pISSN : 0852-0232, eISSN : 2656-582X DOI : 10.14710/gt.v21i3.xxxxx

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DAN PEMUTUSAN OTOMATIS SAMBUNGAN SEMENTARA (PESTA) BERBASIS IOT (*INTERNET OF THINGS*)

Latiefa Achsani Yusfira Sulaiman[1)], Eko Ariyanto[2)]
[1)]Program Studi Str. Teknik Listrik Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
*)E-mail : kolunan_04@yahoo.co.id

ABSTRACT

Temporary Connection (PESTA) is an electricity connection service provided by PT. PLN (Persero) intended for customers' temporary needs or those requiring service for a specific period, with a capacity greater than the installed contracted capacity. Examples of temporary customer needs include electricity for repair shops, celebrations, etc. Limited field personnel, combined with overlapping tasks related to PBPD (New Connections and Capacity Changes), the lack of direct notification regarding the completion time of temporary connections, and the distance to customers' homes, result in delays in normalizing temporary connections. Delays in normalizing temporary connections affect customers' metered usage, which does not match the initial contracted capacity, resulting in losses for PT.PLN (Persero) because the metered usage is billed at the initial contracted rate rather than the temporary connection rate (non-technical loss). To address these issues and minimize losses, a monitoring and automatic disconnection device for temporary connections was developed to prevent delays in normalization and achieve energy savings (saved kWh). This device utilizes an Automatic Transfer Switch (ATS) system with a relay and timer that automatically transfers the load from the PESTA kWh meter to the customer's kWh meter. The ESP-32 module acts as a microcontroller that processes data from the PZEM-004T sensor (with an error margin of 0.02–0.05%) and sends automatic disconnection notifications via the Blynk app and SMS.

Keywords: *Temporary Connection, Energy Savings, ESP-32, Relay, PZEM-004T Sensor, Blynk App, SMS*

.

PENDAHULUAN

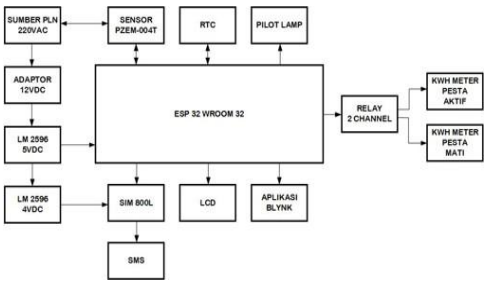
Penyambungan Sementara adalah fasilitas penyambungan listrik yang diperuntukkan untuk keperluan pelanggan yang bersifat sementara atau dalam jangka waktu tertentu dengan daya yang lebih besar dari daya kontrak yang terpasang. Contoh keperluan pelanggan yang bersifat sementara adalah keperluan listrik bengkel, hajatan, pesta, dll. Terbatasnya petugas di lapangan beserta pembagian tugas pada waktu yang bersamaan dengan PBPD, tidak adanya pengingat secara langsung waktu selesainya penyambungan sementara dan jarak rumah dari pelanggan yang jauh, mengakibatkan penormalan penyambungan sementara terjadi keterlambatan penormalan atau jangka waktu penyambungan sementara. Keterlambatan penormalan kembali penyambungan sementara akan berpengaruh kepada pemakaian pelanggan yang yang terukur, tidak seusai daya kontrak awal dan mengakibatkan terjadinya kerugian PT. PLN (Persero) karena jumlah pemakaian yang terukur akan dibayarkan sesuai dengan tarif daya kontrak awal bukan tarif daya penyambungan sementara (susut non-teknis). Susut non teknis merupakan hilangnya energi listrik yang dikonsumsi pelanggan maupun non pelanggan karena tidak tercatat dalam penjualan. Susut non- teknis inilah yang menyebabkan kerugian PLN.

Untuk mengatasi permasalahan yang ada dan mengurangi kerugian yang terjadi, maka dalam penelitian ini penyusun mengambil judul "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Pemutusan Otomatis Penyambungan Sementara (PESTA) Berbasis IoT (*Internet of Things*)".

