

# IMPLEMENTASI *INTERNET OF THINGS* DALAM MONITORING TEMPERATUR DAN KELEMBABAN RUANG TRANSFORMATOR 20KV

Hadi Purnomo<sup>1</sup>, Amri Yusron<sup>2</sup>, dan Ilham Putra Perdana<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Program Profesi Insinyur, Institut Teknologi Indonesia; Jl. Raya Puspitek, Setu, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan, Banten 15314; (021) 7561102

Received: 12 Juli 2024

Accepted: 31 Juli 2024

Published: 7 Agustus 2024

## Keywords:

Distribusi transformator;  
Temperatur dan kelembaban;  
*Internet of Things* (IoT);  
Pemantauan sistem listrik;  
Ruang transformator.

## Correspondent Email:

[hadi\\_purnomo@outlook.co.id](mailto:hadi_purnomo@outlook.co.id)

**Abstrak.** Pentingnya menjaga kondisi ruang transformator distribusi, terutama suhu dan kelembaban, sangat krusial karena ruangan ini menjadi titik sentral dari semua sistem listrik dalam gedung apartemen. Gangguan pada sistem distribusi listrik dapat menyebabkan gangguan serius seperti matinya peralatan listrik, masalah konektivitas internet, dan bahkan risiko kebakaran. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan rancangan sistem monitoring yang canggih dan berkelanjutan menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT). Penelitian ini mengembangkan sebuah alat yang mampu memonitor suhu dan kelembaban ruang transformator distribusi dengan presisi tinggi. Uji coba alat menggunakan IoT menunjukkan tingkat kesalahan pengukuran suhu rata-rata sebesar 0,18°C dan kelembaban sebesar 2,03%, membuatnya sangat dapat diandalkan. Meskipun terdapat faktor-faktor seperti fluktuasi beban daya transformator dan variasi suhu lingkungan yang tak terduga yang mempengaruhi pengukuran, toleransi kesalahan ini tetap dalam batas yang dapat diterima.

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan sistem pemantauan yang efisien dan akurat saat ini semakin mendesak, terutama pada infrastruktur kritis seperti transformator distribusi 20kV. Transformator ini memiliki peran vital dalam menyalurkan daya dari jaringan transmisi ke konsumen akhir. Kinerja dan umur pakai transformator sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti temperatur dan kelembaban. Oleh karena itu, pemantauan kontinu dan *real-time* terhadap parameter ini sangat penting untuk mencegah kerusakan dan memastikan operasi yang andal.

Menjaga keamanan dan kinerja ruangan transformator distribusi menjadi hal yang sangat penting. Ruangan tersebut harus dipelihara dengan baik agar tetap berfungsi dengan aman, andal, dan ramah lingkungan. Selain itu, perawatan dan pemeliharaan berkala harus dilakukan untuk memastikan bahwa semua sistem listrik berjalan dengan lancar dan

terhindar dari potensi bahaya. Hal ini penting agar penghuni gedung apartemen dapat merasa tenang dan nyaman dalam menggunakan semua fasilitas yang ada di gedung apartemen [1].

Di dalam ruangan transformator distribusi juga terdapat panel medium voltage main distribution panel (MVMDP) atau panel kubikel yang berfungsi sebagai penghubung, pengendali, pembagi, pemutus arus dan tegangan. Panel MVMDP umumnya dilengkapi dengan peralatan *switching* otomatis, pengukuran tegangan dan arus, kontrol kendali, dan sistem proteksi.

Dengan perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT), implementasi sistem pemantauan yang lebih canggih dan terintegrasi menjadi mungkin. Sistem berbasis IoT menawarkan kemampuan memantau dan mengumpulkan data dari jarak jauh secara *real-time*, serta menyediakan analisis dan laporan yang dapat diakses kapan saja. Penelitian ini bertujuan

merancang dan mengembangkan sistem monitoring temperatur dan kelembaban khususnya pada ruang transformator distribusi 20kV berbasis IoT.

