

Rancang Bangun Monitoring Dan Controlling Pemakaian Daya Berbasis Internet of Things (IoT)

Muh. Farid Rusdi*, Hamdani, Hamma
Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang
Ujung Pandang, Indonesia
*muhfarid63@gmail.com

Abstract— *The electrical power requirements of each consumer vary depending on the amount of usage. However, often the power consumption in a building is not controlled, so sometimes there is an overload so that the current flowing will also be even more significant. In this study, a monitoring system for voltage, current, frequency, and power was created using android technology which is connected to a microcontroller and can cut off electricity accessed through the Android application. The design procedure is the stage for designing the circuit needed to manufacture monitoring tools. This monitoring tool goes through several locations, including literature study, hardware design, and software design. From the tests carried out, the electrical power monitoring design tool has worked as intended. This tool can control, monitor, and store data on electricity that can be accessed through websites/applications connected via the internet. The accuracy of the readings of the measuring instruments on this design tool has a small error ratio to the measuring devices that are usually used. There is an average error in reading the voltage and current values of 0.33% and 3.06%.*

Abstrak— *Kebutuhan daya listrik setiap konsumen berbeda-beda tergantung pada banyaknya pemakaian. Namun sering kali pemakaian daya pada sebuah bangunan tidak terkontrol, sehingga terkadang terjadi beban lebih (overload) sehingga arus yang mengalir juga akan semakin besar. Pada Penelitian ini dibuat sistem monitoring tegangan, arus, frekuensi dan daya menggunakan teknologi Android yang dikoneksikan dengan mikrokontroler serta dapat memutuskan aliran listrik yang dapat diakses melalui aplikasi Android. Prosedur perancangan merupakan tahapan untuk merancang rangkaian yang dibutuhkan dalam pembuatan alat monitoring. Proses perancangan dan pembuatan alat monitoring ini melalui beberapa tahap meliputi studi literatur, perancangan perangkat keras (hardware), perancangan perangkat lunak (software). Dari pengujian yang dilakukan, alat rancangan monitoring daya listrik telah bekerja sesuai dengan apa yang diinginkan. Alat ini dapat mengontrol, monitoring dan melakukan penyimpanan data pada aliran listrik yang dapat diakses melalui website/aplikasi yang terhubung melalui internet. Bahkan, keakuratan pembacaan alat ukur pada alat rancangan ini memiliki perbandingan error yang kecil dengan alat ukur yang biasanya digunakan, terdapat rata-rata error pada pembacaan nilai tegangan dan arus sebesar 0.33% dan 3.06%.*

Kata Kunci— *power consumption; perbandingan error; beban lebih; monitoring tegangan; monitoring frekuensi*

I. PENDAHULUAN

DALAM kehidupan yang telah maju (modern) kehadiran tenaga listrik dirasakan sangat penting, karena listrik sangat berguna sebagai sumber tenaga. Kita memerlukan listrik untuk melakukan segala macam kegiatan. Hampir semua mesin yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari baik di tiap-tiap rumah tangga maupun industri kebanyakan menggunakan tenaga listrik. Pemakaian energi ini dapat kita lihat secara langsung baik di lingkungan rumah tangga, sekolah, ru-

mah sakit dan industri-industri. [1–3]. Kebutuhan daya listrik setiap konsumen juga berbeda-beda tergantung pada banyaknya pemakaian [4–6]. Namun sering kali pemakaian daya pada sebuah bangunan tidak terkontrol, sehingga terkadang terjadi beban lebih (*overload*) sehingga arus yang mengalir juga akan semakin besar [7–9].

Pemakaian daya dapat dikontrol jika terdapat sistem monitoring yang baik yaitu dengan mengetahui kondisi aliran arus listrik yang mengalir dan juga daya yang terpakai. Pada Monitoring Besaran Listrik Berbasis Internet of Things (IoT) Pada Gedung Bengkel Jurusan Elektro Kampus 1 Pnup, sistem monitoring menggunakan sensor arus, mikrokontroler, dan LCD. Bahwa dari record didapatkan bahwa monitoring data

Naskah diterima 26 Mei 2022, diterima setelah revisi 11 Agustus 2022, terbit online 2 September 2022. Emitor merupakan jurnal Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta yang terakreditasi Sinta 4 dengan alamat Gedung H Lantai 2 UMS, Jalan Ahmad Yani Tromol Pos 1 Surakarta Indonesia 57165.

