

Monitoring kWh Meter 1 Phasa Analog Berbasis Internet of Things

Kadek Yogi Premana Putra ^{1*}, I Gede Nyoman Sangka ², Made Budiada ³

¹ Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

² Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

³ Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

*Corresponding Author: yogipremana@gmail.com

Abstrak: Tujuan penelitian ini yaitu untuk membuat sebuah alat yang mampu memonitoring kWh meter 1 phasa analog berbasis *Internet of Things*. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan tahapan studi literatur, desain alat, implementasi, evaluasi dan Analisa. Untuk mengetahui keberhasilan alat, maka perlu dilakukan uji akurasi yang meliputi pengujian tegangan, arus dan daya. Alat yang sudah dibuat menggunakan komponen utama berupa mikrokontroler NodeMcu ESP8266 dan sensor PZEM-004T. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran alat dengan hasil pengukuran multimeter. Adapun hasil yang didapatkan yaitu pada pengujian arus mendapatkan nilai error sebesar 3,25%. Kemudian pada pengujian tegangan mendapatkan nilai error sebesar 0,42% dan pengujian daya mendapatkan nilai error sebesar 6.60%.

Kata Kunci: Monitoring, kWh meter, Internet of Things, NodeMcu ESP8266, Sensor PZEM-004T, akurasi.

Abstract: The purpose of this study is to create a tool that is able to monitor a 1-phase analog kWh meter based on the Internet of Things. The research uses an experimental method with the stages of literature study, tool design, implementation, evaluation and analysis. To determine the success of the tool, it is necessary to do an accuracy test which includes testing of voltage, current and power. The tool that has been made uses the main components in the form of a NodeMcu ESP8266 microcontroller and a PZEM-004T sensor. The test is done by comparing the measurement results of the tool with the results of the multimeter measurements. The results obtained in the current test get an error value of 3.25%. Then the voltage test gets an error value of 0.42% and the power test gets an error value of 6.60%.

Keywords: Monitoring, kWh meter, Internet of Things, NodeMcu ESP8266, Sensor PZEM-004T, accuracy.

Informasi Artikel: Pengajuan Repository pada September 2022/ Submission to Repository on September 2022

Pendahuluan/ Introduction

Listrik menjadi kebutuhan yang sangat vital di era sekarang ini, dimana kehidupan tidak bisa lepas dari peranan listrik. Dari tahun ketahun penggunaan listrik di masyarakat semakin besar, ini dikarenakan pertumbuhan penduduk dan pembangunan yang sangat pesat. Salah satu konsumsi listrik terbesar terdapat pada sektor rumah tangga. Pada tahun 2020 direktorat jenderal ketenagalistrikan kementerian energi dan sumber daya mineral republik Indonesia, melalui laporannya mengatakan bahwa konsumsi listrik rumah tangga di Indonesia yaitu sebesar 37,45% angka ini mengalami kenaikan sebesar 12,76% dari juni 2019. Ini merupakan konsumsi listrik terbesar kedua setelah sektor industri yg menyumbang sebesar 41,00%[1]. Kurangnya sarana untuk memonitoring pemakaian listrik rumah tangga secara langsung dan praktis membuat pengguna kurang bijak dalam memakai energi listrik. Meskipun setiap rumah sudah terpasang kWh meter dari PLN terutama kWh meter analog, tetapi nyatanya alat ini masi kurang detail dalam proses penampilan data yang dihasilkan. Dimana pelanggan harus mengkonversikan secara manual daya yang terpakai untuk mengetahui berapa rupiah yang harus dibayarkan kepada PLN. Agar pelanggan dan petugas dapat dengan mudah memonitoring pemakaian listrik, maka diperlukan suatu alat monitoring yang memanfaatkan mikrokontroler yang bisa diakses dari jarak jauh[2]

