

Rancang bangun dan implementasi *Internet of Things* pada sistem monitoring transformator menggunakan aplikasi Blynk

Yulia Rahmawati*, Hartono, R. Farzand Abdullatif

Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Jenderal Soedirman
Jalan Dr. Suparno No.61 Karangwangkal Purwokerto Jawa Tengah Indonesia
*email: yulia.rahmawati@mhs.unsoed.ac.id

Abstrak - Ketersediaan energi listrik memiliki peran penting bagi rumah tangga dan industri. Transformator distribusi merupakan komponen vital dalam energi listrik yang memiliki peran penting dalam pendistribusian energi listrik ke konsumen. Gangguan pada transformator seperti *overload* dan *overheat* dapat terjadi dan menurunkan kinerja sistem distribusi listrik. Oleh karena itu, penting untuk melakukan monitoring transformator. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat sistem monitoring transformator berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan aplikasi Blynk. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen. Penelitian dilakukan di laboratorium Elektronika, Instrumentasi, dan Geofisika yang mencakup proses pembuatan alat monitoring transformator serta pengujian sensor-sensor utama, yaitu sensor suhu DS18B20, sensor arus ACS712 5A, dan sensor tegangan ZMPT1010B. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring berhasil dibuat dan berfungsi dengan baik dalam memantau suhu, arus, dan tegangan transformator dengan akurasi tinggi, yaitu 99,44% untuk suhu, 98,35% untuk arus, dan 98,09% untuk tegangan. Data monitoring transformator dapat diakses secara real-time melalui aplikasi Blynk. Selain itu, sistem otomatisasi bekerja sesuai harapan di mana sistem akan mematikan beban secara otomatis dan mengirimkan notifikasi ke smartphone pengguna ketika suhu mencapai nilai ambang batas yang ditetapkan, yaitu $>50^{\circ}\text{C}$.

Kata Kunci: Transformator, Monitoring, *Internet of Things*, Blynk

Abstract – The availability of electrical energy plays a crucial role for households and industries. Distribution transformers are vital components in electrical energy systems, playing a key role in delivering electricity to consumers. Transformers are susceptible to issues such as *overload* and *overheating*, which can degrade the performance of the power distribution system. Therefore, monitoring transformers is essential. This study aims to design and develop an *Internet of Things* (IoT)-based transformer monitoring system using the Blynk application. The research methodology used in this study is an experimental method conducted in the Electronics, Instrumentation, and Geophysics laboratory, covering the process of building the transformer monitoring device and testing the primary sensors, namely the DS18B20 temperature sensor, ACS712 5A current sensor, and ZMPT1010B voltage sensor. The results show that the monitoring system was successfully developed and performed effectively in monitoring the transformer's temperature, current, and voltage with high accuracy, reaching 99.44% for temperature, 98.35% for current, and 98.09% for voltage. Transformer monitoring data can be accessed in real-time through the Blynk application. Additionally, the automation system functions as expected, automatically disconnecting the load and sending notifications to the user's smartphone when the temperature reaches the set threshold of $>50^{\circ}\text{C}$.

Key words: Transformer, Monitoring, *Internet of Things*, Blynk

PENDAHULUAN

Ketersediaan energi listrik memiliki peran penting untuk rumah tangga maupun industri. Pengelola tenaga listrik perlu memastikan adanya pasokan listrik yang memadai sesuai dengan standar yang berlaku. Salah satu komponen penting dalam menjaga ketersediaan energi listrik adalah transformator distribusi [1]. Transformator distribusi memiliki peran penting dalam pendistribusian energi listrik ke konsumen [2]. Transformator adalah suatu alat

listrik yang dapat menurunkan tegangan berdasarkan prinsip induksi elektromagnet [3].