Sistem yang diusulkan diharapkan dapat memberikan solusi efektif dalam memantau kondisi lingkungan di sekitar transformator, mengurangi risiko kegagalan, serta meningkatkan keandalan sistem distribusi listrik. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat tercapai peningkatan efisiensi dan keamanan operasional pada infrastruktur distribusi listrik, memberikan manfaat jangka panjang bagi pengelolaan energi dan kesejahteraan pengguna [2].

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

*Internet of Things* (IoT) adalah konsep yang menggambarkan kemampuan suatu objek untuk mentransfer data secara otomatis melalui jaringan internet, tanpa memerlukan interaksi langsung antara manusia dan objek tersebut, atau antara manusia dan komputer. IoT memungkinkan objek-objek tersebut untuk saling berkomunikasi dan bertukar informasi secara mandiri, menciptakan lingkungan yang lebih terkoneksi dan terotomatisasi. Misalnya, perangkat IoT seperti sensor-sensor dapat mengumpulkan data secara terus-menerus tentang kondisi lingkungan atau aktivitas suatu objek, kemudian mentransfer informasi ini ke platform analitik atau sistem lainnya untuk pengolahan lebih lanjut atau pengambilan Keputusan [3].

Kemajuan teknologi nirkabel, sistem *microelectromechanical* (MEMS), dan internet telah mendorong perkembangan IoT. "*Things*" dalam IoT dapat berupa objek seperti ruang laboratorium obat-obatan dengan pemantauan suhu dan kelembaban, atau kendaraan yang dilengkapi dengan sensor terintegrasi untuk memberi peringatan kepada pengemudi saat melampaui batas kecepatan yang aman. Saat ini, IoT digunakan secara luas dalam industri untuk komunikasi mesin ke mesin (*machine-to-machine*/M2M) di sektor manufaktur, energi, minyak, dan gas. Produk yang memanfaatkan kemampuan M2M sering disebut sebagai sistem pintar (*smart systems*), seperti rumah pintar, perangkat pintar, perawatan kesehatan pintar, meteran pintar, sensor grid pintar, dan lain-lain.

Meskipun konsep IoT belum begitu populer hingga tahun 1999, perkembangannya telah signifikan selama beberapa dekade. Salah satu contoh awal penggunaan IoT adalah mesin Coca-Cola di Universitas Carnegie Mellon pada awal 1980-an, di mana para pemrogram dapat terhubung ke mesin itu melalui internet untuk memantau status dan ketersediaan minuman dingin tanpa harus berada di dekat mesin tersebut. Pertama kali istilah "*Internet of Things*" diperkenalkan oleh Kevin Ashton dalam presentasinya pada tahun 1999. Kevin Ashton adalah seorang direktur eksekutif di Auto ID Centre di MIT. Pada tahun yang sama, pengembangan peralatan berbasis RFID (*Radio Frequency Identification*) yang berfungsi sebagai sistem identifikasi menjadi langkah besar dalam komersialisasi IoT.

Penerapan konsep IoT memberikan banyak manfaat. Pertama, IoT memungkinkan konektivitas yang luas antara perangkat elektronik dan jaringan, memungkinkan pengumpulan dan analisis data secara *real-time*. Ini meningkatkan efisiensi penggunaan data di berbagai sektor, seperti industri, pertanian, transportasi, kesehatan, dan lain-lain. Salah satu manfaat utama IoT adalah efisiensi yang lebih tinggi dalam pengelolaan sumber daya seperti energi, air, dan bahan bakar, dengan mengumpulkan informasi tentang konsumsi untuk optimisasi penggunaan dan pengurangan pemborosan [4].

Di samping itu, IoT juga meningkatkan tingkat kenyamanan dan keamanan dalam kehidupan sehari-hari. Contohnya, teknologi rumah pintar yang terkoneksi dengan IoT memungkinkan penggunaannya untuk mengelola sistem suhu, pencahayaan, keamanan, dan perangkat lainnya dari jarak jauh melalui perangkat terhubung seperti *smartphone*. Di sektor transportasi, IoT memungkinkan pengawasan yang lebih baik terhadap kendaraan dan infrastruktur jalan dengan sensor-sensor yang memberikan informasi tentang lalu lintas, kondisi jalan, dan cuaca secara *real-time*. Hal ini membantu pengelola jalan dalam mengatasi kemacetan dan memperbaiki infrastruktur yang rusak.

