

Sistem Monitoring Fluida Kompresor pada Timbangan Terigu Mill C di PT. Eastern Pearl Flour Mills

Andi Ilham Septiansyach^{1*}, Ahmad Solihin², Simon Ka'ka³, Ahmad Taufik⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia

*Email korespondens: cillang449677@gmail.com

ABSTRACT: This research aims to develop a compressor fluid monitoring system based on the Internet of Things (IoT) for industrial weighing machines at PT. Eastern Pearl Flour Mills, supporting the implementation of Industry 4.0. The system is designed to monitor pressure, flow, and fluid temperature in real-time, enhancing the efficiency and reliability of machine operations. The research process includes the design of precise measuring instruments and a monitoring system utilizing ESP8266 and LoRa Ra-02 technology for data transmission. Fluid sensor data is processed and displayed via a web-based platform and an Android application. The study also involves sensor calibration to ensure accuracy, as well as system performance evaluation through experimental methods, user testing, and data analysis. The results of this research are expected to significantly improve process efficiency and control in weighing machines, providing a strong foundation for IoT technology implementation in operational management within the flour milling industry.

Keywords: IoT-Based Fluid Monitoring, ESP8266 and LoRa Ra-02 Technology, Web and Android-Based Platform

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem monitoring fluida kompresor berbasis Internet of Things (IoT) pada mesin timbangan industri di PT. Eastern Pearl Flour Mills untuk mendukung Revolusi Industri 4.0. Sistem ini dirancang untuk memantau tekanan, aliran, dan suhu fluida secara real-time, guna meningkatkan keefektifan dan keandalan operasi mesin. Proses penelitian meliputi perancangan alat ukur presisi dan sistem monitoring menggunakan teknologi ESP8266 dan LoRa Ra-02 untuk transmisi data. Data dari sensor fluida diproses dan ditampilkan melalui platform web dan aplikasi Android. Penelitian juga mencakup kalibrasi sensor untuk memastikan akurasi, serta evaluasi kinerja sistem melalui metode eksperimen, uji pengguna, dan analisis data. Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan pengendalian proses pada mesin weigher, serta menjadi dasar bagi penerapan teknologi IoT dalam pengelolaan operasional di industri tepung terigu.

Kata Kunci: Monitoring Fluida Berbasis IoT, Teknologi ESP8266 dan Lora Ra-02, Platform Berbasis Web dan Android

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang pesat telah mendorong transformasi industri menuju konsep Revolusi Industri 4.0, yang menekankan integrasi sistem fisik dengan teknologi digital dan internet. Dalam era ini, berbagai sektor industri dituntut untuk mengadopsi teknologi cerdas guna meningkatkan efisiensi operasional, produktivitas, serta kualitas pengendalian proses produksi [1]. Salah satu teknologi yang berperan penting dalam mendukung transformasi tersebut adalah Internet of Things (IoT), yaitu teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat terhubung melalui jaringan internet untuk melakukan pemantauan, pengendalian, serta pertukaran data secara real-time [2].

Penerapan teknologi IoT dalam sektor industri memungkinkan sistem monitoring dilakukan secara otomatis dan jarak jauh dengan memanfaatkan sensor, mikrokontroler, serta platform berbasis web atau aplikasi mobile. Teknologi ini mampu meningkatkan efisiensi pengawasan sistem produksi, mengurangi kesalahan manusia, serta mempercepat proses pengambilan keputusan berbasis data [3]. Sistem monitoring berbasis IoT juga memungkinkan integrasi antara perangkat sensor dengan jaringan komunikasi nirkabel sehingga data kondisi mesin dapat dipantau secara kontinu melalui internet [4].

