

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI PERANGKAT MONITORING KONSUMSI DAYA LISTRIK BERBASIS ESP32

1st Benyamin S. Batar
Fakultas Teknik Elektro
S1 Teknik Elektro
Bandung, Indonesia

benyaminsilaban@student.telkomuniversity.a
c.id

2nd Dr. Rizki Ardianto Priramadhi. S.T., M.T.
Fakultas Teknik Elektro
S1 Teknik Telekomunikasi
Bandung, Indonesia
@telkomuniversity.ac.id

3rd Denny Darlis. S.Si., M.T.
Fakultas Teknik Elektro
S1 Teknik Telekomunikasi
Bandung, Indonesia
@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji sistem monitoring konsumsi daya listrik berbasis ESP32 yang dapat memantau konsumsi daya listrik secara real-time. Sistem ini menggunakan sensor untuk mengukur tegangan dan arus listrik, serta mikrokontroler ESP32 untuk mengolah data dan mengirimkan hasilnya ke platform cloud untuk pemantauan jarak jauh. Pengujian dilakukan untuk mengukur akurasi sensor dalam mendeteksi tegangan, arus, dan konsumsi daya pada berbagai beban listrik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor memiliki tingkat akurasi yang tinggi dengan rata-rata selisih sebesar 1.89 V untuk pengukuran tegangan dan 0.02 A untuk pengukuran arus. Persentase akurasi masing-masing adalah 99.15% untuk tegangan dan 93.60% untuk arus. Konsumsi daya yang dihitung berdasarkan pembacaan sensor juga menunjukkan hasil yang akurat dengan persentase akurasi sebesar 97.22%. Sistem ini bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan, mampu mengumpulkan dan memproses data dengan akurat serta menyajikan hasil pengukuran yang konsisten. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pembacaan sensor meliputi kalibrasi sensor, fluktuasi tegangan, dan kualitas sensor. Implementasi sistem ini diharapkan dapat membantu pengguna dalam memantau dan mengelola konsumsi daya listrik secara lebih efisien dan efektif.

Kata Kunci : monitoring daya listrik, ESP32, konsumsi daya listrik, sensor tegangan, sensor arus.

I. PENDAHULUAN

Dengan teknologi berkembang dengan begitu pesat. Sebagian besar peralatan memerlukan listrik sebagai sumber energi [1][2]. Kebutuhan pemakaian daya listrik dari tahun ke tahun semakin besar [1]. Untuk mengatur pemakaian daya listrik di rumah tidak sebatas dengan menggunakan alat kWh meter saja, karena alat kWh meter hanya memantau dan membatasi pemakaian daya listrik secara keseluruhan di rumah masing-masing. Untuk menghemat pemakaian daya listrik diperlukan kesadaran pengguna mematikan perangkat kelistrikan yang jarang dipakai agar dapat menghemat pemakaian listrik [1].

Pemantauan konsumsi daya listrik merupakan aspek penting dalam manajemen energi yang efektif, baik di lingkungan rumah tangga maupun industri. Konsumsi listrik yang tidak terkendali dapat menyebabkan pemborosan energi, kenaikan biaya listrik, dan dampak lingkungan yang signifikan akibat peningkatan emisi karbon. Dalam era digital ini, pemantauan konsumsi daya secara real-time menjadi semakin relevan dan memungkinkan pengelolaan energi yang lebih baik.

Berdasarkan studi yang dilakukan, penggunaan mikrokontroler seperti ESP32 dalam sistem pemantauan daya listrik dapat meningkatkan efisiensi energi hingga 15-20% dengan memungkinkan pemantauan real-time dan pengelolaan beban listrik secara lebih baik [3]. Selain itu, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pemantauan konsumsi daya menggunakan ESP32 tidak hanya membantu dalam mengurangi konsumsi energi tetapi juga memberikan data yang penting untuk analisis penggunaan energi yang lebih mendalam.

Di Indonesia, kebutuhan akan pemantauan konsumsi daya listrik semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan industrialisasi [3] [6]. Pemerintah dan masyarakat mulai menyadari pentingnya pengelolaan energi yang efisien untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan. Implementasi perangkat pemantauan konsumsi daya berbasis ESP32 dapat menjadi solusi praktis dan efektif untuk mengatasi tantangan ini.