METODE PENELITIAN

Diagram Blok

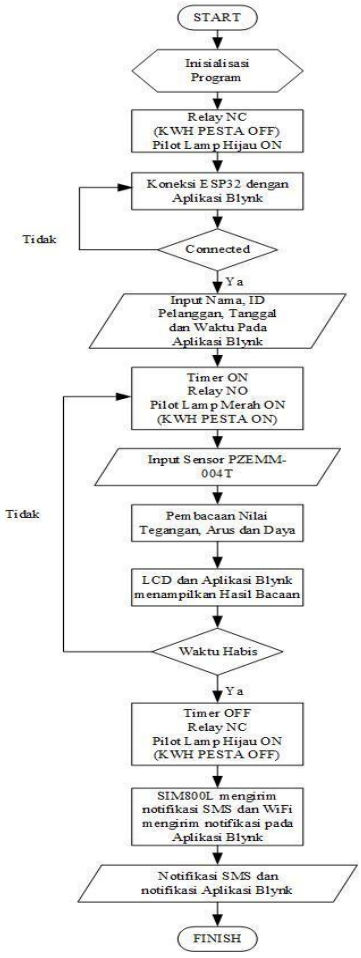
Untuk memudahkan dalam memahami proses kerja "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Pemutusan Otomatis Sambungan Sementara (PESTA) Berbasis IoT (*Internet of Things*)" dibuatlah blok diagram yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Alat

Flowchart

Flowchart yang menggambarkan alur proses dalam sistem "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Pemutusan Otomatis Sambungan Sementara (PESTA) Berbasis IoT (*Internet of Things*)" ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Alat

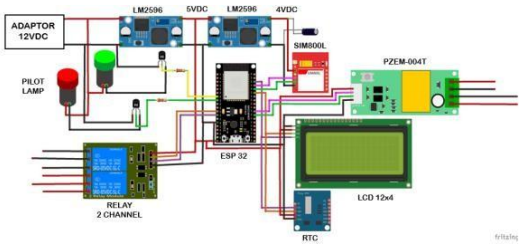
Alat ini merupakan alat monitoring dan pemutusan otomatis penyambungan sementara (PESTA) dengan daya kontrak yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan saat melakukan penyambungan sementara. Alat ini berbentuk seperti kWh meter yang dinamakan kWh meter PESTA. Pemasangan berada di samping kWh meter milik pelanggan dan mendapatkan sumber tegangan 220V AC yang berasal dari Saluran Rumah (SR) pelanggan. KWh meter PESTA ini dihubungkan paralel dengan kWh meter pelanggan melalui relay 2 channel yang berfungsi sebagai *switch* antara kWh meter pelanggan dan kWh meter PESTA yang aktif secara bergantian.

Setelah mendapat sumber tegangan, sistem pada kWh meter PESTA akan menginisialisasi program dengan kondisi awal Relay NC, sehingga yang dapat mengalirkan arus ke beban hanya kWh meter pelanggan dan sistem kWh meter PESTA masih dalam keadaan OFF serta belum dapat mengalirkan arus ke beban. Sistem KWh meter PESTA akan aktif dan dapat mengalirkan arus ke beban apabila ESP-32 sebagai mikrokontroller sudah terhubung pada WiFi dan dapat tersambung ke aplikasi *Blynk* yang kemudian dilakukan input perintah dari aplikasi *Blynk* dengan memasukkan nama, ID Pelanggan, tanggal dan waktu sesuai lama peyambungan sementara.

Setelah mendapat inputan, maka sistem kWh meter PESTA akan aktif dan Relay berubah menjadi NO, sehingga arus yang mengalir ke beban berasal dari kWh meter PESTA dan kWh meter pelanggan tidak dapat mengalirkan arus ke beban. Sensor PZEM-004T akan melakukan pembacaan sensor yang kemudian diolah oleh ESP-32 dan hasil pembacaan berupa tegangan, arus, daya dan besar kWh ditampilkan melalui LCD dan aplikasi *Blynk* sebagai monitoring.

