

PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING DISTRIBUSI POWER BERBASIS FLASK DAN NODE-RED MENGGUNAKAN PROTOKOL KOMUNIKASI SERIAL RS-485 DAN TCP/IP

Adhe Akbar Azanni*¹, Mulki Indana Zulfa¹

¹ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

*e-mail: adhe.azanni@mhs.unsoed.ac.id

Abstrak

Kemajuan teknologi telah mempengaruhi hampir semua sektor salah satunya adalah perindustrian. Kebutuhan efisiensi energi pada sektor industri sangat penting karena berhubungan erat dengan proses produksi. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat sebuah sistem yang dapat memonitoring distribusi power yang dapat menampilkan informasi seperti dashboard *real-time*, gambar grafik dan data tabel. Sistem ini dibangun menggunakan *framework* flask untuk web *interface*, node-red sebagai pemroses dan alur data, serta penggunaan protokol komunikasi RS-485 untuk komunikasi serial dengan perangkat keras dan TCP/IP untuk komunikasi jaringan. Metode yang digunakan adalah jenis waterfall karena memberikan kerangka kerja yang jelas dan terstruktur untuk mengembangkan sistem dengan tahapan yang terstruktur dan jelas. Hasil yang diperoleh yaitu sistem bekerja secara optimal dan mampu mengintegrasikan seluruh perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan. Sistem ini menghasilkan sebuah dashboard yang dapat dimonitor oleh operator secara *real-time*, menampilkan grafik data distribusi power, serta menyediakan tabel histori data yang disimpan dalam database. Dengan demikian, sistem ini dapat menjadi solusi efektif untuk meningkatkan efisiensi energi dan memudahkan proses monitoring distribusi power di sektor industri.

Kata kunci: monitoring, *real-time*, terintegrasi, efisiensi.

Abstract

Technological advancements have influenced almost all sectors, including the industrial sector. Energy efficiency in the industrial sector is crucial as it is closely related to the production process. The objective of this research is to develop a system capable of monitoring power distribution, displaying information such as a *real-time* dashboard, graphical charts, and data tables. This system is built using the Flask framework for the web interface, Node-RED for data processing and workflow management, and RS-485 communication protocol for serial communication with hardware, as well as TCP/IP for network communication. The methodology used is the waterfall model, as it provides a clear and structured framework for system development with well-defined phases. The results show that the system operates optimally and successfully integrates all the software and hardware components. The system produces a dashboard that can be monitored by operators in *real-time*, displays power distribution data graphs, and provides historical data tables stored in a database. Thus, this system can serve as an effective solution to enhance energy efficiency and facilitate power distribution monitoring in the industrial sector.

Keywords: monitoring, *real-time*, integrated, efficiency.

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi telah mempengaruhi hampir semua sektor salah satunya adalah perindustrian. Permintaan energi yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan industrialisasi menyebabkan konsumsi sumber daya energi meningkat. Mengutip dari PT.PLN konsumsi energi listrik rata-rata di Indonesia antara tahun 2003-2020 adalah sebesar 6.5% per tahun, dengan total produksi listrik mendekati 278,24 TWh pada tahun 2020 (1). Tanpa adanya langkah strategis dalam meningkatkan efisiensi energi maka akan menimbulkan berbagai macam permasalahan seperti penurunan kenaikan suhu global, penurunan kualitas udara, bahkan mempengaruhi kestabilan ekonomi dari meningkatnya biaya operasional. Untuk mengatasi hal tersebut, berbagai solusi telah dikembangkan antara lain penerapan teknologi hemat energi, integrasi energi terbarukan dan sistem manajemen energi (2).