Namun, meskipun ESP32 memiliki banyak kelebihan, ada tantangan dalam hal akurasi pengukuran dan integrasi dengan sistem manajemen energi yang ada. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan perangkat monitoring konsumsi daya listrik berbasis ESP32 yang mampu memberikan pengukuran yang akurat dan membantu pengguna dalam mengelola konsumsi daya listrik secara efisien.

II. KAJIAN TEORI

A. Konsumsi Daya

Konsumsi daya listrik adalah jumlah energi listrik yang digunakan oleh suatu perangkat atau sistem dalam periode waktu tertentu [4]. Energi listrik ini diukur dalam satuan watt-jam (Wh) atau kilowatt-jam (kWh), yang menggambarkan daya (watt) yang

dikonsumsi selama satu jam. Beberapa faktor yang mempengaruhi konsumsi daya listrik antara lain jenis perangkat, efisiensi energi, penggunaan dan waktu operasi, serta kondisi operasional. Misalnya, perangkat elektronik seperti komputer dan televisi biasanya memiliki konsumsi daya yang lebih rendah dibandingkan dengan peralatan listrik seperti pemanas atau pendingin udara[2]. Perangkat dengan efisiensi tinggi mengkonsumsi lebih sedikit daya untuk menghasilkan output yang sama dibandingkan dengan perangkat yang kurang efisien.

B. ESP32 Wroom Module

ESP32-WROOM-32D adalah modul mikroprosesor canggih yang dirancang oleh Espressif Systems, dikenal karena kinerjanya yang tinggi, fleksibilitas, dan kemampuan komunikasi nirkabel. Modul ini dilengkapi dengan dua inti prosesor Tensilica LX6 yang dapat bekerja pada kecepatan hingga 240 MHz, memungkinkan pemrosesan yang cepat dan efisien untuk aplikasi yang memerlukan multitasking. Dengan memori SRAM sebesar 520 KB dan dukungan memori flash eksternal hingga 4 MB, ESP32-WROOM-32D dapat menyimpan program dan data yang kompleks.

C. ZMPT101B

Sensor tegangan ZMPT101B adalah modul yang dirancang untuk mengukur tegangan AC dengan akurasi tinggi, yang sangat penting dalam sistem pemantauan daya listrik. Modul ini menggunakan transformator mini yang dikombinasikan dengan rangkaian elektronik untuk menghasilkan sinyal keluaran analog yang proporsional dengan tegangan AC yang diukur. Fitur utama dari ZMPT101B meliputi akurasi tinggi, keluaran analog, rentang tegangan input yang luas hingga 250V AC, serta stabilitas dan linearitas yang baik dalam pengukuran. Prinsip kerja sensor ini didasarkan pada transformasi tegangan, di mana transformator internal mengubah tegangan AC tinggi menjadi tegangan rendah yang lebih aman untuk diukur oleh rangkaian elektronik. Sinyal analog yang dihasilkan kemudian dapat dibaca oleh mikrokontroler seperti ESP32 melalui pin ADC untuk pemantauan tegangan secara real-time

D. ACS712

ACS712 adalah sensor arus berbasis efek Hall yang mampu mengukur arus dari -5A hingga 5A (ACS712-05B), -20A hingga 20A (ACS712-20A), atau -30A hingga 30A (ACS712-30A). Sensor ini menghasilkan tegangan output yang proporsional dengan arus yang mengalir melaluinya, sehingga memungkinkan pengukuran arus secara real-time. ACS712 bekerja berdasarkan prinsip efek Hall. Ketika arus mengalir melalui konduktor di dalam sensor, medan magnet yang dihasilkan akan mempengaruhi tegangan Hall yang dihasilkan oleh sensor. Tegangan Hall ini kemudian dikonversi menjadi tegangan analog yang proporsional dengan arus

yang mengalir. Mikrokontroler seperti ESP32 dapat membaca tegangan analog ini melalui pin ADC untuk menghitung arus yang diukur.