Sistem akan melakukan pemutusan otomatis sesuai dengan tanggal dan waktu yang diatur, jika waktu habis, maka sistem akan memberikan intruksi ke Relay untuk *switching* dari kWh meter PESTA ke kWh meter Pelanggan atau Relay NC seperti diawal, sehingga yang dapat mengalirkan arus ke beban adalah kWh meter pelanggan dan sistem kWh meter PESTA berubah menjadi OFF dan tidak dapat mengalirkan arus ke beban. Bersamaan dengan kWh meter PESTA OFF, sistem akan mengirimkan notifikasi ke *smartphone* petugas sebagai pemberitahuan dan pengingat untuk melakukan pembongkaran. Notifikasi akan dikirimkan ke aplikasi *blynk* dan SMS, apabila ESP-32 tidak terhubung pada jaringan internet, maka sistem akan tetap mengirimkan notifikasi SMS ke *smartphone* petugas.

Rangkaian keseluruhan komponen ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Alat Keseluruhan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dan Analisis Error Sensor PZEM-004T

Pengujian sensor PZEM-004T ini dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian sensor yang ditampilkan pada LCD dan alat ukur. Dari hasil perbandingan dapat dihitung persentase error dan diketahui keakuratan pembacaan oleh sensor yang kemudian digunakan sebagai analisa kelayakan alat.

Hasil pengujian tegangan ditunjukkan pada Tabel 1, hasil pengujian arus ditunjukkan pada Tabel 2 dan hasil Pengujian ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 1. Hasil Pengujian Tegangan pada Variasi Beban dalam Tampilan LCD

No	Beban		Tampilan LCD	Alat Ukur Power Meter KWE-PM01	Error
	Alat	Watt			
1	Gerinda Besi	670 W	225 V	225 V	0,00%
2	Bor Besar	710 W	222,4 V	222 V	0,18%
3	Gergaji Besi	1.650 W	220,2 V	220 V	0,09%
4	Las Besi	1.300 W	214,1 V	214,7 V	0,28%
5	Gabungan Beban (Las Besi, Gerinda Besi, Gergaji Besi)	3.630 W	211,1 V	211 V	0,05%
Rata-Rata					0,12%

Hasil dari perhitungan error bor besar sebesar 0,18%. Rata-rata error yang diperoleh dari keseluruhan pengujian tegangan adalah sebesar 0,12%, sehingga keakuratan sensor pada pengujian tegangan sebesar 99,88%.

Tabel 2. Hasil Pengujian Arus pada Variasi Beban dalam Tampilan LCD

No	Beban		Tampilan LCD	Alat Ukur Clampmeter ST-201	Error
	Alat	Watt			
1	Gerinda Besi	670 W	1,34 A	1,34 A	0,00%
2	Bor Besar	710 W	1,75 A	1,71 A	2,34%
3	Gergaji Besi	1.650 W	3,38 A	3,38 A	0,00%
4	Las Besi	1.300 W	10,7 A	10,67 A	0,28%
5	Gabungan Beban (Las Besi, Gerinda Besi, Gergaji Besi)	3.630 W	13,53 A	13,32 A	1,58%
Rata-Rata					0,84%

Tabel 3. Hasil Pengujian Daya pada Variasi Beban dalam Tampilan LCD

No	Beban		Tampilan LCD	Alat Ukur Power Meter KWE-PM01	Error
	Alat	Watt			
1	Gerinda Besi	670 W	294 W	295 W	0,34%
2	Bor Besar	710 W	373,4 W	370 W	0,92%
3	Gegaji Besi	1.650 W	583,4 W	578 W	0,93%
4	Las Besi	1.300 W	1736,7 W	1753 W	0,93%
5	Gabungan Beban (Las Besi, Gerinda Besi, Gergaji Besi)	3.630 W	2319,9 W	2277 W	1,88%
Rata-Rata					1,00%

Hasil dari perhitungan error pada gerinda besi sebesar 0,34%. Rata-rata error yang diperoleh dari keseluruhan pengujian daya adalah sebesar 1,00%, sehingga keakuratan sensor pada pengujian daya sebesar 99,00%.

