

Monitoring Arus dan *Temperature Discharge* Kompresor Berbasis IoT (*Internet of Things*) untuk Kebutuhan *Preventive Maintenance* di PT. Mekar Armada Jaya

Damar Romansdani^{1,*}, Apip Pudin¹, Wahyu Budi Mursanto¹

¹Jurusan Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : damar.romansdani.tken21@polban.ac.id*

Abstract

Preventive maintenance monitoring of current and compressor discharge temperature is essential to prevent damage to the machine and to assess the performance of each component. It helps to determine whether they are working properly or not. It also improves safety and reduces the risk of production downtime. The study focuses on developing and testing an IoT-based preventive maintenance monitoring system at PT. Mekar Armada Jaya. The system uses a thermocouple type K sensor for temperature discharge monitoring, a PZEM-004T module for current parameter readings, and a relay to interrupt the power flow in case of overheating. In addition, an ESP-8266 device processes the data from the sensors and displays it via the Blynk interface. The average measurement difference percentages for the current test on the resistor bank were as follows Phase R = 0.10%, Phase S = 0.40%, and Phase T = 0.67%. When testing the thermocouple type K sensors for hot water temperatures, the average percentages of reading measurement difference is 0.2% with an average difference of 0.08°C. The overheat relay test performed well, interrupting system flow when the reading reached 105°C.

Keywords: *Temperature Discharge Compressor, Thermocouple Type-K, PZEM-004T, Internet of Things*

Abstrak

Monitoring preventive maintenance arus dan temperature discharge kompresor sangat penting untuk dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada mesin dan mengetahui kinerja dari setiap komponen apakah berfungsi dengan baik/tidak. Serta dengan hal tersebut dapat meningkatkan keamanan dan mengurangi risiko downtime yang dapat mengganggu kegiatan produksi. Pada penelitian ini membahas terkait pembuatan, dan pengujian sistem monitoring arus dan temperature discharge kompresor berbasis IoT untuk kebutuhan preventive maintenance di PT. Mekar Armada Jaya. Sistem ini menggunakan sensor Thermocouple Type-K untuk monitoring temperature discharge, modul PZEM-004T untuk pembacaan parameter arus dan Relay yang berfungsi untuk memutus aliran tegangan ketika terjadi overheat, selain itu terdapat komponen ESP-8266 sebagai pengolah data hasil pembacaan sensor yang akan ditampilkan melalui interface Blynk. Didapatkan hasil pengujian arus pada resistor bank persentase rata-rata selisih pengukuran fasa R sebesar 0.10%, Fasa S = 0.40%, dan Fasa T = 0.67%. Sedangkan pada pengujian sensor Thermocouple Type-K suhu air panas memiliki persentase selisih pengukuran pembacaan rata-rata sebesar 0.2% dengan rata-rata selisih pengukuran 0.08°C. Pengujian Overheat relay berfungsi dengan baik dengan memutus aliran sistem ketika pembacaan pada 105°C.

Kata Kunci: *Temperature Discharge Kompresor, Thermocouple Type-K, PZEM-004T, Internet of Things*

1. Pendahuluan

Kompresor merupakan salah satu mesin pendukung dalam kegiatan produksi di PT. Mekar Armada Jaya, kompresor berfungsi untuk menghasilkan udara bertekanan yang akan digunakan mensuplai sistem pneumatik untuk menaikkan dan menurunkan slide yang dibantu oleh balancer untuk melakukan kegiatan pengepresan. Kompresor akan bekerja terus menerus selama kegiatan produksi berlangsung maka dari itu membutuhkan ketersediaan udara bertekanan yang kontinyu agar kualitas dari kegiatan pengepresan sesuai dengan standar yang ada. Jika terjadi permasalahan pada kompresor maka akan berpengaruh pada kegiatan produksi bahkan bisa menyebabkan proses produksi terhenti. Oleh karena itu penting untuk adanya upaya *preventive maintenance* pada mesin kompresor. Kegiatan PM

yang dilakukan pada mesin kompresor antara lain adalah memeriksa *temperature discharge*, yang merupakan suhu udara bertekanan hasil kompresi yang keluar dari kompresor dan mengukur nilai arus pada sumber 3 fasa yang digunakan sesuai dengan SOP (standar operasional prosedur). Pastikan *temperature discharge* sesuai dengan standar yakni berada pada rentang 60°C - 100°C, jika lebih dari nilai standar >105°C maka akan menyebabkan penurunan efisiensi kompresor dan meningkatkan konsumsi energi.