Pada pengoperasian transformator, gangguan seperti *overload* dan *overheat* dapat terjadi [4]. Peningkatan arus beban lebih (*overload*) pada transformator adalah kondisi di mana arus yang melewati transformator melebihi kapasitas transformator. Sementara, peningkatan suhu lebih (*overheat*) pada transformator adalah kondisi di mana suhu komponen transformator, seperti kumparan dan minyak isolasi melebihi kapasitas transformator

[5]. Peningkatan suhu akibat beban berlebih pada transformator akan menyebabkan efek panas [6]. Gangguan ini dapat menyebabkan kerusakan dan penurunan kinerja sistem pendistribusian energi listrik. Oleh karena itu, penting dilakukan penelitian mengenai monitoring transformator distribusi agar pasokan energi listrik kepada konsumen tetap terjamin [7].

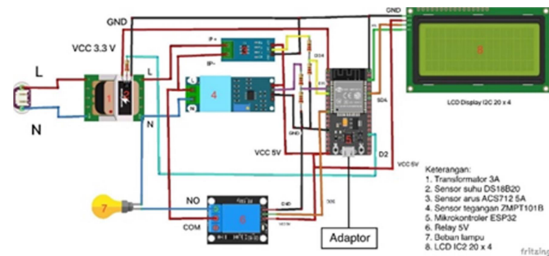
Monitoring transformator dilakukan melalui pemeliharaan rutin bulanan dengan kunjungan langsung ke area transformator. Hal ini menyebabkan kesulitan dalam mendeteksi kondisi tidak normal di luar jadwal pemeliharaan [8]. Jumlah aset yang besar dan cakupan luas dalam pemasangan transformator mendorong perusahaan untuk berinvestasi lebih dalam teknologi monitoring guna mencegah kerusakan dan mengurangi biaya perawatan [9]. Salah satu teknologi yang relevan dalam monitoring transformator adalah *Internet of Things* (IoT). Teknologi ini memungkinkan perangkat berinteraksi dan mentransfer data melalui jaringan internet, sehingga dapat mendeteksi gangguan lebih awal melalui jarak jauh [10].

Berdasarkan latar belakang di atas, pada penelitian ini disampaikan pengembangan sistem monitoring transformator jarak jauh yang dapat memberikan informasi *real-time* suhu, arus, dan tegangan transformator menggunakan teknologi IoT melalui aplikasi *Blynk*. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat sistem monitoring transformator berbasis *Internet of Things* menggunakan aplikasi Blynk serta menentukan hasil pengujian sistem monitoring yang dibuat. Penelitian ini penting dilakukan karena dapat meningkatkan keandalan dan efisiensi dalam pengelolaan distribusi listrik, sekaligus memperpanjang umur operasional transformator. Selain itu, implementasi sistem monitoring berbasis IoT diharapkan dapat meminimalisasi risiko kerusakan akibat kondisi yang tidak terpantau.

METODE PENELITIAN

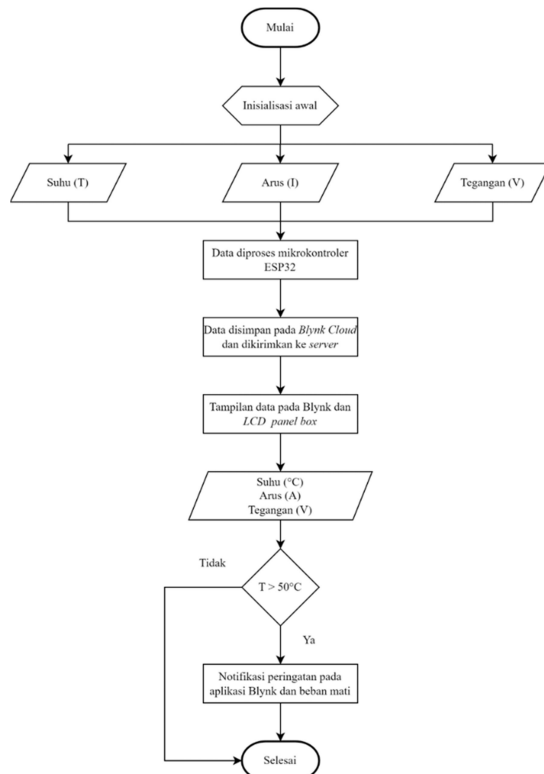
Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu pengujian sensor suhu DS18B20, sensor arus ACS712 5A, dan sensor tegangan ZMPT101B, perakitan perangkat keras, pemrograman Arduino Uno dan aplikasi Blynk, dan pengujian sistem monitoring transformator dan Aplikasi Blynk.