Tabel 1: Alat Perancangan

No	Alat	Spesifikasi	Jumlah
1	Tang	Essen	1
2	Obeng	Vessel	1
3	Multimeter	Heles	1
4	Solder	Suoer	1
5	Bor listrik	Maktec	1
6	Laptop	Lenovo	1
7	HP Android	Realme	1
8	Gerinda	Makita	1

kelistrikan tanpa pengendalian terjadi jika akan terjadi beban lebih. Berdasarkan hal tersebut dan untuk keperluan pengendalian daya yang dapat diatur maka ditambahkan *relay* yang berfungsi untuk memutuskan aliran daya jika diperlukan.

II. METODE PENELITIAN

Perancangan dan pengujian akan dilaksanakan di Kampus Politeknik Negeri Ujung Pandang. Perancangan alat monitoring dan kontrolling pemakaian daya berbasis *internet of things* (IoT) di lakukan Januari sampai dengan bulan September 2021. Selanjutnya adalah prosedur perancangan, yaitu tahapan untuk merancang rangkaian yang dibutuhkan dalam pembuatan alat monitoring seperti yang terlihat dalam Tabel 1.

Proses perancangan dan pembuatan alat monitoring ini melalui beberapa tahap seperti yang terlihat dalam Gambar 1 berikut.

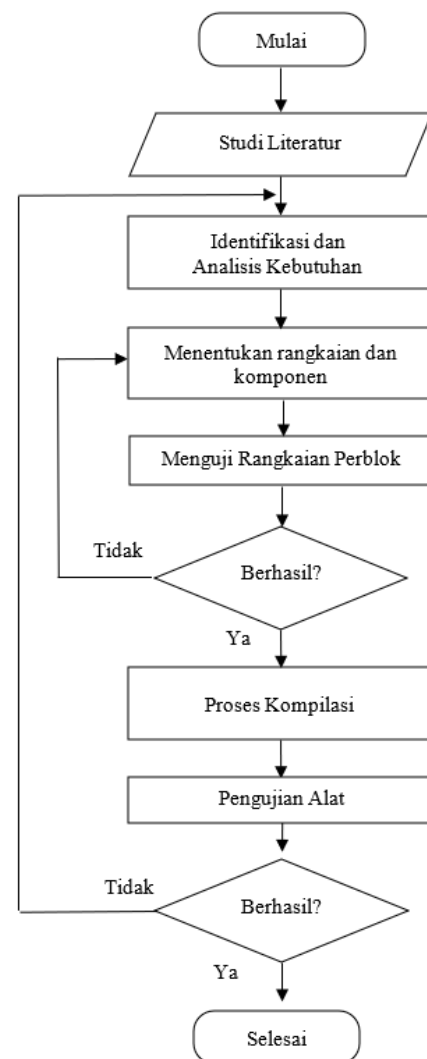
Selanjutnya adalah teknik pengumpulan data dilakukan dengan pengujian menghubungkan beberapa beban ke panel monitoring dengan berbagai variasi kondisi pembebanan. Dimana berbagai kondisi dilakukan untuk melihat parameter kelistrikan dan perubahan daya [10–13]. Pengujian dilakukan pada sumber tegangan 3 fasa dari PLN di laboratorium automasi kampus 2 PNUP. Adapun variasi kondisi, tertera dalam Tabel 2.

III. HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

Perancangan alat yang dibuat memiliki dimensi dengan panjang 30 cm, lebar 25 cm, dan tinggi 13 cm. Berdasarkan rangkaian pada Gambar 3, hasil perancangan *hardware* dapat dilihat Gambar 2.

i. Pengujian Hardware

Pengujian *hardware* dilakukan dengan menggunakan sumber 3 fasa, dimana pengujian dilakukan di labo-

**Gambar 1:** Flowchart prosedur perancangan**Tabel 2:** Variasi kondisi beban uji

No	Kondisi	Beban Relay		
		1	2	3
1	I	Motor	Motor	Motor
2	II	Motor	Motor	Motor
3	III	–	Kipas	–
		Motor	Motor	Motor
4	IV	–	Kipas	Setrika
		Motor	Motor	Motor
5	V	–	Kipas	2 Setrika
		Motor	Motor	Motor
6	VI	–	Kipas	2 Setrika + Lampu LED
		–	Kipas	2 Setrika + Lampu LED