E. SMSP Power Supply

HI-LINK 5V 3W SMPS adalah modul daya yang dirancang untuk mengkonversi tegangan AC tinggi (biasanya dari jaringan listrik) menjadi tegangan DC rendah yang stabil (5V). Modul ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik karena keandalannya, efisiensinya, dan ukurannya yang kompak.

SMPS bekerja dengan prinsip pengalihan daya secara cepat melalui komponen switching (seperti transistor atau MOSFET) dan menggunakan komponen induktif dan kapasitif untuk menyimpan dan meratakan energi. Ini memungkinkan modul untuk mengubah tegangan AC tinggi ke tegangan DC rendah dengan efisiensi yang tinggi.

F. OLED

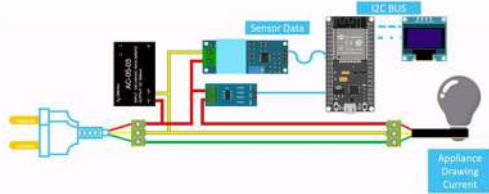
OLED (Organic Light Emitting Diode) adalah teknologi tampilan yang menggunakan lapisan bahan organik yang memancarkan cahaya ketika diberikan arus listrik. Tidak seperti layar LCD yang memerlukan backlight untuk menerangi piksel, setiap piksel pada layar OLED dapat memancarkan cahayanya sendiri. Hal ini memungkinkan layar OLED untuk menghasilkan warna hitam yang benar-benar hitam dengan mematikan piksel sepenuhnya, serta warna-warna yang lebih cerah dan tajam. Layar OLED terdiri dari beberapa lapisan tipis bahan organik yang disandwich di antara dua elektroda: anoda dan katoda. Ketika arus listrik mengalir melalui elektroda, elektron dari katoda dan hole dari anoda bertemu di lapisan emisi bahan organik, menyebabkan emisi foton dan menghasilkan cahaya.

III. PERANCANGAN SISTEM

A. Desain sistem

Pada penelitian ini sistem dirancang dengan menghubungkan sensor-sensor yang digunakan dengan mikrokontroler sehingga sistem dapat bekerja dengan baik. Tujuan perancangan sistem ini adalah memastikan sistem dapat bekerja sesuai kebutuhan yaitu mengukur konsumsi daya dengan tepat dan secara *realtime*. Adapun sensor yang digunakan yaitu sensor tegangan ZMPT101B. sensor ini akan membatasi keluaran tegangan serta mengukur keluaran tegangan pada sistem. Sensor yang digunakan selanjutnya yaitu sensor arus ACS 712 yang berfungsi untuk mengukur arus yang mengalir. Sensor-sensor tersebut kemudian akan dihubungkan dengan mikrokontroler ESP32 WROOM yang berfungsi untuk mengolah data dari sensor sensor yang digunakan seperti tegangan,

arus, dan konsumsi daya. Kemudian data yang telah diolah akan ditampilkan pada OLED sebagai tampilan dari perangkat. Berikut ini adalah model sistem dari penelitian ini:



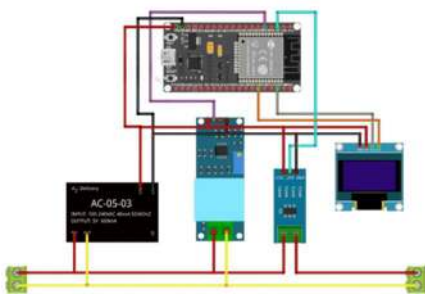
(a) Desain Model Sistem

rancangan sistem dari penelitian ini. Input catu daya yang digunakan langsung dari listrik PLN AC 220 V kemudian diubah menjadi DC 5 V. lalu sensor tegangan dipasang secara paralel untuk mengukur tegangan listrik PLN. Sedangkan sensor arus dipasang seri untuk mengukur arus PLN. Sensor-sensor tersebut kemudian mengirimkan data pengukuran menuju ESP32 yang kemudian ditampilkan pada layar OLED.