Pengujian dan Analisis Pemutusan Otomatis

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah relay dapat bekerja dengan baik saat pemutusan otomatis sesuai dengan tujuan dan fungsi alat tugas akhir ini dibuat. Perhitungan waktu menggunakan alat ukur *stopwatch* untuk menghitung waktu berpindah relay. Hasil perhitungan waktu pemutusan otomatis ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian Perhitungan Waktu Pemutusan Otomatis

Input waktu	Waktu Relay berpindah	*Delay*
1 menit	59,85 detik	0,15 detik
2 menit	1 menit 59,87 detik	0,13 detik
4 menit	3 menit 59,77 detik	0,23 detik
6 menit	5 menit 59,64 detik	0,36 detik
8 menit	7 menit 59,81 detik	0,19 detik
10 menit	9 menit 59,58 detik	0,42 detik
Rata-rata		0,23 detik

Dari hasil pengujian pemutusan otomatis dapat dilihat dari data yang diperoleh, *input* waktu dengan waktu berpindahnya *switch* relay tidak jauh berbeda. *Delay* yang muncul tidak mencapai 1 detik, maka dapat dikatakan program dan *switch* relay telah sesuai.

Pengujian dan Analisis Notifikasi

Pengujian notifikasi ini meliputi pengujian notifikasi pada aplikasi *Blynk* dan SMS. Perhitungan waktu menggunakan alat ukur *stopwatch* untuk menghitung waktu diterima notifikasi pada

smarthphone petugas. Hasil pengujian dan perhitungan waktu diterimanya notifikasi ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian dan Perhitungan Waktu Notifikasi

Waktu input	Waktu Relay berpindah	Waktu notifikasi Aplikasi *Blynk* diterima	Waktu notifikasi SMS diterima
1 menit	59,85 detik	0 detik	6,57 detik
2 menit	1 menit 59,87 detik	0 detik	6,70 detik
4 menit	3 menit 59,77 detik	0 detik	6,01 detik
6 menit	5 menit 59,64 detik	0 detik	6,36 detik
8 menit	7 menit 59,81 detik	0 detik	6,6 detik
10 menit	9 menit 59,58 detik	0 detik	6,49 detik
Rata - Rata		0 detik	6,455 detik

Dari hasil pengujian notifikasi dapat dilihat bahwa rata-rata waktu ketika notifikasi aplikasi *Blynk* diterima pada *smarthphone* adalah 0 detik setelah pemutusan otomatis, sedangkan rata-rata waktu notifikasi SMS diterima pada *smarthphone* adalah 6 detik setelah pemutusan otomatis.

Pengujian dan Analisis Keseluruhan Cara Kerja Alat

Pengujian dilakukan dengan menguji keseluruhan sistem dan kerja alat. Pengujian ini dilakukan dengan mengukur penggunaan listrik bengkel alumunium dan besi dengan daya listrik 3.500 VA yang disesuaikan dengan besar daya alat tugas akhir kWh meter PESTA ini yaitu dengan daya 3.500 VA dan pembatas sebesar 16 A.

Pengujian ini juga dilakukan pengukuran kWh dalam waktu ±2 jam untuk mengetahui penggunaan kWh pada saat pemasangan penyambungan sementara, pengujian ini dibandingkan dengan hasil pengukuran alat ukur Power Meter Taffware KWE- PM01 dan diperoleh hasil seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pegujian kWh pada kWh meter PESTA

No	Tampilan kWh Awal pada LCD	Tampilan kWh Akhir	Tampilan LCD	Alat Ukur	Error
1	0,96	1,48	0,52 kWh	0,496 kWh	4,84%
2	1,48	2,06	0,58 kWh	0,565 kWh	2,65%
Rata-rata			0,55 kWh	0,5305 kWh	3,75%

Hasil dari perhitungan error pada satu jam pertama sebesar 4,48%. Rata-rata error yang diperoleh dari keseluruhan pengujian kWh adalah sebesar 3,75%, sehingga keakuratan pada pengujian kWh sebesar 96,25%. Besar *error* dapat disebabkan oleh keakuratan pada setiap alat ukur berbeda – beda, atau dapat dipengaruhi karena kesalahan manusia (*human error*) dalam mengoperasikan atau pembacaan alat. Pada pengujian ini hasil pengujian memiliki tingkat keakuratan yang baik, karena tingkat error yang dihasilkan cukup kecil yaitu dibawah 5 %.

