

Compressor Monitoring System Using ESP32 and Google Sheet at PT. AFS

[Sistem Monitoring Kompresor Menggunakan ESP32 dan Google Sheet di PT. AFS]

Muhammad Syahrul Firmansyah ¹⁾, Arief Wisaksono ^{*2)}

¹⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: Ariefwisaksono@umsida.ac.id

Abstract. . This study aims to develop an Internet of Things (IoT)-based compressor monitoring system using an ESP32 microcontroller integrated with Google Spreadsheet for real-time data monitoring. This system utilizes three main types of sensors, namely thermocouple type K for temperature, pressure transmitter for pressure, and PZEM-004T to measure voltage, current, and power. All data is sent automatically via a WiFi connection to a Google spreadsheet, which provides easy access and unlimited storage capacity. The test results show that the system has a high level of accuracy with an average measurement error of 0.77% temperature, 0% pressure, 0.076% voltage, 1.43% current, and 1.49% power. This system has proven to be reliable and efficient in monitoring compressor operational conditions, and can be an effective solution for industrial needs in maintaining machine performance.

Keywords - ESP32; Google Sheets; Compressor Monitoring; PZEM-004T

Abstrak. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem monitoring kompresor berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan Google Spreadsheet untuk pemantauan data secara real-time. Sistem ini memanfaatkan tiga jenis sensor utama yaitu thermocouple type K untuk suhu, pressure transmitter untuk tekanan, dan PZEM-004T untuk mengukur tegangan, arus, dan daya. Seluruh data dikirim secara otomatis melalui koneksi WiFi ke spreadsheet Google, yang memberikan kemudahan akses dan kapasitas penyimpanan tidak terbatas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi tinggi dengan rata-rata error pengukuran suhu 0,77%, tekanan 0%, tegangan 0,076%, arus 1,43%, dan daya 1,49%. Sistem ini terbukti handal dan efisien dalam memantau kondisi operasional kompresor, serta dapat menjadi solusi efektif untuk kebutuhan industri dalam menjaga performa mesin.

Kata Kunci – ESP32; Google Spreadsheet; Monitoring Kompresor; PZEM-004T

I. PENDAHULUAN

PT. AFS merupakan perusahaan terkemuka yang bergerak di bidang jasa silinder hidrolik dan pneumatik dengan pengalaman lebih dari 25 tahun di industri pertambangan, semen, pembangkit listrik, otomotif, dan ban. Fasilitas kami berlokasi strategis di Bogor, Pekanbaru, Balikpapan, Makassar, dan Surabaya untuk memastikan kualitas layanan terbaik di seluruh Indonesia[1]. Dalam proses produksinya tentunya perusahaan ini menggunakan mesin-mesin handal yang dapat menunjang. Mesin yang digunakan pada perusahaan ini berupa mesin bubut[2]. Untuk menghasilkan produk yang berkualitas tentunya membutuhkan tingkat kebersihan produk tersebut, terutama pada limbah dari bubut besi yaitu berupa gram. Maka dari itu dibutuhkan pembersih gram tersebut dari kompresor yang diatur secara otomatis[3][4].

Kompresor adalah mesin yang mengubah udara dari tekanan dan suhu rendah menjadi udara bertekanan tinggi[5][6]. Proses kerja kompresor melibatkan pengambilan udara dari lingkungan melalui katup masuk, kemudian udara tersebut diolah oleh piston, sekrup, atau impeller[7][8]. Setelah itu, udara tersebut dikompresi menjadi tekanan yang diinginkan dan dialirkan melalui pipa-pipa sesuai kebutuhan mesin produksi[9][10]. Pemantauan sistem kompresor diperlukan untuk mengawasi dan mengendalikan kinerjanya[11][12]. Pentingnya pemantauan sistem adalah untuk menjaga pemantauan yang berkelanjutan terhadap sistem tersebut, sehingga gangguan dapat terdeteksi dan umur kompresor dapat dipertahankan[13][14].

