



Sistem *Monitoring* Parameter Listrik Tiga Fasa Berbasis IoT Dengan *Data logger* Untuk Meningkatkan Efisiensi Energi

IoT Based Three Phase Electrical Parameter Monitoring System With Data Logger To Improve Energy Efficiency

Dayan Singastia^{1,*}, Minarto¹, Agus Sunandar¹

¹ Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Wastukancana, Purwakarta 41153, Indonesia

Abstrak: Penggunaan energi listrik yang efisien dan efektif menjadi sangat penting dalam beberapa tahun terakhir. Listrik sistem tiga fasa memerlukan *monitoring* yang komprehensif. Dengan meningkatnya kebutuhan energi listrik, pengelolaan energi yang baik menjadi kunci untuk mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi. Sistem *monitoring* energi listrik tradisional seringkali memiliki keterbatasan dalam hal akurasi dan kecepatan data karena tidak dapat memantau parameter listrik secara *real-time* sehingga tidak dapat memberikan analisis data untuk mengidentifikasi peluang penghematan energi. Teknologi *Internet of Things* (IoT) telah memungkinkan pengembangan sistem *monitoring* energi listrik yang lebih akurat dan dapat diandalkan. Sistem IoT dapat memantau parameter listrik seperti arus, tegangan, daya, dan energi listrik secara *real-time*, serta mengirimkan data ke server untuk analisis dan pengelolaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem *data logger* dan analisis data *real-time monitoring* parameter listrik tiga fasa berbasis IoT menggunakan ESP8266 dan Blynk sebagai *platform monitoring*. Sistem ini dirancang untuk memantau parameter listrik secara *real-time* dan memberikan data yang dapat di analisis untuk pengambilan keputusan yang tepat. Metode penelitian yang dapat digunakan untuk pembuatan *data logger* berbasis IoT meliputi analisis, perancangan, pembuatan program, dan pengujian sistem. Selain itu, dapat digunakan metode pengukuran dengan alat *data logger* yang terkalibrasi dan rekaman data dari *platform* IoT untuk menguji akurasi perangkat yang dibuat. Sistem ini juga dapat mengirimkan data ke *platform* Blynk untuk *monitoring* dan analisis data secara *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik dan akurat dalam memantau parameter listrik. Dengan demikian, penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan sistem *monitoring* energi yang akurat dan dapat diandalkan serta efektif dalam membantu pengelolaan energi yang lebih baik.

Abstract: Efficient and effective use of electrical energy has become very important in recent years. Three-phase electrical systems require comprehensive monitoring. With the increasing need for electrical energy, good energy management is the key to reducing costs and increasing efficiency. Traditional electrical energy monitoring systems often have limitations in terms of accuracy and data speed because they cannot monitor electrical parameters in *real-time* and therefore cannot provide data analysis to identify energy saving opportunities. Internet of Things (IoT) technology has enabled the development of more accurate and reliable electrical energy monitoring systems. IoT systems can monitor electrical parameters such as current, voltage, power, and electrical energy in *real-time*, and send data to the server for analysis and management. This study aims to develop a data logger system and *real-time* data analysis for monitoring three-phase electrical parameters based on IoT using ESP8266 and Blynk as a monitoring platform. This system is designed to monitor electrical parameters in *real-time* and provide data that can be analyzed for appropriate decision making. Research methods that can be used to create IoT-based data loggers include analysis, design, programming, and system testing. In addition, measurement methods with calibrated data loggers and data recordings from IoT platforms can be used to test the accuracy of the devices created. This system can also send data to the Blynk platform for *real-time* monitoring and data analysis. The test results show that the system can function well and accurately in monitoring electrical parameters. Thus, this study can contribute to the development of an accurate and reliable energy monitoring system that is effective in helping better energy management.

Keywords: data logger, IoT, tiga fasa, monitoring

1. Pendahuluan

Pemantauan penggunaan energi listrik pada umumnya dilakukan dengan melihat kWh meter pada panel yang terpasang. Pemakaian daya listrik juga dapat dilakukan dengan mengukur secara langsung

* Corresponding author: dayan@wastukancana.ac.id

<https://doi.org/10.51132/teknologika.v15i1.461>

Received : 30-04-2025 Accepted : 07-05-2025 Available online : 21-05-2025

pada jaringan atau beban listrik menggunakan Watt meter. Pemantauan energi listrik 3 fasa perlu dilakukan, terutama untuk mengetahui besarnya energi yang terpakai pada setiap fasa, dan di sisi lain perlu dilakukan pengendalian agar penggunaan energi dapat terkendali, baik untuk setiap fasa maupun 3 fasa sesuai uraian Candra Dwi Hantoro dan Sabar Setiawidayat[1].