Dari hasil pengujian kWh pada Tabel 6 juga dapat dilihat rata-rata penggunaan kWh pada bengkel alumunium dan besi dalam satu jam adalah sebesar 0,55 kWh, sehingga dapat dihitung besar pemakaian kWh dalam satu hari sesuai dengan perhitungan kWh dalam penyambungan sementara. Dalam penyambungan sementara dengan daya sesuai dengan kWh meter PESTA yaitu 3.500 VA besar arus adalah

$S = V \times I$

Maka,

$$I = \frac{S}{V}$$

$$I = \frac{3.500\ VA}{220\ V}$$

$I = 15{,}9\ A$

$I \approx 15{,}9\ A$

Arus maksimal penggunaan pada daya 3.500 VA adalah sebesar 16 A, begitu pula dengan pembatas yang dipakai pada alat kWh meter PESTA ini. Dari besar arus tersebut dapat diketahui besar kWh penggunaan yang dibeli saat melakukan penyambungan sementara dalam satu hari yang dihitung selama 24 jam dengan perhitungan berikut:

$$kWh = \frac{V \times I \times \cos\theta \times t}{1000}$$

$$kWh = \frac{220\ V \times 16\ A \times 0.8 \times 24\ jam}{1000}$$

$kWh = 67{,}2\ kWh$

Hasil perhitungan kWh penggunaan saat penyambungan sementara dalam satu hari dengan daya 3.500 VA adalah 67,2 kWh.

Penggunaan penyambungan sementara dapat kurang atau melebihi kWh yang dibayarkan. Jika kWh yang digunakan lebih sedikit seperti pada penggunaan normal satu bengkel alumunium, dikarenakan penggunaan alat pada bengkel tidak terus menerus beroperasi sehingga kWh yang dihasilkan sedikit tetapi dalam penggunaan alat pada bengkel memerlukan arus yang besar saat penggunaan baik tetap maupun sesaat.

Apabila kWh yang digunakan lebih sedikit daripada kWh yang dibayarkan tentu akan memberikan keuntungan kepada PLN sedangkan

apabila kWh yang digunakan lebih besar daripada kWh yang dibayarkan tentu akan memberikan kerugian kepada PLN.

Jika terjadi keterlambatan maka pelanggan akan tetap menggunakan besar daya dan arus sesuai dengan penyambungan sementara, hal ini tentu akan memberikan dampak kerugian dikarenakan dalam pembayaran tagihan dibayarkan sesuai tarif kWh normal daya kontrak awal pemasangan bukan menggunakan tarif kWh penyambungan sementara. Rugi ini berpengaruh pada susut non-teknis di PLN yang tidak tampak namun merugikan perusahaan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembuatan alat Tugas Akhir "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Pemutusan Otomatis Penyambungan Sementara (PESTA) Berbasis IoT (*Internet of Things*)" dan analisis pengujian, maka penyusun dapat memberikan kesimpulan sebagai berikut:

1. Rancang bangun ini dapat berjalan sesuai dengan fungsinya yaitu sebagai sistem monitoring dan pemutusan otomatis penyambungan sementara serta pemberitahuan jika waktu penyambungan sementara telah selesai melalui aplikasi *Blynk* dan SMS.
2. Seluruh komponen mendapatkan nilai *input* tegangan yang tergolong baik dan sesuai dengan tegangan kerja pada masing-masing komponen dalam kisaran ±5V, ±4V dan ±12V.
3. Pengujian pembacaan sensor PZEM-004T dengan pembanding alat ukur Power Meter Taffware KWE-PM01 untuk tegangan, daya dan kWh serta Clampmeter ST-201 untuk arus, menghasilkan hasil pengujian sensor PZEM-004T memiliki keakuratan yang tinggi yaitu dalam pembacaan tegangan memiliki rata-rata persentase *error* sebesar 0,12% dengan akurasi 99,88%, pembacaan arus memiliki rata rata persentase *error* sebesar 0,84% dengan akurasi 99,16%, pembacaan daya memiliki rata-rata persentase *error* sebesar 1,00% dengan akurasi 99,00% dan pembacaan kWh memiliki rata-rata persentase *error* 3,75% dengan akurasi 96,25%.
4. Hasil pengujian LCD 20×4 dan aplikasi *Blynk* dapat menampilkan hasil pembacaan sensor dengan baik dibuktikan dengan perbandingan hasil tampilan dengan hasil pembacaan sensor yang sama dan dapat digunakan menjadi sistem *monitoring*.
5. Pemutusan otomatis dapat dijalankan dan berfungsi dengan baik sesuai dengan sistem yang dibuat, hal ini dibuktikan dengan hasil pengujian pemutusan otomatis yang memiliki waktu berpindah relay dengan *delay* dibawah 1 detik.
6. Pengiriman notifikasi pada alat dapat dijalankan dan berfungsi dengan baik sesuai dengan sistem yang dibuat, hal ini dibuktikan dengan hasil pengujian notifikasi dengan terkirimnya notifikasi pada aplikasi *Blynk* dan SMS. Rata-rata waktu yang dibutuhkan notifikasi pada aplikasi *Blynk* adalah 0 detik atau bersamaan dengan pemutusan otomatis dan rata-rata waktu yang dibutuhkan notifikasi pada SMS adalah 6,45 detik setelah pemutusan otomatis.
7. Dari hasil pengujian integrasi alat dapat dilihat bahwa alat dapat berjalan sebagai sistem monitoring dan pemutusan otomatis yang mencegah adanya susut non-teknis dan kerugian pada PLN karena keterlambatan pembongkaran penyambungan sementara.

UCAPAN TERIMA KASIH

Bagian ini menyatakan ucapan terima kasih kepada pihak yang berperan dalam pelaksanaan kegiatan penelitian, misalnya laboratorium tempat penelitian. Peran donor atau yang mendukung penelitian disebutkan perannya secara ringkas. Dosen yang menjadi penulis tidak perlu dicantumkan di sini.

DAFTAR PUSTAKA

1. PT. PLN ULP Kudus Kota, "LAPORAN PENERIMAAN EMIN JBST/PESTA/MULTIGUNA," Kudus,2022.
2. A. Latifa Sari, I. Sutedjo, dan I. Suryono, "RANCANG BANGUN PEMUTUS OTOMATIS PENYAMBUNGAN SEMENTARA BERBASIS TELEGRAM PROY EKAKHIR."
3. M. Iman Asyraf dan D. Septi Yanaratri, "PROYEK AKHIR ALAT LOAD SWITCH DAN NOTIFIKASI OTOMATIS PADA KWH METER PENYAMBUNGAN SEMENTARA (PESTA)."
4. B. B. Sangkek, "Si Kendali Pesta," Surabaya Barat, Des 2015.
5. R. K. Dewi, "Rancang Bangun Pemutus Listrik Otomatis dan Pembacaan Kwh Meter Jarak Jauh Untuk Pelanggan Pascabayar Berbasis Internet of Things (IoT)," Semarang, 2021.
6. Widiyanti Dini, "ANALISIS PENYEBAB SUSUT ENERGI JARINGAN TEGANGAN MENENGAH (20KV) DI PT. PLN (PERSERO) ULP SUMENEP