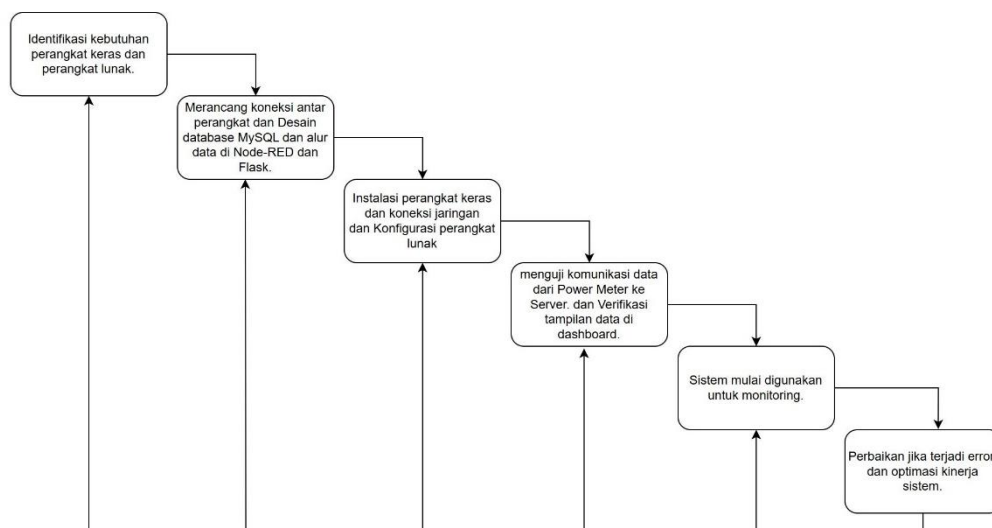
Meskipun solusi tersebut membawa banyak manfaat, akan tetapi memiliki tantangan tersendiri salah satunya adalah distribusi energi yang lebih efisien melalui teknologi digital sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan energi secara *realtime* terutama dalam bidang industri. PT. Indocement Tunggul Prakarsa merupakan salah satu produsen semen terbesar di Indonesia yang membutuhkan sebuah sistem untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan operasional yang dapat memonitoring dan mengumpulkan data dari power meter guna meningkatkan proses produksi. Sistem saat ini masih menggunakan pencatatan secara manual setiap hari dan direkapitulasi setiap bulan. Penggunaan Node-Red dalam monitoring distribusi

power ini adalah untuk mengelola alur data dari power meter hingga data siap diolah. Data tersebut didapatkan dengan cara mengintegrasikan protocol serial RS-485 dan TCP/IP(3). Sistem ini diharapkan memberikan data real-time dan meningkatkan akurasi monitoring sehingga memudahkan dalam proses pengambilan keputusan di PT. Indocement Tunggal Prakarsa Plan Cirebon. Flask merupakan sebuah web framework yang ditulis menggunakan bahasa python. Alasan dipilih sebagai framework web karena ringan dan mudah diintegrasikan dengan berbagai protokol komunikasi sehingga lebih mudah dalam pembuatan web. Selain itu, fleksibilitas dan skalabilitas flask lebih tinggi dibandingkan dengan framework yang lainnya sehingga dalam proses menampilkan data lebih informatif dan efisien(4).

Penelitian ini dikembangkan dari beberapa penelitian yang sudah pernah dilakukan. Beberapa penelitian tersebut adalah Monitoring dan Data Logger Panel Distribusi dengan Power Meter dan SCADA Labview dengan hasil penelitian Data ditampilkan dalam dashboard berbasis web menggunakan Node-RED, yang user-friendly dan interaktif. Dashboard ini juga mencakup pengaturan threshold yang memiliki kekurangan Jeda Waktu Relatif Tinggi untuk Sistem Real-Time hampir 1 detik dapat menjadi kendala pada sistem yang membutuhkan reaksi sangat cepat atau kendali langsung(5). Kemudian, Rancang Bangun Protipe Perangkat Pengukuran dan Monitoring Besaran Listrik Menggunakan PLC Berbasis LabVIEW dengan hasil penelitian visualisasi yang informative karena Antarmuka SCADA dilengkapi tampilan grafis multihalaman untuk berbagai parameter, memudahkan pemantauan kondisi kelistrikan panel memiliki kelemahan Belum dibahas bagaimana sistem ini akan bekerja dalam lingkungan multi-panel atau instalasi besar. (6). Terakhir, Sistem Pembacaan Data Power Meter dengan Komunikasi Modbus Secara Terpusat dengan hasil penelitian penggunaan Modbus RS-485 Protokol komunikasi industri standar (Modbus RTU) memastikan kompatibilitas luas dengan perangkat industri lainnya tetapi memiliki kelemahan Menggunakan LabVIEW 2011 Evaluation, versi lama yang mungkin memiliki keterbatasan kompatibilitas dengan sistem modern. (7). Penelitian ini merespons keterbatasan yang ditemukan pada sistem-sistem terdahulu, seperti jeda waktu tinggi pada sistem real-time. Sistem yang dikembangkan mengintegrasikan perangkat keras (power meter) dengan perangkat lunak berbasis Node-RED, Flask, dan MySQL, menghasilkan sistem monitoring yang mampu menampilkan data konsumsi daya secara real-time melalui antarmuka web.

2. METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan model waterfall. Model ini cocok untuk membangun sebuah sistem monitoring power meter yang bersifat sistematis, berurutan karena tahap demi tahap yang dilalui harus menunggu tahap sebelumnya selesai. Diagram alur penelitiannya adalah sebagai berikut



Gambar 1 Diagram Alur penelitian

2.1 Identifikasi kebutuhan

Pada tahap identifikasi kebutuhan baik perangkat keras maupun perangkat lunak yang dibutuhkan untuk membuat sistem monitoring. Adapun perangkat keras yang dibutuhkan antara lain power meter sebagai alat mengukur konsumsi daya listrik, konverter RS-485 untuk mengubah sinyal serial menjadi data yang dapat dikirim melalui jaringan TCP/IP, kabel komunikasi RS-485 yang digunakan untuk menghubungkan power meter ke konverter dan server yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan data(8)(9). Perangkat lunak yang digunakan dalam sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terintegrasi untuk memastikan proses akuisisi dan pengolahan data berjalan dengan optimal. ModbusPoll digunakan sebagai alat bantu untuk menguji koneksi dan memastikan pembacaan data dari power meter berjalan dengan baik. Selanjutnya, Node-RED berperan sebagai platform utama untuk mengelola komunikasi data secara real-time. Node-RED digunakan untuk membaca data dari power meter yang terhubung melalui jaringan RS485 ke Ethernet, lalu meneruskan data tersebut ke sistem backend(10). Untuk penyimpanan data pengukuran listrik, digunakan MySQL sebagai sistem manajemen basis data relasional. Data dari Node-RED dikirim dan disimpan ke MySQL, sehingga dapat diakses untuk keperluan analisis lebih lanjut(11). Sebagai penghubung antara backend dan aplikasi pengguna, digunakan Flask, sebuah framework Python yang ringan dan fleksibel. Flask digunakan untuk membangun API (Application Programming Interface) yang memungkinkan data dari MySQL diakses oleh aplikasi lain, seperti dashboard visualisasi(12).

2.2 Merancang koneksi antar perangkat

Dalam tahapan ini setiap perangkat harus dihubungkan dengan benar agar data dapat dikirim ke server secara *real-time*. Tahap ini meliputi pengecekan penerimaan data oleh server dari power meter menggunakan protokol Modbus melalui Modbuspoll. Selain itu juga desain database MySQL perlu diterapkan agar data yang telah didapatkan langsung masuk secara rapi ke database.

2.3 Instalasi perangkat keras dan koneksi jaringan dan konfigurasi perangkat lunak

Tahapan ini meliputi meliputi instalasi dan konfigurasi perangkat keras dan perangkat lunak. Instalasi perangkat keras meliputi pengaturan seperti *baudrate*, *slave ID* pada power meter. Pemasangan kabel komunikasi yang menghubungkan power meter dan konverter RS-485 harus sesuai dengan *socket* dan tidak terpasang terbalik. Penggunaan konverter RS-485 to Ethernet dipilih karena instalasinya yang mudah dengan menyambungkan kabel komunikasi dari power meter ke *socket* input. Selain itu juga integrasi antara protokol RS-485 dan Ethernet (TCP/IP) memungkinkan perangkat dengan antarmuka RS-485 untuk berkomunikasi melalui jaringan berbasis Ethernet.

Konfigurasi perangkat lunak sangat penting dilakukan dengan tujuan agar monitoring distribusi power dapat dipantau secara *realtime* oleh user. Penggunaan node-red dalam distribusi power sebagai *middleware* yang membaca data dari power meter melalui modbus RTU/TCP kemudian memproses atau mengirim ke database. Penggunaan modbuspoll untuk menguji dan memonitor komunikasi. Dalam sistem monitoring power, modbuspoll berfungsi sebagai alat *debugging*. Penggunaan MySQL dalam distribusi power sebagai sistem manajemen basis data relasional (RDBMS) yang digunakan untuk menyimpan dan mengelola data. Sedangkan penggunaan flask dalam distribusi power karena jenis framework web ringan berbasis Python yang digunakan untuk membangun aplikasi web dan API.

