 Wh	45,60	176.50	0.04	57
500 Wh	1.20	189.60	0.32	78

600 Wh	33.50	181.60	0.30	84
700 Wh	31.60	180,40	0.31	95
800 Wh	33.90	187.50	0.05	115
900 Wh	1.70	187.40	0.05	137
100 Wh	1.70	193.50	0.05	157

#### E. Pengujian Batas Waktu Energi

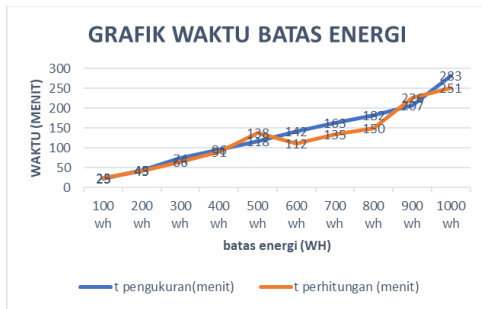
Uji dilakukan dengan menetapkan batas energi kemudian mencatat waktu pada saat pengukuran dan waktu perhitungan sehingga diperoleh tabel perbandingan waktu (menit) dan grafik waktu batas energi. Waktu (t) perhitungan energi diperoleh dari rumus berikut:

$$tp = \frac{E}{P}$$

Tabel 8. Perbandingan Waktu Batas Energi

Batasan Energi	Waktu Pengukuran (Menit)	Waktu Perhitungan (Menit)	Perbedaan Waktu (Menit)
100 Wh	23	25	2
200 Wh	45	43	2
300 Wh	74	66	8
400 Wh	96	91	5
500 Wh	118	138	20
600 Wh	142	112	30
700 Wh	163	135	28
800 Wh	182	150	32
900 Wh	207	226	19
100 Wh	283	251	32
Rata - Rata			19,4

Tabel 8 menunjukkan adanya perbedaan selama 19,4 menit antara waktu yang diukur (t) dan hasil perhitungan yang sesuai. Selain itu, perbedaan sebesar 2 Wh dapat diamati antara batas energi yang ditetapkan dan konsumsi energi yang sebenarnya untuk setiap pengukuran karena adanya penundaan buzzer (1000) yang diperlukan sebelum Solid State Relay (SSR) dapat memutuskan arus di soket. Gambar 7 menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan untuk buzzer dan SSR berfungsi meningkat dengan batas konsumsi energi.



Gambar 7. Grafik Waktu Batas Energi

### F. Pengujian Solid State Relay

SSR digunakan sebagai sakelar AC untuk memutus arus pada steker. Ketika energi yang disetel mencapai batas, SSR akan berbunyi bip dan bekerja sepanjang 1 menit 10 detik, kemudian SolidStateRelay akan menghentikan arus. Penundaan ini mengandung 2 Wh energi ekstra. Pengecekan SSR dilakukan dengan memasukkan batas energi yang diatur. Gambar 8 adalah uji SSR *LOW*.



Gambar 8 Uji Low Solid State Relay



Gambar 9 Pengujian High Solid State Relay

Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa SSR aktif *HIGH* ketika batas energi lebih besar dari nilai konsumsi energi. Oleh karena itu SSR selalu terhubung dengan catu daya. Jika batas energi yang ditentukan kurang dari konsumsi energi, SSR akan aktif *LOW* dan memutus arus soket. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa RSK berjalan sesuai dengan program yang direncanakan. Pengujian *tombol input pada alat*

### G. Pengujian tombol

Tes ini dijalankan untuk melihat apakah tombol bekerja dengan benar. Pengujian ini dilakukan dengan menekan tombol pada alat. LCD akan menunjukkan saat tombol siap digunakan. Tombol kuning adalah tombol pilih ( ), tombol biru adalah tombol pilih (-), dan tombol hijau adalah tombol pilih untuk menu selanjutnya. Menekan tombol kuning meningkatkan batas energi, menekan tombol biru mengurangi batas energi, dan tombol hijau maju ke menu berikutnya. 10 adalah tampilan input manual pada alat.



Gambar 10. Tampilan Tombol Masukan Manual Pada Alat

Dalam menguji tombol reset, tombol hijau digunakan sebagai tombol pilih untuk menu berikutnya, sedangkan tombol kuning diatur (OK) untuk penelitian energi. Ketika tombol kuning ditekan, energi yang diatur telah direset menjadi jumlah energi 0 Wh, jika yang ditekan adalah tombol hijau maka jumlah energi sebelumnya akan terus berlanjut hingga mencapai batas jumlah energi yang telah diatur.



Gambar 11 Tampilan Reset Energi Pada Alat

Ketika tombol saklar mode Bluetooth ditekan ke bawah (0) dan mode manual ditekan ke atas (1).

Tabel 9. Pengujian Tombol Mode Alat

Mode Bluetooth	0
Mode Manual	1

Saat menguji sakelar on-off, tekan sakelar on ke atas untuk menghidupkan alat dan tekan ke bawah untuk mematikan alat. Tabel 6 adalah pengujian tombol on-off.