Secara keseluruhan, penerapan IoT memiliki kemampuan yang signifikan untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, kenyamanan, dan keamanan dalam berbagai aspek kehidupan. Namun, perlu mengatasi

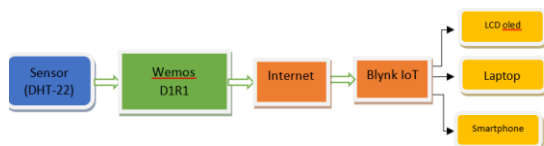
tantangan terkait privasi dan keamanan data agar implementasi IoT dapat berhasil secara keseluruhan [5].

### 3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini metode pendekatan yang digunakan adalah metode deskriptif yaitu dengan cara mencari sebuah permasalahan dan menganalisisnya, sekaligus mengumpulkan berbagai informasi yang relevan sehingga didapatkan pemecahan masalah sekaligus mempermudah dalam proses penulisan [6].

Pada penelitian pembuatan alat monitoring temperatur dan kelembaban pada ruangan transformator distribusi ini dilakukan di ruang transformator gedung apartemen Treepark City Cikokol, Kota Tangerang.

Diagram blok sistem dapat digambarkan melalui Gambar 1 berikut:

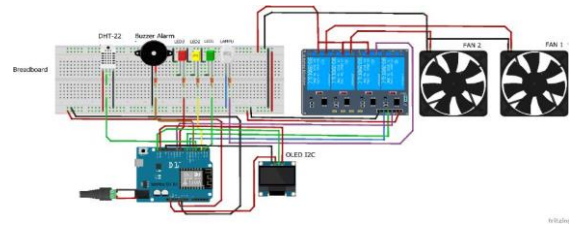


**Gambar 1.** Diagram Blok Sistem.

Pada blok diagram alur sistem ini, sensor suhu DHT-22 bekerja dengan Wemos D1R1 dan terhubung dengan jaringan WiFi untuk mengirim data ke server Blynk IoT. Sistem ini mengukur suhu dan kelembaban dengan sensor DHT-22, mengirim sinyal ke Board Wemos D1R1, dan menampilkan hasilnya pada layar LCD OLED I2C serta aplikasi Blynk IoT secara *real-time*. Flowchart tersebut akan memastikan bahwa tidak ada langkah yang terlewatkan dan semua elemen yang penting tercakup dalam perancangan sistem yang dilakukan [7].

Board Wemos D1R1 mengolah data dari sensor dan membandingkannya dengan nilai yang ditentukan. Jika suhu dan kelembaban memenuhi kriteria, Wemos D1R1 mengeluarkan sinyal perintah untuk mengaktifkan LED, *buzzer alarm*, atau *relay* untuk mengontrol kipas sesuai dengan nilai yang telah ditentukan. Sistem ini memungkinkan pemantauan dan kontrol suhu dan kelembaban secara akurat dan *real-time* melalui *smartphone* dan *web Blynk IoT*.

Berikut skema perangkat keras yang digunakan dalam studi penelitian ini:

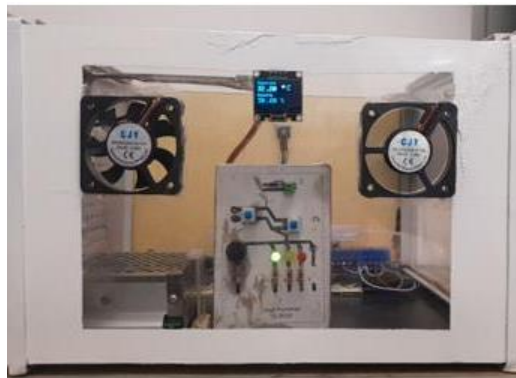


**Gambar 2.** Skema Perangkat Keras Penelitian.

Pembuatan Perangkat *Hardware* merupakan proses yang harus ditempuh dalam pembuatan perangkat keras (*hardware*) mulai dari tahap perencanaan hingga produksi supaya hasil produk berfungsi dengan baik sesuai dengan harapan. Yaitu bagaimana memperlihatkan gambaran peralatan *hardware* tersebut beroperasi mulai dari tahap input hingga menghasilkan *output* yang diinginkan [8].