Beberapa penelitian sebelumnya telah mencoba pemantauan kompresor melalui platform Internet of Things (IoT). Salah satunya menggunakan sensor HMCT103C untuk arus/beban, ZMPT101B untuk tegangan, dan GY-906 MLX90614 untuk suhu, yang terhubung ke mikrokontroler Nodemcu ESP8266 berbasis IoT. Namun, pengukuran tekanan udara tidak dilakukan[15]. Penelitian lain menciptakan sistem pemantauan berbasis web yang memantau parameter mesin kompresor secara langsung dan memberikan peringatan saat terjadi gangguan. Sistem ini membatasi nilai parameter pada web setidaknya 5% di bawah pengaturan nilai pada mesin, memberikan notifikasi peringatan dini saat terjadi gangguan[16]. Selanjutnya, ada Sistem Outseal PLC yang menggunakan relay tambahan pada kontaktor dalam panel dan terhubung dengan Outseal PLC, perangkat keras berbasis Arduino Nano dengan bahasa pemrograman ladder diagram. Tambahan mikrokontroler Nodemcu ESP8266 digunakan sebagai penghubung interface dengan pengguna[17].

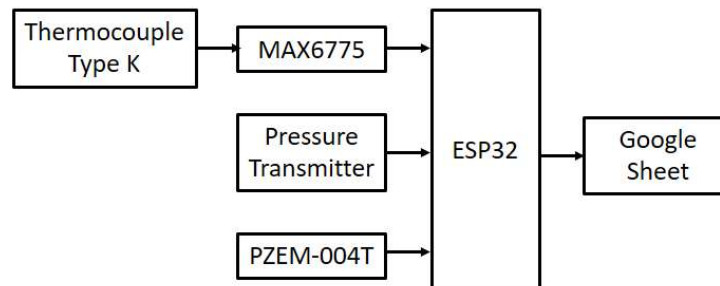
Dari penelitian yang sudah ada, penulis mengembangkan sistem monitoring dengan mengangkat judul “Sistem Monitoring Kompresor Menggunakan ESP32 dan Google Sheet di PT. AFS”. Dengan sistem monitoring menggunakan google sheet yang menampilkan data secara real time hingga detik serta tidak terdapat batasan pada kapasitas penyimpanannya. Menggunakan sensor thermocouple type K dan modul MAX8875 yang mempunyai range pembacaan 0 hingga 400°C, *Pressure Transmitter* sebagai sensor tekanan udara hingga 10 KPa, PZEM-004T sebagai pengukur tegangan, arus, dan daya kompresor. Menggunakan mikrokontroler ESP32 yang dapat terhubung dengan WIFI dan bisa diakses dimanapun pengguna berada[18][19].

II. METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D). Pada penelitian ini, peneliti melakukan pengembangan dari studi-studi terdahulu mengenai kompresor. Inovasi yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah sistem monitoring kompresor yang terintegrasi dengan Google Spreadsheet, sehingga memungkinkan pemantauan data secara real-time dan lebih efisien.

A. Blok Diagram Sistem

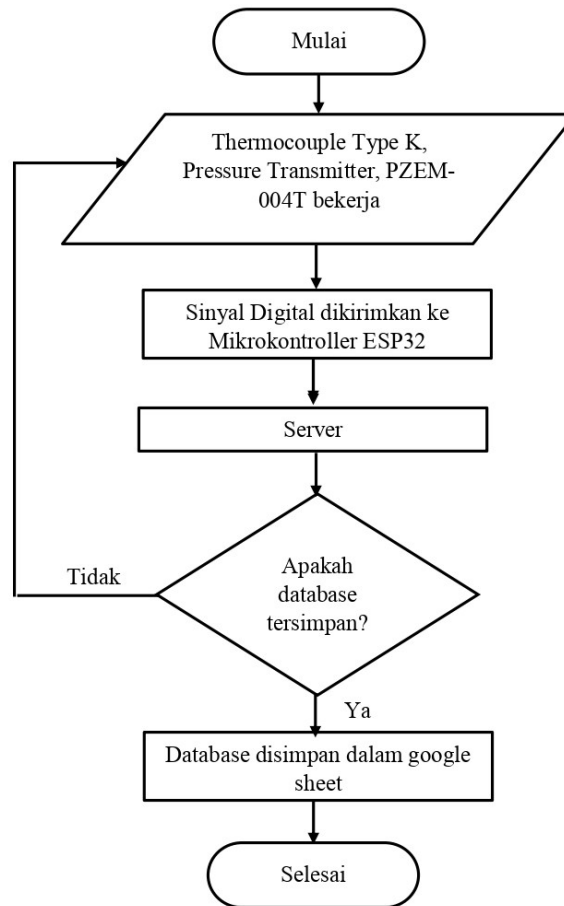
Blok diagram sistem penelitian ini terdapat 3 inputan sensor yaitu thermocouple type K dengan perantara MAX6675 sebagai pengukur suhu kompresor, pressure transmitter sebagai pengukur tekanan angin outlet kompresor, PZEM-004T sebagai pengukur tegangan, arus, dan daya yang digunakan kompresor. Ketiga input sensor tadi menghasilkan sinyal output yang dikirim dan diproses oleh mikrokontroler ESP32. ESP32 melalui *Internet of Things* mengirimkan data dari ketiga input sensor tadi dan dijadikan database di *google spreadsheet*. Berikut merupakan blok diagram sistem yang digunakan pada gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