Selain itu kualitas udara yang dihasilkan akan menurun karena udara yang dimampatkan pada suhu tinggi akan mudah terkontaminasi oleh air dan uap. Oleh karena itu diperlukan sistem monitoring serta tindakan mematikan sistem kompresor secara *real*

time berbasis IoT untuk memastikan kompresor bekerja dengan optimal. Sedangkan pada standar arus yang digunakan pada motor induksi 3 fasa kompresor yakni 115 A jika arus yang diukur melebihi batas standar yang ada maka kompresor akan bekerja dengan beban berlebih yang akan mengakibatkan *overheat* pada komponen-komponen kompresor dan kerusakan pada motor. Maka dari itu penting untuk monitoring arus untuk mencegah permasalahan diatas terjadi yang akan menyebabkan *downtime* dan mengganggu kegiatan produksi. Dikarenakan kegiatan PM untuk mengukur nilai arus pada sumber 3 fasa dan memeriksa *temperature discharge* masih dilakukan secara konvensional / manual, memiliki beberapa kekurangan dan keterbatasan antara lain seperti luput dari pengawasan *manpower* dikarenakan lingkup kerja pada area *stamping & tools* cukup luas tidak sebanding dengan jumlah *manpower* yang ada yakni hanya 15 orang dalam 1 shiftnya, jika pada saat kegiatan produksi berlangsung terjadi *trouble* pada beberapa mesin yang berbeda-beda dalam waktu bersamaan dan setiap *troubleshooting* membutuhkan waktu yang cukup lama akan membuat kinerja *manpower* terforsir, selain itu dikarenakan dilakukan secara konvensional tidak dapat mendeteksi perubahan kondisi serta tidak memungkinkan akses data pada mesin secara *real time*, dan yang paling sering terjadi adalah rentan terjadi kesalahan manusia (*human error*) ketika pengamatan dan penulisan data. penelitian ini bertujuan untuk memudahkan serta mengefisienkan waktu *manpower* untuk monitoring kegiatan *preventive maintenance* kompresor, serta kontrol *on-off* berdasarkan parameter pengukuran *temperature discharge* dari jarak jauh menggunakan aplikasi Blynk.

2. Metodologi

2.1 Kompresor Screw

Kompresor merupakan mesin yang berfungsi untuk meningkatkan atau memampatkan tekanan fluida gas atau udara [1].



Gambar 1. Hitachi Kompresor *screw*

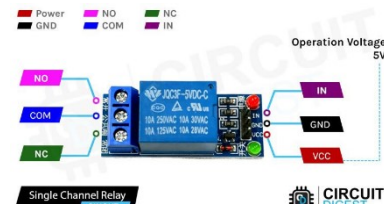
2.2 IoT (Internet of Things)

Internet of Things adalah suatu hal yang bisa mengirimkan data melalui jaringan wifi, sehingga

tidak memerlukan interaksi manusia-ke-manusia atau manusia-ke-komputer untuk melakukan proses ini [2].

2.3 Modul Relay

Relay merupakan komponen yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan rangkaian elektronik dengan sumber tegangan atau rangkaian elektronik lainnya.