Dalam lingkungan industri manufaktur, sistem monitoring sangat penting untuk menjaga stabilitas operasi mesin serta mencegah terjadinya gangguan produksi. Salah satu komponen yang memerlukan pemantauan secara berkala adalah sistem fluida pada kompresor, yang berperan penting dalam mendukung berbagai proses pneumatik pada mesin industri. Sistem kompresor yang tidak terpantau dengan baik dapat menyebabkan penurunan performa mesin, kebocoran udara, serta meningkatnya konsumsi energi yang berdampak pada efisiensi produksi [5]. Oleh karena itu, pemantauan parameter fluida seperti tekanan, suhu, dan aliran udara menjadi faktor penting dalam menjaga kinerja sistem kompresor.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem monitoring berbasis IoT untuk berbagai aplikasi industri. Penelitian yang dilakukan oleh Pramono dkk. mengembangkan sistem monitoring kondisi ruang genset berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP8266 yang mampu memantau parameter lingkungan secara real-time melalui aplikasi berbasis internet [6]. Penelitian lain menunjukkan bahwa penggunaan NodeMCU ESP8266 pada sistem monitoring fluida mampu meningkatkan efisiensi pengawasan sistem tangki dengan tingkat akurasi pengukuran yang tinggi [7]. Selain itu, teknologi IoT juga telah diterapkan dalam sistem monitoring kompresor industri untuk memantau tekanan udara dan parameter listrik secara real-time guna meningkatkan keandalan operasi mesin [8].

Selain penggunaan mikrokontroler, teknologi komunikasi nirkabel juga menjadi faktor penting dalam sistem monitoring industri. Salah satu teknologi komunikasi yang banyak digunakan adalah LoRa (Long Range) yang memiliki keunggulan dalam jangkauan komunikasi yang luas dengan konsumsi daya yang rendah. Teknologi ini sangat cocok digunakan dalam sistem monitoring industri yang memerlukan pengiriman data sensor dalam jarak jauh secara stabil [9]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa integrasi teknologi LoRa dengan sistem IoT mampu meningkatkan efektivitas monitoring sistem irigasi dan sistem industri berbasis sensor [10].

Implementasi sistem monitoring berbasis IoT juga memungkinkan integrasi berbagai sensor untuk mendeteksi parameter fisik secara otomatis, seperti sensor tekanan, sensor suhu, sensor aliran fluida, serta sensor lingkungan lainnya. Data yang diperoleh dari sensor tersebut dapat diproses oleh mikrokontroler dan dikirimkan ke platform monitoring berbasis web atau aplikasi Android sehingga memudahkan operator dalam memantau kondisi mesin secara real-time [11]. Dengan sistem ini, potensi kerusakan mesin dapat dideteksi lebih dini sehingga dapat mengurangi downtime dan biaya perawatan [12].

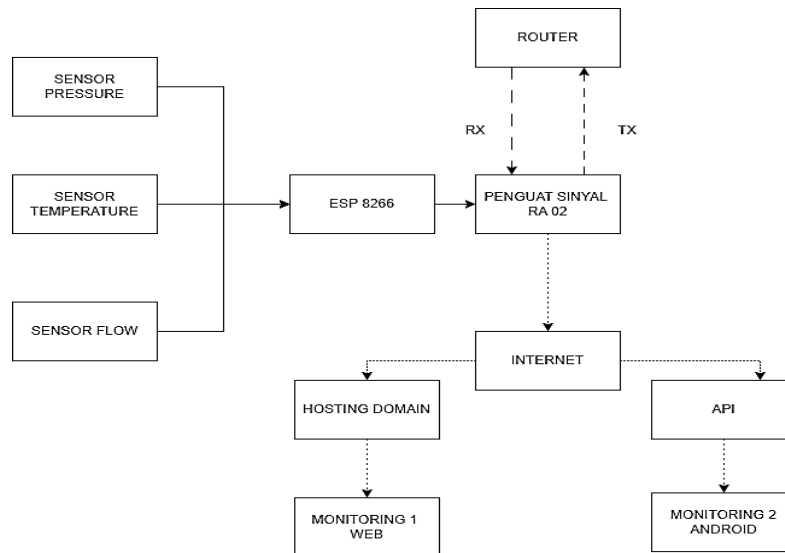
Dalam industri pengolahan tepung terigu, seperti yang terdapat di PT. Eastern Pearl Flour Mills, mesin timbangan (weigher) memiliki peranan penting dalam menjaga akurasi proses penimbangan bahan baku maupun produk. Sistem timbangan ini umumnya memanfaatkan sistem pneumatik yang didukung oleh kompresor udara untuk menggerakkan berbagai aktuator pada proses produksi. Oleh karena itu, kestabilan sistem fluida kompresor sangat mempengaruhi performa mesin timbangan serta kelancaran proses produksi [13].