Dalam merancang perangkat keras yang efektif, diperlukan komponen-komponen andal seperti sensor suhu dan kelembaban DHT-22 dan modul Board Wemos D1R1. Sensor DHT-22 mendeteksi suhu lingkungan dan mengirim data ke Board Wemos D1R1 melalui pin khusus, yang kemudian memproses dan mengirimkan data tersebut. Koneksi yang efektif antara sensor dan board memastikan data suhu dikirim dan diterima dengan lancar, membuat perangkat keras ini andal dan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi pengukuran suhu yang memerlukan akurasi dan keandalan.

*Software* untuk pembuatan alat monitoring temperatur dan kelembaban pada ruangan transformator distribusi maka diperlukan sebuah program Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) yang digunakan sebagai *sketch* pemrograman atau berfungsi sebagai media pemrograman pada Board Wemos D1R1 yang akan diprogram. Papan Board Wemos D1R1 dapat digunakan untuk menulis, mengedit, membuat, dan mengunggah program sesuai keinginan. Papan ini juga cocok untuk mengkode program yang didukung oleh Arduino IDE [9].

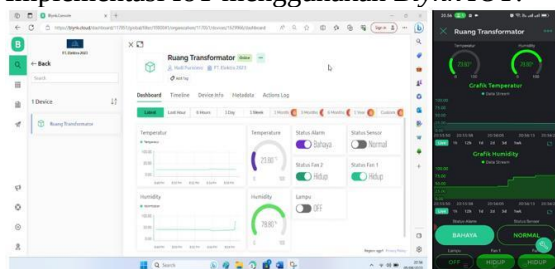


**Gambar 3.** Rangkaian Alat Monitoring Suhu dan Kelembaban Ruangan.

Pengujian dilakukan secara manual dalam beberapa variasi kondisi temperatur dan kelembaban yang rendah maupun tinggi, maka dapat memastikan bahwa alat pada sistem monitoring temperatur dan kelembaban dapat beroperasi secara efektif dan dapat diandalkan. Pengujian ini mencakup pengamatan langsung dan pengambilan data berulang untuk mengevaluasi kinerja alat dalam kondisi yang ekstrem, memastikan bahwa alat tersebut memberikan pembacaan yang akurat dan konsisten serta dapat berfungsi dengan baik di berbagai lingkungan yang mungkin ditemui di lapangan. Selain itu, alat ini diuji terhadap perubahan mendadak dalam kondisi lingkungan untuk menilai respons dan kecepatan penyesuaianannya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu mempertahankan keandalannya meskipun terjadi fluktuasi yang signifikan dalam parameter lingkungan. Dengan demikian, alat ini terbukti efektif dalam menyediakan data yang dibutuhkan untuk aplikasi monitoring yang kritis [10].

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut tampilan dashboard web Implementasi IoT menggunakan *Blynk IOT*.



**Gambar 4.** Tampilan Dashboard Blynk IOT

Pada gambar diatas menunjukkan tampilan parameter temperatur dalam °C dan

kelembaban dalam %. Parameter didapatkan dari hasil pengukuran sensor DHT-22. Kemudian terdapat indikator 3 buah LED yang berwarna Hijau, Kuning, dan Merah. Serta Indikator dua buah *Fan* yang terhubung dengan relay untuk mengontrol *Fan* tersebut.

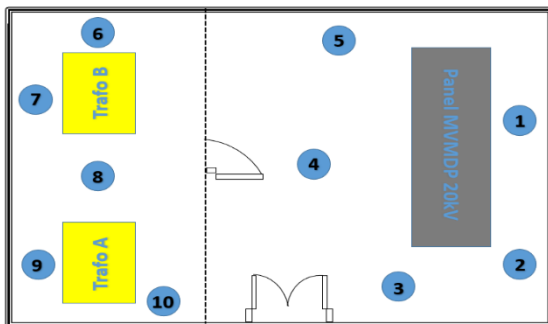
Berikut ini adalah tabel hasil pengujian alat monitoring pada ruangan dengan suhu dan kelembaban yang diatur secara manual.