Komponen yang dibutuhkan dalam rancang bangun sistem monitoring transformator meliputi ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor arus ACS712 5 A untuk mengukur arus keluaran transformator, sensor suhu DS18B20 untuk mengukur suhu transformator, sensor tegangan ZMPT101B untuk mengukur tegangan keluaran transformator, dan transformator dengan 3 A sebagai objek penelitian. Adapun rancangan skema rangkaian sistem monitoring transformator ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Wiring Komponen Sistem Monitoring Transformator

Secara singkat cara kerja sistem diawali dari sensor suhu DS18B20 mendeteksi suhu transformator, sensor arus ACS712 5 A mendeteksi arus keluaran transformator, dan sensor tegangan ZMPT101B mendeteksi tegangan keluaran transformator. Selanjutnya, respons sensor dikirimkan ke mikrokontroler ESP32 untuk diproses. Data yang diterima dari sensor-sensor akan diproses oleh ESP32. Lalu, hasil pengukuran ditampilkan pada LCD panel box dan aplikasi Blynk pada *smartphone* pengguna.



Gambar 2. Diagram Alir Sistem Monitoring Transformator

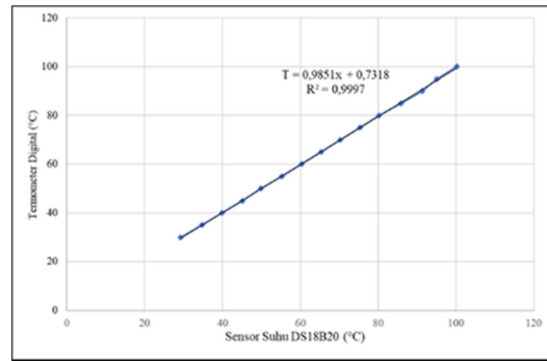
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor

Pengujian sensor bertujuan untuk memastikan kinerja sensor dan hasil pengukuran sensor mencapai tingkat akurasi yang optimal. Tahapan pengujian masing-masing sensor sebagai berikut.

1. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

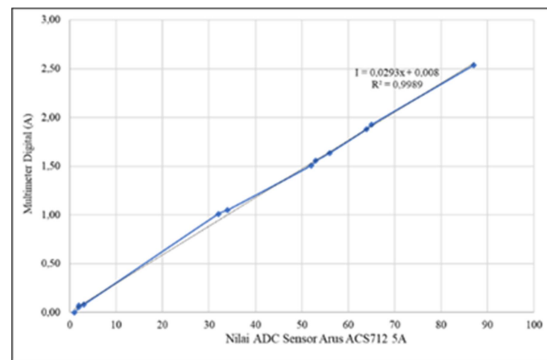
Sensor suhu DS18B20 adalah sensor suhu digital seri terbaru dari Maxim IC (sebelumnya Dallas Semiconductor). Sensor ini mampu membaca suhu dengan resolusi 9-12 bit, rentang -55 °C hingga 125 °C dengan ketelitian (+/-0.5 °C) [11]. Pengujian sensor suhu DS18B20 dilakukan dengan cara menempelkan sensor suhu DS18B20 pada solder yang difungsikan sebagai pemanas. Pengujian menggunakan variasi suhu dari 30-100 °C dengan interval pencatatan setiap 5 °C. Pada waktu yang bersamaan, suhu juga diukur menggunakan termometer digital sebagai pembanding pembacaan sensor. Berdasarkan pengujian, maka diperoleh hasil seperti berikut.