Gambar 2: Tampilan depan alat uji



Gambar 3: Tampilan dalam alat uji

ratorium automasi Politeknik Negeri Ujung Pandang. Semua data yang didapatkan dengan cara memasang beban-beban ke alat monitoring dan akan dicatat hasil pembacaannya, data yang diolah menggunakan sensor pzem-004t dan alat ukur konvensional (voltmeter dan clamp meter). Alat ukur konvensional yang terpakai bukan merupakan standar pengukuran parameter kelistrikan dimana tingkat keakuratan tiap alat ukur berbeda-beda, namun dalam hal ini digunakan untuk mendapatkan nilai parameter kelistrikan sebagai sumber acuan yang dapat dibandingkan dengan alat monitoring ini. Pemilihan beban berdasarkan besar nilai daya beban yang dihubungkan ke salah satu fasa pada alat monitoring dan tiap fasa jika beban tersebut menggunakan sumber 3 fasa.

ii. Pengujian Tegangan

Pengujian terhadap tegangan bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sensor sudah bekerja dengan baik atau belum. Pzem-004t sendiri akan dipasang ke nodemcu esp8266 sebagai media dari pembacaan yang diatur dengan program. Sensor pzem-004t memiliki 4 terminal, 2 terhubung pada sumber tegangan, 2 terhubung pada current transformator dan 4 pin lainnya terhubung pada 5V dan ground, serta 2 pin digital input.



Gambar 4: Pengujian tegangan

Pada Gambar 4 menunjukan bahwa pengujian tegangan dalam pembacaan dan sebagai alat monitoring. Pengujian kinerja alat dilakukan dengan membandingkan pengukuran nilai tegangan menggunakan sensor pzem-004t dan voltmeter dengan menggunakan rumus Persamaan (1) dan (2) berikut. Perhitungan persentase error (ϵ) pada pengujian salah satu tegangan fasa R antara hasil alat ukur (H_u) dan hasil alat ukur rancangan (H_r).

$$\epsilon(\%) = \frac{H_u - H_r}{H_r} \times 100\% \tag{1}$$

Tabel 3: Pengujian tegangan fasa R

Kondisi	Alat Ukur	Tegangan	ϵ (%)
I	Pzem-004t	227,1	0,4
	Voltmeter	228	
II	Pzem-004t	226,7	0,57
	Voltmeter	228	
III	Pzem-004t	226,8	0,52
	Voltmeter	228	
IV	Pzem-004t	226,9	0,48
	Voltmeter	228	
V	Pzem-004t	226,9	0,48
	Voltmeter	228	
VI	Pzem-004t	–	–
	Voltmeter	–	
ϵ_r			0,4

Tabel 4: Pengujian tegangan fasa S

Kondisi	Alat Ukur	Tegangan	ϵ (%)
I	Pzem-004t	229,5	0,21
	Voltmeter	230	
II	Pzem-004t	229,3	0,3
	Voltmeter	230	
III	Pzem-004t	229,2	0,08
	Voltmeter	229	
IV	Pzem-004t	229,2	0,34
	Voltmeter	230	
V	Pzem-004t	228,9	0,04
	Voltmeter	229	
VI	Pzem-004t	229,5	0,21
	Voltmeter	230	
ϵ_r			0,19

Sedangkan untuk mendapatkan persentase kesalahan rata rata (ϵ_r) di dapatkan dari jumlah error (J_ϵ) dengan jumlah percobaan (J_p).

$$\epsilon_r(\%) = \frac{J_\epsilon}{J_p} \quad (2)$$

Hasil pengujian dapat dilihat dalam Tabel 3 berikut.