Beban yang diukur merupakan beban dari penggunaan perangkat elektronika yang dihubungkan dengan perangkat. Konsumsi daya yang dipengaruhi oleh kebutuhan daya dari beban dan lama penggunaan beban perangkat elektronika. Hasil pembacaan konsumsi daya akan ditampilkan secara realtime pada layar OLED. Dengan demikian maka penggunaan perangkat dapat dilihat secara *realtime* dan membantu user untuk mengetahui total penggunaan dayanya.

B. Desain Perangkat Keras

Berikut adalah desain dari perancangan perangkat keras pada penelitian ini :

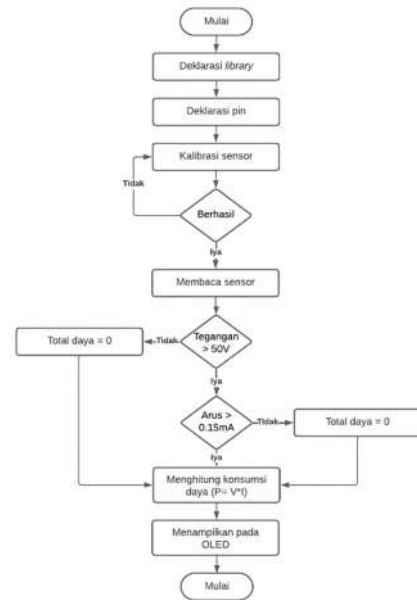


(b) Desain Perangkat Keras

Pada gambar diatas dapat dilihat komponen-komponen yang digunakan pada penelitian ini beserta dengan konfigurasi dari pin yang digunakan untuk menghubungkan masing-masing komponen. Semua komponen dan sensor dihungkan ke ESP32 sebagai *microcontroller* yang akan memproses data dari sensor dan nantinya akan di tampilkan oleh OLED. Selain konfigurasi pin akan jelaskan juga alur catu daya dan output sistem

C. Pemrograman

Pada penelitian ini pemrograman dilakukan pada ESP32 menggunakan *text editor* Arduino IDE. Pemrogram dilakukan untuk membuat ESP32 mampu membaca data yang telah diukur oleh sensor. Selain itu juga ESP32 diprogram untuk melakukan perhitungan total konsumsi daya berdasarkan data sensor tegangan dan sensor arus. Adapun tahapan yang dilakukan oleh ESP32 dapat dilihat pada gambar berikut.

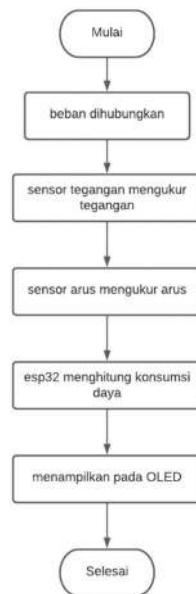


(c) Flowchart Pemrograman

Pada gambar ditampilkan alur program yang akan dibuat. Program dimulai dengan mendefinisikan *library* sensor dan komponen yang digunakan. Kemudian dilanjutkan dengan mendefinisikan pin yang digunakan untuk membaca sensor. Tahap selanjutnya yaitu melakukan kalibrasi yang bertujuan untuk membuat hasil pembacaan sensor menjadi lebih baik. Setelah kalibrasi maka sensor dapat melakukan pengukuran tegangan dan arus. Hasil pengukuran dari sensor kemudian diolah dengan menghitung konsumsi daya dengan menggunakan rumus daya. Tahapan terakhir adalah menampilkan hasil pembacaan sensor ke dalam layar OLED.

D. Sistem Kerja

Berikut merupakan *flowchat* yang menjelaskan bagaimana sistem kerja.



(a) Desain skematik

Berdasarkan gambar dijelaskan proses kerja perangkat dimulai dari menghubungkan beban dengan perangkat. Beban disini merupakan perangkat elektronik yang biasa digunakan seperti lampu, kipas dan lain-lain. Selanjutnya sensor perangkat akan mengukur tegangan dan arus dari beban yang digunakan. Data pengukuran dari sensor kemudian akan diproses oleh esp32 sebagai mikrokontroler sehingga menghitung konsumsi daya selama beban di pasang. Setelah itu hasil perhitungan konsumsi daya akan ditampilkan pada layar OLED sehingga total konsumsi daya dapat dimonitoring oleh pengguna.