Gambar 2. Modul Relay

2.4 Catu Daya

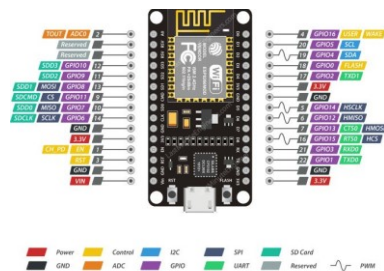
Catu daya merupakan alat yang digunakan untuk memberikan daya kepada piranti lain sehingga dapat bekerja [3].



Gambar 3. Power Supply

2.5 Mikrokontroler ESP-8266

Mikrokontroler merupakan chip yang berfungsi sebagai pengontrol atau pengendali rangkaian elektronik dan biasanya memiliki program yang dapat dihapus dan diatur kembali sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 4. Dev-Board Pinout ESP-8266

2.6 Sensor Thermocouple Type-K

Sensor ini terdiri dari 2 probe logam yang berbeda, yakni chromel (nikel-kromium) dan alumel (nikel-aluminium). Sensor ini bekerja pada rentang 0°C hingga 600°C.



Gambar 5. Sensor Thermocouple Type-K

2.7 Modul MAX6675

Modul MAX6675 merupakan *peripheral board* konverter ADC (analog ke digital). *Output* dari sensor berbentuk sinyal digital yang dapat diakses melalui antarmuka SPI oleh mikrokontroler.



Gambar 6. Modul Pinout MAX6675

2.8 Modul PZEM-004T

Modul elektronika PZEM-004T dibuat oleh Ningbo Peacefair Electronic Technology di provinsi Zhejiang, Tiongkok. Ini dapat mengukur tegangan rms, arus rms, frekuensi, daya aktif, faktor daya, dan energi listrik.



Gambar 7. Modul PZEM-004T

2.9 Current Transformer

Current transformer bekerja dengan prinsip induksi elektromagnetik. Ketika arus listrik mengalir pada gulungan primer, maka akan menimbulkan medan magnet. Medan magnet ini akan menginduksi arus listrik pada gulungan sekunder.



Gambar 8. Current Transformer

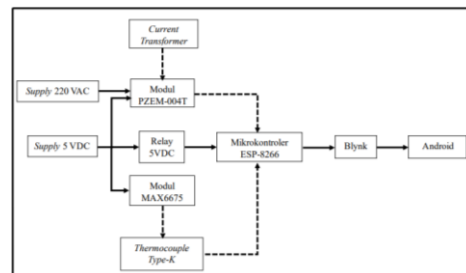
Metodologi Penelitian

Dalam bab ini akan membahas terkait proses pembuatan tugas akhir, metode penelitian yang dilakukan antara lain adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur
2. Studi Bimbingan dan Diskusi
3. Pembuatan Monitoring Arus dan *Temperature Discharge* Kompresor Berbasis IoT Untuk kebutuhan *Preventive Maintenance*
4. Hasil dan Pembahasan
5. Kesimpulan dan Saran

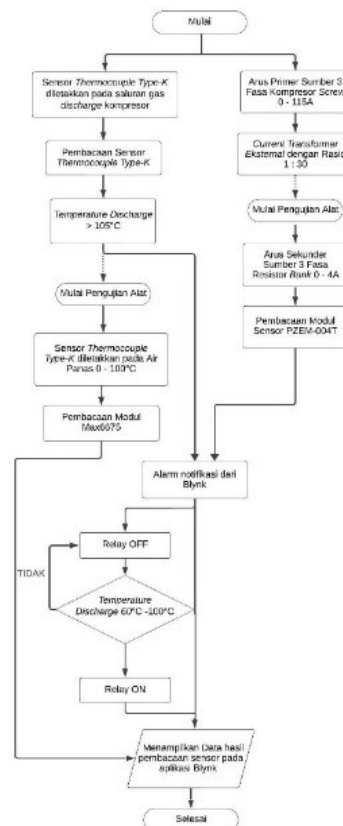
Diagram Blok Pembuatan Alat

Pembuatan terhadap perangkat keras ditunjukkan melalui gambar berikut:



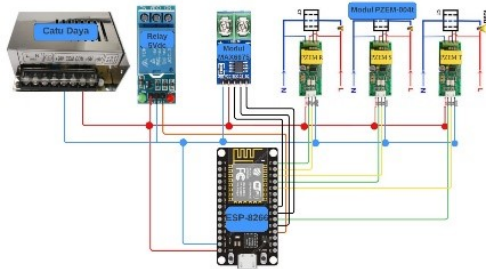
Gambar 9. Diagram Blok Pembuatan Alat

Flow Chart Monitoring Preventive Maintenance Kompresor



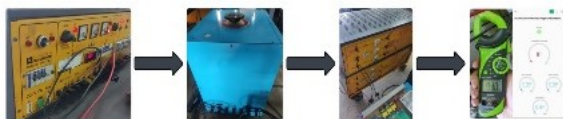
Gambar 10. Flow Chart Alat

Wiring Diagram Alat



Gambar 11. Wiring Diagram Pembuatan Alat

Metode Pengujian



Gambar 12. Metode pengujian arus pada resistor

Pengujian dilakukan dengan merangkai terlebih dahulu *wiring* kelistrikan yang dari sumber *console* 3 fasa 10 A dihubungkan dengan input *autotrafo*, sedangkan output *autotrafo* dihubungkan dengan beban resistif yang telah terhubung belitan *star*, tiap-tiap fasa terlebih dahulu melewati *current transformer* bawaan modul PZEM-004T. Setelah *wiring* kelistrikan sudah sesuai maka hidupkan *console* pada sumber dan naikan MCB pada sumber 3 fasa yang akan digunakan. Kemudian pengambilan data dari sensor PZEM-004T langsung akan dapat di akses secara *real time* pada aplikasi Blynk sedangkan untuk data pembandingnya menggunakan *clamp* meter pada fasa R, S dan T.



Gambar 13. Metode pengujian Suhu fluida air yang dipanaskan

Pengujian data suhu menggunakan fluida air panas, dikarenakan *temperature discharge* kompresor yang ada di Laboratorium didapatkan rentang pengukuran hanya sebesar 25-30°C. Oleh karena itu dengan parameter pengukuran fluida air panas sudah sesuai dengan standar parameter yang ada di PT. Mekar Armada Jaya yakni sebesar 105°C, karena secara teori titik didih air bisa mencapai 100°C.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Komponen Modul PZEM-004T

Pengujian modul PZEM-004T pada resistor *bank* dilakukan sebanyak 6 kali dengan memvariasikan beban 1 hingga beban 6.

Tabel 1.

Persentase hasil pengujian arus pada *clamp* meter dan modul PZEM-004T

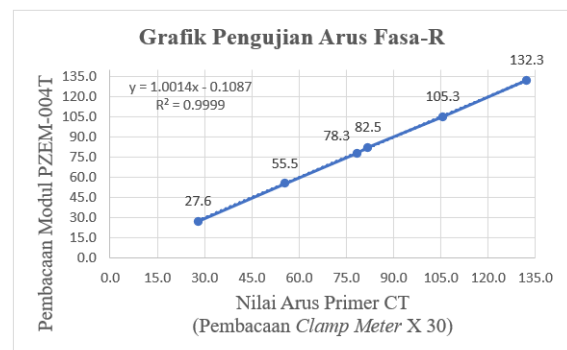
No	Resistor Bank	Clamp Meter			PZEM-004T			Selisih Pengukuran		
		IR (A)	IS (A)	IT (A)	IR (A)	IS (A)	IT (A)	Fasa(R) (%)	Fasa(S) (%)	Fasa(T) (%)
1	Beban 1	0.93	0.94	0.90	0.92	0.93	0.89	1.08	1.06	1.11
2	Beban 2	1.85	1.88	1.80	1.85	1.86	1.79	0.00	1.06	0.56
3	Beban 3	2.61	2.62	2.50	2.61	2.63	2.47	0.00	0.38	1.20
4	Beban 4	2.73	2.78	2.65	2.75	2.76	2.62	0.73	0.72	1.13
5	Beban 5	3.52	3.53	3.35	3.51	3.54	3.35	0.28	0.28	0.00
6	Beban 6	4.41	4.45	4.26	4.41	4.44	4.26	0.00	0.22	0.00
Rata-Rata selisih pengukuran pembacaan								0.10	0.40	0.67

Tabel 2.