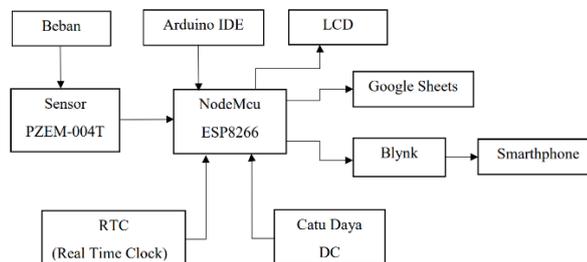
IoT atau yang dikenal dengan *Internet of Things* merupakan benda-benda yang mampu bertukar informasi antara satu sama lain kedalam suatu sistem yang terhubung melalui koneksi internet[3]. Tentu saja dalam sistem IoT diperlukan suatu mikrokontroler untuk proses kendali, dimana mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini menggunakan NodeMCU ESP8266[4]. Selain itu penelitian ini juga mengimplementasikan sensor PZEM-004T sebagai sensor Arus, Tegangan, Daya dan Energi dari listrik AC[5]. Alat yang dibuat akan menampilkan nilai arus, tegangan, daya, power factor, energy dan biaya penggunaan. Hasil dari pembacaan sensor akan ditampilkan di LCD dan aplikasi smartphome secara realtime. Selain itu data tersebut juga akan tersimpan secara *cloud* pada google sheets[6]

Pada penelitian sebelumnya yang dibuat oleh T. Nusa dkk alat serupa yang dibuat menggunakan mikrokontroler ATmega 328 dan sensor arus ACS712. Tetapi data yang ditampilkan hanya dapat dilihat pada LCD[7]. Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Hartono Budi Santoso Dkk menggunakan mikrokontroler ESP8266-E12 dan sensor PZEM-004T. Data yang dibaca oleh sensor dapat dilihat pada aplikasi smartphome[8]. Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Tukadi dkk juga membuat alat yang serupa yang menggunakan Wemos D1 ESP8266 sebagai mikrokontroler dan sensor ina219 sebagai sensor arus dan tegangan. Selain sebagai monitoring, penulis juga menambahkan aplikasi pengendali jarak jauh (*mobile control*) untuk peralatan elektronik[9]. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Nurul Hidayat dkk. penelitian ini menggunakan sensor arus sct-013 dan sensor tegangan zmpt101b. Berbeda dari pada penelitian sebelumnya, pada penelitian ini penulis memanfaatkan *relay* sebagai komponen yang berfungsi sebagai pemutus aliran listrik dan modul *WIFI* Lora RA-02 digunakan sebagai sarana komunikasi antara alat. Terdapat dua buah alat yang terpisah yaitu *mikro client* yang terletak pada kWh sebagai pencatat daya terpakai dan *mikro server* penerima data dari *mikro client* yang bisa dimonitoring dan dikontrol lewat PC[10].

Metode/ Method

A. Diagram Blok Sistem

Perancangan sistem ini diawali dengan membuat blok diagram rangkaian. Blok diagram rangkaian dapat dilihat pada gambar berikut.



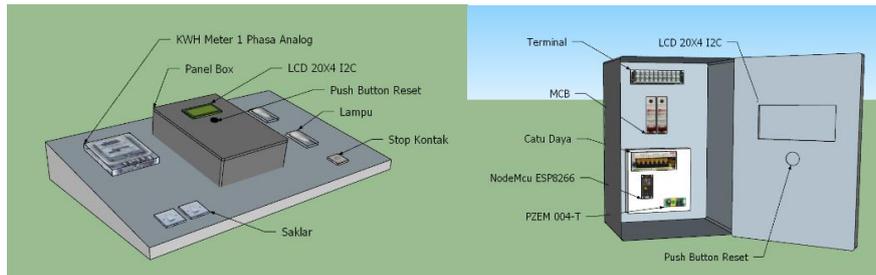
Gambar/Figure 1. Blok Diagram Sistem

Catu daya berfungsi sebagai penyuplai tegangan DC ke mikrokontroler. Sensor PZEM-004T berfungsi untuk mengukur Tegangan, Arus, dan Daya. *Input* dari sensor akan diambil langsung dari *output* kWh meter yang tersambung ke beban. Adapun cara kerja dari sistem ini yaitu disaat catu daya dihidupkan maka sensor akan mendeteksi arus, tegangan dan daya. Selanjutnya data ini akan diolah oleh mikrokontroler dan ditampilkan pada layar LCD. Selain itu mikrokontroler juga akan mengirimkan data ini ke aplikasi Blynk untuk ditampilkan secara realtime dan selanjutnya data akan tersimpan pada Google Sheets.