Namun demikian, proses pemantauan sistem fluida pada mesin timbangan di beberapa industri masih dilakukan secara manual sehingga kurang efektif dan berpotensi menimbulkan keterlambatan dalam mendeteksi gangguan sistem. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pengembangan sistem monitoring yang lebih modern dan terintegrasi untuk meningkatkan efisiensi pengawasan sistem kompresor [14].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring fluida kompresor berbasis Internet of Things (IoT) pada mesin timbangan di PT. Eastern Pearl Flour Mills. Sistem ini dirancang menggunakan mikrokontroler ESP8266 serta teknologi komunikasi LoRa Ra-02 untuk mengirimkan data sensor secara real-time ke platform monitoring berbasis web dan aplikasi Android. Dengan adanya sistem ini diharapkan proses pemantauan kondisi fluida kompresor dapat dilakukan secara lebih efektif, akurat, dan terintegrasi sehingga dapat meningkatkan keandalan operasi mesin timbangan serta efisiensi proses produksi industri [15].

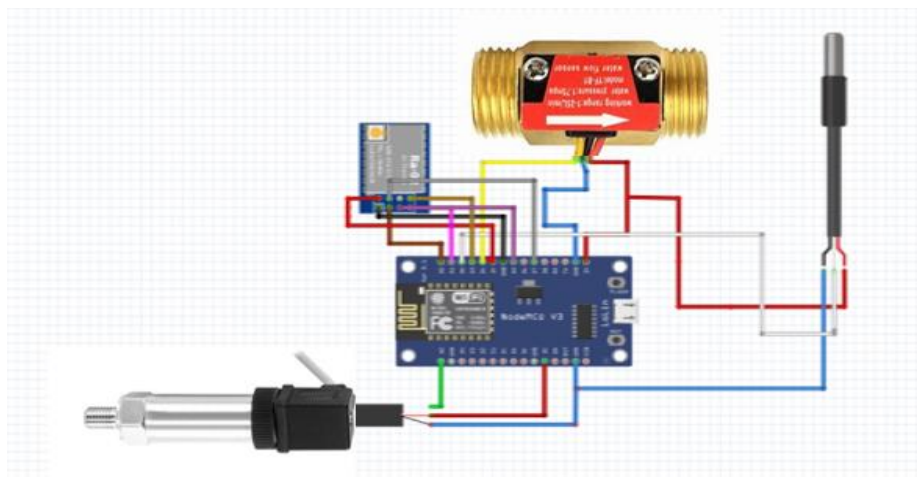
II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT. Eastern Pearl Flour Mills, berlangsung dari Maret 2024 hingga Juli 2024. Diagram blok sistem monitoring fluida kompresor pada timbangan terigu Mill C, seperti ditunjukkan pada Gambar 1, terdiri dari tiga bagian utama: sistem sensor, sistem komunikasi data jaringan, dan sistem pemantauan.



Gambar 1. Skema Rancangan Sistem Pada Modul Monitoring Fluida

Pada Gambar 2 ditunjukkan skema rangkaian yang digunakan dalam proyek penelitian ini, yang mencakup rangkaian untuk monitoring fluida dilengkapi dengan penguat sinyal serta komponen pendukung lainnya seperti sensor suhu, sensor flow, sensor tekanan dan esp 8266.



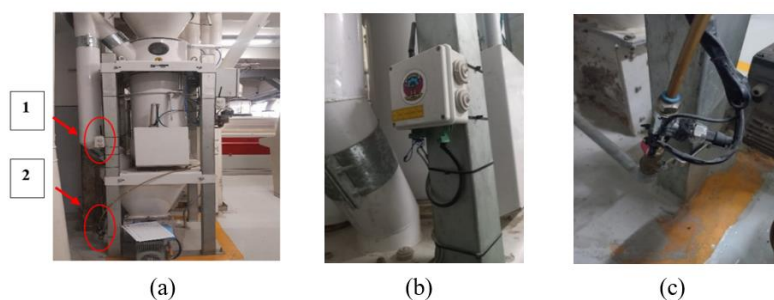
Gambar 2. Skema Rangkaian Elektronika Pada Rancangan Sistem Modul Monitoring Fluida

