

Penggunaan Sensor MPX5500DP Untuk Monitoring Sistem HVAC Berbasis Mikrokontroler dan IOT

Rizki Aulia Nanda^{1*}, Agus Supriyanto², Karyadi³, Fathan Mubina Dewadi⁴

Email corresponding author: rizki.auliananda@ubpkarawang.ac.id

^{1,2,3,4}Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Buana Perjuangan Karawang, Jawa Barat, Indonesia

Article history: Received: 29 November 2022 | Revised: 17 Februari 2023 | Accepted: 20 Februari 2023

Abstract. *MPX5500DP is a sensor designed to measure how much air pressure is traveling in a channel or piping system. The MPX5500DP sensor has an analog output value that can be converted into a digital signal to display data on how much air pressure is being generated. By utilizing the MPX5500DP sensor the purpose of this study is to measure air pressure in HVAC systems with Micro SD data storage and IOT (Internet Of Things) based Web Browsers. The method used in implementing the MPX5500DP sensor is, selecting materials, making tools, installing sensors and testing. The test results obtained from Micro SD storage are the average air pressure value of 15.76 kPa. The IOT test produced an average air pressure of 15.67 kPa. At the time of testing, there were problems where data transmission was very slow so that for 30 minutes the test only received 14 air pressure data that were read on the Web Browser, namely ThingSpeak. However, the IOT test on an air pressure gauge using the MPX 5500DP sensor was successful. The success of the IOT system in monitoring HVAC air pressure can assist in monitoring the HVAC system in multi-storey buildings.*

Keywords - *MPX5500DP Sensors, Air pressure, HVAC, microcontroller, IOT*

Abstrak. *MPX5500DP merupakan sensor yang dirancang untuk mengukur seberapa besar tekanan udara yang melaju pada saluran atau sistem perpipaan. Sensor MPX5500DP memiliki nilai keluaran analog yang dapat diubah menjadi sinyal digital untuk menampilkan data seberapa besar tekanan udara yang dihasilkan. Dengan memanfaatkan sensor MPX5500DP tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur tekanan udara pada sistem HVAC dengan penyimpanan data secara Micro SD dan Web Browser berbasis IOT (Internet Of Things). Metode yang digunakan dalam menerapkan sensor MPX5500DP yaitu, pemilihan bahan, pembuatan alat, pemasangan sensor dan pengujian. Hasil pengujian yang diperoleh dari penyimpanan Micro SD yaitu nilai rata-rata tekanan udara sebesar 15,76 kPa. Pada pengujian IOT menghasilkan rata-rata tekanan udara sebesar 15,67 kPa. Pada saat pengujian mengalami kendala dimana pengiriman data terbilang sangat lambat sehingga selama 30 menit pengujian hanya menerima 14 data tekanan udara yang terbaca di Web Browser yaitu ThingSpeak. Namun dengan demikian pengujian IOT pada alat ukur tekanan udara menggunakan sensor MPX 5500DP berhasil. Keberhasilan sistem IOT dalam memonitoring tekanan udara HVAC dapat membantu dalam memantau sistem HVAC pada gedung yang bertingkat.*