IV. HASIL DAN ANALISIS

A. Hasil Perancangan Perangkat Keras

Hasil perancangan perangkat keras merupakan realisasi dari perancangan yang telah dibuat sebelumnya. Berdasarkan perancangan perangkat keras menjadi acuan penulis dalam membuat sistem dari perangkat keras. Mulai dari penggunaan komponen seperti mikrokontroler, sensor-sensor hingga pembuatan jalur catu daya mengacu pada perancangan sebelumnya. Semua komponen tersebut selanjutnya dirangkai ke dalam sebuah papan pcb menjadi satu kesatuan yang terhubung menggunakan kabel dan solder.



(a) Hasil Perancangan Perangkat Keras

Dari gambar dapat dilihat bahwa perangkat keras telah terangkai dalam sebuah papan pcb. Pada rangkaian tersebut terdapat beberapa komponen seperti, steker sebagai penghubung perangkat dengan PLN. Kemudian dihubungkan ke SMPS yang berfungsi untuk mengubah listrik PLN yang merupakan AC 220V menjadi listrik DC 5V yang nantinya digunakan sebagai catuan dari mikrokontroler ESP23, sensor-sensor, dan OLED. Setelah catuan daya diubah selanjutnya terhubung dengan ESP32 sebagai pusat pemrosesan data pembacaan sensor dan mengatur OLED untuk menampilkan data yang telah diproses. Terdapat sensor tegangan ZMPT101B yang berfungsi untuk mengukur tegangan dari listrik PLN. Selain sensor tegangan terdapat juga sensor arus ACS 712 yang berfungsi untuk mengukur arus yang mengalir menuju beban. Yang terakhir merupakan OLED yang berfungsi untuk menampilkan data sehingga hasil pengukuran dapat dimonitoring secara *realtime* dengan melihat hasilnya pada layar OLED.

Setelah sistem dirangkai maka selanjutnya dikemas dalam tempat yang memudahkan sistem untuk digunakan. Kemasan yang dipakai dirancang sedemikian rupa dengan menambahkan terminal listrik yang berfungsi untuk menghubungkan beban dengan sistem yang dibuat. Selain itu juga layar OLED ditempatkan pada bagian luar kemasan sehingga dapat dilihat dengan mudah. Selain memudahkan sistem untuk digunakan kemasan juga berfungsi sebagai pengaman supaya mengurangi tingkat kecelakaan yang dapat terjadi karena berhubungan dengan listrik PLN.

B. Hasil Pemrograman

Pada bab ini akan menampilkan bagian program yang dibuat sehingga sistem dapat bekerja sesuai dengan rancangan program. Adapun tampilan bagian program dapat dilihat pada gambar



a. Hasil Perancangan Perangkat Keras

Pada gambar dapat dilihat bahwa program telah berhasil dipunggah ke dalam ESP32 yang kemudian hasil program dapat membuat perangkat dapat bekerja dengan mengukur tegangan dan arus. Hal ini dibuktikan dengan OLED yang telah berhasil menampilkan hasil pengukuran tegangan dan arus. Selain itu juga pada OLED ditampilkan hasil perhitungan konsumsi daya sesuai perhitungan rumus.

C. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui hasil dari perangkat yang telah dibuat sehingga dapat dilakukan analisis terhadap hasil tersebut. Pengujian perangkat dilakukan dengan menggunakan 2 jenis yaitu pengujian akurasi dan pengujian perhitungan konsumsi daya.

a. Pengujian Akurasi Sensor

No	Pengujian ke	Sensor (V)	Multimeter (cm)	Selisih
1	Pengujian 1	219.2	221.3	2.1
2	Pengujian 2	221.5	222.2	0.7
3	Pengujian 3	218.3	220.6	2.3
4	Pengujian 4	218.3	220.4	2.1
5	Pengujian 5	220.7	222.4	1.7
6	Pengujian 6	220.8	223.2	2.4
7	Pengujian 7	219.3	221.5	2.2
8	Pengujian 8	218.8	220.2	1.4
9	Pengujian 9	219.2	221.7	2.5
10	Pengujian 10	220.6	222.1	1.5