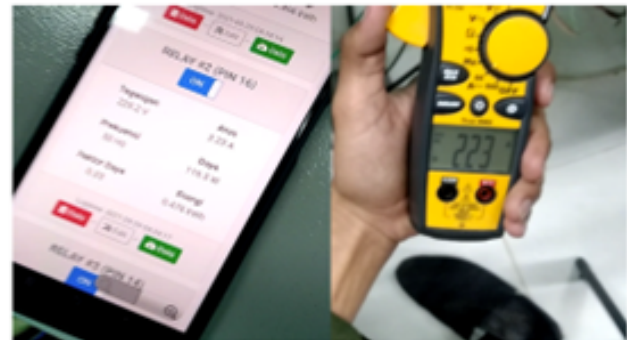
Pembacaan sensor pzem-004t dan voltmeter yang berbeda akan menimbulkan sebuah error yang biasanya disebabkan oleh ketidakstabilan tegangan saat proses pembacaan antara sensor dan voltmeter [14–16]. Menurut nilai error yang terdapat pada Tabel 3 sampai Tabel 5 masuk dalam kategori golongan b, yaitu alat ukur ini biasa digunakan untuk pengukuran-pengukuran presisi. Alat ukur ini biasanya *portable*.

Tabel 5: Pengujian tegangan fasa T

Kondisi	Alat Ukur	Tegangan	ϵ (%)
I	Pzem-004t	230,1	0,39
	Voltmeter	231	
II	Pzem-004t	229,8	0,52
	Voltmeter	231	
III	Pzem-004t	229,1	0,39
	Voltmeter	230	
IV	Pzem-004t	228,8	0,52
	Voltmeter	230	
V	Pzem-004t	229	0,43
	Voltmeter	230	
VI	Pzem-004t	229,4	0,26
	Voltmeter	230	
ϵ_r			0,41

iii. Pengujian Arus

Pengujian sensor arus bertujuan untuk mengetahui kinerja sensor dalam pembacaan nilai arus bekerja dengan baik atau belum. Sensor pzem-004t mengambil data dari beberapa beban yang terpasang pada alat monitoring [17–20]. Persamaan perhitungan error serta error rata-rata sama seperti Persamaan (1) dan (2). Adapun hasil perbandingannya dapat dilihat pada Tabel 6–9.

**Gambar 5:** Pengujian arus

Dilihat dari tabel pengujian arus menunjukkan hasil pengujian dari perbandingan pembacaan sensor pzem-004t dengan amperemeter. Menurut nilai error yang terdapat pada Tabel 6 sampai Tabel 8 masuk dalam kategori golongan d, yang dipergunakan pada panel-panel yang tidak begitu memperhatikan presisi dan ketelitian.

Pada gambar grafik di atas terlihat tiap fasa dari sumber listrik PLN memiliki nilai daya yang termonitor dari alat ini. Pengujian dilakukan dengan 6 kondisi, dimana kondisi ini dilakukan berbagai variasi beban

Tabel 6: Pengujian Arus R

Kondisi	Alat Ukur	Arus	ϵ (%)
I	Pzem-004t	2,17	1,84
	Amperemeter	2,13	
II	Pzem-004t	2,15	1,39
	Amperemeter	22,12	
III	Pzem-004t	2,17	3,22
	Amperemeter	2,1	
IV	Pzem-004t	2,17	4,14
	Amperemeter	2,08	
V	Pzem-004t	2,18	5,5
	Amperemeter	2,06	
VI	Pzem-004t	—	—
	Amperemeter	—	
ϵ_r			2,68

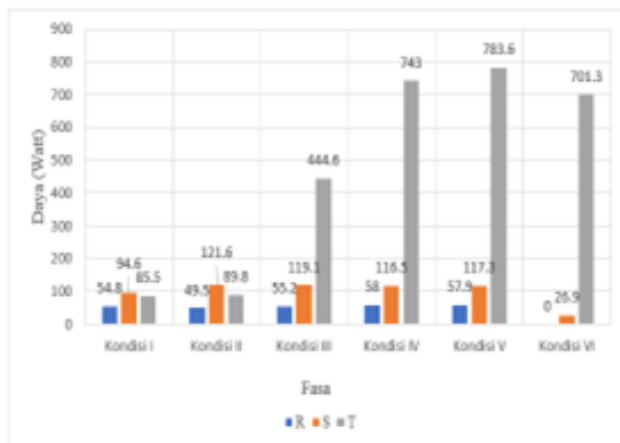
Tabel 7: Pengujian Arus S

Kondisi	Alat Ukur	Arus	ϵ (%)
I	Pzem-004t	2,32	1,29
	Amperemeter	2,29	
II	Pzem-004t	2,38	5,5
	Amperemeter	2,22	
III	Pzem-004t	2,96	4,7
	Amperemeter	2,82	
IV	Pzem-004t	2,71	0,73
	Amperemeter	2,73	
V	Pzem-004t	4,06	3,2
	Amperemeter	2,93	
VI	Pzem-004t	4	5
	Amperemeter	2,8	
ϵ_r			3,4