2.4 Menguji komunikasi data dari power meter

Dalam tahap ini pengujian dapat dilakukan uji komunikasi data dari power meter ke RS-485, selanjutnya pengujian node-red yang bertujuan untuk memastikan bahwa data dari power meter dapat diterima dengan benar, komunikasi antara Node-RED dan Modbus berjalan lancar, serta dapat dimasukkan ke database. Selain itu, pengujian database MySQL untuk menyimpan dan mengelola data hasil pemantauan power meter. Dan terakhir pengujian flask dan antarmuka web merupakan bagian penting dalam instalasi dan konfigurasi sistem monitoring power meter berbasis web untuk menampilkan data yang telah didapat power meter.

2.5 Penggunaan sistem

Pada tahap ini, sistem mulai dioperasikan untuk melakukan pemantauan daya listrik secara real-time. Agar sistem dapat berjalan tanpa gangguan, konfigurasi dilakukan sehingga semua layanan, seperti node-red, flask, dan MySQL, dapat berjalan secara otomatis setelah server dinyalakan. Selain itu, perlu dipastikan bahwa server tetap aktif dan stabil agar data dari power meter terus masuk ke database tanpa terputus. Untuk menjamin keandalan sistem, dilakukan pengujian performa dalam kondisi beban kerja tinggi, seperti peningkatan jumlah data yang dikirim dan diuji daya tahan server terhadap lonjakan permintaan. Dengan langkah-langkah ini, sistem dapat bekerja secara optimal dalam mendukung proses monitoring daya listrik secara terus-menerus.

2.6 Optimasi dan perbaikan kinerja sistem

Tahap terakhir dilakukan Untuk memastikan sistem tetap aman dan berjalan dengan stabil, langkah-langkah pemeliharaan rutin perlu dilakukan. Pembaruan perangkat lunak seperti Node-RED, Flask, dan MySQL juga harus dilakukan secara berkala untuk memastikan sistem tetap stabil, mendapatkan fitur terbaru, serta mengatasi potensi kerentanan keamanan. Dengan langkah-langkah ini, sistem dapat berjalan dengan optimal dan lebih tahan terhadap gangguan.

3. HASIL PENELITIAN

Setelah melakukan serangkaian pengujian terhadap masing-masing komponen sistem monitoring power meter, evaluasi dilakukan untuk memastikan bahwa sistem bekerja secara optimal dan mampu mengintegrasikan seluruh perangkat serta perangkat lunak yang digunakan. Pengujian dilakukan terhadap komunikasi RS-485 to Ethernet, Node-RED, ModbusPoll, MySQL dan Flask.

3.1 Pengujian Komunikasi RS-485

Dalam sistem monitoring power meter, komunikasi RS-485 to Ethernet digunakan untuk menghubungkan power meter ke jaringan komputer melalui Ethernet. Pengujian yang komprehensif, masalah komunikasi dapat diidentifikasi dan diperbaiki sebelum sistem dioperasikan secara penuh. Hal ini tidak hanya meningkatkan keandalan sistem tetapi juga memastikan akurasi data dan efisiensi operasional. Penggunaan konverter RS-485 to Ethernet digunakan agar power meter dapat diakses dari komputer atau server yang terhubung dalam jaringan seperti pada gambar 2 merupakan tampilan transfer data menggunakan konverter RS-485 to Ethernet dengan kecepatan transfer data sebesar 2523 byte/1044 byte per detik.

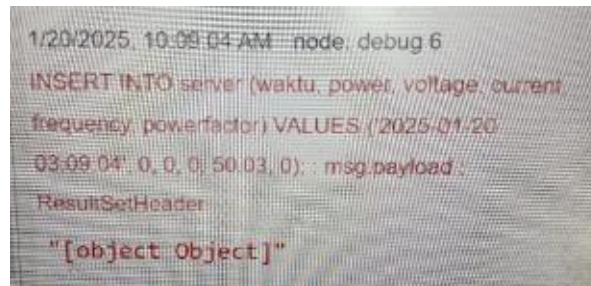


Gambar 2 hasil pengujian konverter

3.2 Pengujian Node-RED

Dalam sistem monitoring power meter, node-red berfungsi sebagai *gateway* pengolah data dari power meter yang menggunakan Modbus dan menginputkannya ke database. Dalam sistem monitoring power meter, node-red berfungsi sebagai *gateway* pengolah data dari power meter yang menggunakan Modbus dan menginputkannya ke database. Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa node-red sudah mendapatkan data dari Modbus yang kemudian data tersebut siap dimasukkan ke dalam database. Pengujian node-red diperlukan untuk memastikan bahwa data dari power meter dapat diterima dengan benar, Komunikasi antara Node-RED dan Modbus berjalan lancar, serta dapat dimasukkan ke database Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa node-red

sudah mendapatkan data dari Modbus yang kemudian data tersebut siap dimasukan kedalam database.