B. Flowchart Sistem

Flowchart sistem monitoring pada kompresor berbasis Google Spreadsheet menggambarkan alur kerja dari perangkat monitoring hingga penyimpanan data ke dalam sistem berbasis *cloud*. Tahapan pertama dimulai dari proses menyalakan alat monitoring yang dirancang untuk memantau kondisi kompresor secara real-time. Setelah sistem aktif, sensor-sensor seperti thermocouple type K untuk suhu, pressure transmitter untuk tekanan, serta PZEM-004T untuk pemantauan tegangan, arus, dan daya mulai bekerja. Ketiga sensor ini kemudian mengirimkan sinyal digital yang diterima dan diproses oleh mikrokontroler ESP32. Selanjutnya, ESP32 mengolah data dari masing-masing sensor dan mengirimkannya ke server Google Spreadsheet melalui koneksi internet. Data hasil pemantauan akan diperbarui dan ditampilkan setiap satu menit secara otomatis. Pada akhirnya, seluruh parameter pengukuran dari sistem kompresor tersebut—baik suhu, tekanan, arus, tegangan maupun daya tersimpan dalam bentuk database di Google Spreadsheet, sehingga memudahkan pemantauan dan analisis kinerja kompresor secara efisien dan terstruktur. Berikut merupakan flowchart sistem yang digunakan pada gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Sistem

C. Perancangan Software

Pada perancangan software adalah untuk menjelaskan tahap pembuatan program sehingga bisa menjalankan sistem yang dijelaskan sebagai berikut:

```

1 #include <WiFi.h>
2 #include <HTTPClient.h>
3 #include <max6675.h>
4 #include <PZEM004Tv30.h>
5
6 // WiFi credentials
7 const char* ssid = "Nramar"; // Ganti dengan SSID WiFi Anda
8 const char* password = "28081999"; // Ganti dengan password WiFi Anda
9
10 // Google Apps Script URL
11 const char* serverName = "https://script.google.com/macros/s/AKtycbkxuzlic7H5f-C_fcKZu5eN6-BqxliRHxkn8ewwvezNLH6rLqZblydfSImHXOCxGIR8g/exec"; // Ganti dengan URL C
12
13 // MAX6675 pins (CS, SCK, SO)
14 int thermoDO = 19; // Pin SO
15 int thermoCS = 23; // Pin CS
16 int thermoCLK = 5; // Pin SCK
17 MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);
18
19 // PZEM-004T pins
20 PZEM004Tv30 pzem(&Serial2, 16, 17); // TX=16, RX=17
21
22 // Pressure sensor
23 int pressurePin = 14; // Pin pressure switch
24
25 void setup() {
26   Serial.begin(115200);
  
```

Gambar 3. Pembuatan Sketch Program pada Arduino IDE

Pada gambar 3. merupakan tahapan pembuatan program Arduino IDE. Board yang digunakan pada penelitian ini adalah ESP32. Pada sketch program terdapat *username* dan *password* WiFi untuk menghubungkan ke jaringan internet. Selanjutnya terdapat *server name* dari google apps script untuk mengintegrasikan dengan google spreadsheets.