Metode penelitian ini dimulai dengan studi literatur untuk mengumpulkan informasi terkait sistem monitoring fluida dan teknologi sensor. Selanjutnya, dilakukan analisis kebutuhan sistem berdasarkan kondisi operasional di Mill C, PT. Eastern Pearl Flour Mills, yang melibatkan identifikasi spesifikasi teknis kompresor serta parameter fluida yang perlu dipantau. Sistem ini kemudian dirancang melalui pemilihan komponen perangkat keras seperti sensor tekanan, suhu, dan *flow meter*, serta

pengembangan perangkat lunak untuk pengolahan data. Sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) ini memungkinkan monitoring yang dapat diakses secara *real-time* melalui web dan aplikasi Android, sehingga memungkinkan pemantauan dari jarak jauh. Setelah tahap perancangan, dilakukan pengujian dan validasi yang mencakup pengujian komponen, pengujian sistem secara keseluruhan, serta validasi lapangan untuk memastikan kinerja sistem dalam kondisi operasional sebenarnya. Data hasil pengujian kemudian dianalisis untuk menilai keandalan dan efisiensi sistem, yang didokumentasikan dalam laporan akhir. Metode utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi metode eksperimental, uji pengguna, dan analisis data.

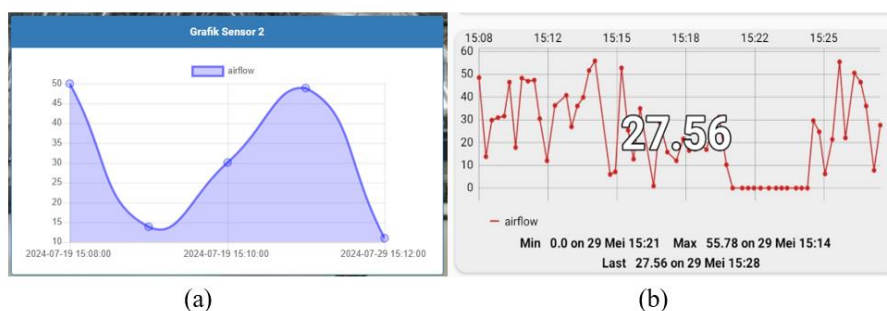
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 3, merupakan alat uji monitoring fluida yang tersambung ke unit mesin timbangan melalui pipa kompresor. Alat ini digunakan untuk menguji aliran, tekanan, dan suhu udara.



Gambar 3. alat uji monitoring fluida yang tersambung ke unit mesin timbangan: (a) posisi pemasangan modul panel esp 8266 dan sensor fluida di mesin timbangan; (b) pemasangan modul panel esp 8266; (c) pemasangan sensor fluida di perpipaan kompresor ke unit timbangan

Dalam penelitian ini, dilakukan beberapa pengujian, termasuk kalibrasi sensor aliran. Pengambilan data dimulai dengan kalibrasi sensor, dimana data diambil dalam rentang pembacaan 0–60, sesuai dengan selisih kinerja mesin timbangan tipe MEAG-DUMP-MSDM-80 (0,5 m³/h hingga 360 m³/h)[4]. Rentang ini kemudian dikonversikan menjadi 60 L/min. Langkah selanjutnya adalah menghitung rata-rata data pembacaan alat dan mengonversikannya ke satuan Ndm³/h, kemudian dibandingkan dengan konsumsi udara kompresi mesin timbangan sebesar 2940 Ndm³/h. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana hasil konsumsi udara yang diukur mendekati nilai 2940 Ndm³/h. Gambar 4 menunjukkan grafik hasil data dari sensor aliran.