Gambar 3. Grafik Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20

2. Pengujian Sensor Arus ACS712 5 A

Arus listrik AC maupun DC dapat diukur menggunakan sensor ACS712. Sensor ini dapat mengukur arus dengan suplai daya sebesar 5 V (Widyatmika dkk., 2021) [12]. Pengujian sensor arus ACS712 5 A dilakukan dengan mengukur nilai arus pada variasi perangkat elektronik dengan daya yang berbeda seperti lampu, setrika, solder, panci listrik, oven, *blender*, *chopper*, dan *rice cooker* yang terhubung pada listrik PLN. Setiap pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai ADC yang terbaca oleh sensor arus ACS712 dengan nilai arus pada multimeter digital. Berdasarkan pengujian, maka diperoleh hasil seperti berikut.

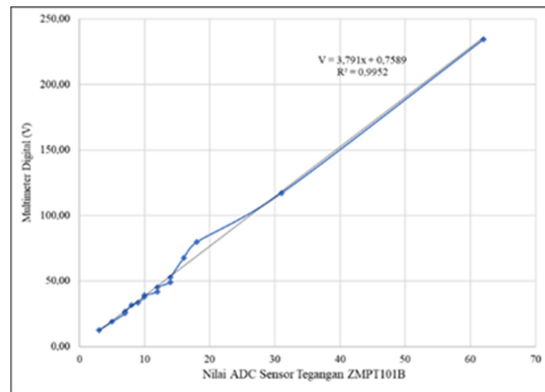


Gambar 4. Grafik Kalibrasi Sensor Arus ACS712 5A

3. Pengujian Sensor Tegangan ZMPT101B

Sensor tegangan ZMPT101B adalah suatu modul sensor tegangan AC yang menggunakan trafo isolasi dengan rasio tegangan 1:1 [12]. Sensor ini memiliki transformator kecil di dalamnya yang berfungsi untuk menurunkan tegangan AC yang diukur menjadi tegangan yang lebih rendah dan lebih aman untuk diproses oleh rangkaian elektronik selanjutnya [13]. Pengujian sensor tegangan ZMPT101B

dilakukan dengan mengukur nilai tegangan pada kumparan primer dan sekunder transformator 3 A yang terhubung pada listrik PLN. Setiap pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai ADC yang terbaca oleh sensor ZMPT101B dengan nilai tegangan yang terbaca oleh multimeter digital. Berdasarkan pengujian, maka diperoleh hasil seperti berikut.



Gambar 5. Grafik Kalibrasi Sensor Tegangan ZMPT101B

Berdasarkan hasil pengujian masing-masing sensor maka diperoleh karakteristik sensor seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 1**.

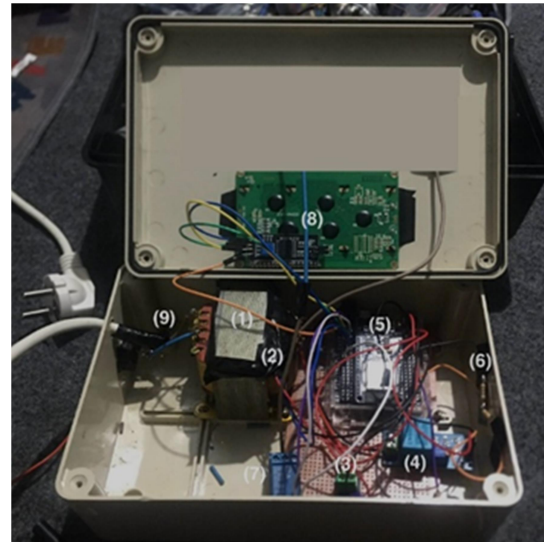
Tabel 1. Karakteristik Sensor

Sensor	Parameter	Karakteristik Sensor	
		Error (%)	Akurasi (%)
Suhu DS18B20	Suhu (°C)	0,67	99,33
Arus ACS712 5 A	Arus (A)	1,42	98,58
Tegangan ZMPT101B	Tegangan (V)	1,15	98,85