Tabel 8: Pengujian Arus T

Kondisi	Alat Ukur	Arus	ϵ (%)
I	Pzem-004t	2,32	1,29
	Amperemeter	2,29	
II	Pzem-004t	2,35	5,5
	Amperemeter	2,22	
III	Pzem-004t	2,96	4,7
	Amperemeter	2,82	
IV	Pzem-004t	2,71	0,73
	Amperemeter	2,73	
V	Pzem-004t	4,06	3,2
	Amperemeter	3,93	
VI	Pzem-004t	4	5
	Amperemeter	3,8	
ϵ_r			3,4

dan hasil dari daya tiap kondisi dapat dilihat pada Tabel 9. Pada saat pengujian alat monitoring mengukur daya dari beberapa kondisi mengalami ketidakstabilan, ini terlihat jelas mulai dari kondisi 2 hingga kondisi 5 pada fasa S yang mana kondisi tersebut hanya memiliki 2 beban yaitu motor dan kipas angin. Hasil pengukuran ini terjadi karena ketidakstabilan dari tegangan yang dapat dilihat pada tabel 1, ketidakstabilan lebih sering disebabkan oleh variasi dari beban. Ketika beban satu fasa dengan fasa lain berbeda, maka saat itulah kondisi ini terjadi. Hal ini disebabkan oleh impedansi, tipe beban, atau jumlah beban berbeda satu fasa dengan fasa lain sehingga menghasilkan daya yang tidak stabil dengan beban yang sama pada kondisi tersebut. Dari hasil monitoring menunjukkan fasa yang memiliki nilai daya yang terbesar ada di fasa T pada kondisi 5 karena pada fasa T banyaknya beban yang terpakai dalam suatu waktu.



Gambar 6: Nilai daya pada tiap fasa

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian tentang *monitoring* dan *controlling* pemakaian daya listrik ini adalah : Sistem monitoring dibuat menggunakan beberapa komponen diantaranya nodemcu esp8266 sebagai mikrokontroler, pzem-004t sebagai sensor untuk mengukur parameter kelistrikan, dan LCD untuk menampilkan hasil pembacaan pzem-004t, serta dikoneksikan dengan jaringan internet untuk dapat memantau parameter kelistrikan melalui berbagai macam perangkat. Pemutusan aliran listrik dapat dilakukan melalui aplikasi Android dimana nodemcu esp8266 sebagai mikrokontroler yang dihubungkan dengan relay.

Tabel 9: Pengujian daya

Kondisi	Beban	Fasa		
		R	S	T
I	Motor 3 fasa (no load)	54,8	94,6	85,5
II	Motor 3 fasa + kipas	49,8	121,6	89,8
III	Motor 3 fasa + kipas + setrika	55,2	119,1	444,6
IV	Motor 3 fasa + kipas + 2 setrika	58	116,5	743
V	Motor 3 fasa + kipas + 2 setrika + lampu LED	57,9	117,3	783,6
VI	Kipas + 2 setrika + lampu LED	–	26,9	701,3