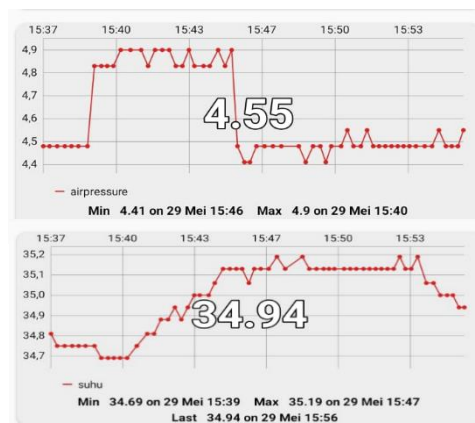
Gambar 4. Grafik Sensor Flow: (a) Grafik Sensor Flow Berbasis Web; (b) Grafik Sensor Flow Berbasis Android

Sampel yang diambil dari grafik kemudian dimasukkan ke dalam tabel. Tabel 1 menampilkan hasil pengujian yang menunjukkan nilai pada kompresor. Sampel diambil berdasarkan pembacaan standar yang telah ditetapkan, dengan nilai yang memperlihatkan tren kenaikan dan penurunan.

Tabel 1 Data Hasil Pengujian

No	Pembacaan Standar (L/min)	Pembacaan Alat		Rata-rata Pembacaan (L/min)
	Min - Max	Naik (L/min)	Turun (L/min)	
1	0	0,88	0,65	0.765
2	10	18,67	17,03	17.85
3	20	22,44	21,33	21.885
4	30	32,22	31,33	31.775
5	40	46,44	45,25	45.845
6	50	58,88	55,33	55.665
7	60	-	-	-
Total rata rata pembacaan L/min				32.175
Nilai hasil rata rata pembacaan di konversika ke Ndm ³ /h.				1930.5

Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran sensor aliran yang diambil pada beberapa titik pembacaan standar, mulai dari 0 L/min hingga 60 L/min. Data ini dibagi menjadi dua kolom, yaitu "Pembacaan Alat" dan "Rata-rata (L/min)." Kolom "Pembacaan Alat" mencatat nilai pembacaan sensor aliran pada setiap titik, dengan rentang antara 0,65 L/min hingga 58,88 L/min, sementara kolom "Rata-rata (L/min)" menunjukkan nilai rata-rata pembacaan pada setiap titik, dengan rentang antara 0,765 L/min hingga 55,665 L/min. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pembacaan sensor aliran umumnya mendekati nilai pembacaan standar, meskipun terdapat sedikit deviasi pada beberapa titik, seperti pada 10 L/min dan 50 L/min, yang kemungkinan disebabkan oleh akurasi sensor yang kurang optimal atau kondisi aliran yang tidak stabil. Rata-rata konsumsi udara yang diukur adalah 32,175 L/min, yang setelah dikonversikan ke satuan Ndm³/h, menjadi 1930,5 Ndm³/h. Nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan konsumsi udara standar pada sistem udara kompresi mesin timbangan yang mencapai 2940 Ndm³/h.



(a)

(b)

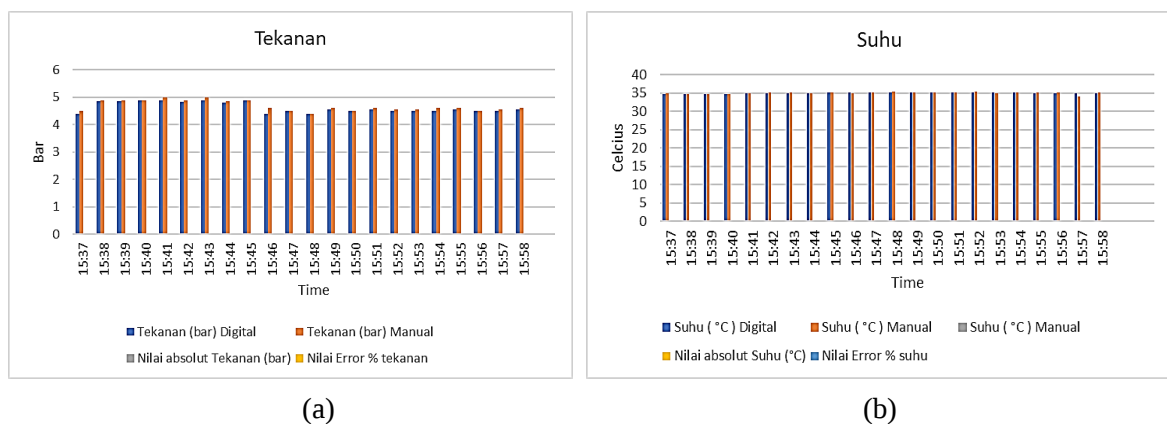
Gambar 5 (a) Grafik Web dan Grafik Aplikasi Android Sensor Fluida Digital
(b) Alat Ukur Manual Temperature dan Tekanan udara

Gambar 5 menunjukkan proses pengambilan data pada pengujian kompresor yang mengalir ke sistem udara pada timbangan, meliputi pengukuran suhu dan tekanan udara. Hasil perbandingan antara pengukuran manual dan monitoring digital untuk kedua parameter tersebut disajikan dalam bentuk tabel. Tabel 2 memuat data hasil pengukuran dari kedua metode, baik manual maupun digital.