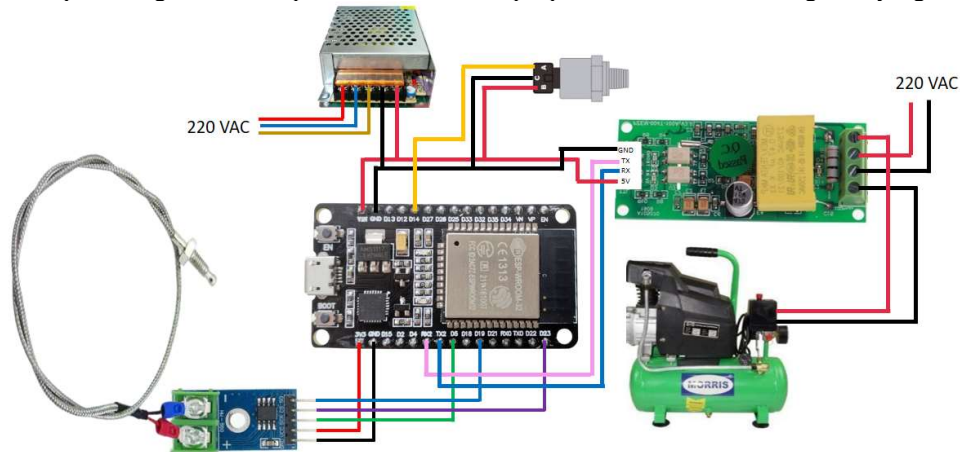


Gambar 4. Pembuatan Program pada Google Apps Script

Pada gambar 4. merupakan proses tahap pembuatan program google apps script. Google Apps Script adalah platform berbasis JavaScript yang disediakan oleh Google untuk mengotomatiskan dan memperluas fungsionalitas dari Google Sheets dan Google Drive. Terdapat parameter *date* (tanggal dan waktu), *temperature* (suhu), *voltage* (tegangan), *current* (arus), *power* (daya), serta *pressure* (tekanan).

D. Perancangan Hardware

Dalam perancangan hardware penelitian kali ini harap diperhatikan dari skema rangkaian yang telah dibuat.



Gambar 5. Skema Rangkaian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk memperoleh hasil yang akurat, perlu dilakukan pengujian terhadap peralatan yang digunakan. Langkah ini bertujuan untuk memastikan bahwa alat berfungsi dengan baik sehingga data yang dihasilkan dapat dipercaya dan aplikatif dalam situasi nyata sehari-hari.

A. Pengujian Suhu Kompresor

Pengujian suhu dilakukan untuk membandingkan akurasi sensor thermocouple type K pada alat penelitian dengan alat standar berupa thermogun. Kedua alat digunakan secara bersamaan pada titik pengukuran yang sama. Hasil pengukuran kemudian dibandingkan untuk menilai keakuratan sistem monitoring suhu yang dikembangkan.



Gambar 6. Pengujian Suhu Kompresor

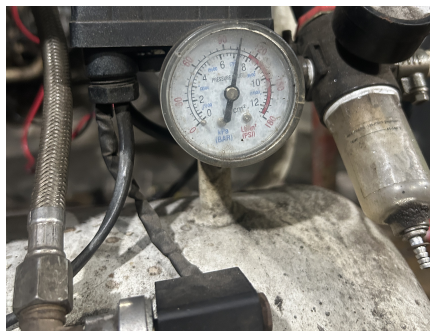
Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan sebanyak lima kali, alat penelitian menunjukkan tingkat akurasi yang cukup baik dibandingkan dengan alat standar. Selisih rata-rata antara alat penelitian dan alat standar adalah sebesar $0,24^{\circ}\text{C}$, dengan persentase error rata-rata sebesar $0,77\%$. Nilai selisih dan persentase error yang relatif kecil ini menunjukkan bahwa alat yang diuji memiliki keandalan dan ketelitian yang cukup dalam mengukur suhu, sehingga layak digunakan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Suhu Kompresor

Pengujian ke-	Pengukuran		Selisih Perhitungan	
	Alat Penelitian ($^{\circ}\text{C}$)	Alat Standart ($^{\circ}\text{C}$)	Jumlah Selisih ($^{\circ}\text{C}$)	Pesentase Error (%)
1.	30,00	30,3	0,30	0,99
2.	30,50	30,4	0,10	0,33
3.	31,00	31,1	0,10	0,32
4.	31,80	32,2	0,40	1,24
5.	30,50	30,2	0,30	0,99
	Rata-Rata		0,24	0,77

B. Pengujian Tekanan Kompresor

Pengujian tekanan kompresor dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dari alat monitoring yang dikembangkan dalam penelitian dengan alat standar berupa regulator. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi tingkat akurasi alat penelitian dalam membaca tekanan, dengan cara mencocokkan hasil pengukuran keduanya dalam kondisi yang sama.