Tabel 1. menunjukkan nilai *error* masing-masing sensor <2% yang berarti selisih antara nilai terukur dengan nilai sebenarnya sangat kecil. Akurasi masing-masing sensor >98% yang menunjukkan bahwa sensor yang digunakan memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi. Oleh karena itu, hasil tersebut menegaskan bahwa sistem mampu memberikan pengukuran yang akurat terhadap suhu, arus, dan tegangan pada transformator.

B. Perakitan Perangkat Keras

Tahap perakitan perangkat keras diawali dengan menghubungkan semua komponen sesuai skema rangkaian **Gambar 1**. Lalu, dilanjutkan dengan penyolderan komponen dan penempatan ke dalam kotak. Hasil perakitan perangkat keras dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Hasil Perakitan Perangkat Keras Sistem Monitoring Transformator

C. Pemrograman Arduino IDE dan Aplikasi Blynk

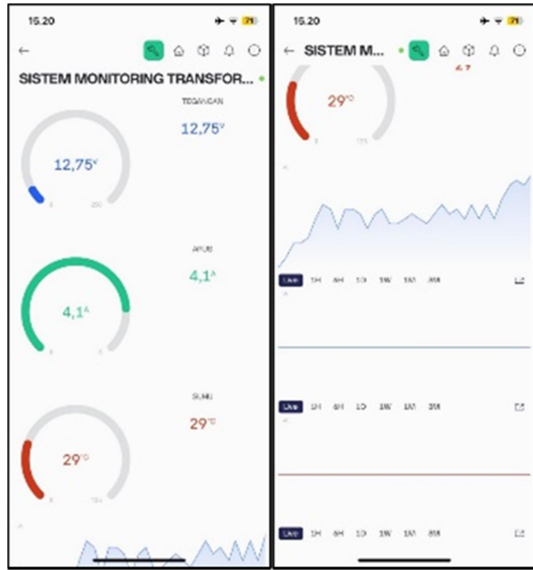
Pembuatan pemrograman terbagi menjadi dua bagian yaitu pemrograman sistem monitoring transformator menggunakan *software* Arduino IDE dan menyiapkan *WebServer* aplikasi *Blynk*. Pemrograman Arduino IDE sistem monitoring transformator dapat dilihat pada **Gambar 7**.

```

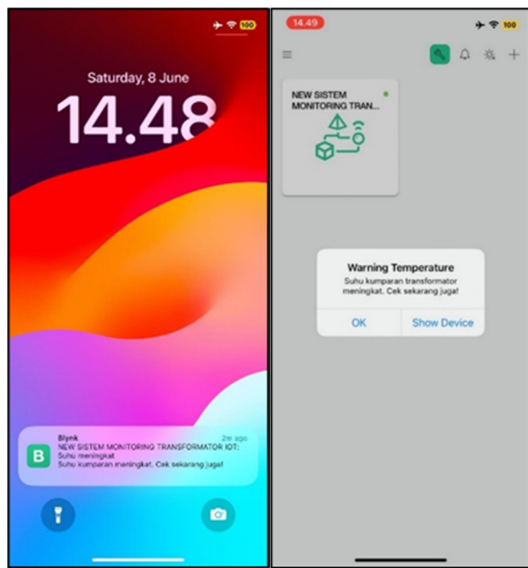
1 #define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL63Br5b_un"
2 #define BLYNK_TEMPLATE_NAME "SISTEM MONITORING TRANSFORMATOR"
3 #define BLYNK_AUTH_TOKEN "I8smARFzSrqrATj8RDj9i3gcPw_XLnt1"
4
5 #include <Wire.h>
6 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
7 #include <OneWire.h>
8 #include <DallasTemperature.h>
9 #include <BlynkSimpleEsp32.h>
10
11 //VARIABLE JARINGAN
12 const char* ssid = "4G-MIFI-Yulia"; //ssid wifi bisa diganti
13 const char* password = "K1C020017"; //pass wifi bisa diganti
14 char auth[] = BLYNK_AUTH_TOKEN;
15
16 #define ZMPT_PIN_ADC 34 // ZMPT101B pin D34
17 #define ACS_PIN_ADC 35 // ACS712 pin D35
18 #define ONE_WIRE_BUS 4 // DS18B20 pin D4
19 #define I2C_ADDR 0x27 // Alamat LCD I2C 20x4
20 #define BACKLIGHT_PIN 13 // Backlight control
21 #define RELAY_PIN 26 // Relay pin
    
```