Internet of Things merupakan jaringan komunikasi diletakkan pada alat-alat dan sensor dimana saling berhubungan satu sama lainnya. Jaringan *Internet of Things* ini mengumpulkan miliaran data dari berbagai perangkat yang berbeda-beda berfungsi sebagai kehidupan sehari-hari[2]. Perkembangan *Internet of Things* (IoT) telah merevolusi sistem *monitoring* energi listrik, khususnya pada sistem tiga fasa yang banyak digunakan di sektor industri dan komersial. Sistem konvensional memiliki keterbatasan dalam akurasi pengukuran dan analisis data real-time. Di Indonesia, kebutuhan akan sistem *monitoring* yang terintegrasi dengan konversi tarif listrik semakin mendesak, mengingat fluktuasi harga energi dan tingginya biaya operasional.

Sistem tiga fasa memerlukan *monitoring* komprehensif terhadap parameter listrik seperti arus, tegangan, daya, dan energi. Sistem konvensional yang mengandalkan pengukuran manual atau perangkat standalone seringkali kurang fleksibel, tidak terintegrasi dengan baik, dan memiliki keterbatasan dalam penyimpanan data. Penggunaan IoT dan kecerdasan buatan dengan protokol komunikasi nirkabel untuk melaksanakan pemantauan, pelacakan, komunikasi, pengendalian dan pengelolaan distribusi yang cerdas, sesuai RUPTL PT PLN[3].

PZEM004T digunakan sebagai sensor aliran energi, tombol-tombol pada aplikasi berfungsi untuk memutus dan menghubungkan aliran energi, serta LCD12C dan smartphone digunakan sebagai perangkat *monitoring*. Aplikasi Blynk dilengkapi dengan beberapa tombol switch yang digunakan untuk mengontrol penggunaan energi, beserta kontrol perangkat elektronik. Data yang dibaca oleh alat tersebut dapat diambil dan disimpan di Blynk menggunakan widget superchart sehingga operator dapat melihat data catatan riwayat sebelumnya yang terkirim ke email yang telah terhubung dengan aplikasi Blynk sesuai keinginan operator. Candra Dwi Hantoro and Sabar Setiawidayat[1]. Kombinasi PZEM-004T dengan ESP8266 memungkinkan pengiriman data secara nirkabel ke platform IoT seperti Blynk, yang menyediakan tampilan visual real-time serta fitur *data logger* untuk analisis historis. Pendekatan ini telah terbukti efektif dalam beberapa penelitian terkini untuk memantau konsumsi energi dan mendeteksi anomali pada sistem kelistrikan.

Implementasi sistem *monitoring* berbasis PZEM-004T, ESP8266, dan Blynk untuk jaringan tiga fasa masih memerlukan pengembangan lebih lanjut, terutama dalam hal kalibrasi sensor, sinkronisasi pengukuran antar-fasa, dan optimasi transmisi data. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang sistem *monitoring* yang andal dan hemat biaya dengan memanfaatkan teknologi tersebut, sehingga dapat diaplikasikan baik di industri, kampus, komersial maupun rumah tangga untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan sistem kelistrikan.

Penelitian tentang *monitoring* arus, tegangan, daya, dan energi listrik tiga fasa berbasis IoT telah banyak dilakukan dalam beberapa tahun terakhir. Namun, masih terdapat beberapa kesenjangan dalam penelitian-penelitian sebelumnya. Salah satu kesenjangan adalah kurangnya penelitian yang memfokuskan pada pengembangan sistem *monitoring* yang dapat memantau parameter listrik tiga fasa secara real-time dan akurat menggunakan *data logger*. Sebagian besar pencatat data dan sistem pemantauan ini berbasis mikrokontroler dan menggunakan server pihak ketiga di cloud. Selain itu, tidak ada kebijakan keamanan informasi dan privasi untuk sistem berbasis cloud. Setelah era baru internet, solusi berbasis IoT juga diusulkan menggunakan Arduino, sebagai server sumber terbuka, dan aplikasi seluler seperti Blynk[4]. Mekanisme pemantauan waktu nyata untuk panel distribusi daya listrik tiga fase pada dasarnya diperlukan untuk memastikan bahwa daya terdistribusi secara merata di semua fase, sehingga efisiensi penggunaan energi dapat dipertahankan, Dharma Aryani dkk[5]. Pada alat-alat tradisional tersebut harus digunakan secara lokal. Di sisi lain, dengan penemuan IoT, manusia dapat mengukur semua parameter lingkungan dari jarak jauh, sesuai pendapat Jamal Mabrouki dkk[6]. Konsumsi listrik yang tidak terkontrol dapat menyebabkan pemborosan energi dan peningkatan biaya. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang dapat memantau dan mengendalikan penggunaan energi

listrik secara efektif. Dengan sistem ini, pengguna dapat memantau konsumsi energi harian dan mengendalikan penggunaan listrik secara efisien, sehingga dapat menghemat energi dan biaya[7]. Sistem *monitoring* yang dikembangkan dalam penelitian ini diharapkan dapat memantau parameter listrik tiga fasa secara real-time dan akurat, serta dapat menganalisis dan memvisualisasikan data secara efektif. Tujuan dari *monitoring* listrik tiga fasa berbasis IoT menggunakan *data logger* adalah untuk memantau parameter listrik secara real-time dan akurat, serta dapat mengidentifikasi potensi masalah dan melakukan tindakan pencegahan sebelum terjadi gangguan. Proses pasca-pemrosesan yang dilakukan pada data yang diperoleh merupakan aspek penting lainnya yang meningkatkan kemampuan suatu *data logger*, sesuai yang disampaikan Roberto Cecchi dkk[8]. Dengan demikian, sistem *monitoring* ini dapat membantu dalam meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya konsumsi energi.

