

**ANALISIS PERBANDINGAN KONSUMSI ENERGI ANTARA
BEBAN RESISTIF, INDUKTIF, DAN KAPASITIF DI RUMAH
TINGGAL MENGGUNAKAN ARDUINO UNO**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan Teknik Elektro



Oleh:

Dewi Nurhasanah

E.0451.2100160

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNIK DAN INDUSTRI
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2025**

ANALISIS PERBANDINGAN KONSUMSI ENERGI ANTARA BEBAN RESISTIF, INDUKTIF, DAN KAPASITIF DI RUMAH TINGGAL MENGGUNAKAN ARDUINO UNO

Oleh:

Dewi Nurhasanah

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan pada Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro

© Dewi Nurhasanah

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2025

Hak cipta dilindungi Undang-Undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, di-photocopy, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

Dewi Nurhasanah

E.0451.2100160

LEMBAR PENGESAHAN

DEWI NURHASANAH

E.0451.2100160

ANALISIS PERBANDINGAN KONSUMSI ENERGI ANTARA BEBAN RESISTIF, INDUKTIF, DAN KAPASITIF DI RUMAH TINGGAL MENGUNAKAN ARDUINO UNO

Disetujui dan disahkan oleh:

Dosen Pembimbing

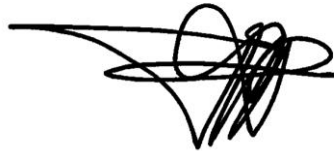


Dr. Tasma Sucita, S.T., M.T.
NIP. 19641007 199101 1 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Pendidikan Teknik Elektro FPTI UPI



Dr. Ir. Maman Somantri, S.Pd., M.T.
NIP. 19720119 200112 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN NASKAH

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Perbandingan Konsumsi Energi Antara Beban Resistif, Induktif, dan Kapasitif di Rumah Tinggal Menggunakan Arduino Uno” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko atau sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 29 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan,

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Dewi' followed by a stylized flourish and a small mark resembling a smiley face.

Dewi Nurhasanah

NIM. 2100160

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Perbandingan Konsumsi Energi Antara Beban Resistif, Induktif, dan Kapasitif di Rumah Tinggal Menggunakan Arduino Uno.” Penyusunan skripsi ini menjadi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di Universitas Pendidikan Indonesia, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro konsentrasi Teknik Tenaga Elektrik. Dalam proses penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari berbagai tantangan, baik yang bersifat internal maupun eksternal. Namun berkat doa, bantuan, dukungan, bimbingan, dan motivasi dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung, penulis dapat menyelesaikannya. Dengan segala hormat, penulis mengucapkan terima kasih yang mendalam kepada berbagai pihak yang telah berperan dalam penyelesaian skripsi ini, antara lain:

1. Bapak Dr. Tasma Sucita, S.T., M.T. selaku Ketua Kelompok Bidang Keahlian Pendidikan Teknik Elektro sekaligus dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan ilmu kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Maman Somantri, S.Pd., M.T. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, FPTI UPI.
3. Bapak Wasimudin Surya S, S.T., M.T. selaku dosen wali penulis yang telah memberikan banyak bimbingan dan informasi akademik selama masa perkuliahan.
4. Seluruh dosen dan staf di Universitas Pendidikan Indonesia, khususnya seluruh jajaran dosen Pendidikan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu kepada penulis hingga penulis dapat menyelesaikan studi.
5. Almarhumah Ibu Lilis Holisoh dan Almarhum Bapak Encep Mahmudin selaku orang tua penulis, atas curahan kasih sayang selama 21 tahun yang tidak pernah berhenti, serta doa-doa yang senantiasa melangit dan membersamai penulis hingga saat ini.
6. Dede Ruslan selaku kakak kandung penulis yang selalu memberikan dukungan moril maupun materil, khususnya selama penelitian berlangsung.