Gambar 3 hasil pengujian Node-Red

3.3 Pengujian Modbuspoll

Dalam sistem monitoring power meter, modbuspoll berfungsi sebagai alat *debugging*, untuk memastikan bahwa power meter dapat mengirimkan data dengan benar sebelum diintegrasikan ke sistem utama (seperti node-red, flask, dan MySQL). Selain itu, modbuspoll dapat diinstal pada Windows 7, 8, 10, 11. Dengan menggunakan modbuspoll, kita dapat memastikan bahwa power meter berfungsi dengan benar dan mengirim data sesuai dengan yang diharapkan. Seperti pada tabel 1 yang merupakan pengecekan data yang dikirim dari power meter. Bisa dilihat pada tabel 1 bagian Mbpoll1 yang menunjukkan bahwa ID 1 telah tersambung sehingga mendapatkan data yang sesuai.

Tabel 1 hasil pengujian converter

ID	00000
0	4660
1	4095
2	0
3	-1
4	-1
5	-1
6	-1
7	-1
8	-1
9	-1

3.4 Pengujian database MySQL

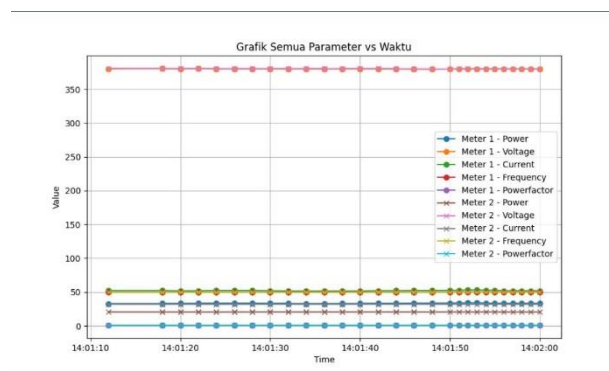
Dalam sistem monitoring power meter, pengujian database MySQL untuk menyimpan dan mengelola data hasil pemantauan power meter. Penggunaan database dapat dikembangkan tanpa berdampak pada program yang menggunakan database tersebut dan juga kemudahan dalam mengolah data. Fungsi utama MySQL dalam sistem ini seperti menyimpan data power meter yang dikirim dari Node-RED, memproses dan menyediakan data untuk antarmuka web monitoring. Memungkinkan analisis historis dan tren konsumsi daya. Dalam sistem monitoring power meter, MySQL berfungsi sebagai penyimpanan utama untuk data tegangan, arus, daya, power factor, frekuensi, power meter dan timestamp seperti pada tabel 2.

Tabel 2 hasil pengujian database MySQL

Id	Waktu	Meter_id	Power	Voltage	Current	Frequency	powerfactor
1	2025-01-22 14:01:12	Meter_1	33.02	380.23	52.27	49.99	0.98
2	2025-01-22 14:01:12	Meter_2	20.58	380.78	32.03	49.98	0.97
3	2025-01-22 14:01:18	Meter_1	33.02	380.46	52.27	49.99	0.98
4	2025-01-22 14:01:18	Meter_2	20.52	380.78	32.03	49.98	0.97
5	2025-01-22 14:01:18	Meter_1	33.28	380.46	52.27	49.99	0.98
6	2025-01-22 14:01:18	Meter_2	20.52	380.35	31.99	49.98	0.97
7	2025-01-22 14:01:20	Meter_1	33.25	380.1	51.79	49.99	0.98
8	2025-01-22 14:01:20	Meter_2	20.52	380.35	31.99	49.98	0.97
9	2025-01-22 14:01:20	Meter_1	33.27	380.1	51.79	49.99	0.98
10	2025-01-22 14:01:20	Meter_2	20.53	380.49	31.97	49.99	0.97
11	2025-01-22 14:01:22	Meter_1	33.39	380.55	51.97	49.98	0.98
12	2025-01-22 14:01:22	Meter_2	20.52	380.49	31.97	49.99	0.97