Signifikansi kebaruan dari penelitian ini adalah pengembangan sistem *monitoring* arus, tegangan, daya, dan energi listrik tiga fasa berbasis IoT yang menggunakan *data logger* dan dapat memantau parameter listrik secara real-time dan akurat. Sistem ini diharapkan dapat memberikan informasi yang akurat dan tepat waktu untuk pengambilan keputusan, serta dapat membantu dalam meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya konsumsi energi. Data konsumsi energi yang tercatat oleh sensor akan ditransmisikan secara nirkabel ke aplikasi mobile untuk pengawasan dan analisis real-time. Sistem *monitoring* daya listrik berbasis IoT mampu memberikan informasi yang akurat dan tepat waktu mengenai konsumsi energi listrik, membantu pengguna untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi, dan mengurangi biaya operasional yang terkait dengan konsumsi listrik[9].

Dengan demikian, penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan sistem *monitoring* energi listrik yang lebih canggih dan efektif dalam membantu pengelolaan energi yang lebih baik.

1.1 Sistem Listrik Tiga Fasa

Sistem tegangan dan arus tiga fasa adalah salah satu elemen fundamental dalam teknik elektro dan sistem tenaga listrik yang menjadi dasar operasi sebagian besar infrastruktur energi modern. Sistem ini dirancang untuk mengoptimalkan efisiensi transmisi energi listrik dan meningkatkan stabilitas jaringan listrik. Dengan menggunakan tiga penghantar fasa yang saling berinteraksi secara sinergis, sistem ini mampu menghasilkan daya yang lebih besar dengan kerugian yang lebih kecil dibandingkan dengan sistem satu fasa[10].

1.2 Internet of Things (IoT)

IoT merupakan teknologi yang memungkinkan perangkat untuk berkomunikasi dengan perangkat lain dan mengirimkan data ke server melalui internet. Teknologi ini telah memungkinkan pengembangan sistem *monitoring* energi listrik yang lebih akurat dan dapat diandalkan. IoT telah menjadi tulang punggung sistem *monitoring* energi modern, memungkinkan komunikasi data real-time antara perangkat keras dan platform cloud. Integrasi IoT dalam sistem listrik tiga fasa meningkatkan aksesibilitas dan kontrol jarak jauh, seperti yang diimplementasikan dalam proyek menggunakan ESP8266 dan Blynk untuk memantau parameter listrik. Jaringan listrik merupakan salah satu area terpenting di mana sistem IoT dapat mengontrol, memantau, mendeteksi, dan memberi alarm terhadap kerusakan, karena mendeteksi kerusakan, memantau data jaringan, dan menemukan solusi terbaik dalam durasi waktu yang lebih singkat dapat meningkatkan efisiensi dan keandalan jaringan Listrik [11].

1.3 Data Logger

Data logger merupakan perangkat yang digunakan untuk merekam data sensor secara otomatis. Dalam konteks *monitoring* energi listrik, *data logger* dapat digunakan untuk merekam data parameter listrik seperti arus, tegangan, daya, dan energi listrik. Sebagian besar pencatat data dan sistem pemantauan ini berbasis mikrokontroler dan menggunakan server pihak ketiga di cloud[4].

1.4 Monitoring

Monitoring merupakan proses pemantauan sistem atau perangkat untuk memastikan operasi yang aman dan efisien. Dalam konteks *monitoring* energi listrik, *monitoring* dapat digunakan untuk memantau parameter listrik secara real-time dan mengidentifikasi potensi masalah sebelum terjadi gangguan. Pemantauan perangkat listrik merupakan pekerjaan penting untuk meningkatkan efisiensi energi listrik. Proses pemantauan perangkat industri sebagian besar disumbangkan oleh verifikasi fisik proses yang berlangsung dengan instrumen listrik. Dalam beberapa kasus, pekerjaan pemantauan ditangani dengan bantuan pengontrol sensor otomatis. Pengontrol sensor otomatis banyak digunakan untuk kasus darurat dari proses yang sedang berlangsung oleh instrumen listrik[12].

