

MONITORING TEGANGAN DAN SUHU GARDU DISTRIBUSI BERBASIS INTERNET OF THINGS

Aff Badawi¹, Ricky Ramadhan Harahap²

Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan

e-mail: ¹afifbadawi@dosen.pancabudi.ac.id

Abstract: The term "Internet of Things" (IoT) refers to devices that can transmit data without requiring human interaction because they use the internet as a medium. IoT can be used for things that are very important for people's daily lives, such as meeting basic needs and finding frequently visited places. Therefore, this technology can be used to build systems that can provide data. This research uses an Arduino microcontroller to apply IoT to a distribution substation. This was done to enable the North Sumatra PLN UP2D office to receive information about customer power transformer voltage and temperature in real-time. System testing was carried out using an Arduino Uno R3 with an ATmega328p chip and several supporting devices, to obtain some data in the form of voltage, temperature of a transformer, and how to transmit data from the Arduino microcontroller device to the internet. The research results show that the device can connect to the internet with IP address 10.16.114.71 for the LAN network and IP address 192.168.1.100 for the internet modem and voltage and temperature data can be displayed in real time with a varying value range of around 383 – 391 for voltage and temperature values. around 29 – 42 °C.

Keywords: internet of things; distribution substation; arduino; voltag; temperature

Abstrak: Istilah "Internet of Things" (IoT) mengacu pada perangkat yang dapat mengirimkan data tanpa memerlukan interaksi manusia karena menggunakan internet sebagai medianya. IoT dapat digunakan untuk hal-hal yang sangat penting bagi kehidupan sehari-hari manusia, seperti memenuhi kebutuhan pokok dan menemukan tempat yang sering dilalui. Maka dari itu, teknologi ini dapat digunakan untuk membangun sistem yang dapat menyediakan data. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino untuk menerapkan IoT pada gardu distribusi. Ini dilakukan untuk memungkinkan kantor PLN UP2D Sumatera Utara menerima informasi tentang tegangan dan suhu transformator daya pelanggan secara real-time. Pengujian sistem dilakukan menggunakan Arduino Uno R3 dengan chip ATmega328p serta beberapa perangkat pendukung, untuk memperoleh beberapa data berupa tegangan, suhu sebuah transformator, dan cara transmisi data dari perangkat mikrokontroler Arduino ke internet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat dapat terhubung ke internet dengan IP address 10.16.114.71 untuk jaringan LAN dan IP address 192.168.1.100 untuk modem internet serta data tegangan dan suhu dapat ditampilkan secara realtime dengan rentang nilai yang bervariasi sekitar 383 – 391 untuk nilai tegangan dan suhu sekitar 29 – 42 °C.

Kata kunci: internet of things; gardu distribusi; arduino; tegangan; suhu

PENDAHULUAN

Distribusi energi listrik sering menghadapi gangguan, salah satunya adalah penurunan tegangan dan menurunnya keandalan gardu distribusi. Gangguan ini muncul ketika arus beban melewati

kapasitas normal gardu distribusi, sehingga menyebabkan transformator menjadi panas, yang dapat mengganggu kestabilan sistem kelistrikan. Sayangnya, manusia seringkali tidak dapat mendeteksi perubahan tegangan dan suhu transformator di gardu distribusi ini. Dampaknya,

jika penurunan tegangan berlangsung dalam waktu yang lama, hal tersebut dapat merusak peralatan listrik. Tambahan pula, suhu transformator yang tinggi bisa merusak gardu distribusi itu sendiri, yang pada akhirnya dapat menghambat penyaluran energi listrik kepada pengguna.

Teknologi Internet of Things (IoT) adalah konsep perangkat yang dapat mengirim data tanpa harus melibatkan manusia langsung, dengan internet berperan sebagai medium penghubungnya (Mambang, 2021). Mengingat listrik merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia saat ini, teknologi IoT dapat diterapkan untuk mengembangkan sistem yang memungkinkan pengumpulan dan penyajian data dari gardu distribusi secara langsung. Data ini mencakup informasi tentang tegangan dan suhu transformator daya pelanggan secara real-time, dan ini bisa dilakukan dengan memanfaatkan mikro-kontroler Arduino sebagai instrumen yang berbasis pada teknologi IoT (Megawati & Lawi, 2021).