3.5 Pengujian flask dan antarmuka

Dalam sistem monitoring power meter, pengujian **flask** dan **antarmuka web** merupakan bagian penting dalam instalasi dan konfigurasi sistem monitoring power meter berbasis web. Flask adalah framework python yang ringan dan fleksibel untuk membangun aplikasi web. Dalam konteks monitoring power meter, Flask digunakan untuk membuat antarmuka web yang menampilkan data dari power meter, seperti tegangan, arus, daya, frekuensi dan faktor daya. hasil pengujian flask dapat dilihat pada gambar 4 bahwa tampilan antarmuka flask web mampu menampilkan sebuah grafik yang berisi pemilihan meter_id, pemilihan waktu awal dan pemilihan waktu akhir untuk melihat riwayat grafik sesuai waktu yang dipilih, selanjutnya view mode yang digunakan untuk memilih single parameter atau all parameter, dan jika single parameter maka hanya menampilkan parameter yang dipilih.



Gambar 4 tampilan antarmuka grafik

Pada tabel 3 menunjukan hasil flask dapat menampilkan sebuah data dari database pada meter_id 1. Dalam tampilan tampilan antarmuka flask web mampu menampilkan sebuah tabel yang berisi pemilihan meter_id, pemilihan waktu awal dan pemilihan waktu akhir untuk melihat riwayat tabel sesuai waktu yang dipilih, selanjutnya view mode yang digunakan untuk memilih single parameter atau all parameter, dan jika user memilih single parameter maka hanya menampilkan parameter yang dipilih.

Tabel 3 Hasil tampilan tabel meter_1

Id	Waktu	Meter_id	power	voltage	current	frequency	powerfactor
1	2025-01-22 14:01:12	Meter_1	33.02	380.23	52.27	49.99	0.98
2	2025-01-22 14:01:18	Meter_1	22.02	380.46	52.27	49.99	0.98
3	2025-01-22 14:01:18	Meter_1	33.28	380.46	52.27	49.99	0.98
4	2025-01-22 14:01:20	Meter_1	33.25	380.10	51.79	49.99	0.98
5	2025-01-22 14:01:20	Meter_1	33.27	380.1	51.79	49.99	0.98
6	2025-01-22 14:01:22	Meter_1	33.39	380.55	51.97	49.98	0.98

Pada gambar 5 menunjukkan tampilan dashboard terdiri dari setiap parameter dan setiap power meter yang terdiri dari power, tegangan, arus, frekuensi, power factor sehingga bisa dipantau oleh pengguna secara *real-time*. Dalam dashboard memiliki dua keadaan, jika sebuah parameter melebihi batas yang ditentukan maka tampilan parameter akan berwarna merah dan jika sebuah parameter tidak melebihi batas maka tampilan parameter akan berwarna biru.



Gambar 5 Dashboard monitoring realtime

4. DISKUSI

Berdasarkan hasil penelitian, sistem berhasil terintegrasi dengan baik. Namun, terdapat kendala pada latensi komunikasi yang memengaruhi kecepatan transfer data dari power meter ke server. Untuk meningkatkan keandalan dan keakuratan pengukuran, diperlukan penambahan resistor 120 ohm pada socket RS-485 di power meter guna mencegah terminasi sinyal. Selain itu, tampilan sistem masih sederhana dan dapat ditingkatkan dengan menambahkan fitur autentikasi pengguna pada Flask untuk mencegah akses tidak sah. Dengan sistem monitoring ini, pengguna tidak perlu lagi memasukkan data kWh secara manual setiap hari. Perusahaan juga dapat mengevaluasi konsumsi daya selama proses produksi serta membandingkan data jika terjadi ketidaksesuaian antara pembayaran listrik dan konsumsi daya.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulannya adalah Sistem monitoring yang dikembangkan berhasil diintegrasikan antara perangkat keras dan perangkat lunak. Data konsumsi daya dapat dikumpulkan di database dan ditampilkan dalam bentuk dashboard berbasis web flask secara *real-time*. Efektifitas komunikasi RS-485 dan TCP/IP berjalan dengan baik dan stabil sehingga data yang dikirim dari power meter ke server lebih fleksibel. Penggunaan node-red sebagai pengelola data secara *real-time* sangat penting dalam mengolah dan mentransmikan data dari power meter ke database. Penggunaan MySQL sebagai penyimpanan data hasil pengukuran power meter dapat berjalan dengan baik serta dapat diakses oleh flask dan node-red tanpa hambatan. Penggunaan flask sebagai backend API untuk menangani permintaan data dari database MySQL dan menyajikannya melalui antarmuka berbasis web dapat berjalan dengan cepat, efisien serta memungkinkan akses data secara *real-time* dan responsif. Sistem mampu berjalan dengan stabil, akan tetapi diperlukan pemantauan berkala terkait latensi jaringan, polling pada Modbus dan error pada database.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada pihak PT. Indocement Tunggul Prakarsa Tbk, Plan Cirebon yang telah membantu penulis dalam melaksanakan penelitian. Semoga hasil penelitian dan pembahasan pada jurnal ini dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak terutama di bidang Instrumentasi Industri