Tabel 10. Pengujian Tombol On Off

On	1
Off	0

#### H. Pengujian Mode Bluetooth

Tes dijalankan untuk melihat apakah aplikasi berfungsi dengan baik. Tes ini dilakukan dengan menekan tombol sakelar mode Bluetooth perangkat. Buka aplikasi Monitor Energi. Jika belum terinstal, instal terlebih dahulu, lalu aktifkan Bluetooth di perangkat Anda. Tekan Sambungkan, pilih Pemantauan Daya, atur jumlah daya yang ingin Anda atur, pilih Pengaturan, dan tunggu data dibaca



Gambar 12. Tampilan Pada Aplikasi

#### I. Pengujian Jarak

Dalam pengujian ini, kami memantau jarak melalui smartphone untuk melihat apakah kami dapat mengamati batasan energi listrik. Tes ini dilakukan dengan menempatkan perangkat di suatu tempat dan menghubungkan alat ke Bluetooth saat perekam berada jauh dari perangkat.

Tabel 11. Pengujian Jarak

Jarak	Tersambung/ Tidak Tersambung
2 meter	Tersambung
4 meter	Tersambung
6 meter	Tersambung
8 meter	Tersambung
10 meter	Tersambung
15 meter	Tidak Tersambung

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pembuatan, perancangan, pengujian, dan analisis yang telah dikerjakan selama Proyek Akhir ini, didapatkan kesimpulan dan saran sebagai berikut:

A. Penulis berhasil membuat alat untuk mengontrol dan membatasi konsumsi listrik yang menghasilkan data

pengukuran arus, tegangan, energi dan daya yang dikonsumsi pada 5 perangkat listrik.

B. Saat merancang alat untuk memantau dan membatasi konsumsi daya, alat dapat mematikan daya saat batas energi melebihi nilai yang ditetapkan, karena buzzer memiliki jeda 1 menit 10 detik hingga SSR memutuskan soket. Perbedaan antara batas energi yang ditentukan dan jumlah energi adalah 2Wh.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur terpanjatkan kehadapan Allah SWT, solawat serta salam tucurahkan kepada penulis ucapkan terima kasih kepada pihak yang sudah membantu penulis mengerjakan Proyek Akhir ini.

### REFERENSI

- [1] P. Y. Lakapu, Nursalim “Sistem Kontrol dan Monitor untuk Manajemen Konsumsi Energi Listrik pada Sistem Kelistrikan Rumah Tangga R-1,” *Journal Media Elektro*, volume. X, no. 2, pp. 87–93, 2021, doi: 10.35508/jme.v10i2.5081.
- [2] K. P. Kartika Riyanti, “Perbandingan Konsumsi Energi Terhadap Biaya Listrik Menggunakan Sistem Prabayar, Pasca Bayar dan Tenaga Surya pada Rumah Tangga,” *J. Qua Tek.*, vol. 10, no. 82, pp. 1–23, 2020.
- [3] Nursamsi and Waluyo C. B., “Tampilan Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik serta Estimasi Biaya Peralatan Rumah Tangga Berbasis Internet Of Things” *Jornal Electron*, vol. 2, no. 2, pp. 69–78, 2021.
- [4] Prayitno. B, Palupiningsih. P, and Agtriadi. B, “Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Peralatan Elektronik Rumah Tangga,” *Journal Petir*, vol. 12, no. 1, pp. 72–80, 2019.
- [5] V. Sarasi, I. Primiana, U. Kaltum, and M. Bemik, “Model Sensitivitas Kenaikan TDL Terhadap Keberlangsungan Usaha Di Kota Bandung,” *Oper. Excell. J. Appl. Ind. Eng.*, vol. 13, no. 3, p. 365, 2021, doi: 10.22441/oe.2021.v13.i3.034.
- [6] A. Mahardiananta, A. Nugraha, R. Arimbawa, and T. Prayoga, “Saklar otomatis berbasis mikrokontroler untuk mengurangi penggunaan energi listrik,” *J. Resist.*, vol. 4, no. 1, pp. 59–66, 2021.
- [7] S. Izza, G. Azhar, and A. Kusumawardhani, “Pengaturan iluminasi lampu memantau konsumsi energi rumah” in *The 5th Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH)*, 2022, no. Ciastech, pp. 421–428.
- [8] T. Septiana, and M. B. Saputra, “Audit Energi Listrik Berbasis Hasil Pengukuran Dan Monitoring Besaran Listrik Pada Gedung A Fakultas Teknik Unila,” *J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 15, no. 1, 2021.
- [9] R. R. Al Hakim, Ropiudin, A. Muchsin4, and F. S. Lestari, “Analisis Kenaikan Tagihan Listrik Selama Pandemi Covid - 19,” *J. Cafe.*, vol. 2, no. 1, pp. 25–35, 2021.
- [10] F. Pasaribu, A. Lubis, M. Safril, and B. Kusuma, “Desain Smart Electricity Penghematan Peralatan Listrik Menggunakan Sensor Ultrasonic,” *J. Mesil*, vol. 2, no. 2, 2021.
- [11] S. Marsus, Y. Mamiati, “Pembuktian Pemakaian Penghemat Daya Listrik,” *Tek. Elektro ITP*, vol. 8, no. 1, pp. 58–63, 2019.
- [12] B. Maslyawan, S. Nurcahyo, “Sistim Monitoring Konsumsi Daya Listrik Kamar Kost Serta Estimasi Biaya Keluaran Berbasis IoT ( Internet of Things ),” *J. Elkolind*, vol. 8, no. 9, pp. 76–86, 2021.
- [13] R. Alfian, S. Haryudo, U. T. Kartini, “Rancang Bangun Alat Monitoring Pemakaian Tarif Listrik Dan Kontrol Daya Pada Rumah Kos Berbasis Internet Of Things,” *Journal. Tek. Elektro*, vol. 10, no. 3, pp. 661–670, 2021.