PERSANTUNAN

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada: Se-genap Dosen dan Staf pengajar Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang. Keluarga, teman-teman dan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. D. Kothari, "Garbage level monitoring device using internet of things with esp8266," *Jubin Dipakkumar Kothari (2018). Garbage Level Monitoring Device Using Internet of Things with ESP8266. International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, vol. 7, no. 6, pp. 2995–2998, 2018.
- [2] K. B. Q. Chowdhury, A. M. A. Hasani, K. Labeeb, R. Karim, A. Mashuk, M. Khan, R. Nasfikur *et al.*, "Iot based garbage monitoring and clearance alert system," in *International Conference on Innovation in Modern Science and Technology*. Springer, 2019, pp. 165–172.
- [3] K. C. KLothitha, K. A. MGouthami *et al.*, "Iot based garbage management system using arduino," *NEW ARCH-INTERNATIONAL JOURNAL OF CONTEMPORARY ARCHITECTURE*, vol. 8, no. 1s, pp. 318–327, 2021.
- [4] G. Bedi, G. K. Venayagamoorthy, R. Singh, R. R. Brooks, dan K.-C. Wang, "Review of internet of things (iot) in electric power and energy systems," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 5, no. 2, pp. 847–870, 2018.
- [5] F. Khan, M. A. B. Siddiqui, A. U. Rehman, J. Khan, M. T. S. A. Asad, dan A. Asad, "Iot based power monitoring system for smart grid applications," in *2020 International Conference on Engineering and Emerging Technologies (ICEET)*. IEEE, 2020, pp. 1–5.
- [6] A. Hanumanthaiah, A. Gopinath, C. Arun, B. Hariharan, dan R. Murugan, "Comparison of lossless data compression techniques in low-cost low-power (lclp) iot systems," in *2019 9th International Symposium on Embedded Computing and System Design (ISED)*. IEEE, 2019, pp. 1–5.
- [7] K. Shafique, B. A. Khawaja, F. Sabir, S. Qazi, dan M. Mustaqim, "Internet of things (iot) for next-generation smart systems: A review of current challenges, future trends and prospects for emerging 5g-iot scenarios," *Ieee Access*, vol. 8, pp. 23 022–23 040, 2020.
- [8] F. K. Santoso dan N. C. Vun, "Securing iot for smart home system," in *2015 international symposium on consumer electronics (ISCE)*. IEEE, 2015, pp. 1–2.
- [9] J. Y. Kim, H.-J. Lee, J.-Y. Son, dan J.-H. Park, "Smart home web of objects-based iot management model and methods for home data mining," in *2015 17th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium (APNOMS)*. IEEE, 2015, pp. 327–331.
- [10] A. I. Satriananda, L. Kamelia, M. R. Efendi, dan A. Kusnawan, "The prototype of smart power meter at home based on internet of things," in *2021 7th International Conference on Wireless and Telematics (ICWT)*. IEEE, 2021, pp. 1–3.
- [11] L. Bu, Z. Chen, Z. Chen, L. Qin, F. Yang, K. Xu, J. Han, dan X. Wang, "Impact induced compound method for triboelectric-piezoelectric hybrid nanogenerators to achieve watt level average power in low frequency rotations," *Nano Energy*, vol. 70, p. 104500, 2020.
- [12] S. Kumar, K. Bhatt, P. Kumar, S. Sharma, A. Kumar, dan C. Tripathi, "Laser patterned, high-power graphene paper resistor with dual temperature coefficient of resistance," *RSC advances*, vol. 9, no. 15, pp. 8262–8270, 2019.
- [13] B. C. V. Chakravarthi dan G. S. K. Rao, "Impact of power quality issues in grid connected photovoltaic system," in *2020 4th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA)*. IEEE, 2020, pp. 155–158.
- [14] C. Indah, "Rancang bangun alat pemantau biaya pemakaian energi listrik menggunakan sensor pzem-004t dan aplikasi blynk," Ph.D. dissertation, Universitas Andalas, 2021.
- [15] A. Ma'rif, R. Purnama, dan K. E. Susilo, "Rancang bangun alat monitoring tegangan, arus, daya, dan faktor daya berbasis iot," *Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer dan Kecerdasan Buatan)*, vol. 5, no. 1, pp. 81–86, 2021.
- [16] R. Risfendra, G. F. Ananda, dan A. Stephanus, "Internet of things on electrical energy monitoring using multi-electrical parameter sensors," *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2021.
- [17] D. D. PRASETYO, "Rancang bangun sistem monitoring beban listrik berbasis iot menggunakan mikrokontroler node-mcu esp8266 dan sensor pzem-004t-100a pada gitet bandung selatan," Ph.D. dissertation, Universitas Gadjah Mada, 2021.
- [18] S. Anwar, T. Artono, N. Nasrul, D. Dasrul, dan A. Fadli, "Pengukuran energi listrik berbasis pzem-004t," in *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, vol. 3, no. 1, 2019, p. 272.

- [19] T. Hidayat dan H. Effendi, "Perancangan alat monitoring error current transformer (amor ct) menggunakan arduino mega 2560 dan cayenne iot," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 2, no. 2, pp. 226–232, 2021.
- [20] A. I. Satriananda, L. Kamelia, M. R. Efendi, dan A. Kusnawan, "The prototype of smart power meter at home based on internet of things," in *2021 7th International Conference on Wireless and Telematics (ICWT)*. IEEE, 2021, pp. 1–3.