Gambar 7. Pengujian Tekanan Kompresor

Berdasarkan hasil pengujian tekanan sebanyak lima kali, alat penelitian menunjukkan hasil yang identik dengan alat standar, dengan selisih dan persentase error sebesar 0 pada setiap pengukuran. Rata-rata selisih dan error juga menunjukkan nilai 0, yang menandakan bahwa alat penelitian memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi dan mampu mengukur tekanan secara konsisten dan presisi. Dengan demikian, alat ini dinyatakan sangat andal dan layak digunakan untuk pengukuran tekanan dalam berbagai aplikasi.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tekanan Kompresor

Pengujian ke-	Pengukuran		Selisih Perhitungan	
	Alat Penelitian (Pa)	Alat Standart (Pa)	Jumlah Selisih (Pa)	Pesentase Error (%)
1.	0,1	0,1	0	0
2.	0,2	0,2	0	0
3.	0,3	0,3	0	0
4.	0,4	0,4	0	0
5.	0,5	0,5	0	0
Rata-Rata			0	0

C. Pengujian Tegangan Kompresor

Pengujian tegangan kompresor dilakukan untuk membandingkan akurasi alat monitoring yang dikembangkan dalam penelitian dengan alat standar berupa AVO meter. Pengukuran dilakukan secara bersamaan, lalu hasil dari kedua alat dibandingkan untuk melihat tingkat kesesuaian dan memastikan bahwa alat monitoring mampu memberikan data tegangan yang valid dan dapat diandalkan.



Gambar 8. Pengujian Tegangan Kompresor

Berdasarkan hasil pengujian tegangan listrik sebanyak lima kali, alat penelitian menunjukkan hasil yang sangat mendekati nilai dari alat standar. Rata-rata selisih tegangan sebesar 0,16 VAC dan persentase error rata-rata hanya 0,076% menunjukkan bahwa alat memiliki tingkat akurasi yang tinggi dan mampu mengukur tegangan dengan sangat presisi. Nilai selisih dan error yang rendah pada setiap pengujian menandakan bahwa alat ini layak digunakan sebagai perangkat ukur tegangan dalam aplikasi praktis maupun penelitian teknis.

Tabel 3. Hasil Pengujian Tegangan Kompresor

Pengujian ke-	Pengukuran		Selisih Perhitungan	
	Alat Penelitian (VAC)	Alat Standart (VAC)	Jumlah Selisih (VAC)	Pesentase Error (%)
1.	214,30	214,2	0,10	0,05
2.	210,90	210,7	0,20	0,09
3.	205,30	205,2	0,10	0,05
4.	212,70	212,4	0,30	0,14
5.	213,40	213,5	0,10	0,05
	Rata-Rata		0,16	0,076

D. Pengujian Arus Kompresor

Pengujian arus kompresor dilakukan untuk membandingkan hasil pembacaan antara alat yang dikembangkan dalam penelitian dengan alat standar berupa AVO meter. Tujuannya adalah untuk mengetahui tingkat akurasi alat monitoring arus yang dirancang. Jika hasil pengukuran dari kedua alat menunjukkan nilai yang mendekati atau selisih yang kecil, maka alat penelitian dianggap valid dan dapat digunakan untuk pemantauan arus kompresor secara andal.

**Gambar 9.** Pengujian Arus Kompresor

Berdasarkan hasil pengujian arus listrik (AAC) sebanyak lima kali, alat penelitian menunjukkan performa yang cukup akurat dibandingkan dengan alat standar. Rata-rata selisih pengukuran sebesar 0,0386 AAC dan rata-rata persentase error sebesar 1,43% masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima untuk keperluan pengukuran teknis. Meskipun terdapat satu pengukuran dengan error yang sedikit lebih tinggi, secara keseluruhan alat tetap memberikan hasil yang konsisten dan dapat diandalkan.