No	Pengujian ke	Sensor (A)	Multimeter (A)	Selisih
1	Pengujian 1	0.13	0.10	0.03
2	Pengujian 2	0.33	0.31	0.02
3	Pengujian 3	0.56	0.53	0.03
4	Pengujian 4	0.42	0.41	0.01
5	Pengujian 5	0.76	0.75	0.01
6	Pengujian 6	0.65	0.63	0.02
7	Pengujian 7	0.91	0.88	0.03
8	Pengujian 8	0.33	0.32	0.01
9	Pengujian 9	0.54	0.52	0.02
10	Pengujian 10	0.46	0.44	0.02

Berdasarkan tabel diatas didapatkan hasil pengujian akurasi dengan membandingkan hasil pengukuran sensor dengan alat ukur multimeter. Dari data dapat dihitung rata-rata selisih dan akurasi pembacaan. Pada tabel 4.1 pengujian akurasi tegangan didapatkan rata-rata selisih pembacaan sebesar 1.89v dengan tingkat akurasi pembacaan sebesar 99.15%. kemudian untuk tabel 4.2 pengujian akurasi arus didapatkan rata-rata selisih pembacaan sebesar 0.02A dengan tingkat akurasi sebesar 93.60%.

b. Pengujian Akurasi Sensor

Proses pengujian perhitungan konsumsi daya dilakukan dengan cara membandingkan hasil perhitungan sensor dengan perhitungan secara manual menggunakan rumus daya. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan hasil pengukuran daya oleh sistem sesuai dengan hasil perhitungan menggunakan rumus.

Pada pengujian ini akan menggunakan sebuah *sample* pengujian dengan penguuran sebagai berikut :

- $P(\text{Tegangan}) = 222.67 \text{ V}$
- $I(\text{Arus}) = 0.52 \text{ A}$
- Beban = 30 W
- Waktu 1 jam
- Hasil perhitungan sensor = 119.01W

Dari data tersebut kemudian akan dilakukan pehitungan dengan rumus daya = Tegangan(v) * Arus(A). adapun perhitungannya sebagai berikut :

$$P = v * i$$

$$P = 222.67 * 0.52$$

$$P = 119.788 W$$

Berdasarkan hasil pengujian diatas didapat hasil pembacaan daya pada perangkat sebesar 110.01 W. Sedangkan berdasarkan hasil perhitungan berdasarkan data tegangan dan arus yang terbaca didapatkan hasil perhitungan yaitu 119.01W. terdapat selisih 3.22W dengan persentase akurasinya sebesar 97.22%

D. Analisa Hasil

Berdasarkan hasil pengujian akurasi sensor untuk pengukuran tegangan, arus, dan konsumsi daya, dapat disimpulkan bahwa sensor yang digunakan menunjukkan performa yang baik dengan tingkat akurasi yang tinggi. Pada pengukuran tegangan, sensor menunjukkan rata-rata selisih sebesar 1.89 V dibandingkan dengan pengukuran menggunakan multimeter, dengan persentase akurasi mencapai 99.15%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor sangat andal dalam mengukur tegangan dengan tingkat kesalahan yang sangat kecil.

Untuk pengukuran arus, sensor menunjukkan rata-rata selisih sebesar 0.02 A dengan persentase akurasi 93.60%. Meskipun sedikit lebih rendah dibandingkan akurasi pengukuran tegangan, hasil ini masih dalam batas yang dapat diterima untuk banyak aplikasi praktis. Rata-rata selisih yang kecil menunjukkan bahwa sensor cukup andal dalam mengukur arus dengan tingkat kesalahan yang minimal.