Kata Kunci - *Sensor MPX5500DP, Tekanan Udara, HVAC, Mikrokontroler, IOT*

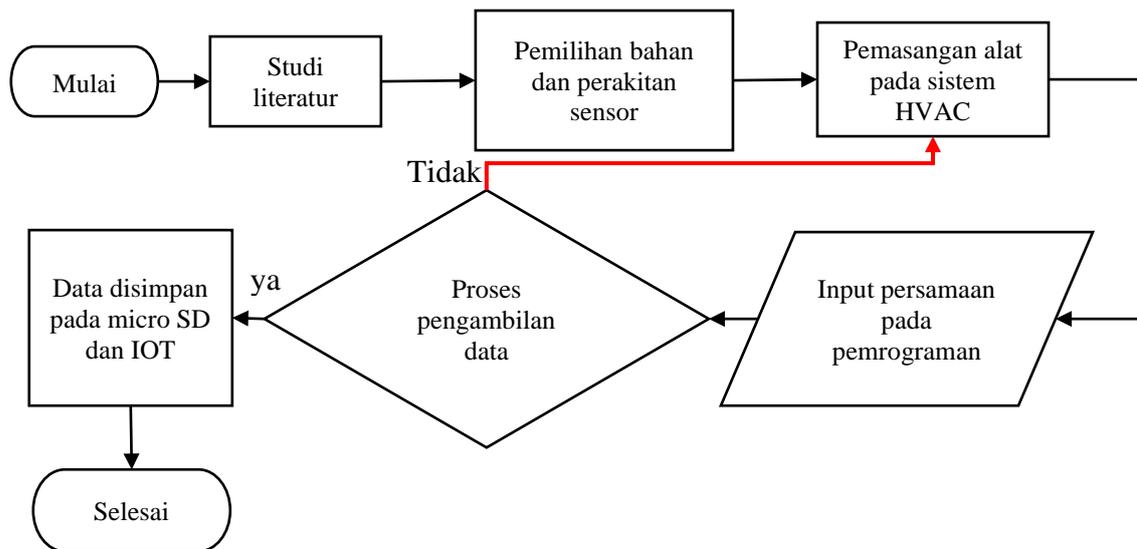
PENDAHULUAN

Sistem HVAC merupakan *Heating, ventilation, and air conditioning* (HVAC), memiliki fungsi sebagai pendingin, pemanas serta memberi kenyamanan pada ruangan, baik rumah maupun perkantoran. Pengukuran tekanan udara diperlukan untuk meninjau seberapa jauh udara terdistribusi setiap ruangan sehingga dibutuhkan alat ukur tekanan udara yang dapat memonitoring. Pemantauan sistem HVAC perlu ditingkatkan menggunakan sistem IOT (*Internet Of Things*), agar sistem monitoring lebih mudah tanpa harus masuk ke dalam saluran ventilasi atau lubang untuk mengecek seberapa besar tekanan udara. Penggunaan sistem IOT untuk mengirim data secara jarak jauh tanpa harus ada kabel data yang tersambung untuk melihat data masuk dari alat ukur[1]. Pada penelitian ini hanya terfokus pada pembacaan data sensor MPX5500DP, tidak menganalisis pengaruh blower terhadap tekanan udara. Dalam merancang sistem alat ukur ini tidak lepas dari elektrikal agar semua sistem kinerja dapat berjalan sebaik mungkin. Pada dasarnya sistem monitoring berbasis IOT dan mikrokontroler memiliki range 3.3-5 V DC sehingga alat ini aman digunakan pada sistem pengukuran[2]. MPX 5500DP merupakan sensor yang dirancang untuk mengukur seberapa besar tekanan udara yang melaju pada saluran atau sistem perpipaan. Sensor MPX5500DP memiliki nilai keluaran analog yang dapat diubah menjadi sinyal digital untuk menampilkan data seberapa besar tekanan udara yang dihasilkan[3]. Penelitian sebelumnya meneliti tentang Portable Spirometer berbasis mikrokontroler. Spirometer adalah salah satu alat kesehatan yang berfungsi untuk mengukur kapasitas dan volume paru-paru manusia. Dengan

pendekatan pada sensor MPX5500DP[4]. Pada penelitian ini tujuan menggunakan sensor MPX5500DP sebagai pengukuran tentang sistem HVAC berbasis IOT.

METODE

Proses penelitian ini dimulai dengan beberapa studi literatur dan meninjau pembaruan pada peneliti sebelumnya atau melakukan kombinasi penelitian sebelumnya, pada penelitian ini membahas bagaimana menggunakan sensor MPX 5500DP untuk melihat seberapa besar tekanan udara terhadap sistem HVAC dengan pendekatan sistem mikrokontroler berbasis IOT. Alur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Banyak pendekatan-pendekatan pengukuran tekanan udara pada sistem HVAC salah satunya penelitian Wei Wu dan teman-teman. Dimana pada penelitian itu membahas pengaruh tekanan udara terhadap konsumsi listrik atau energi. Pada persamaan 1 merupakan persamaan untuk menghitung pengaruh tekanan udara terhadap luas penampang pada sistem HVAC[5].

$$t_r = \frac{t_1 A_1 + \dots + t_n A_n}{A_1 + \dots + A_n} \quad (1)$$

Keterangan:

t_r = Asumsi Tekanan laju udara (kPa)

t_1 = Tekanan Udara (kPa)