MENGGUNAKAN METODE FMEA," Malang, 2023.
7. Von Meier, "Electric Power Systems : A Conceptual Introduction."
8. PT PLN (Persero) Jasa Pendidikan dan Pelatihan Instrumentasi dan Pengukuran, "Instrumentasi dan Pengukuran."
9. Revinda Imawan Putra, Milda Gustiana Husada, dan Asep Nana Hermana, "Pengukuran dan Perolehan Error Pada Sistem Monitoring Kondisi Ban Kendaraan," *Diseminasi FTI*.
10. K. Kerja Standar Kontruksi Jaringan Disribusi Tenaga Listrik *dkk.*, "Penyusun : Standar Konstruksi Sambungan Tenaga Listrik disusun oleh."
11. Kelompok Kerja Standar Kontruksi Jaringan Disribusi Tenaga Listrik dan Pusat Penelitian Sains dan Teknologi Universitas Indonesia, "Buku I Kriteria Disain Enjinering Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik," Jakarta Selatan, 2010.
12. PT. PLN (PERSERO) PUSAT PENDIDIKAN DAN PELATIHAN, "Teori Dasar kWh Meter".
13. Studi Elektronika, "KWH Meter - Pengertian, Jenis, dan Perbedaannya." https://www.webstudi.site/2019/09/KWH-Meter.html (diakses 9 Juli 2023).
14. E. Sitompul dan K. Syirli, "Prepaid RFID-based Electricity Payment System for Rooming Houses," *Jurnal ELTIKOM*, vol. 4, no. 2, hlm. 105–120, Okt 2020, doi: 10.31961/eltikom.v4i2.205.
15. Didik, "Alasan PLN Terapkan Smart Meter, untuk Akurasi Tagihan Listrik," *Kalimantan live*, 26 Desember 2022.https://kalimantanlive.com/2022/12/26/alasan-pln-terapkan-smart-meter-untuk-akurasi-tagihan-listrik/ (diakses 9 Juli 2023).
16. E. P. Sitohang *dkk.*, "Rancang Bangun Catu Daya DC Menggunakan Mikrokontroler ATmega 8535," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 7, no. 2, 2018.
17. Dickson Kho, "Pengertian Power Supply dan Jenis-jenisnya,"*Teknik Elektronika"*. https://teknikelektronika.com/pengertian-power-supply-jenis-catu-daya/ (diakses 11 Juli 2023).
18. Suprianto, "Penyearah Gelomang dengan Filter Kapasitor," *Blog UNNES*, 14 Oktober 2015.https://blog.unnes.ac.id/antosupri/penyearah- gelombang-dengan-filter-kapasitor/ (diakses 12 Juli 2023).
19. "Especificaciones del módulo ESP32, "Vazansa Blogspot". https://vasanza.blogspot.com/2021/07/especificaciones-del-modulo-esp32.html (diakses 12 Juli 2023).
20. M. Ari Ramadhan, S. Noertjahjono, dan F. Santi Wahyuni, "RANCANG BANGUN AKSES KUNCI PINTU GERBANG INDEKOS MENGGUNAKAN E-KTP (ELEKTRONIK KARTU TANDA PENDUDUK) BERBASIS MIKROKONTROLLER," 2020.
21. Dickson Kho, "Pengertian Relay dan Fungsinya," Teknik Elektronika. https://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/ (diakses 12 Juli 2023).
22. Elga Aris Prastyo, "Cara Program dan Akses Modul GSM SIM800L V.1 Menggunakan Arduino Nano/Uno," Edukasielektronika.com,2020. https://www.edukasielektronika.com/2020/08/cara-program-dan-akses-modul-gsm.html (diakses 13 Juli 2023).
23. S. Samsugi, Z. Mardiyansyah, dan A. Nurkholis, "SISTEM PENGONTROL IRIGASI OTOMATIS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO," 2020.
24. L. Fikriyah, "SISTEM KONTROL PENDINGIN RUANGAN MENGGUNAKAN ARDUINO WEB SERVER DAN EMBEDDED FUZZY LOGIC DI PT. INOAC POLYTECHNO INDONESIA," Jurnal Informatika SIMANTIK, vol. 3, no. 1, 2018, [Daring]. Tersedia pada: www.jurnal.stmikcikarang.ac.id
25. Rafiq hariri, M. T. M. Andang Novianta S.T., dan M. T. Dr. Samuel Kristiyana S.T., "PERANCANGAN APLIKASI BLYNK UNTUK MONITORING DAN KENDALI PENYIRAMAAN TANAMAN," Jurnal Elektrikal, vol. 6, no. 1, hlm. 1–10, Jun 2019.