Dengan menggunakan serial Modbus, data informasi tegangan dikumpulkan dari power meter di panel Low Voltage (LV) dan modul sensor pengukur suhu yang dipasang pada transformator. Mikrokontroler Arduino mengumpulkan data dan mengirimkannya melalui perangkat internet. Data ini akan membantu manajemen membuat keputusan tentang peningkatan pelayanan dan kehandalan listrik.

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi 2 kategori, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Adapun perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1. Daftar Perangkat Keras

No	Nama Alat	Keterangan
1	Arduino Uno	Chip ATmega328p
2	Modul Ethernet	Shield W5100
3	Resistance Temperature	Rentang pengukuran

No	Nama Alat	Keterangan
	Detector (RTD) PT100 3 wire probe 10 cm	suhu sampai dengan 400 °C
4	RTD PT100 Temperature Transmitter 4-20 mA	Output sampai dengan 400 °C
5	MAX485 Modul RS485 to TTL Converter	-
6	Modul LM2596 DC stepdown regulator 3A	Input 3V - 40V DC dan output 1,5V – 35V DC
7	Adapter 24V DC	1,5 Ampere
8	Resistor	250 Ω
9	Kabel jumper Arduino	Male and Female
10	Modem 4G dengan port LAN	-
11	Kabel LAN	-

Dalam penelitian ini, perangkat lunak yang digunakan adalah *Arduino Integrated Development Environment* (IDE), yang digunakan untuk membuat sketch program yang dapat diunggah ke mikrokontroler Arduino; serta *Thingspeak Application Programming Interface* (API), yang digunakan untuk menguji seberapa baik pengiriman data yang dilakukan oleh perangkat monitoring IoT.

METODE

Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data pada penelitian ini adalah dengan melakukan wawancara kepada staff Operasi di PT PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengatur Distribusi (UP2D) Sumatera Utara serta pengamatan langsung terhadap sistem yang sedang berjalan. Sebelum data transformator dimasukkan ke dalam Sistem Informasi Gardu Distribusi (SIGD), tim petugas dari PLN ULP Sunggal melakukan pengukuran tegangan secara langsung pada setiap transformator di wilayah kerja unit tersebut. Wilayah ini

serta informasi yang diperoleh dari sistem yang sudah berjalan di PLN ULP Sunggal terdapat beberapa kelemahan sistem sebagai berikut:



Supervisor teknik di PLN ULP Sunggal menginput data transformator yang telah dikumpulkan oleh petugas yang melakukan pengukuran langsung pada setiap transformator ke dalam Sistem Informasi Gardu Distribusi. Data ini diinput melalui formulir pengukuran gardu yang telah disediakan di dalam sistem informasi tersebut.

Informasi yang dimasukkan mencakup data arus dan tegangan listrik yang diukur dalam dua waktu berbeda, seperti berikut ini: Pengukuran Waktu Beban Puncak (WBP) dilakukan pada rentang waktu antara pukul 17:00 hingga 22:00 setiap hari. Pengukuran Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) adalah pengukuran yang dilakukan di luar periode WBP. Adapun halaman formulir pengisian hasil pengukuran transformator pada SIGD ditunjukkan pada Gambar 3



Berdasarkan hasil analisis dan wawancara terhadap staff di PLN UP2D Sumatera Utara dan PLN ULP Sunggal

1. PLN UP2D saat ini belum memiliki akses informasi yang memungkinkan pemantauan kondisi transformator secara real-time. Hal ini menyebabkan kendala dalam koordinasi penanganan gangguan kelistrikan yang terkait dengan masalah pada unit transformator kepada unit layanan pelanggan terkait..
2. Pengukuran langsung terhadap unit transformator masih digunakan dalam proses pengumpulan dan pencatatan tegangan dan arus PLN ULP Sunggal.
3. 3) Sistem Informasi Gardu Distribusi yang berjalan saat ini belum mengakomodir pengumpulan data suhu transformator baik secara pengukuran langsung maupun secara *realtime*.
4. Suhu transformator diperiksa menggunakan alat pengukur suhu berbentuk termogun. namun, hasil pemeriksaan ini tidak memiliki rekaman histori atau catatan historis.
5. Teknologi yang memfasilitasi pengukuran tegangan dan suhu pada transformator secara cepat dan efisien belum diterapkan dengan sepenuhnya.