1.5 PZEM004T

PZEM004T merupakan modul sensor yang digunakan untuk mengukur parameter listrik seperti arus, tegangan, daya, dan energi listrik. Modul ini banyak digunakan dalam pengembangan sistem *monitoring* energi listrik karena akurasi dan keandalannya. alat untuk memantau konsumsi energi listrik guna mencegah terjadinya konsumsi listrik yang berlebihan, dan alat ini juga dapat berfungsi sebagai pengamanan bagi perangkat elektronik yang digunakan. Penelitian ini menggunakan sensor PZEM-004T. Hasil nilai error yang diperoleh pada pengujian adalah PZEM-004T layak digunakan untuk mengukur arus dan tegangan dengan hasil yang sangat memuaskan[13].

1.6 ESP8266

ESP8266 merupakan mikrokontroler yang dapat digunakan untuk pengembangan sistem IoT karena kemampuan *WiFi* yang terintegrasi dan harga yang relatif murah. Modul ini banyak digunakan dalam pengembangan sistem *monitoring* energi listrik berbasis IoT. Kemampuannya untuk terhubung ke jaringan *WiFi* dan berkomunikasi dengan platform seperti Blynk membuatnya ideal untuk sistem *monitoring* energi. ESP 8266 adalah modul Wi-Fi ke serial System on Chip berbiaya rendah dan berkinerja tinggi, bagian dari ‘*Smart Connectivity Platform*’ *Espressif System* yang bertujuan untuk menyediakan perancang platform seluler untuk berinovasi sistem dengan Kemampuan *WiFi* tertanam dengan biaya terendah dengan fungsionalitas terbesar[14].

1.7 Blynk

Blynk merupakan platform IoT yang dapat digunakan untuk *monitoring* dan kontrol sistem secara real-time. Dengan menggunakan Blynk, pengguna dapat memantau data sensor dan mengontrol perangkat secara remote melalui aplikasi mobile. Blynk adalah platform IoT yang memudahkan pembuatan antarmuka pengguna untuk *monitoring* dan kontrol perangkat. Fitur seperti widget gauge, grafik, dan notifikasi memungkinkan visualisasi data dari sensor seperti PZEM-004T secara real-time. Meteran listrik pintar menggunakan data terlacak pada cloud Web Blynk dan aplikasi yang mengotomatiskan teknik tradisional pembacaan listrik[15].

1.8 Arduino IDE

Arduino IDE adalah *open source* untuk membuat platform komputasi fisik sumber terbuka yang didasarkan pada papan mikrokontroler dan lingkungan pengembangan untuk menulis perangkat lunak untuk papan tersebut. Arduino IDE dapat digunakan untuk mengembangkan objek interaktif, mengambil masukan dari berbagai sakelar atau sensor, dan mengendalikan berbagai lampu, motor, dan keluaran fisik lainnya. Proyek-proyek dengan Arduino IDE dapat berdiri sendiri atau dapat berkomunikasi dengan perangkat lunak yang berjalan di komputer[16]. Arduino merupakan *single-board microcontroller development* yang memiliki pengembangan aplikasi di berbagai bidang karena *library* yang ada pada Arduino IDE bersifat luas dan dapat dikembangkan secara berkelanjutan[17].

2. Metodologi

Tahapan perencanaan dan pengumpulan persyaratan, analisis solusi, desain solusi, pengkodean solusi dan pengujian unit (konstruksi), integrasi dan pengujian (implementasi) sesuai dengan Gleiston Guerrero-Ulloa dkk[18]. Perancangan sistem *Monitoring* Parameter Listrik Tiga Fasa Berbasis IoT Dengan *Data logger* ini menggunakan metode penelitian dengan kerangka kerja yang terdiri dari 4 tahap dapat dilihat pada gambar 1 :



Gambar 1. Metode Penelitian

- Analisis Sistem**, melakukan analisis kebutuhan sistem *monitoring* energi listrik 3 fasa berbasis IoT dilakukan untuk menentukan spesifikasi sistem yang akan dikembangkan. Termasuk menentukan kebutuhan dan spesifikasi *data logger* yang akan dibuat,.
- Perancangan Sistem**, pemilihan hardware (mikrokontroler, sensor, modul komunikasi IoT), software (kode program, aplikasi web atau mobile), dan platform penyimpanan data..Membuat diagram sirkuit dan skema perancangan perangkat.
- Pembuatan Program**, mengembangkan kode program untuk mengendalikan sensor, memproses data, mengirimkan data ke cloud, dan menampilkan data melalui aplikasi. Memprogram mikrokontroler untuk melakukan logging data secara berkala dibuat menggunakan bahasa pemrograman C++ dan platform Arduino IDE. Merancang arsitektur sistem *data logger* pada platform IoT Blynk.
- Pengujian Sistem**, Melakukan uji coba perangkat lunak dan perangkat keras untuk memastikan fungsi *data logger* berjalan dengan baik. memastikan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik dan akurat dalam memantau parameter listrik.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Sistem.