7. Neng Paridah selaku kakak ipar penulis beserta keluarganya yang memberikan dukungan, bantuan, dan motivasi.
8. Rielana Shidqia dan Raina Syifa selaku keponakan penulis yang selalu menghibur dan menjadi motivasi penulis menyelesaikan studi ini.
9. Teman dekat penulis, Sherly Nurindriani, Malwa Choerunnisa, Yuanisa Vidya Wahyuni, dan Ikrima Akmalia yang memberikan semangat, bantuan, dukungan, dan kebersamaan selama masa perkuliahan.
10. Teman-teman mahasiswa seperjuangan kelas PTE-A 2021 dan kelas Konsentrasi Teknik Tenaga Elektrik.
11. Semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari masih terdapat kekurangan, baik dalam penyusunan maupun tata bahasa penyampaian dalam skripsi ini. Oleh karena itu, penulis dengan rendah hati menerima saran dan kritik yang membangun dari pembaca. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, khususnya bagi penulis dan bagi pembaca umumnya.

Bandung, 29 Agustus 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dewi' followed by a stylized flourish and a small mark resembling a smiley face.

Dewi Nurhasanah

NIM. 2100160

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan konsumsi energi listrik antara beban resistif, induktif, dan kapasitif di rumah tinggal dengan menggunakan *prototipe data logger* berbasis Arduino Uno dan sensor PZEM-004T. Eksperimen dilakukan dengan tiga jenis beban listrik yang umum digunakan di rumah tinggal, yaitu lampu pijar (resistif), kipas angin (induktif), dan pompa air dengan kapasitor (kapasitif) selama 30 menit pengujian setiap beban. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa beban resistif memiliki faktor daya *unity* (1) dengan daya aktif rata-rata sebesar 73,04 W dan konsumsi energi sebesar 0,04 kWh, sedangkan beban induktif memiliki faktor daya rendah sekitar 0,55 *lagging* dengan daya aktif 23,18 W dan konsumsi energi hanya 0,01 kWh akibat adanya daya reaktif yang signifikan. Beban kapasitif menunjukkan faktor daya mendekati satu (0,95 *leading*) dengan daya aktif tertinggi sebesar 230,98 W dan konsumsi energi 0,12 kWh, sekaligus berperan dalam koreksi faktor daya. Validasi pengukuran dengan clamp meter rata-rata error 0,22% untuk tegangan dan 3,05% untuk arus. Validasi pengukuran dengan hasil perhitungan menunjukkan rata-rata error daya aktif sebesar 0,94% dan konsumsi energi sebesar 9,71%. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengoptimalan penggunaan energi listrik dan pengelolaan faktor daya di lingkungan domestik.

Kata kunci: *Data Logger* Konsumsi Energi Listrik, Beban Resistif, Beban Induktif, Beban Kapasitif.

ABSTRACT

This study aims to analyze the comparison of electrical energy consumption among resistive, inductive, and capacitive loads in residential settings using a data logger prototype based on Arduino Uno and the PZEM-004T sensor. The experiment was conducted with three common types of electrical loads used in homes, namely incandescent lamp (resistive), fan (inductive), and water pump with capacitor (capacitive), each tested for a duration of 30 minutes. The measurement results show that the resistive load has a unity power factor (1) with an average active power of 73.04 W and energy consumption of 0.04 kWh, whereas the inductive load has a low power factor of around 0.55 lagging with an active power of 23.18 W and energy consumption of only 0.01 kWh due to significant reactive power. The capacitive load shows a power factor close to one (0.95 leading) with the highest active power of 230.98 W and energy consumption of 0.12 kWh, while also playing a role in power factor correction. Measurement validation with a clamp meter showed an average error of 0.22% for voltage and 3.05% for current. Measurement validation with calculation results showed an average error of 0.94% for active power and 9.71% for energy consumption. This study provides an important contribution to optimizing electrical energy usage and power factor management in domestic environments.