Pada penelitian ini, akan dilakukan 4 jenis pengujian, yaitu pengujian pada mikrokontroler Arduino and Ethernet Shield W5100, pengujian pada modul MAX485, pengujian pada sensor suhu

dan temperature transmitter RTD PT100, dan pengujian sistem monitoring secara keseluruhan.

Pengujian pada mikrokontroler Arduino dan Ethernet Shield W5100

Pengujian dilakukan dengan memprogram kode pada Arduino untuk memastikan bahwa Ethernet Shield dapat terdeteksi dan kemudian mendapatkan alamat Internet Protocol (IP address) secara dinamis. Penggunaan IP address dinamis, yang sering disebut sebagai Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP), memiliki peran penting karena mencegah konfigurasi alamat IP secara manual. Dengan demikian, sistem pemantauan tidak bergantung pada satu jenis media komunikasi asalkan terdapat Ethernet Port yang tersedia.

Metode pengujian dibagi menjadi 2 cara: Menghubungkan Arduino dan Ethernet Shield ke dalam sebuah jaringan Local Area Network (LAN). Metode ini menghasilkan alamat IP sebagaimana terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Alamat IP yang Dihasilkan Menggunakan Local Area Network

Menghubungkan Arduino dan Ethernet Shield dengan sebuah Modem Internet. Metode ini menghasilkan alamat IP sebagaimana terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Alamat IP yang Dihasilkan Menggunakan Modem

Hasil pengujian pada dua metode tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Arduino dan Ethernet Shield

Media Komunikasi	Arduino IP Address
Jaringan LAN	10.16.114.71
Modem Internet	192.168.1.100

Pengujian pada modul MAX485

Pengujian dilakukan dengan memasukkan kode program yang berisi library khusus. Ini memungkinkan Arduino untuk memberikan perintah kepada modul MAX485 yang terhubung ke meter tegangan di panel LVC melalui kabel serial RS485. Dengan menggunakan protokol modbus, mereka dapat memperoleh data tegangan dengan menggunakan fitur Serial Monitor pada IDE Arduino, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Pengujian pada Modul MAX485

Pengujian pada sensor suhu dan temperature transmitter RTD PT100

Untuk melakukan pengukuran suhu, digunakan transmitter suhu RTD PT100 untuk mengonversi nilai hambatan sensor detektor suhu resistensi (RTD) PT100 3 jalur menjadi nilai analog untuk Arduino. Transmitter ini mengeluarkan antara 4 dan 20 miliAmpere, jadi memerlukan resistor yang dapat mengubah satuan miliAmpere menjadi millivolt. Setelah itu, hubungkan transmitter ke Arduino melalui input analognya dengan menambahkan resistor bernilai 250Ω di antara keduanya. Pengujian dilakukan dengan

membandingkan hasil pengukuran antara sensor thermogun dan RTD PT100 pada suhu air dalam kondisi panas dan sejuk, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Suhu

Pembacaan	Sensor Thermogun	Sensor RTD PT100
Suhu Panas	65,3 °C	62,83 °C - 67,23 °C
Suhu Sejuk	27,4 °C	25,18 °C - 29,58 °C

Dengan membandingkan hasil pengukuran yang diperoleh pada tabel 4.2, dapat disimpulkan bahwa tingkat akurasi sensor RTD PT100 sama dengan ± 3 °C dibandingkan dengan sensor thermogun.

Pengujian keseluruhan sistem monitoring berbasis Internet of Things

Tujuan dari tahap pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa sistem pemantauan tegangan dan suhu gardu distribusi bekerja dengan benar. Untuk mencapai tujuan ini, pengujian ini dilakukan dengan mengirimkan pembacaan tegangan dan suhu air dari power meter ke situs *thingspeak.com* setiap dua puluh detik, dan hasilnya ditampilkan secara *real-time* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Data Tegangan dan Suhu Realtime (thingspeak.com, 2023)