**Tabel 1.** Data Pengujian Alat pada Ruangan dengan Suhu dan Kelembaban yang diatur secara Manual.

| Suhu (°C) | Kelembaban (%) | LED & FAN ON Status | Alarm | Tampilan LCD        |
|-----------|----------------|---------------------|-------|---------------------|
| 23.6      | 78.80          | H,K,F1,F2           | Ya    | Udara! Lembab       |
| 24.7      | 39.60          | H,K,F2              | Ya    | Periksa! TempRendah |
| 26.6      | 37.80          | H,K,F2              | Ya    | Periksa! TempRendah |
| 28.5      | 53.50          | H,F1                | Tidak | Temp& Kelembaban OK |
| 29.1      | 68.60          | H,K,F1,F2           | Ya    | Udara! Lembab       |
| 30.2      | 73.10          | H,K,F1,F2           | Ya    | Udara! Lembab       |
| 31.8      | 40.50          | H,F1                | Tidak | Temp& Kelembaban OK |
| 33.8      | 53.40          | H,K,M, F1,F2        | Ya    | Periksa! TempTinggi |
| 36.7      | 38.10          | H,K,M, F1,F2        | Ya    | Periksa! TempTinggi |
| -         | -              | K                   | Ya    | Periksa! Sensor     |

Ket: H – Hijau, K – Kuning, M – Merah, F1 – Fan 1, F2- Fan 2

Setelah melakukan pengujian manual alat monitoring temperatur dan kelembaban, langkah berikutnya adalah menguji alat tersebut di ruangan transformator distribusi dengan beberapa sampel di titik lokasi yang telah ditentukan. Ruangan transformator memiliki luas 8m x 6m. Percobaan dilakukan di beberapa titik untuk mendapatkan data rata-rata suhu dan kelembaban. Alat monitoring dipasang di titik strategis berdasarkan distribusi aliran udara dan sumber panas [11]. Data yang dikumpulkan dianalisis untuk menentukan pola suhu dan kelembaban. Sistem monitoring suhu dan kelembaban ini diharapkan mampu memberikan informasi yang akurat tentang kondisi lingkungan di dalam ruangan transformator. Langkah penanganan yang tepat dapat diambil untuk menjaga kinerja dan keandalan transformator, serta mendeteksi perubahan kondisi lingkungan secara real-time.



**Gambar 5.** Ilustrasi Ruang Transformator.

Warna kuning menunjukkan posisi dua transformator, dengan unit B aktif selama penelitian dan unit A sebagai cadangan. Warna abu-abu menandakan *Panel Medium Voltage Main Distribution Panel* (MVMDP) dan warna biru menunjukkan lokasi pengujian suhu dan kelembaban.

Pada proses pengambilan data nilai sampling temperatur dan kelembaban ruangan transformator distribusi ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai tersebut yaitu temperatur sekitar ruangan dan beban daya yang ditanggung oleh transformator distribusi sendiri [12].

Berikut ini merupakan hasil dari pengujian rangkaian perangkat pemantauan suhu dan kelembaban dalam ruangan transformator.

**Tabel 2.** Data Pengujian Alat pada Ruangan Transformator.

| Suhu (°C) | Kelembaban (%) | LED & FAN ON Status | Alarm | Tampilan LCD        |
|-----------|----------------|---------------------|-------|---------------------|
| 32.6      | 58.40          | H, F1               | Tidak | Temp& Kelembaban OK |
| 32.4      | 57.20          | H, F1               | Tidak | Temp& Kelembaban OK |
| 32.2      | 57.60          | H, F1               | Tidak | Temp& Kelembaban OK |
| 32.3      | 57.00          | H, F1               | Tidak | Temp& Kelembaban OK |
| 32.2      | 56.00          | H, F1               | Tidak | Temp& Kelembaban OK |
| 33.0      | 54.90          | H,K,M, F1,F2        | Ya    | Periksa! TempTinggi |
| 33.0      | 54.20          | H,K,M, F1,F2        | Ya    | Periksa! TempTinggi |
| 33.0      | 54.60          | H,K,M, F1,F2        | Ya    | Periksa! TempTinggi |
| 32.7      | 55.60          | H, F1               | Tidak | Temp& Kelembaban OK |
| 32.2      | 56.60          | H, F1               | Tidak | Temp& Kelembaban OK |