B. Rancangan Perangkat Keras

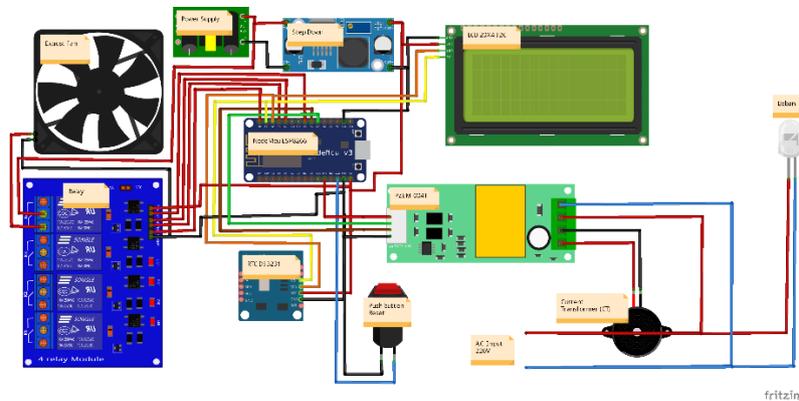
Setelah membuat blok diagram dan mengetahui fungsi komponen yang akan digunakan, maka tahap selanjutnya yaitu membuat desain alat yang akan dirancang untuk mengetahui penempatan dan ukuran alat. Pada desain alat ini akan menggunakan miniatur penggunaan listrik pada rumah dengan simulasi beban 2 buah lampu dan 1 stop kontak. Alat yang dibuat akan menggunakan *base* dasar berupa papan kayu dengan diameter 80x50 cm. Untuk rangkain sistem yang dibuat akan menggunakan akrilik dengan ukuran 20x30 cm. Didalam box akrilik tersebut akan terdapat komponen-komponen utama seperti NodeMcu ESP8266, sensor PZEM-004T, catu daya, LCD, push button, MCB dan Terminal. Box akrilik juga akan dilengkapi dengan *exhaust fan* yang bertujuan untuk menjaga suhu dalam panel box tetap dingin. Khusus untuk pintu box akan

menggunakan akrilik bening, ini bertujuan agar segala rangkaian yang ada didalam box terlihat. Untuk lebih jelasnya perancangan perangkat keras dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar/Figure 2. Rancangan Alat

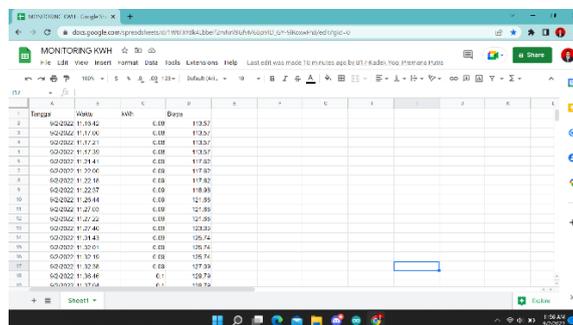
Rangkaian perangkat sistem dapat dilihat pada gambar 3. Adapun komponen yang digunakan yaitu NodeMcu ESP8266, sensor PZEM-004T, LCD 20x4 I2C, Relay 4 chanel, RTC DS3231, Exhaust fan dan power supply 12V 3A sebagai catu daya yang nantinya akan digunakan untuk mensuplai mikrokontroler. Ditambahkan juga push button reset pada mikrokontroler jika terjadi crash atau error pada alat.