Dalam hal pengukuran konsumsi daya, yang dihitung berdasarkan pembacaan tegangan dan arus selama 1 jam, sensor menunjukkan hasil yang cukup akurat. Konsumsi daya yang dihitung dari tegangan 222.67 V dan arus 0.52 A adalah 115.79 Wh. Pembacaan sensor untuk konsumsi daya adalah 119.01 Wh, dengan selisih 3.22 Wh dan persentase akurasi sebesar 97.22%. Ini menunjukkan bahwa sensor dapat memberikan estimasi yang cukup akurat untuk konsumsi daya, meskipun ada sedikit perbedaan yang perlu diperhatikan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisis pada penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Sensor menunjukkan performa yang sangat baik dengan tingkat akurasi tinggi.
2. Sistem yang dirancang berfungsi dengan baik dalam mengumpulkan dan memproses data.
3. Hasil pengukuran yang akurat dan konsisten.
4. Dengan persentase akurasi di atas 90% untuk semua pengukuran, sensor ini dianggap efektif dan andal untuk memonitor dan mengukur parameter listrik dalam berbagai kondisi beban.

REFRENSI

- [1] D. A. Putra and R. Mukhaiyar, "Monitoring Daya Listrik Secara Real Time," *Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika*, vol. 8, no. 2, pp. 1-9, Jun. 2020. [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/voteknika/index>.
- [2] M. S. Radhitya, S. Hadi, and A. Bachtiar, "Monitoring Konsumsi Listrik Rumah Tangga Berbasis Internet of Things Terintegrasi dengan Virtual Private Server," *Jurnal Bumigora Information Technology (BITe)*, vol. 3, no. 1, pp. 28-37, Jun. 2021, doi: 10.30812/bite.v3i1.1326.
- [3] M. N. Adiwiranto, C. B. Waluyo, and B. Sudibya, "Prototipe Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik serta Estimasi Biaya pada Peralatan Rumah Tangga Berbasis Internet of Things," *Jurnal Edukasi Elektro*, vol. 6, no. 1, pp. 32-41, May 2022. [Online]. Available: <https://journal.uny.ac.id/index.php/jee>.
- [4] R. Sulistyowati and D. D. Febriantoro, "Perancangan Prototipe Sistem Kontrol dan Monitoring Pembatas Daya Listrik Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal IPTEK*, vol. 16, no. 1, pp. 1-8, May 2012.
- [5] A. Ardiansyah, "Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Things)," *S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta*, 2020.
- [6] T. Tukadi, W. Widodo, M. Ruswiensari, and A. Qomar, "Monitoring Pemakaian Daya Listrik Secara Realtime Berbasis Internet of Things," *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*, 2019, pp. 1-8.
- [7] A. G. P. M. E. Putra, I. A. D. Giriantari, and L. Jasa, "Monitoring Menggunakan Daya Listrik Sebagai

- Implementasi Internet of Things Berbasis Wireless Sensor Network," *Teknologi Elektro*, vol. 16, no. 3, pp. 1-9, Sep.-Dec. 2017.
- [8] S. Hadi, A. S. Anas, and L. G. R. Putra, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Internet of Things," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 6, no. 1, pp. 54-60, Feb. 2022, doi: 10.22373/crc.v6i1.10862.
- [9] A. S. Hudan and T. Rijianto, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Daya Listrik pada Kamar Kos Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 91-99, 2019.
- [10] J. W. Jokanan, A. Widodo, N. Kholis, and L. Rakhmawati, "Rancang Bangun Alat Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT Menggunakan Firebase dan Aplikasi Android," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 11, no. 1, pp. 47-55, 2022.
- [11] B. Prayitno, P. Palupiningsih, and H. B. Agtriadi, "Prototipe Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Peralatan Elektronik Rumah Tangga Berbasis Internet of Things," *JURNAL PETIR*, vol. 12, no. 1, pp. 1-9, Mar. 2019.
- [12] M. F. Pela and R. Pramudita, "Sistem Monitoring Penggunaan Daya Listrik Berbasis Internet of Things pada Rumah dengan Menggunakan Aplikasi Blynk," *INFOTECH: JOURNAL OF TECHNOLOGY INFORMATION*, vol. 7, no. 1, pp. 1-8, Jun. 2021, doi: <https://doi.org/10.37365/jti.v7i1.106>.