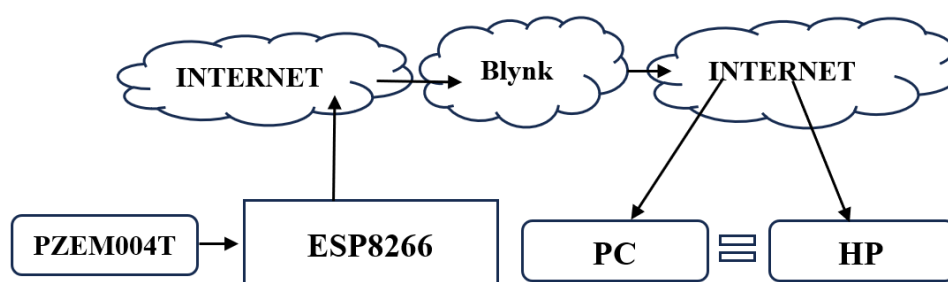
Pada tahap ini dilakukan analisis untuk mengetahui dan menentukan kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan oleh sistem sehingga dapat sesuai dengan spesifikasi dan tujuan dari pembuatannya.

Kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak dengan spesifikasi sebagaimana yang tertera pada Tabel 1 :

Tabel 1. Kebutuhan Perangkat Keras dan Perangkat lunak

No.	Perangkat Keras	Keterangan
1	Telepon Seluler	• RAM: $\geq 2\text{GB}$ atau lebih. • Penyimpanan Internal, $\geq 8\text{GB}$ • Sistem Operasi: Android 8 atau terbaru
2	Personal Computer	• <i>Sistem Operasi: Windows (10, atau diatas).</i> • <i>RAM: $\geq 4\text{GB}$.</i> • <i>Prosesor : Intel Core generasi ke-2 atau yang lebih baru,</i> • <i>Penyimpanan minimum yang tersedia : 64 GB</i>
3	Embedded System	Mikrokontroler ESP8266 (WIFI)
4	Sensor	PZEM 004T
5	Platform IoT	Blynk

Alur sistem yang akan dirancang ditetapkan dalam bentuk diagram blok, rancangan *widget* pada *webdashboard* Blynk serta rancangan rangkaian elektronik. Representasi visual ini bertujuan untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dan sistem, yang didasarkan pada analisis kebutuhan sebelumnya.



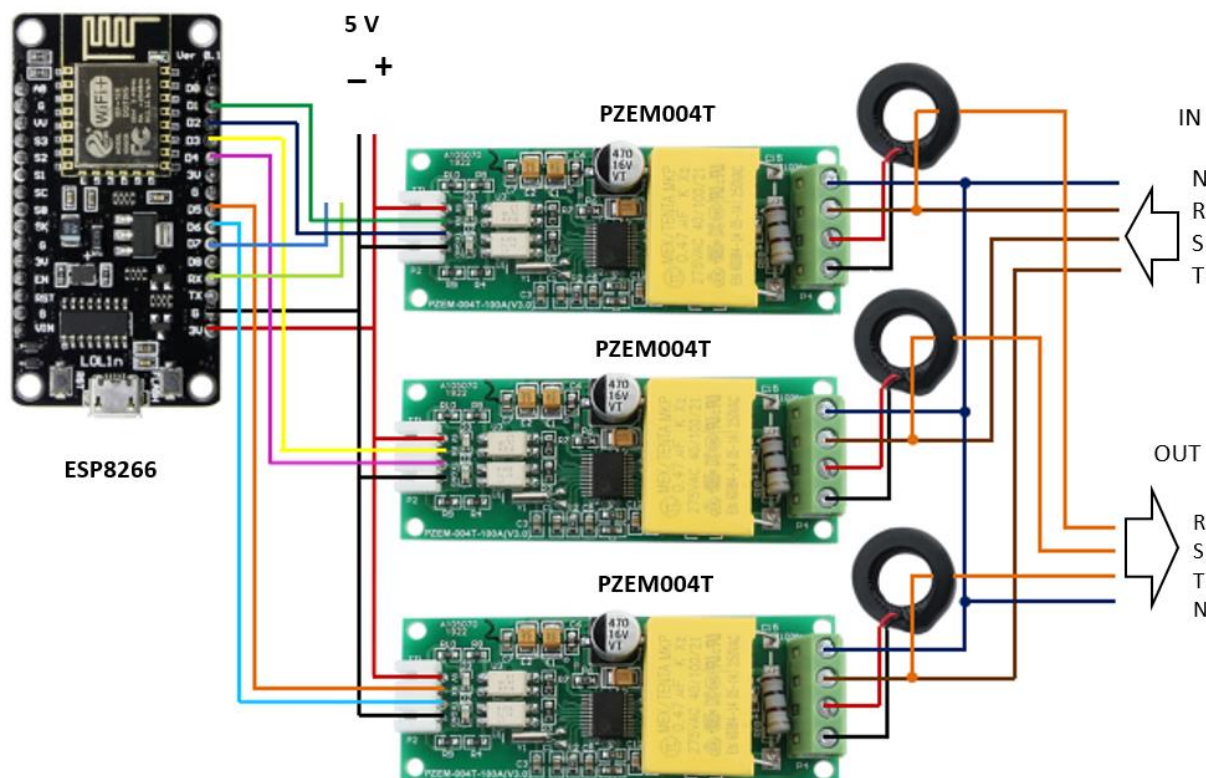
Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 2 adalah alur kerja sistem *data logger* pada platform IoT Blynk melakukan perekaman data. Data pembacaan parameter-parameter kelistrikan AC oleh sensor PZEM004T merupakan data-data input untuk diolah oleh mikrokontroler ESP8266. Data yang telah data diolah, dikirimkan ke Blynk melalui *WiFi* ke Blynk. Melalui serangkaian *setting widget webdashboard* pada