Tabel 4. Hasil Pengujian Arus Kompresor

Pengujian ke-	Pengukuran		Selisih Perhitungan	
	Alat Penelitian (AAC)	Alat Standart (AAC)	Jumlah Selisih (AAC)	Pesentase Error (%)
1.	2,76	2,765	0,005	0,13
2.	2,79	2,781	0,009	0,32
3.	2,80	2,662	0,138	5,18
4.	2,79	2,753	0,037	1,34
5.	2,61	2,606	0,004	0,15
	Rata-Rata		0,0386	1,43

E. Pengujian Daya Kompresor

Pengujian daya kompresor dilakukan untuk membandingkan hasil pengukuran dari alat penelitian dengan perhitungan berdasarkan teori. Tujuannya adalah untuk mengetahui tingkat akurasi dan keandalan alat monitoring yang dikembangkan dalam mengukur daya listrik yang digunakan oleh kompresor. Hasil pengujian ini menjadi dasar validasi bahwa alat mampu memberikan data yang sesuai dengan standar teoritis. Gunakan rumus untuk mencari daya yaitu:

$$P = V \times I$$

Keterangan : P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Berdasarkan hasil pengujian daya listrik antara alat penelitian dan perhitungan teori, diperoleh rata-rata selisih sebesar 8,282 Watt dengan persentase error rata-rata sebesar 1,49%. Meskipun terdapat satu pengujian dengan selisih cukup besar, secara keseluruhan alat penelitian menunjukkan tingkat akurasi yang cukup baik dan konsisten dalam mengukur daya. Nilai daya yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh besarnya tegangan (voltase) dan arus yang terukur, sehingga ketelitian dalam pengukuran kedua parameter tersebut menjadi faktor penting untuk memperoleh hasil daya yang akurat. Dengan nilai persentase error yang relatif rendah, alat ini layak digunakan untuk pengukuran daya listrik

Tabel 5. Hasil Pengujian Daya Motor IPAL 1 Phase

Pengujian ke-	Pengukuran		Selisih Perhitungan	
	Alat Penelitian (Watt)	Teori (Watt)	Jumlah Selisih (Watt)	Pesentase Error (%)
1.	591,49	592,25	0,76	0,13
2.	588,41	586,04	2,37	0,40
3.	574,84	546,79	28,05	5,13
4.	593,43	584,73	8,70	1,49
5.	557,97	556,44	1,53	0,28
	Rata-Rata		8,282	1,49

IV. KESIMPULAN

Sistem monitoring kompresor yang dikembangkan menggunakan ESP32 dan Google Spreadsheet mampu memberikan pemantauan data suhu, tekanan, tegangan, arus, dan daya secara real-time dengan tingkat akurasi yang tinggi. Penggunaan sensor yang tepat serta integrasi cloud memungkinkan akses data yang mudah dan efisien. Berdasarkan hasil pengujian, sistem menunjukkan performa yang sangat baik dan akurat, dengan rata-rata kesalahan pengukuran yang berada dalam batas toleransi teknis. Hal ini membuktikan bahwa sistem ini layak digunakan dalam lingkungan industri untuk meningkatkan efisiensi pemeliharaan dan mencegah kerusakan mesin secara dini melalui pemantauan kontinu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo atas dukungan fasilitas penelitian, serta kepada PT. AFS yang telah memberikan izin dan akses untuk pelaksanaan studi ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing dan semua pihak yang telah memberikan masukan dan dukungan selama proses penelitian hingga penyusunan jurnal ini.