Gambar/Figure 3. Wiring Diagram Sistem

C. Rancangan Perangkat Lunak

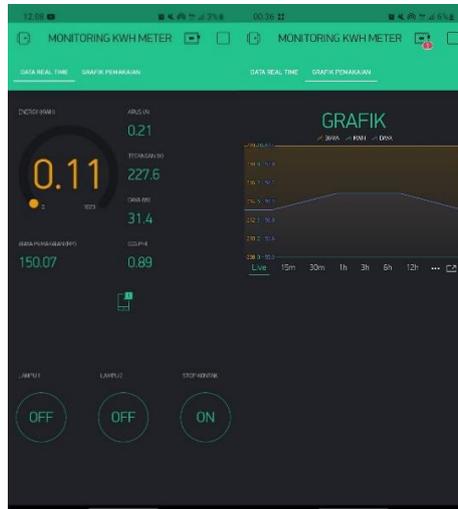
Rancangan perangkat lunak terdiri dari 2 bagian yaitu rancangan *Cloud Storage* dan rancangan aplikasi *smartphone*. Software yang akan digunakan untuk membuat *Cloud Storage* yaitu *Google Sheets*. *Cloud Storage* yang dirancang akan menyimpan tanggal, waktu, kWh dan biaya yang terbaca oleh alat. Berikut merupakan *Interface Google Sheets*.



Gambar/Figure 4. Interface Google Sheets

Rancangan aplikasi *smartphone* pada sistem ini menggunakan Blynk. Aplikasi yang dirancang menggunakan dua screen yaitu screen 1 dan screen 2. Dimana screen 1 berfungsi sebagai tempat menampilkan data secara *realtime* selain itu pada screen ini ditambahkan fungsi button untuk mengontrol beban dan screen

2 berfungsi untuk menampilkan data dalam bentuk grafik. Aplikasi yang dirancang akan menampilkan data berupa tegangan, arus, daya, dan biaya penggunaan. Pada rancangan aplikasi *smartphone* juga akan terdapat fitur notifikasi. Aplikasi *smartphone* akan mengirim notifikasi jika penggunaan daya listrik terlalu tinggi untuk menghindari MCB terputus secara langsung, sekaligus notifikasi jika alat dalam kondisi mati atau *offline*. Rancangan aplikasi *smartphone* dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar/Figure 5. Interface pada aplikasi Blynk

D. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari perangkat hardware dan software. Berikut merupakan alat dan bahan yang diperlukan:

- a. Perangkat Hardware : Tang kombinasi, Obeng (+) dan (-), Solder, Cutter, Kabel USB, Gergaji, NodeMcu ESP8266, Sensor PZEM-004T, LCD 20x4 I2C, KWH Meter 1 Phasa Analog, MCB, Saklar, Stop kontak, Lampu, Kabel NYA, Power Supply 12V 3A, Kabel jumper, Timah, Papan PCB, Papan Kayu, Exhaust Fan, Akrilik.
- b. Perangkat Software : Arduino IDE, Google sheets, Blynk.

Hasil dan Pembahasan/ Result and Discussion

Komponen-komponen hardware tersebut akan dirangkai dan di rampungkan sesuai dengan perencanaan atau desain yang sudah dibuat sebelumnya. Pada tahapan ini juga akan ditambahkan beberapa detail yang kurang, guna menghasilkan suatu sistem yang dapat bekerja secara utuh. Adapun hasil dari implementasi hardware dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut.



Gambar/Figure 6. Hasil Rancangan Sistem

Pengujian dilakukan melalui tiga tahapan yaitu pengujian pengukuran arus, pengujian pengukuran tegangan dan pengujian pengukuran daya. Pada pengujian rangkaian secara menyeluruh ini menggunakan dua buah beban lampu dan satu kipas angin. Pengujian dilakukan sebanyak 20 kali dengan menggunakan 2 buah beban lampu dan 1 buah kipas angin. Adapun hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel/Table 1. Hasil pengujian perbandingan alat dengan multimeter