Hasil kalibrasi menggunakan *current transformer* eksternal 30 : 1

Nilai Arus Primer CT (Pembacaan Clamp Meter X 30)			Data pada Interface Blynk		
Fasa(R)	Fasa(S)	Fasa(T)	Fasa(R)	Fasa(S)	Fasa(T)
27.9	28.2	27.0	27.6	27.9	26.7
55.5	56.4	54.0	55.5	55.8	53.7
78.3	78.6	75.0	78.3	78.9	74.1
81.9	83.4	79.5	82.5	82.8	78.6
105.6	105.9	100.5	105.3	106.2	100.5
132.3	133.5	127.8	132.3	133.2	127.8

Dikarenakan parameter arus di PT. Mekar Armada Jaya berada pada rentang 100 – 115A, maka pada hasil pengujian yang didapatkan pada tabel 2, diharuskan untuk mengkalibrasi berdasarkan rasio dari *current transformer eksternal* yang digunakan yakni 30 : 1 agar pembacaan pada *interface* Blynk sesuai dengan parameter yang ada di PT. Mekar Armada Jaya.



Gambar 16. Grafik pengujian Arus Fasa-R

Berdasarkan gambar 16 grafik data pengujian, persentase selisih pengukuran hasil pembacaan arus *clamp* meter dan modul PZEM-004T didapatkan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{selisih pengukuran \%} = \frac{(27.9 - 27.6)}{(27.9)} \times 100 = 1.08\%$$

Hasil persentase selisih pengukuran dari pengujian sensor arus yang dilakukan dengan variasi beban resistif. Dapat diketahui bahwa persentase selisih pengukuran antara hasil pengukuran pembacaan pada *clamp* meter dengan modul PZEM-004T sangat kecil. Ini menunjukkan bahwa tingkat akurasi sudah sangat baik.

3.2 Pengujian Sensor *Thermocouple Type-K* & Modul MAX6675

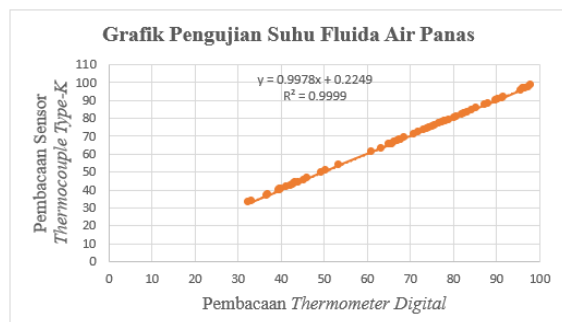
Pengujian modul MAX6675 dengan menggunakan parameter suhu fluida air yang dipanaskan untuk mengetahui akurasi dari sensor *thermocouple type-k*.

Tabel 3.

Hasil pengujian suhu air panas *thermometer digital* dan sensor *thermocouple type-k*

No	Beban	Thermometer Digital (°C)	Thermocouple Type-K (°C)	Selisih Pengukuran (%)
1	Air Panas	32.5	32.7	0.615
2	Air Panas	33.3	33.5	0.601
3	Air Panas	36.8	36.8	0
4	Air Panas	40	40	0
5	Air Panas	44	44.2	0.455
6	Air Panas	46	46.3	0.652
7	Air Panas	50.3	50.6	0.596
8	Air Panas	53.5	53.8	0.561
9	Air Panas	61.1	61.3	0.327
10	Air Panas	65.8	65.7	0.152
11	Air Panas	68.6	68.8	0.292
12	Air Panas	71	71	0
13	Air Panas	75.1	75.1	0
14	Air Panas	78.3	78.2	0.128
15	Air Panas	80.3	80.2	0.125
16	Air Panas	85.3	85.3	0
17	Air Panas	89.9	89.7	0.222
18	Air Panas	90.4	90.4	0
19	Air Panas	95.7	95.7	0
20	Air Panas	97.9	98.3	0.409