REFERENSI

- [1] SevenLight.ID, "Andalan Fluid Sistem." 2022. [Online]. Available: <https://www.andalanfluids.com/>
- [2] M. S. Hidayat, D. S. A. Pambudi, and A. T. Nugraha, "Sistem Monitoring Air Compressor pada Sistem Pendistribusian Udara Berbasis IoT," *Elektriese J. Sains dan Teknol. Elektro*, vol. 12, no. 02, pp. 126–140, 2022, doi: 10.47709/elektriese.v12i02.1944.
- [3] I. G. A. Darmawan, L. Jasa, and P. Rahardjo, "LANCAR Rancang Bangun Alat Sebagai Layanan Notifikasi Air conditioner Yang Rusak Pada Bagian Kompresor," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 19, no. 2, p. 211, 2020, doi: 10.24843/mite.2020.v19i02.p13.
- [4] A. Wisaksono, Y. Purwanti, N. Ariyanti, and M. Masruchin, "Design of Monitoring and Control of Energy Use in Multi-storey Buildings based on IoT," *JEEE-U (Journal Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 128–135, 2020, doi: 10.21070/jeeeu.v4i2.539.
- [5] A. S. R. Murty, M. Satyanarayana, and I. Devi Vara Prasad, "Compressor health monitoring using IOT," *Int. J. Mech. Prod. Eng. Res. Dev.*, vol. 8, no. 3, pp. 117–124, 2018, doi: 10.24247/ijmperdjun201813.
- [6] I. Sulistiyowati and M. I. Muhyiddin, "Disinfectant Spraying Robot to Prevent the Transmission of the Covid-19 Virus Based on the Internet of Things (IoT)," *J. Electr. Technol. UMY*, vol. 5, no. 2, pp. 61–67, 2021, doi: 10.18196/jet.v5i2.12363.
- [7] W. D. Prabowo, A. S. Wibowo, and M. A. Murti, "Sistem Perawatan Dan Pemecahan Masalah Pada Kompresor Udara Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Berbasis Iot," *eProceedings Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 287–293, 2020.
- [8] S. Syahririni and D. Hadidjaja, "Aplikasi Alat Ukur Partikulat Dan Suhu Berbasis Iot," *Dinamik*, vol. 25, no. 1, pp. 1–9, 2020, doi: 10.35315/dinamik.v25i1.7512.
- [9] R. Nasrullah and F. Muliawati, "Sistem Monitoring Kelembaban Udara Otomatis Berbasis Iot Pada Tekanan Kompresor".
- [10] P. Wardhana, D. M. K., and H. Prastiyawan, "Penerapan Sistem Monitoring Waktu Pemakaian Kompresor Torak 2, 2 kW di EVE Workshop PT Solusi Bangun Indonesia Pabrik Cilacap," pp. 1142–1149, 2021.
- [11] Riefky Iqbal Mahendra, "Perancangan Prototipe Alat Monitoring Sistem Pengkondisi Udara Berbasis IoT (Internet Of things)," 2021.
- [12] I. Anshory, D. Hadidjaja, and I. Sulistiyowati, "Implementation of Automatic Handwashing Waist for Covid-19 Prevention," *Jambura J. Heal. Sci. Res.*, vol. 3, no. 2, pp. 154–161, 2021, doi: 10.35971/jjhsr.v3i2.9798.
- [13] V. N. Kostyukov and A. P. Naumenko, "About the Experience in Operation of Reciprocating Compressors under Control of the Vibration Monitoring System," *Procedia Eng.*, vol. 152, pp. 497–504, 2016, doi: 10.1016/j.proeng.2016.07.635.
- [14] S. D. Ayuni, S. Syahririni, and J. Jamaaluddin, "Lapindo Embankment Security Monitoring System Based on IoT," *Elinvo (Electronics, Informatics, Vocat. Educ.*, vol. 6, no. 1, pp. 40–48, 2021, doi: 10.21831/elinvo.v6i1.40429.
- [15] B. Fredo Zakaria, M. Ary Murti, A. Surya Wibowo, and T. Elektro, "Sistem Pemantauan Kompresor Udara Berbasis Internet of Things Monitoring System Air Compressor Based on Internet of Things," *e-Proceeding Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 272–280, 2020.
- [16] I. N. Majid, T. Elektronika, G. Tunggal, M. Ridwan, and A. Cahyono, "Rancang Bangun Sistem Pemantauan Parameter Untuk Mendiagnosa Kondisi Mesin Kompresor Sentrifugal Berbasis Web," vol. 4, no. 1, pp. 2808–5027, 2022.
- [17] E. S. Ma'arif and S. Yudiastoro, "Monitoring Kinerja Motor Kompresor Angin dengan Komunikasi Modbus Menggunakan Outseal PLC," *Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List. Komputer)*, vol. 6, no. 1, p. 11, 2023, doi: 10.24853/resistor.6.1.11-16.
- [18] J. Jamaaluddin, "Sistem Kontrol Pendingin Mobil Ramah Lingkungan Berbasis Android," *Cyclotron*, vol. 2, no. 1, 2019, doi: 10.30651/cl.v2i1.2528.
- [19] A. Ahfas, M. B. Ulum, D. H. R. Saputra, and S. Syahririni, "Automatic Spray Disinfectant Chicken with Android Based on Arduino Uno," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 519, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/519/1/012013.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.