waktu pengujian	Pengujian tegangan (V)		Pengujian Arus (A)		Pengujian daya (W)	
	Multimeter	Alat	Multimeter	Alat	Multimeter	Alat
1	216	216	0.35	0.32	64.2	61.72
2	219	219.1	0.33	0.32	62.4	60.53
3	217	216.6	0.31	0.32	61.3	59.05
4	219	218	0.33	0.32	61.7	59.64
5	221	219.3	0.31	0.32	62	58.46
6	223	221.8	0.32	0.32	63.8	58.75
7	222	220	0.33	0.32	63.5	58.56
8	220	221.6	0.32	0.32	63.1	58.46
9	218	219.3	0.33	0.32	62.4	58.46
10	219	218.1	0.35	0.32	62.4	57.57
11	214	216	0.32	0.32	60.9	55.33
12	213	211.9	0.35	0.32	59.9	53.89
13	217	217	0.34	0.32	61.3	53.89
14	216	214.7	0.34	0.32	61.3	59.52
15	216	217	0.32	0.32	61.3	59.21
16	219	219	0.33	0.32	61.7	57.7
17	216	215.5	0.33	0.32	61.3	56.19
18	215	216	0.32	0.32	60.6	56.19
19	218	217.2	0.33	0.32	61.7	56.8
20	216	215.4	0.32	0.32	60.9	56.19
rata-rata error	0.084865993		0.651427257		1.320341327	

Adapun rumus yang digunakan untuk mencari error pengukuran yaitu sebagai berikut :

$$error = \frac{\text{hasil pengukuran multimeter} - \text{hasil pengukuran alat}}{\text{hasil pengukuran multimeter}} \tag{1}$$

Untuk mengevaluasi error pada penelitian ini yaitu menggunakan Mean Absolute percentage Error (MAPE). Mape merupakan ukuran ketepatan relative yang digunakan untuk mengetahui persentase penyimpangan hasil pendugaan. MAPE mengindikasikan seberapa besar kesalahan dalam menduga yang dibandingkan dengan nilai nyata. Adapun rumus matematis MAPE sebagai berikut.

$$Mape = \frac{\text{rata - rata error} \times 100\%}{\text{total pengujian}} \tag{2}$$

Adapun hasil MAPE (Mean Absolute percentage Error) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel/Table 2. Hasil pengujian tingkat akurasi system

No	Jenis pengukuran	Mean Absolute percentage Error (MAPE)	Keterangan
1	Pengukuran akurasi tegangan	0.42%	Sangat Akurat
2	Pengukuran akurasi arus	3.25%	Sangat Akurat
3	Pengukuran akurasi daya	6.60%	Sangat Akurat

Dari tabel diatas didapatkan rata-rata error untuk pengukuran tegangan yaitu sebesar 0.42%. Sedangkan rata-rata error pada pengukuran arus yaitu sebesar 3.25%. kemudian rata-rata error pengukuran daya yaitu sebesar 6.60%. Jadi dari ketiga pengujian tersebut rata-rata error pengukuran sensor PZEM-004T dapat dikatakan sangat akurat. Yang mengacu berdasarkan Lewis (1982), yang mengatakan nilai MAPE dapat diinterpretasikan atau ditafsirkan ke dalam 4 kategori yaitu: <10% = Sangat Akurat, 10-20% = Baik, 21-50% = Wajar, >51%= Tidak Akurat.

Simpulan/ Conclusion

Penelitian ini telah berhasil mengimplementasi sebuah alat monitoring kWh meter 1 phasa analog berbasis *Internet of Things* dengan menggunakan mikrokontroler NodeMcu ESP8266 dan sensor PZEM-004T. Monitoring dapat dilakukan secara *realtime* dan *wireless* lewat aplikasi smartphone. Berdasarkan rancangan yang sudah dibuat sistem monitoring kWh meter 1 phasa analog berbasis *Internet of Things* ini dapat bekerja dengan tegangan sebesar 5V DC. Suplai tegangan ini didapatkan dari rangkaian catu daya dan modul *stepdown* yang digunakan untuk menyuplai mikrokontroler NodeMcu ESP8266 dan sensor PZEM-004T. Sedangkan listrik yang dapat dibaca oleh alat ini yaitu listrik dengan tegangan dari 80VAC sampai dengan 260VAC. Dari hasil pengujian tingkat akurasi alat monitoring kWh meter 1 phasa analog berbasis *Internet of Things* ini didapatkan hasil rata-rata error untuk pengukuran tegangan yaitu sebesar 0.42%. Sedangkan rata-rata error pada pengukuran arus yaitu sebesar 3.25%. Kemudian rata-rata error pengukuran daya yaitu sebesar 6.60%. Dari nilai tersebut didapatkan hasil pengukuran daya memiliki tingkat error yang paling besar dibandingkan dengan pengukuran arus dan tegangan, tetapi hal ini masih dalam kategori sangat akurat.