Tabel 2 Data Hasil Perbandingan.

No	Tanggal	Waktu	Tekanan (bar)		Suhu (°C)		Nilai absolut Tekanan (bar)	Nilai absolut Suhu (°C)	Nilai Error % tekanan	Nilai Error % suhu
			Digital	Manual	Digital	Manual				
1	29/05/2024	15:37	4,4	4,5	34,75	34,83	0.1	0.02	2.22	0.23
2	29/05/2024	15:38	4,86	4,89	34,75	34,77	0.06	0.03	0.82	0.09
3	29/05/2024	15:39	4,86	4,9	34,69	34,75	0.03	0.04	0.82	0.12
4	29/05/2024	15:40	4,9	4,9	34,69	34,74	0.04	0.05	0.82	0.14
5	29/05/2024	15:41	4,9	5	34,89	35	0.1	0.02	2.00	0.00
6	29/05/2024	15:42	4,82	4,9	34,93	35,12	0.1	0.1	2.00	0.29
7	29/05/2024	15:43	4,9	5	35	35,1	0.09	0.1	1.84	0.29
8	29/05/2024	15:44	4,8	4,85	34,89	35	0.1	0.1	2.00	0.29
9	29/05/2024	15:45	4,9	4,9	35,05	35,08	0.05	0.09	1.04	0.29
10	29/05/2024	15:46	4,4	4,6	35,15	35	0.1	0.08	2.00	0.26
11	29/05/2024	15:47	4,49	4,5	35,15	35,11	0.1	0.1	2.04	0.29
12	29/05/2024	15:48	4,4	4,4	35,2	35,26	0.05	0.04	1.03	0.11
13	29/05/2024	15:49	4,55	4,6	35,13	35,17	0.1	0.02	2.04	0.06
14	29/05/2024	15:50	4,49	4,5	35,13	35,15	0.05	0.02	1.03	0.06
15	29/05/2024	15:51	4,55	4,6	35,13	35,15	0.05	0.02	1.03	0.06
16	29/05/2024	15:52	4,49	4,55	35,2	35,33	0.05	0.02	1.03	0.06
17	29/05/2024	15:53	4,49	4,55	35,1	35	0.05	0.02	1.03	0.06
18	29/05/2024	15:54	4,49	4,6	35,07	35,11	0.04	0.01	0.82	0.03
19	29/05/2024	15:55	4,55	4,6	35	35,09	0.1	0.02	2.04	0.06
20	29/05/2024	15:56	4,49	4,5	35	35,09	0.1	0.04	2.04	0.11
21	29/05/2024	15:57	4,49	4,55	34,83	34,12	0.05	0.02	1.04	0.06
22	29/05/2024	15:58	4,55	4,6	34,85	35,1	0.06	0.05	1.24	0.14
Rata Rata Nilai Absolut							0.055	0.022		

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata absolut selisih tekanan adalah 0,055 bar, sedangkan rata-rata absolut selisih suhu sebesar 0,022 °C. Selisih tekanan dihitung dengan mengurangkan nilai tekanan digital dari tekanan manual, sementara selisih suhu diperoleh dengan mengurangkan suhu digital dari suhu manual. Nilai selisih yang negatif menandakan bahwa pembacaan digital lebih tinggi dibandingkan dengan pembacaan manual. Rata-rata selisih ini dihitung dengan menjumlahkan seluruh nilai selisih dan membaginya dengan jumlah total pengukuran, yaitu 22 kali pengukuran.