Ket: H – Hijau, K – Kuning, M – Merah, F1 – Fan 1, F2- Fan 2

Dalam melakukan pengujian pengukuran penelitian pada ruangan transformator distribusi agar mendapatkan hasil akurasi yang baik maka dilakukan kalibrasi perbandingan nilai alat ukur dengan menggunakan alat pengukur temperatur dan kelembaban (*hygrometer*) ruangan yaitu merk HTC-2 [13] .

**Tabel 3.** Perbandingan Temperatur Kalibrasi Alat dan Hygrometer HTC-2.

| No              | Temperatur (°C) |       | Error Kalibrasi |
|-----------------|-----------------|-------|-----------------|
|                 | Alat            | HTC-2 |                 |
| 1               | 32.60           | 32.80 | 0,2             |
| 2               | 32.40           | 32.30 | -0,1            |
| 3               | 32.20           | 32.10 | -0,1            |
| 4               | 32.30           | 31.90 | 1,5             |
| 5               | 32.20           | 33.70 | 0,8             |
| 6               | 33.00           | 33.10 | 0,1             |
| 7               | 33.00           | 33.30 | 0,3             |
| 8               | 33.00           | 33.30 | 0,3             |
| 9               | 32.70           | 32.60 | -0,1            |
| 10              | 32.20           | 32.30 | 0,1             |
| Rata-rata Error |                 |       | 0.18            |

**Tabel 4.** Perbandingan Kelembaban Kalibrasi Alat dan Hygrometer HTC-2.

| No              | Kelembaban (%) |       | Error Kalibrasi |
|-----------------|----------------|-------|-----------------|
|                 | Alat           | HTC-2 |                 |
| 1               | 58.40          | 58.00 | 0,40            |
| 2               | 57.20          | 57.00 | 1,20            |
| 3               | 57.60          | 55.00 | 1,00            |
| 4               | 57.00          | 56.00 | 1,00            |
| 5               | 57.20          | 56.00 | 1,30            |
| 6               | 54.90          | 54.00 | 0,90            |
| 7               | 54.20          | 51.00 | 3,20            |
| 8               | 54.60          | 51.00 | 3,60            |
| 9               | 55.60          | 52.00 | 3,60            |
| 10              | 56.60          | 54.00 | 2,60            |
| Rata-rata Error |                |       | 2,03            |

Hasil nilai kalibrasi perbandingan pengujian pada ruangan transformator diketahui bahwa pengukuran temperatur memiliki tingkat error rata-rata yang relatif kecil yaitu 0,18°C sedangkan pada pengukuran kelembaban memiliki tingkat error rata-rata sebesar 2,03%. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut dapat disimpulkan bahwa alat perancangan memiliki keakuratan yang baik dan dapat diandalkan.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, penerapan perangkat pemantauan suhu dan kelembaban berbasis IoT di ruang transformator 20kV menunjukkan tingkat akurasi tinggi, dengan kesalahan pengukuran suhu rata-rata 0,18°C dan kelembaban 2,03%. Alat ini efektif dalam berbagai kondisi lingkungan dan memiliki prospek pengembangan luas, termasuk integrasi algoritma prediktif untuk pemeliharaan preventif dan peningkatan keamanan dengan identifikasi dini terhadap kondisi abnormal yang berpotensi membahayakan.