Ucapan Terima Kasih/ Acknowledgment

Dalam penulisan Skripsi ini tentu saja tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari banyak pihak, maka dari itu penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya, terutama kepada Bapak Drs. I Gde Nyoman Sangka, MT. selaku Dosen Pembimbing 1, Bapak Ir. Made Budiada, M.Pd. selaku Dosen Pembimbing 2, serta teman-teman yang sudah membantu dalam membuat dan menyelesaikan skripsi ini.

Referensi/ Reference

- [1] Ditjen ketenagalistrikan, "Konferensi pers capaian kinerja subsektor ketenagalistrikan," *Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia*. Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, Jakarta, pp. 23–24, Jul. 2020.
- [2] A. A. Nurhadi, D. Darlis, and M. A. Murti, "Implementasi Modul Komunikasi LoRa RFM95W Pada Sistem Pemantauan Listrik 3 Fasa Berbasis IoT," *Ultima Computing : Jurnal Sistem Komputer*, vol. 13, no. 1, pp. 17–21, Jun. 2021.
- [3] R. Biasrori, I. Wayan Agus Arimbawa, and I. W. Wirarama Wedashwara, "SISTEMPENDUKUNGKEPUTUSAN KONSUMSI LISTRIK DENGAN IMPLEMENTASI IOTDAN FUZZY RULE MINING," *Jurnal Informatika & Rekayasa Elektronika*, vol. 2, no. 1, pp. 60–69, Apr. 2019, [Online]. Available: <http://ejournal.stmiklombok.ac.id/index.php/jjire>

- [4] Soer Darmanto and Pamungkas Hardika, "IMPLEMENTASI NODEMCU ESP8266 UNTUK PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK STUDI KASUS DI KONTRAKAN DR. ALIK," *SIGMA –Jurnal Teknologi Pelita Bangsa*, vol. 10, no. 4, pp. 168–173, Jun. 2020.
- [5] S. Anwar, T. Artono, and J. Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang, "Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T," *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, vol. 3, no. 1, pp. 272–276, Oct. 2019.
- [6] A. H. M. Nasution, S. Indriani, N. Fadhilah, C. Arifin, and S. P. Tamba, "PENGONTROLAN LAMPU JARAK JAUH DENGAN NODEMCU MENGGUNAKAN BLYNK," *Jurnal TEKINKOM*, vol. 2, pp. 93–98, 2019.
- [7] T. Nusa, S. R. U. A. Sompie, and M. R. S. T. Eng, "Sistem Monitoring Konsumsi Energi Listrik Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler," vol. 4, no. 5, pp. 19–26, 2015.
- [8] H. B. SANTOSO, S. PRAJOGO, and S. P. MURSID, "Pengembangan Sistem Pemantauan Konsumsi Energi Rumah Tangga Berbasis Internet of Things (IoT)," *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 6, no. 3, pp. 357–366, Oct. 2018, doi: 10.26760/elkomika.v6i3.357.
- [9] W. Widodo, M. Ruswiensari, A. Qomar, I. Teknologi Adhi Tama Surabaya, and P. Elektronika Negeri Surabaya, "Monitoring Pemakaian Daya Listrik Secara Realtime Berbasis Internet Of Things," in *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII*, 2019, pp. 581–586.
- [10] M. N. Hidayah, R. Alfita, and K. Aji, "IMPLEMENTASI INTERNET OF THING UNTUK KONTROL DAN MONITORING KWH METER PASCABAYAR," *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, vol. 9, no. 3, pp. 161–170, 2020.