Blynk, data data tentang parameter kelistrikan AC sudah bisa dimonitor melalaui PC atau HP secara real time.

3.2 Perancangan Sistem

Merancang *hardware* dan membuat diagram rancangan rangkaian elektronik.



Gambar 3. Rancangan Rangkaian Elektronik

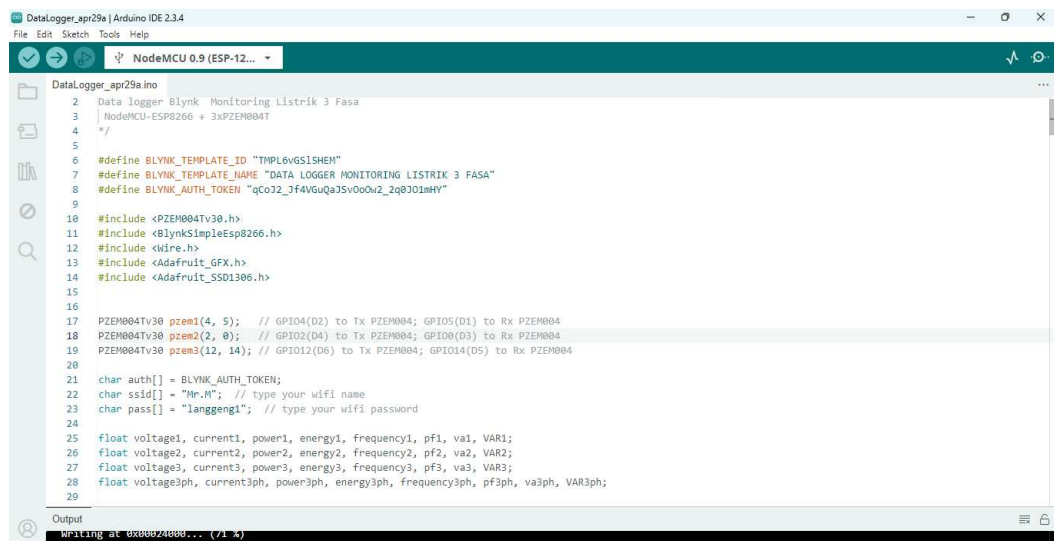
Untuk detail dari rancangan rangkaian elektronik, bisa dilihat pada tabel 3,

Tabel 3. Rangkaian Elektronik

SENSOR	ESP8266
PZEM004T R, Tx, Rx	D2, D1
PZEM004T S, Tx, Rx	D4, D3
PZEM004T T Tx, Rx	D6, D5
PZEM004T R, S, T +	5V
PZEM004T R, S, T -	GND