Gambar 6 Grafik perbandingan hasil pengukuran tekanan dan suhu secara manual dan otomatis (Website): (a) Grafik Sensor Tekanan (b) Grafik Sensor Suhu

Pada gambar 6 menunjukkan hasil perbandingan antara kedua sensor (a) dan (b) tersebut terdapat nilai yang dihasilkan pada pengambilan data manual dan digital hanya beda selisih.

IV. KESIMPULAN

Sistem monitoring fluida berbasis web dan Android telah berhasil dikembangkan, dengan sensor-sensor dapat terbaca pada kedua platform. Pengujian sistem dilakukan dalam tiga tahap. Pada tahap pertama, sensor berhasil membaca data, namun hasil pengukuran tidak selalu sesuai dengan nilai yang diharapkan. Pengujian kedua menunjukkan bahwa perbandingan absolut pada pembacaan sensor tekanan dan suhu mengindikasikan bahwa pembacaan digital lebih tinggi dibandingkan pembacaan manual. Untuk sensor aliran, rata-rata pembacaan aliran udara sebesar 1930,5 Ndm³/h, yang lebih rendah dari standar 2940 Ndm³/h. Hal ini menunjukkan bahwa konsumsi udara tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan. Secara keseluruhan, meskipun sistem monitoring berjalan dengan baik, terdapat perbedaan antara hasil pembacaan sensor digital dan manual serta konsumsi udara yang tidak sesuai dengan nilai standar.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Pimpinan Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah mendanai kegiatan Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi melalui dana hibah penelitian rutin Politeknik Negeri Ujung Pandang TA 2024, Ketua dan staf P3M PNUP yang mengkoordinir kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Klaus Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*. Geneva: World Economic Forum, 2016.
- [2] Luigi Atzori, Antonio Iera, dan Giacomo Morabito, "The Internet of Things: A Survey," *Computer Networks*, vol. 54, no. 15, pp. 2787–2805, 2010.
- [3] Jayavardhana Gubbi, Rajkumar Buyya, Slaven Marusic, dan Marimuthu Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions," *Future Generation Computer Systems*, vol. 29, no. 7, pp. 1645–1660, 2013.
- [4] Ovidiu Vermesan dan Peter Friess, *Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems*. Aalborg: River Publishers, 2013.
- [5] U.S. Department of Energy, *Improving Compressed Air System Performance: A Sourcebook for Industry*. Washington DC, 2012.
- [6] Pramono, A., dkk., "Sistem Monitoring Ruang Genset Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 85–92, 2019.
- [7] Saputra, R., dkk., "Monitoring Tangki Air Berbasis NodeMCU ESP8266 Menggunakan Internet of Things," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 7, no. 1, pp. 45–52, 2020.
- [8] Nugroho, A., dkk., "Sistem Monitoring Kompresor Udara Berbasis IoT untuk Aplikasi Industri," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 11, no. 2, pp. 120–128, 2021.
- [9] Fethi Adelantado, Xavier Vilajosana, Pere Tuset-Peiro, Borja Martinez, Joan Melia-Segui, dan Thomas Watteyne, "Understanding the Limits of LoRaWAN," *IEEE Communications Magazine*, vol. 55, no. 9, pp. 34–40, 2017.
- [10] Augustin, A., Yi, J., Clausen, T., dan Townsley, W., "A Study of LoRa: Long Range and Low Power Networks for the Internet of Things," *Sensors*, vol. 16, no. 9, 2016.
- [11] Al-Fuqaha, A., dkk., "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 17, no. 4, pp. 2347–2376, 2015.
- [12] Lee, J., Bagheri, B., dan Kao, H. A., "A Cyber-Physical Systems Architecture for Industry 4.0-Based Manufacturing Systems," *Manufacturing Letters*, vol. 3, pp. 18–23, 2015.
- [13] Montgomery, D. C., *Introduction to Statistical Quality Control*. New York: John Wiley & Sons, 2012.

- [14] Wang, K., dkk., “Big Data Analytics for System Health Monitoring in Industrial Applications,” *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 12, no. 6, pp. 2094–2104, 2016.
- [15] Xu, L. D., Xu, E. L., dan Li, L., “Industry 4.0: State of the Art and Future Trends,” *International Journal of Production Research*, vol. 56, no. 8, pp. 2941–2962, 2018.