Keywords: *Electrical Energy Consumption Data Logger, Resistive Load, Inductive Load, Capacitive Load.*

DAFTAR ISI

HALAMAN HAK CIPTA	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN NASKAH	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Struktur Organisasi Skripsi	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Komponen Resistif (R), Induktif (L), dan Kapasitif (C)	6
2.2 Daya Listrik	10
2.3 Faktor Daya	12
2.4 Beban Listrik	15
2.4.1 Beban Resistif	15
2.4.2 Beban Induktif	15
2.4.3 Beban Kapasitif	16
2.5 Energi Listrik	16
2.6 Daya pada Rumah Tinggal	17
2.7 Mikrokontroler Arduino	18
2.8 Sensor PZEM-004T	22

2.9	<i>Data Logger</i>	24
2.10	Penelitian Terkait.....	25
BAB III METODE PENELITIAN.....		27
3.1	Desain Penelitian.....	27
3.2	Lokasi Penelitian.....	28
3.3	Instrumen Penelitian	28
3.3.1	Diagram Pengawatan Prototipe <i>Data Logger</i> Konsumsi Energi Listrik	29
3.3.2	Alat, Komponen, dan Bahan	30
3.4	Prosedur Penelitian.....	32
3.5	Analisis Data	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		36
4.1	Temuan Penelitian	36
4.1.1	Hasil Perancangan Prototipe <i>Data Logger</i> Konsumsi Energi Listrik ..	36
4.1.2	Data Konsumsi Beban.....	41
4.1.3	Data Daya Reaktif dan Faktor Daya	47
4.2	Pembahasan.....	47
4.2.1	Analisis Perancangan Prototipe <i>Data Logger</i> Konsumsi Energi Listrik	47
4.2.2	Analisis Perbandingan Konsumsi Energi Listrik pada Beban Resistif, Induktif, dan Kapasitif.....	48
4.2.3	Analisis Efisiensi Beban Listrik Berdasarkan Daya Reaktif dan Faktor Daya.....	49
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI		50
5.1	Simpulan	50
5.2	Implikasi.....	50
5.3	Rekomendasi.....	51
DAFTAR PUSTAKA		53
LAMPIRAN.....		57