Gambar 7. Pemrograman Sistem Monitoring Transformator pada Arduino IDE

Setelah pembuatan program Arduino IDE selesai, langkah selanjutnya yaitu membuat *WebServer Internet of Things* pada *website Blynk* agar dapat terhubung aplikasi *Blynk* pada *smartphone*. Tampilan monitoring transformator pada aplikasi Blynk ditunjukkan pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Tampilan Sistem Monitoring Transformator pada Aplikasi Blynk



Gambar 9. Notifikasi Peringatan pada Aplikasi Blynk

D. Pengujian Sistem Monitoring Transformator dan Aplikasi Blynk

Pengujian ini mencakup beberapa aspek yaitu karakteristik sistem monitoring transformator, pengujian otomatisasi, dan pengujian stabilitas sistem selama 24 jam. Berikut merupakan hasil pengujian sistem monitoring transformator.

Tabel 2. Karakteristik Sistem Monitoring Transformator

Sensor	Parameter	Karakteristik Sistem	
		Error (%)	Akurasi (%)
Suhu DS18B20	Suhu (°C)	0,56	99,44
Arus ACS712 5 A	Arus (A)	1,65	98,35
Tegangan ZMPT101B	Tegangan (V)	1,91	98,09

Tabel 3. Pengujian Otomatisasi

Kondisi Transformator	Kondisi Relay	Kondisi Beban	Notifikasi Peringatan Blynk
Suhu 30-50 °C	Mati	Menyala	Tidak Ada
Suhu >50 °C	Menyala	Mati	Ada



Gambar 10. Pengujian Stabilitas Sistem Monitoring Transformator Selama 24 Jam

Secara keseluruhan, sistem monitoring transformator menunjukkan kinerja yang baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Sistem yang dibuat mampu memantau suhu, arus, dan tegangan transformator dengan tingkat akurasi tinggi yaitu 99,44% untuk suhu, 98,35% untuk arus, dan 98,09% untuk tegangan. Sistem ini juga berhasil mendeteksi kenaikan arus dan mengendalikan suhu transformator melalui sistem otomatisasi, di mana sistem akan mematikan beban secara otomatis dan mengirimkan notifikasi peringatan ke *smartphone* pengguna jika suhu >50 °C. Selain itu, nilai arus dan tegangan sepanjang waktu monitoring juga menunjukkan kestabilan sistem secara keseluruhan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat sistem monitoring transformator dengan implementasi *Internet of Things* menggunakan aplikasi *Blynk* telah berhasil dibuat dan berfungsi dengan baik. Sistem ini mampu memantau suhu, arus, dan tegangan transformator dengan tingkat akurasi yang tinggi, yaitu 99,44% untuk suhu, 98,35% untuk arus, dan 98,09% untuk tegangan. Hasil monitoring dapat diakses melalui aplikasi *Blynk*.