Adapun data lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Tegangan Dan Suhu

created_at	entry_id	V R-S	V S-T	V T-R	Suhu
2023-02-23T09:59:21+07:00	7094	388.47	388.49	388.75	35.2
2023-02-23T09:59:41+07:00	7095	388.91	388.93	389.19	29.82
2023-02-23T10:00:02+07:00	7096	389.12	389.14	389.4	42.05
2023-02-23T10:00:22+07:00	7097	391.23	391.25	391.51	34.71
2023-02-23T10:00:42+07:00	7098	391.12	391.14	391.41	39.12
2023-02-23T10:01:02+07:00	7099	388.97	388.99	389.26	39.12
2023-02-23T10:01:22+07:00	7100	389.2	389.22	389.49	38.63
2023-02-23T10:01:42+07:00	7101	388.98	389	389.27	38.63
2023-02-23T10:02:03+07:00	7102	385.4	385.43	385.69	38.14
2023-02-23T10:02:23+07:00	7103	386.2	386.22	386.49	41.56
2023-02-23T10:02:43+07:00	7104	387.18	387.21	387.47	40.09
2023-02-23T10:03:03+07:00	7105	387.39	387.41	387.68	35.2
2023-02-23T10:03:23+07:00	7106	384.29	384.31	384.58	32.76
2023-02-23T10:03:43+07:00	7107	386.53	386.56	386.82	32.76
2023-02-23T10:04:04+07:00	7108	386.45	386.47	386.74	36.18
2023-02-23T10:04:24+07:00	7109	385.82	385.85	386.12	32.76
2023-02-23T10:04:44+07:00	7110	385.66	385.68	385.95	39.6
2023-02-23T10:05:04+07:00	7111	383.4	383.42	383.69	38.63
2023-02-23T10:05:24+07:00	7112	390.54	390.57	390.84	37.65
2023-02-23T10:05:45+07:00	7113	388.95	388.98	389.25	38.14

SIMPULAN

Sistem yang dibangun pada penelitian ini dapat berjalan dengan baik

dan dapat menampilkan informasi mengenai tegangan dan suhu yang terdapat pada gardu-gardu yang digunakan oleh PT PLN (Persero) UP2D Sumatera Utara secara realtime melalui lama thingspeak.com. Data tegangan dan suhu yang didapatkan bervariasi dengan rentang nilai sekitar 383 – 391 untuk nilai tegangan dan suhu sekitar 29 – 42 °C. Disarankan pada penelitian selanjutnya untuk menggunakan media komunikasi yang dipakai terhubung dengan jaringan serat optik sehingga mengurangi jeda waktu transmisi data dan menambahkan sistem baterai cadangan sehingga perangkat dapat bekerja meskipun terjadi pemadaman listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Megawati, Seri., dan Lawi, Ansarullah. (2021). Pengembangan Sistem Teknologi Internet of Things yang Perlu Dikembangkan Negara Indonesia. *Journal Information Engineering and Educational Technology* <https://doi.org/10.26740/jieet.v5n1.p19-26>
- C. Zhao, C. Zhao, H. Xu, H. Zhang, and M. Sun, "Research and Application of 3G Electrical Safety Job Site Intelligent Monitoring Device," *Energy Power Eng.*, no. July, pp. 881–883, 2013
- Suhaidi, M. (2019). Penerapan Internet of Things (IoT) Dalam Perancangan Aplikasi Pengaman Sepeda Motor Berbasis Android, 10, 2167–2172. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14257/ijca>.
- A. Furqon, A. B. Prasetyo, and E. D. Widiyanto, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kendali Daya Listrik pada Rumah Kos Menggunakan NodeMCU dan Firebase Berbasis Android," *Ilm. Elektron.*, vol. 18, no. 2, pp. 93–104, 2019. 2014.7.12.07
- B. G. Meliprbowo, "Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan Menggunakan Sensor Arus ACS712," *Orbith*, vol. 12, no. 1, pp. 17–23, 2016
- Y. Efendi, "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 21–27, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.
- A. Badawi, M. Zarlis, S. Suherman, "Impact three pass protocol modifications to key transmission performance," *Journal of Physics Conferences Series*, vol. 1235, 2019, Art. No. 012050, doi: 10.1088/1742-6596/1235/1/012050.
- Badawi, A. (2021). THE EFFECTIVENESS OF NATURAL LANGUAGE PROCESSING (NLP) AS A PROCESSING SOLUTION AND SEMANTIC IMPROVEMENT. *International Journal of Economic, Technology and Social Sciences (Injects)*, 2(1), 36-44.
- S. Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, "A design science research methodology for information systems research," *J. Manag. Inf. Syst.*, vol. 18, pp. 45–77, 2017.
- A. R. Hevner, S. T. March, J. Park, and S. Ram, "Design science in information systems research," *MIS Q. Manag. Inf. Syst.*, vol. 28, no. 1, pp. 75–105, 2004, doi: 10.2307/25148625.