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Daftar Alat dan Komponen	30
Tabel 3. 2 Daftar Bahan	32
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Tegangan	38
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Arus	38
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Daya Aktif	39
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Konsumsi Energi Listrik	40
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Prototipe Data Logger Konsumsi Beban Resistif	41
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Prototipe Data Logger Konsumsi Beban Induktif.....	43
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Prototipe Data Logger Konsumsi Beban Kapasitif...	45
Tabel 4. 8 Data Daya Aktif, Daya Reaktif, dan Faktor Daya	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Simbol Resistor.....	6
Gambar 2. 2 Simbol Induktor	7
Gambar 2. 3 Vektor Tegangan dan Arus pada Rangkaian L.....	8
Gambar 2. 4 Simbol Kapasitor	8
Gambar 2. 5 Vektor Tegangan dan Arus pada Rangkaian C.....	9
Gambar 2. 6 Segitiga Impedansi.....	10
Gambar 2. 7 Segitiga Daya.....	12
Gambar 2. 8 Tegangan dan Arus Sefasa	14
Gambar 2. 9 Arus Mendahului Tegangan Sebesar Sudut ϕ	14
Gambar 2. 10 Arus Tertinggal dari Tegangan Sebesar Sudut ϕ	14
Gambar 2. 11 Arus dan Tegangan Beban Resistif	15
Gambar 2. 12 Arus dan Tegangan Beban Induktif	16
Gambar 2. 13 Arus dan Tegangan Beban Kapasitif.....	16
Gambar 2. 14 Arduino Uno	19
Gambar 2. 15 Blok Sederhana Mikrokontroler Atmega328	19
Gambar 2. 16 Papan Arduino	20
Gambar 2. 17 Sensor PZEM-004T	22
Gambar 2. 18 SD Card Modul dan Kartu microSD	25
Gambar 3. 1 Diagram Blok Desain Penelitian	27
Gambar 3. 2 Peta Lokasi Penelitian.....	28
Gambar 3. 3 Diagram Pengawatan Prototipe Data Logger Konsumsi Energi	29
Gambar 3. 4 Flowchart Prosedur Penelitian	32
Gambar 4. 1 Hasil Perakitan Komponen	36
Gambar 4. 2 Tampilan Skrip pada Arduino IDE	37
Gambar 4. 3 Grafik Parameter Pengukuran Beban Resistif	42
Gambar 4. 4 Grafik Parameter Pengukuran Beban Induktif.....	44
Gambar 4. 5 Grafik Parameter Pengukuran Beban Kapasitif.....	46
Gambar 4. 6 Hasil Pengukuran Faktor Daya Leading.....	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Skrip Program Arduino Uno	57
Lampiran 2 Logging Data Konsumsi Listrik Beban Resistif.....	61
Lampiran 3 Logging Data Konsumsi Listrik Beban Induktif	64
Lampiran 4 Logging Data Konsumsi Listrik Beban Kapasitif	67
Lampiran 5 Perhitungan Matematis Daya dan Energi Beban Resistif.....	70
Lampiran 6 Perhitungan Matematis Daya dan Energi Beban Induktif	71
Lampiran 7 Perhitungan Matematis Daya dan Energi Beban Kapasitif	72
Lampiran 8 Dokumentasi Pengujian Beban Resistif.....	73
Lampiran 9 Dokumentasi Pengujian Beban Induktif.....	74
Lampiran 10 Dokumentasi Pengujian Beban Kapasitif	75
Lampiran 11 Surat Tugas Dosen Pembimbing Skripsi.....	76
Lampiran 12 Halaman 1 Buku Kegiatan Bimbingan Skripsi.....	77
Lampiran 13 Halaman 2 Buku Kegiatan Bimbingan Skripsi.....	78
Lampiran 14 Halaman 3 Buku Kegiatan Bimbingan Skripsi.....	79
Lampiran 15 Halaman 4 Buku Kegiatan Bimbingan Skripsi.....	80
Lampiran 16 Hasil Cek Plagiarisme.....	81

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Surqi, I., Moola, P. R., Al-Himali, M., Hamed Saif Al-Sarhani, K. S., Hilal Al-Qalhati, N. K., & Mohammed Salim Al-Aghbari, A. S. (2025). Cloud based data Analytics and Control of Substation Transformer and Transmission Lines using IoT. *Procedia Computer Science*, 258, 712–726. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.04.304>
- Andriana, Baehaqi, H., & Zulkarnain. (2019). Sistem kWh Meter Digital Menggunakan Modul PZEM-004T. *Jurnal TIARSIE*, 16(1), 29. <https://doi.org/10.32816/tiarsie.v16i1.43>
- Antara, M. A. S., & Suteja, I. W. A. (2021). Analisis Arus, Tegangan, Daya, Energi, Dan Biaya Pada Sensor Pzem-004T Berbasis Nodemcu Esp8266. *Patria Artha Technological Journal*, 5(1), 76–84. <https://doi.org/10.33857/patj.v5i1.405>
- Anwar, S., Artono, T., & Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang, J. (2019). Pengukuran Energi Listrik Berbasis PZEM-004T. *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 3(1), 1–5.
- Arduino. (2025). *UNO R3*. <https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3/>
- Baihaqi, M. A., Abdillah, H., Mundari, W. A., & Asrori, T. (2025). Pengaruh Pembebanan RLC Terhadap Stabilitas Daya Semu dan Kinerja Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB). 7783, 35–47.
- Christofer, Y. T., Kwanda, T., & Rahardjo, J. (2024). Pengaruh Karakteristik Konsumsi Energi Terhadap Pencapaian Efisiensi Energi-Studi Kasus Rumah Kos Non-Subsidi di Surabaya. *Dimensi Utama Teknik Sipil*, 11, 108–124. https://www.researchgate.net/publication/391159111_PENGARUH_KARAKTERISTIK_KONSUMSI_ENERGI_TERHADAP_PENCAPAIAN_EFISIENSI_ENERGI-STUDI_KASUS_RUMAH_KOS_NON-SUBSIDI_DI_SURABAYA
- Corio, D., Maulana, R., Yunesti, P., & Hendri, Z. (2023). *Perencanaan dan Operasi Perencanaan dan Operasi Sistem Tenaga Listrik*.
- Damanik, J. (n.d.). *Resistansi Induktansi dan Kapasitansi*. Scribd. Retrieved July 30, 2025, from <https://id.scribd.com/document/525120045/Pertemuan-4-Resistansi-Induktansi-Dan-Kapasitansi>