DAFTAR PUSTAKA

1. Pradana AA, Yuliantoro P, Indriyanto S. PERANCANGAN SISTEM MONITORING DAYA LISTRIK 1 FASA PADA RUMAH TANGGA BERBASIS INTERNET OF THINGS. J SINTA Sist Inf dan Teknol Komputasi [Internet]. 2024 Jan 4;1(1):1–9. Available from: <https://jurnalsinta.id/index.php/sinta/article/view/13>
2. Butarbutar AR, Tahir U, Ansori T. Analisis Peran Investasi Hijau dalam Mengurangi Emisi Gas Rumah Kaca dan Meningkatkan Efisiensi Energi pada Industri Otomotif di Jawa Barat. J Multidisiplin West Sci [Internet]. 2024 Feb 27;3(02):156–66. Available from: <https://wnj.westscience-press.com/index.php/jmws/article/view/998>
3. Fransiscus Xaverius Ariwibisono, Widodo Pudji Muljanto. IMPLEMENTASI SISTEM

- MONITORING PRODUKSI ENERGI PLTS BERBASIS PROTOKOL MODBUS RTU DAN MODBUS TCP. NUANSA Inform [Internet]. 2023 Jul 12;17(2):109–18. Available from: <https://journal.fkom.uniku.ac.id/ilkom/article/view/28>
4. Manurung P, Tambunan IH. Automated Data Acquisition in Monitoring Automatic Composter with Multisensory System. Pros Semin Nas SAINS DATA [Internet]. 2024 Oct 10;4(1):1050–9. Available from: <https://prosiding-senada.upnjatim.ac.id/index.php/senada/article/view/418>
 5. Susilo JT. MONITORING DAN DATA LOGGER PANEL DISTRIBUSI DENGAN POWER METER DAN SCADA LABVIEW. 2024;7(1):11–20.
 6. Yahya S, Jadmiko SW, Suharno DN. Rancang Bangun Protipe Perangkat Pengukuran dan Monitoring Besaran Listrik Menggunakan PLC Berbasis LabVIEW. :121–8.
 7. Teng J, Setiadi JS, Lim R, Elektro T, Petra UK. SISTEM PEMBACAAN DATA POWER METER. :393–8.
 8. Azizah N, Pratiwi D. Implementasi Web-Scada Untuk Me-Monitor Besaran Listrik Di Gedung Elektro Kampus 1 Politeknik Negeri Ujung Pandang. J Teknol Elekterika [Internet]. 2019 May 30;3(1):7. Available from: <http://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/JTE/article/view/1546>
 9. Ananda ASP, Ii Munadhif IM, Isa IR, Ryan RYA, Rini RI. Integrasi Sistem Komunikasi Modbus TCP/IP pada PLC Siemens S7-1200, ESP32, dan HMI. J Elektron dan Otomasi Ind [Internet]. 2023 Jul 31;10(2):234–44. Available from: <https://jurnal.polinema.ac.id/index.php/elkolind/article/view/3254>
 10. Pratama RP. Sistem Monitoring dan Kendali AC melalui Aplikasi Node-RED. J Fokus Elektroda Energi List Telekomun Komputer, Elektron dan Kendali [Internet]. 2022;07(03):162–8. Available from: <https://elektroda.uho.ac.id>
 11. Eyni Alfia N, Waseso B. Perancangan Aplikasi Retensi Data Pada Database MySQL (Studi Kasus: PT. Telkomsigma). Maret [Internet]. 2020;2(3):2655–7541. Available from: <https://jurnal.ikhafi.or.id/index.php/jusibi/364>
 12. Manoj Kumar R, Gokulakannan N, Prasanna AS. Live Dashboard for IP Monitoring using Python and Flask. Int Res J Eng Technol [Internet]. 2021;2323–6. Available from: <http://127.0.0.1:5000/>