Dari data tabel 3, dengan membandingkan hasil pengukuran *Sensor Thermocouple Type-K* dan *thermometer digital* pada suhu air panas. Maka persentase selisih pengukuran pembacaannya didapatkan rata-rata sebesar 0.2 % dengan selisih rata-rata pengukuran 0.08 °C



Gambar 18. Grafik Pengujian Suhu Fluida Air Panas

3.3 Pengujian Sistem *OverheatRelay*

Pengujian *Overheat* dilakukan dengan menggunakan parameter beban lampu. Sehingga ketika suhu >105 °C, maka relay yang tadinya terhubung NC (*Normally Close*) menjadi NO (*Normally Open*) atau ketika lampu ON menjadi OFF. Akan tetapi ketika suhu berada pada range 60-100 °C maka relay akan kembali ke konfigurasi sebelumnya, maka lampu akan ON.

Tabel 4.

Hasil pengujian fungsi relay berdasarkan pengukuran sensor *thermocouple type-k*

No	Beban	Thermocouple Type-K (°C)	Relay
1	Lampu	36.5	ON
2	Lampu	36.8	ON
3	Lampu	36.5	ON
4	Lampu	36.8	ON
5	Lampu	37	ON
6	Lampu	36.2	ON
7	Lampu	37	ON
8	Lampu	41	ON
9	Lampu	47.8	ON
10	Lampu	60.2	ON
11	Lampu	71.2	ON
12	Lampu	78.2	ON
13	Lampu	89.5	ON
14	Lampu	105	OFF
15	Lampu	114.5	OFF

4. Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan pada pembuatan sistem monitoring arus dan *temperature discharge* kompresor ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Sistem Monitoring Arus dan *Temperature Discharge* kompresor berbasis IoT (*Internet of Things*) yang telah berhasil dibuat menggunakan modul PZEM-004T & *Current Transformer*. Untuk pembacaan arus setelah kalibrasi didapatkan rentang pengukuran dari 26.7 – 133.2A, hal ini menunjukkan bahwa pengujian sudah sesuai dengan parameter yang ada di PT. Mekar Armada Jaya, *Sensor Thermocouple Type-K* untuk pembacaan suhu didapatkan rentang pengukuran fluida air panas dari 32.5 – 98.3 °C, Pengujian tidak bisa dilakukan hingga 105°C dikarenakan titik didih air hanya mencapai 100°C. Oleh karena itu diperlukan persamaan regresi linier agar asumsi hasil pengukuran dari 98.9 – 105°C akan mengikuti grafik regresi linear tersebut. Dan komponen relay untuk memutus aliran tegangan pada sistem ketika suhu pengukuran melebihi standar (*Overheat*) yakni pada 105°C. Komponen diatas harus terhubung dengan ESP-8266 untuk mengolah data pembacaan sensor agar dapat di monitoring secara *real time* menggunakan *interface* Blynk.
2. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil sebagai berikut :
 - a. Persentase selisih pengukuran pembacaan arus pada resistor *bank* dan kompresor menggunakan modul PZEM-004T yang terkoneksi dengan *interface* Blynk dengan membandingkan hasil pengukurannya menggunakan *clamp* meter didapatkan nilai selisih pengukuran rata-rata pembacaan sebesar 0.10% pada fasa-R, fasa-S sebesar 0.40% dan fasa-T 0.67%. Dengan rata-rata

selisih pengukuran tersebut menandakan bahwa akurasi pengukuran sangat baik dengan nilai toleransi modul PZEM-004T sebesar 0.5%. Terdapat selisih hasil pengukuran antar fasanya yang diakibatkan oleh beban resistor *bank* yang tidak seimbang.