- ESDM, K. (2025). *Kinerja Sektor ESDM 2024: Lampui Target, Penuhi Kebutuhan Domestik, dan Tingkatkan Ketahanan Energi*.
https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/kinerja-sektor-esdm-2024-lampui-target-penuhi-kebutuhan-domestik-dan-tingkatkan-ketahanan-energi-?utm_source=chatgpt.com
- Ibrahim, R. R., & Yulianti, B. (2022). Rancang Bangun Monitoring Pemakaian Arus Listrik PLN Berbasis IoT. *Jurnal Teknologi Industri*, 11(1), 43–51.
- Ika, N. T. (2017). Pembuatan Logger Data Seismik 3 Komponen Berbasis Modul Arduino Uno. In *BMC Public Health* (Vol. 5, Issue 1).
<https://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/siklus/article/view/298%0Ahttp://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.jana.2015.10.005%0Ahttp://www.biomedcentral.com/1471-2458/12/58%0Ahttp://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&P>
- Ikhwanudin, A. H., & Oktanuriawan, J. (2024). Rancang Bangun Dan Uji Kinerja Data Logger Suhu Berbasis Mikrokontroller Arduino Uno Sebagai Sarana Praktikum Di Laboratorium Rekayasa Pangan. *Journal of Food Industrial Technology*, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.25047/jofit.v1i1.4613>
- Lisiani, Razikin, A., & Syaifurrahman. (2020). Identifikasi dan Analisis Jenis Beban Listrik Rumah Tangga Terhadap Faktor Daya (Cos Phi). *Jurnal Untan*, 1(3), 1–9.
- Malengret, M., & Gaunt, C. T. (2020). Active Currents, Power Factor, and Apparent Power for Practical Power Delivery Systems. *IEEE Access*, 8, 133095–133113. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3010638>
- Mardianto, E. (2022). *Panduan Belajar Mikrokontroller Arduino*.
http://repository.polnep.ac.id/xmlui/bitstream/handle/123456789/2070/EkoMardianto_Prodi_Elektronika_2022.pdf?sequence=1
- Napis, Farhan, M., Rahmatulloh, Arif Rahman Hakim, & M. Tohimin Apriyanto. (2023). Meningkatkan Kesadaran Masyarakat Dalam Budaya Hemat Energi Melalui Penyuluhan Efisiensi Penggunaan Listrik Rumah Tangga. *Jurnal Pendidikan Dan Pengabdian Masyarakat*, 6(2), 107–115.
<https://doi.org/10.29303/jppm.v6i2.4980>