3.3 Pembuatan Program

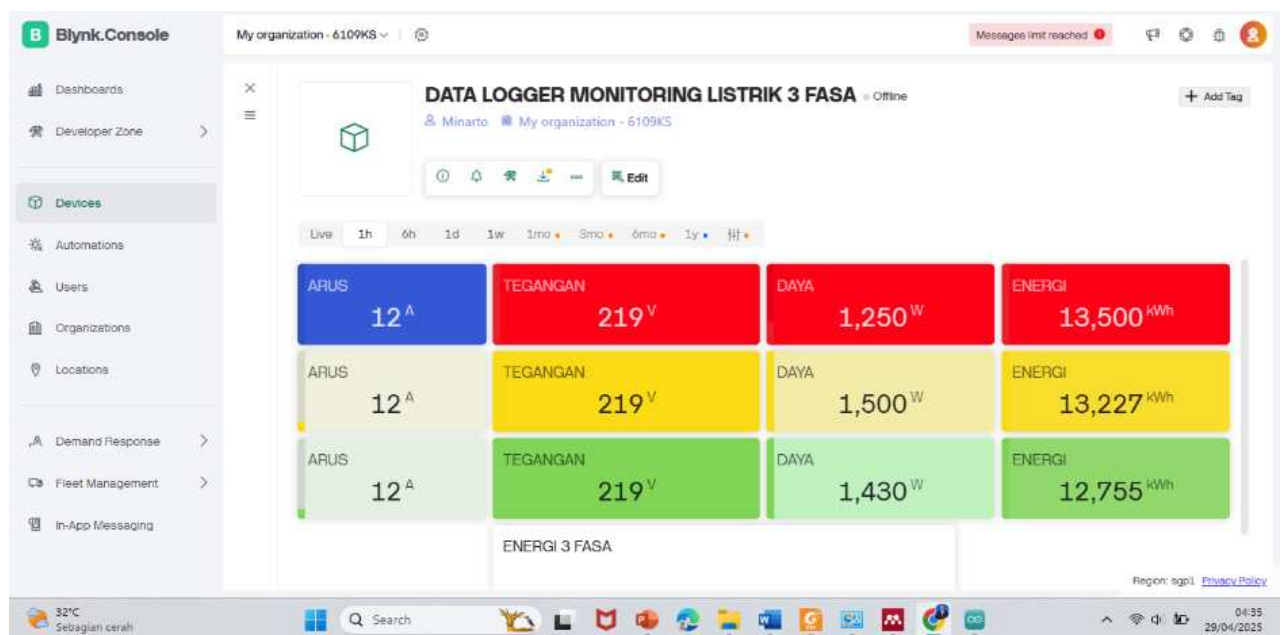
Untuk melakukan pembuatan program *embedded system*, penelitian ini menggunakan Arduino IDE, dengan tahapan *setting preferences*, *setting port* dan *board*, *install library*, *verify* dan *upload* serta *serial monitor*.



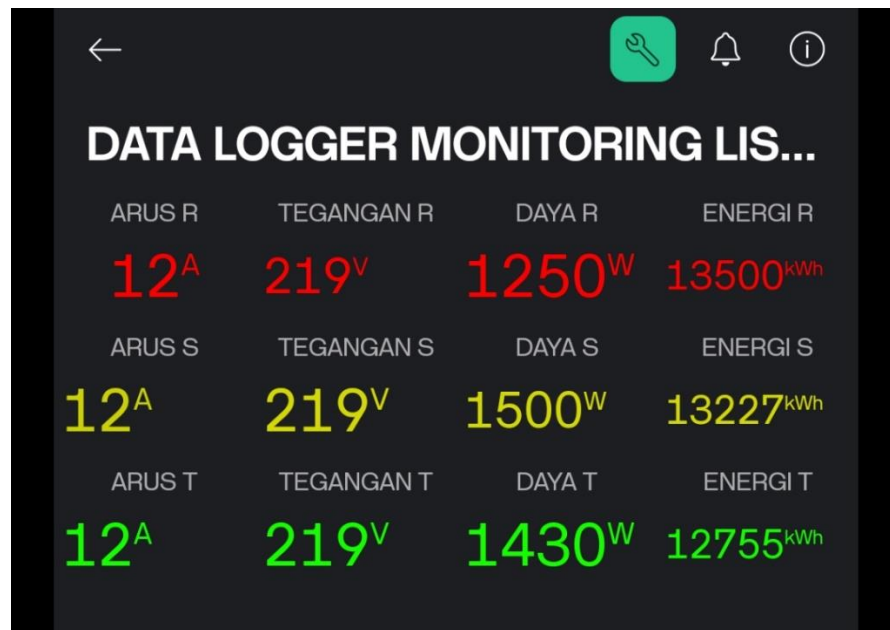
Gambar 4. Pembuatan Program Di Arduino IDE

3.4 Pengujian

Pada penelitian ini, sistem dilakukan dengan pengujian. Pengujian pertama adalah dengan membandingkan pembacaan *data logger* pada *web dashboard* Blynk di PC dengan dash board Blynk yang ada di HP Android. Beberapa kali simulasi perubahan beban/arus pada listrik 3 fasa, menampilkan pembacaan akhir yang sama pada ke dua *data logger* tersebut. Perbedaan hanya pada selisih waktu yang tidak signifikan, 2 sampai 5 detik saja.



Gambar 5. *Data logger* Widget Box Web Dashboard Blynk



Gambar 6. *Data logger* Widget Box Android Blynk

4. Kesimpulan

Penelitian berhasil mengembangkan sistem *monitoring* parameter listrik tiga fasa berbasis IoT dengan *data logger* yang dapat meningkatkan efisiensi energi. Sistem ini dapat memantau parameter listrik seperti arus, tegangan, daya, dan energi secara real-time dan menyimpan data dalam database untuk analisis lebih lanjut.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem *monitoring* parameter listrik tiga fasa berbasis IoT dengan *data logger* dapat:

1. Meningkatkan efisiensi energi: Dengan memantau konsumsi energi secara real-time, pengguna dapat mengidentifikasi peluang penghematan energi dan mengoptimalkan penggunaan energi.
2. Mengurangi biaya energi: Dengan mengoptimalkan penggunaan energi, pengguna dapat mengurangi biaya energi dan meningkatkan profitabilitas.
3. Meningkatkan kesadaran energi: Sistem ini dapat meningkatkan kesadaran energi pengguna dan mempromosikan perilaku hemat energi.