- b. Persentase selisih pengukuran pembacaan suhu fluida air panas menggunakan *Sensor Thermocouple Type-K* pada Blynk dengan membandingkan pengukurannya menggunakan *thermometer digital*. Didapatkan selisih pengukuran pembacaan rata-rata sebesar 0.2 % dengan rata-rata selisih pengukuran 0.08 °C, dikarenakan ketelitian *thermometer digital* hanya sebesar 0.3% ± 2°C, maka tingkat akurasi *Sensor Thermocouple Type-K* tidak terlalu jauh dari nilai toleransinya, yang menandakan bahwa tingkat akurasinya sudah cukup akurat.
- c. *Overheat* relay dapat beroperasi dengan memutus aliran tegangan pada sistem ketika suhu pengukuran melebihi standar.

Saran

1. Melakukan kegiatan pengujian pada kompresor *screw* yang ada di PT. Mekar Armada Jaya supaya parameter yang diukur sesuai dengan standar.
2. Menggunakan *current transformer* dan sensor suhu yang berkualitas industri, supaya tingkat akurasi pembacaan lebih akurat dan tahan lama jika pengaplikasiannya di PT. Mekar Armada Jaya.
3. Menambahkan sistem *Overcurrent* ketika arus yang terbaca melebihi standar.

Daftar Pustaka

- [1] Adnan, M., & Patsun, P. (2023). Manajemen Pendidikan Islam di Era Internet of Things. *Jurnal Kependidikan Islam*, 13(1), 55-64.
- [2] Atlascopco.com. (2023). Tipe kompresor angin. Apa saja perbedaanya ? <https://www.atlascopco.com/idid/compressors/air-compressor-blog/tipe-kompresor-angin/> Diakses 11 september 2023[1].
- [3] Hidayat, M. S., Pambudi, D. S. A., & Nugraha, A. T. (2022). Sistem Monitoring Air Compressor pada Sistem Pendistribusian Udara Berbasis IoT. *Elektriese: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, 12(02), 126-140.
- [4] Madjid, A. R., & Suprianto, B. (2019). Prototype Monitoring Arus, dan Suhu pada Transformator Distribusi Berbasis Internet Of Things (IoT). *Jurnal Teknik Elektro*, 8[1].
- [5] Nurfaizi, A., & Sulistiyowati, I. (2022). Sistem Monitoring Instrument Air System Berbasis Internet Of Things di PT. Parna Raya. *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 16(2), 175-181.
- [6] Pratama, A., Amrita, A. N., & Khrisne, D. C. (2021). Rancang Bangun Sistem Monitoring Listrik Tiga Fasa Berbasis Wireless Sensor Network Menggunakan LoRa Ra-02 SX1278. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 20(2), 351-360.
- [7] Putra, B.R (2022). PROTOTYPE MONITORING PANEL SHORE CONNECTION BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN METODE KOMUNIKASI LORA RFM95. (Tugas Akhir, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya)
- [8] Robet Ari, W. (2021). *SISTEM KONTROL PENDINGINAN PADA TRANSFORMATOR TRANSMISI 3 FASA MENGGUNAKAN MINERAL OIL DENGAN MONITORING ARUS DAN TEGANGAN BERBASIS IoT (INTERNET OF THING)* (Doctoral dissertation, Universitas Diponegoro)[3].
- [9] Suradi, R. A. (2016). *Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu Biogas pada Input Purifikasi dan Output Storage* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya).
- [10] Syhari, A., & Bintoro, A. (2023). Monitoring dan Controlling Daya Berbasis Arduino Uno Menggunakan Sensor PZEM-004T. *Jurnal Energi Elektrik*, 12(1), 43-51.
- [11] Yudhanto, Y., & Azis, A. (2019). *Pengantar Teknologi Internet of Things (IoT)*. UNSPress[2].