Selain itu, sistem otomatisasi bekerja sesuai harapan di mana beban dimatikan secara otomatis dan notifikasi peringatan dikirimkan jika suhu transformator melebihi 50°C. Sistem monitoring juga menunjukkan kinerja yang stabil selama pengujian selama 24 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prasetyo, B. E., Hayuhardhika, W., Putra, N., Syauqy, D., & Bhawiyuga, A., “Sistem Monitoring Trafo Distribusi PT.PLN(Persero) Berbasis IoT”. *Jtiik*, 7(1), 205–210,2020.
<https://Doi.Org/10.25126/Jtiik.202071951>.
- [2] Zebua, O., Komalasari, E., Alam, S., & Aldiansyah, A., “Rancang Bangun Alat Monitoring Ketidakseimbangan Beban Transformator Distribusi Berbasis Internet of Things. *Electrician*, 15(2), 146–152, 2021.
<https://Doi.Org/10.23960/Elc.V15n2.2203>.
- [3] Pertama, E., & Lestari, I., Maintenance “Preventive Pada Transformator Step-Down AV05 Dengan Kapasitas 150 Kv Di PT. Krakatau Daya Listrik”, *Science Of The Total Environment*, 9(1), 1–10, 2020.
<https://Doi.Org/10.1016/J.Scitotenv.2021.147444%0A>.
- [4] Madjid, A. R., & Suprianto, B., “Prototype Monitoring Arus, Dan Suhu Pada Transformator Distribusi Berbasis Internet of Things (IoT)”, *Teknik Elektro*, 8(01), 111–119, 2019. www.instructables.com.
- [5] Kulkarni, S. V., & Khaparde, S. A.,. *Transformer Engineering*, CRC Press, 2004
<https://Doi.Org/10.1201/9780367800598>.
- [6] Aidil, M., & Syukri, M., “Analisis Pengaruh Suhu Akibat Pembebanan Terhadap Susut Umur Transformator Daya di Gardu Induk Lambaro”, *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, Dan Elektro*, 3(2), 1–8, 2018.
- [7] Hanafi, D., & Aziz, Z., “Health Monitoring System For Transformer By Using Internet of Things (IoT)”, *International Journal of Electrical, Energy And Power System Engineering*, 5(1), 19–23, 2022.
<https://Doi.Org/10.31258/Ijeepse.5.1.19-23>.
- [8] Aditya, S., Jie, S., & Aliansyah, A. N., “Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Uji Analisis Performansi Transformator Berbasis Internet Of Things (IoT)”, *Jurnal Fokus Elektroda : Energi Listrik, Telekomunikasi, Komputer, Elektronika Dan Kendali*, 7(2), 68, 2022.
<https://Doi.Org/10.33772/Jfe.V7i2.25345>.
- [9] Prasetyo, B. E., Hayuhardhika, W., Putra, N., Syauqy, D., & Bhawiyuga, A., Sistem “Monitoring Trafo Distribusi PT . PLN (Persero) Berbasis IoT”, *Jtiik*, 7(1), 205–210, 2020.
<https://Doi.Org/10.25126/Jtiik.202071951>.
- [10] Najib, W., Sulisty, S., & Widyan, “Tinjauan Ancaman Dan Solusi Keamanan Pada Teknologi Internet Of Things (Review On Security Threat And Solution Of Internet Of Things Technology)”, *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 9(4), 2020.
- [11] Suprpto, D. E., “Monitoring Temperatur Trafo Distribusi 220 V Dengan Arduino Berbasis IoT”, *Inovtek Polbeng*, 9(1),155, 2019.
<https://Doi.Org/10.35314/Ip.V9i1.982>.
- [12] Widyatmika, I. P. A. W., Indrawati, N. P. A. W., & Prastya, I. W. W. A., “Perbandingan Kinerja Arduino Uno Dan ESP32 Terhadap Pengukuran Arus dan Tegangan”, *Jurnal Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, 13(1), 35–47, 2021.
<https://Doi.Org/10.5614/Joki.2021.13.1.4>.
- [13] Laisana, L., “Leak Current Detector In Low Voltage Network (Jtr) System Using ZMPT101B Sensor Based On The Internet Of Things (IoT)”, *International Journal Of Multidisciplinary Sciences And Arts*, 2(1), 48–54, 2023.