Penelitian ini juga memberikan fokus pada aspek keselamatan, di mana sistem pemantauan yang akurat dan real-time dapat mengurangi risiko terhadap kerusakan peralatan dan kebakaran. Dengan demikian, tindakan pencegahan dapat segera diambil untuk menjaga keselamatan operasional dan personel di sekitar transformator. Implementasi teknologi *internet of things* (IoT) dalam monitoring tidak hanya meningkatkan kinerja sistem, tetapi juga memperkuat keselamatan lingkungan kerja secara keseluruhan. Ke depannya, penelitian lebih lanjut dapat mengeksplorasi integrasi dengan teknologi machine learning untuk analisis data yang lebih mendalam dan adaptif, serta pengembangan model prediktif untuk optimalisasi operasional dan pemeliharaan transformator.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Ir. Mohamad Haifan, M.Agr., IPM. selaku Dosen Prodi Seminar Institut Teknologi Indonesia yang telah membimbing selama penyusunan jurnal ini dan kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan terhadap penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. E. Sodilesmana, Nasrulloh, dan R. N. Prasetyono, "Analisis Pembebanan dan Ketidakseimbangan Beban pada Penentuan Susut Umur Transformator Distribusi," *Journal of Electronic and Electrical Power Application.*, hal. 1–7, 2021.
- [2] Ansori, A., Purwasih, N., Sinaga, H. H., & Permata, D. "Analisis Tegangan Tembus Pada Minyak Jarak (Castor Oil) Sebagai Alternatif Isolator Minyak Transformator," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 10, no. 2, hal. 87-95, 2022.
- [3] A. M. Baharudin dan Yudiana, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Trafo Online Menggunakan Aplikasi Whatsapp Berbasis IoT Studi Kasus Pada Gardu Induk PLN 150kV Mekarsari," *Jurnal Publikasi Ilmiah Bidang Teknologi Informasi dan Komunikasi.*, vol. 17, no. 3, hal. 135–145, 2022.
- [4] A. Sofwan, & M.G.Prasetyo. System Monitoring Parameter Utama Pada Ruangan Kerja Transformator Dengan Bantuan Komputer. Program Studi Teknik Elektro - ISTN, XIX No. 2, hal. 60-68, 2017.
- [5] B. Winardi, "Perancangan Monitoring Suhu Transformator Tenaga 150/20kV Berbasis Arduino Mega 2560," *TRANSMISI: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 19, no. 3, 2017.
- [6] Faisal Arief Deswar dan Rizky Pradana. Monitoring Suhu Pada Ruang Server Menggunakan Wemos D1 R1 Berbasis *Internet of Things* (IoT)- Jurnal Ilmiah "Technologia" hal. 25-32, 2021.
- [7] Gamaliel, F., dan Arliyanto, P. Y. D. "Implementasi Sistem Monitoring dan Kontrol Air Conditioner Menggunakan *Internet of Things*," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 11, no. 3, hal. 311-318, 2023.
- [8] M. K. Arafat, "Sistem Pengamanan Pintu Rumah Berbasis *Internet Of Things* ( IoT ) Dengan ESP8266," *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik "Technologia"*, vol. 7, no. 4, hal. 262–268, 2016.
- [9] M. Rafli, "Perancangan Monitoring Suhu Transformator Berbasis *Internet Of Things* (IoT)," Politeknik Negeri Jakarta, 2021.
- [10] Nugraha, I. A., dan Desnanjaya, I. M. Penempatan Dan Pemilihan Kapasitas Transformator Distribusi Secara Optimal Pada Penyulang Perumnas. *JURNAL RESISTOR*, vol. 4, no.1, hal. 33-44, 2021.
- [11] Rysgi Kurniawan Sinulingga, "Rancang Bangun *Prototipe Over Current Relay* Sebagai Sistem Proteksi dan Monitoring Arus Berbasis *Internet of Things*," 2020.
- [12] Suprpto, D. E., D. L., dan Aripriharta. Monitoring Temperatur Trafo Distribusi 220V Dengan Arduino Berbasis IoT. *JURNAL INOVTEK POLBENG*, vol. 9, no. 1, hal. 155-161, 2019.
- [13] Tambunan, J. M., A. H., dan Tindra, W. K. Kerja Pembebanan Dan Temperatur Terhadap Susut Umur Transformator Tenaga 150/20kV 60MVA. *Jurnal Sutet*, vol. 5, no. 2, hal. 91-99, 2015.