- Ndikade, H., Salim, S., & Abdussomad, S. (2022). Studi Perbaikan Faktor Daya Pada Jaringan Listrik Konsumen di Kecamatan Katobu Kabupaten Muna. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 4(1), 52–59.
- News, A. (2023). PLN: Pengguna smart meter AMI di Indonesia tembus satu juta pelanggan. https://www.antaranews.com/berita/3774018/pln-pengguna-smart-meter-ami-di-indonesia-tembus-satu-juta-pelanggan?utm_source=chatgpt.com
- Noor, F. A., Ananta, H., & Sunardiyo, S. (2017). Pengaruh Penambahan Kapasitor Terhadap Tegangan, Arus, Faktor Daya, dan Daya Aktif pada Beban Listrik di Minimarket. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(2), 66–73.
- O'Malley, J. (1992). *Theory and Problems of Basic Circuit Analysis* (2nd ed.).
- Paki, A., Yusuf, T. I., Nasibu, I. Z., Musa, W., & Dako, A. Y. (2023). Rancang Bangun Prototipe Pengatur Beban Pintar Skala Prioritas Berbasis Mikrokontroler. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 5(1), 87–93. <https://doi.org/10.37905/jjee.v5i1.12969>
- Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2016 Tentang Tarif Tenaga Listrik Yang Disediakan Oleh PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) (2016). <https://web.pln.co.id/statics/uploads/2017/06/Permen-ESDM-No.-28-Tahun-2016.pdf>
- Ponto, H. (2018). *Dasar Teknik Listrik* (D. Olii (ed.)). Deepublish Publisher.
- Prabowo, Y., Narendro, A., Wisjhnuadji, T., & Siswanto, S. (2023). Uji Akurasi Modul Kwh Meter Digital Pzem-004T Berbasis Pengendali Digital Esp32. *SKANIKA: Sistem Komputer Dan Teknik Informatika*, 6(2), 85–96. <https://doi.org/10.36080/skanika.v6i2.3064>
- Pratama, V. A. (2021). RANCANG BANGUN DATA LOGGER BERBASIS SD CARD PENGUKUR SUHU RUANGAN LABORATORIUM DI BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI SURABAYA Diajukan. *Pharmacognosy Magazine*, 75(17), 399–405.
- Putra, F. G., & Fajar, M. (2023). *Sistem Data Logger Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis IoT Menggunakan Sensor PZEM- 004T*.

- Qin, W., Wang, P., Han, X., & Meng, F. (2013). Risk analysis of power systems for both real and reactive power. *Journal of Modern Power Systems and Clean Energy*, 1(2), 150–158. <https://doi.org/10.1007/s40565-013-0016-0>
- Salim, S. (2024). *Analisis Konsumsi Energi Listrik* (Digital). PT. Adab Indonesia Grup.
- Setiawardhana; Wasista, Sigit; Saraswati, D. A. (2022). *19 Jam Belajar Cepat Arduino Edisi Revisi* (N. Syamsiyah (ed.)). Sinar Grafika Offset.
- Siswoyo, Bramanta, H. R., & Santosa, Y. (2024). Rancang Bangun Modul Pengoperasian Motor Induksi dan Beban Resistif Menggunakan Solid State Relay (Ssr). *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 15(1), 233–239. <https://doi.org/10.35313/irwns.v15i1.6197>
- Sugiyono. (2023). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D* (Sutopo (ed.); 2nd ed.). ALFABETA.
- Widyasmara, D. I., Wibisono, A., & Riyadi, S. (2024). Dampak Pembebanan Kapasitif Murni Dan Resistif Kapasitif Pada Perubahan Vektor Generator Sinkron Tiga Fasa. *Elektrika*, 16(1), 1. <https://doi.org/10.26623/elektrika.v16i1.8695>
- Yakin, K. (2021). *Teori Dasar Listrik dan Rangkaiannya* (N. A. Rahma (ed.)). CV. Literasi Nusantara Abadi.
- Yasa, K. A., Purbhawa, I. M., Sumerta Yasa, I. M., Teresna, I. W., Nugroho, A., & Winardi, S. (2023). Prototype Pemantauan Konsumsi Energi Listrik pada Firebase Menggunakan PZEM-004T. *Jurnal Eksplora Informatika*, 12(2), 104–112. <https://doi.org/10.30864/eksplora.v12i2.993>