Dengan demikian, sistem *monitoring* parameter listrik tiga fasa berbasis IoT dengan *data logger* dapat dijadikan solusi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi energi.

Ucapan Terima Kasih

“Penelitian ini tidak didanai oleh lembaga / pihak manapun”

Daftar Pustaka

- [1] C. D. Hantoro and S. Setiawidayat, “Monitoring and Control of 3 Phase Electrical Energy Internet of Things (IoT) Based,” *Eur. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 7, no. 3, pp. 80–86, 2023.
- [2] N. Hidayanti and D. Titisari, “Low Cost *Monitoring* Kesehatan Berbasis Internet of Thing,” *J. Teknokes*, vol. 13, no. 2, pp. 98–106, 2020.

- [3] PLN, “Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (Persero) 2021-2030.,” *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga List. 2021-2030*, pp. 2019–2028, 2021.
- [4] S. Tanimun Hasan, M. Sultana Shompa, M. Abdur Rahman, M. Abu Rasel, M. Rahim Hossain Apu, and M. Arifur Rahman, “IoT Based Solar Power *Monitoring & Data logger* System,” *Proc. 2022 IEEE Int. Women Eng. Conf. Electr. Comput. Eng. WIECON-ECE 2022*, no. June, pp. 182–187, 2022.
- [5] D. Aryani, M. Yusril, A. R. Idris, N. Aminah, M. F. Raharjo, and C. Lumembang, “Real-Time Data Acquisition and *Monitoring* of Three Phase Load Balance in Electricity Distribution,” *EPI Int. J. Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 56–61, 2024.
- [6] J. Mabrouki, M. Azrour, D. Dhiba, Y. Farhaoui, and S. El Hajjaji, “IoT-based *data logger* for weather *monitoring* using arduino-based wireless sensor networks with remote graphical application and alerts,” *Big Data Min. Anal.*, vol. 4, no. 1, pp. 25–32, 2021.
- [7] L. A. Latif, R. Maulana, and R. Hidayat, “*Monitoring* and Controlling Electric Energy Usage Based on the Internet of Things,” vol. 01, no. 01, pp. 75–81, 2024.
- [8] R. Cecchi, A. Catania, C. Sbrana, M. Macucci, S. Strangio, and G. Lannaccone, “Data Loggers for High-Temperature Industrial Environments,” *IEEE Access*, vol. 12, no. October, 2024.
- [9] D. Azizi and V. Arinal, “Sistem *Monitoring* Daya Listrik Menggunakan Internet of Thing (Iot) Berbasis Mobile,” *J. Indones. Manaj. Inform. dan Komun.*, vol. 4, no. 3, pp. 1808–1813, 2023.
- [10] T. Pipit Mulyah, Dyah Aminatun, Sukma Septian Nasution, Tommy Hastomo, Setiana Sri Wahyuni Sitepu, 済無No Title No Title No Title, vol. 7, no. 2. 2020.
- [11] J. A. Hassan and B. H. Jasim, “Design and implementation of internet of things-based electrical *monitoring* system,” *Bull. Electr. Eng. Informatics*, vol. 10, no. 6, pp. 3052–3063, 2021.
- [12] K. P., “A Sensor based IoT *Monitoring* System for Electrical Devices using Blynk framework,” *J. Electron. Informatics*, vol. 2, no. 3, pp. 182–187, 2020.
- [13] D. Innovation, “Machine Learning in Business Analytics: Advancing Statistical Methods for Data- Driven Innovation,” pp. 104–111, 2023.
- [14] M. Mehta, “Article ID: IJECET_06_08_002 Cite this Article: Manan Mehta. ESP 8266: A Breakthrough in Wireless Sensor Networks and Internet of things,” *Int. J. Electron. Commun. Eng. Technol.*, vol. 6, no. 8, pp. 7–11, 2015.
- [15] P. S., “Blynk 2.0 based Smart Electricity *Monitoring* Meter,” *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 11, no. 1, pp. 1312–1323, 2023.
- [16] N. Ome and G. S. Rao, “Internet of Things (IoT) based Sensors to Cloud system using ESP8266 and Arduino Due,” no. March, pp. 337–343, 2016.
- [17] R. Butuner and Y. Uzun, “Arduino Microcontroller Card,” *Program. Smart Microcontroller Cards*, pp. 1–18, 2021.
- [18] G. Guerrero-Ulloa, C. Rodríguez-Domínguez, and M. J. Hornos, “Agile Methodologies Applied to the Development of Internet of Things (IoT)-Based Systems: A Review,” *Sensors*, vol. 23, no. 2, 2023.