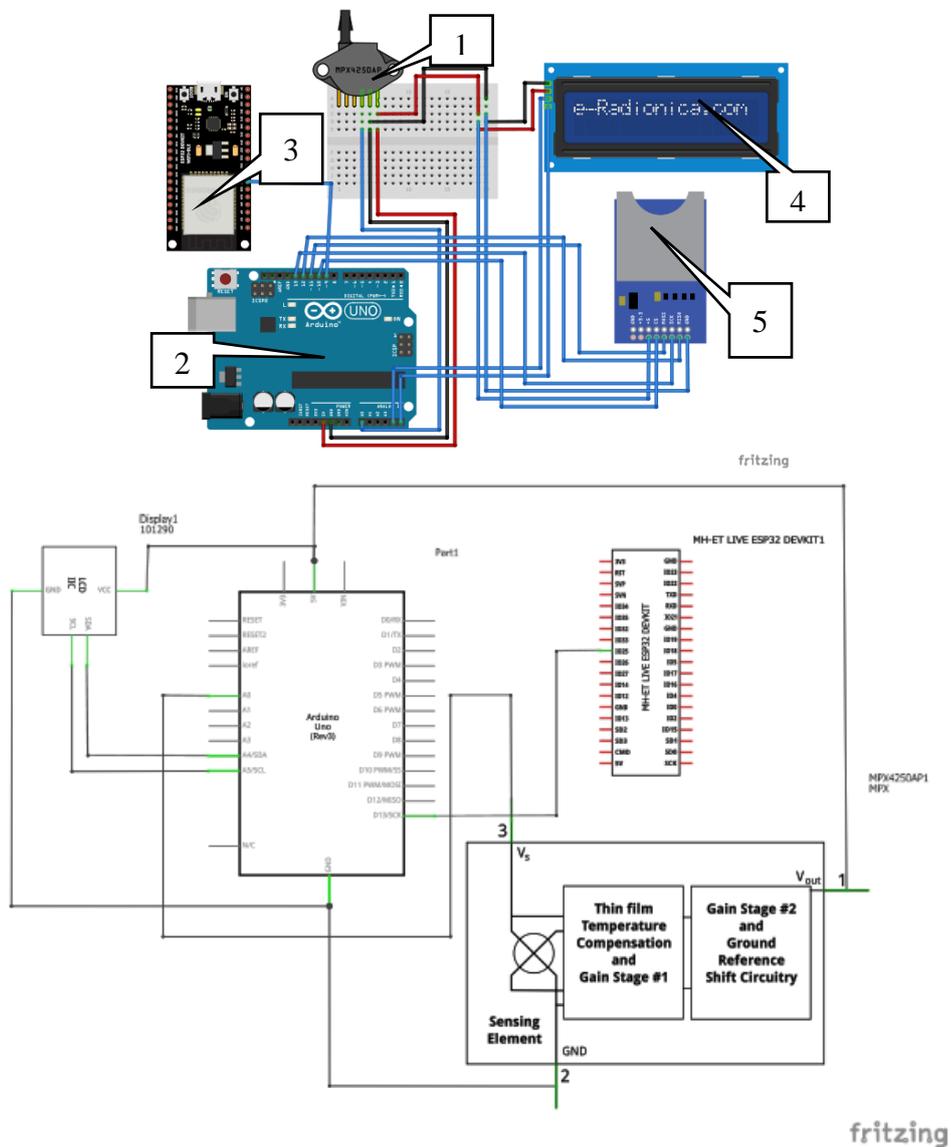
A_1 = Luas penampang di setiap sisi (CM²)

Peninjauan studi literatur mencakup studi pemanfaatan sensor MPX5500DP dalam melihat nilai tekanan udara yang terjadi, selanjutnya meninjau sistem HVAC bekerja dan proses pengukuran dalam sistem HVAC. Pembaruan pada penelitian ini adalah menerapkan sensor MPX5500DP untuk mengukur tekanan sistem HVAC dengan sistem IOT. Adapun bahan yang digunakan untuk pembuatan alat ukur tekanan udara dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Bahan yang digunakan

No	Nama Komponen	Fungsi
1	MPX5500DP	Sensor tekanan udara dalam satuan kPa
2	Arduino UNO	Mikrokontroler sebagai pembaca data dari sensor
3	ESP32 Wifi	Sebagai pengirim data wifi
4	LCD	Penampilan data pada monitor
5	MicroSD	Sebagai Penyimpanan data

Dari bahan-bahan yang telah dijelaskan pada Tabel 1. Maka semua komponen dirakit dan diuji sistem kelistrikkannya untuk melihat seberapa bagus data yang diterima. Untuk perancangan sistem rangkaian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perancangan rangkaian

Dari Gambar 2 dapat dijelaskan bahwa penggunaan sensor MPX5500DP membaca data dalam bentuk analog namun persamaan analog diubah dalam bentuk ADC menjadi Digital untuk melihat nilai tekanan udara [2]. Data dari sensor MPX5500DP tersebut menjadi input pada sistem mikrokontroler yaitu Arduino UNO[6]. Dalam membaca data sensor Arduino memberi perintah OUTPUT untuk dibaca pada ESP32 modul dalam perintah *DIGITAL READ* dengan tujuan mengirim data pada Web Browser dengan kata lain *IOT Communication Midleware*[7]. Untuk penyimpanan ke dua maka digunakan micro SD sehingga ada dua penyimpanan yang digunakan, penyimpanan micro SD memiliki fungsi sebagai *READ DATA*[8]. Hasil komponen yang telah dirancang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil perakitan sensor tekanan udara

Komponen yang telah dirakit akan dipasangkan pada sistem HVAC, Sistem HVAC yang dibuat merupakan sistem HVAC prototype yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Sistem HVAC

Komponen yang ada pada sistem HVAC terdiri dari saluran, kondensator dan centrifugal radial blower dengan tekanan maksimum 480 Pa. Posisi pemasangan MPX500DP dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Posisi pemasangan saluran MPX5500DP

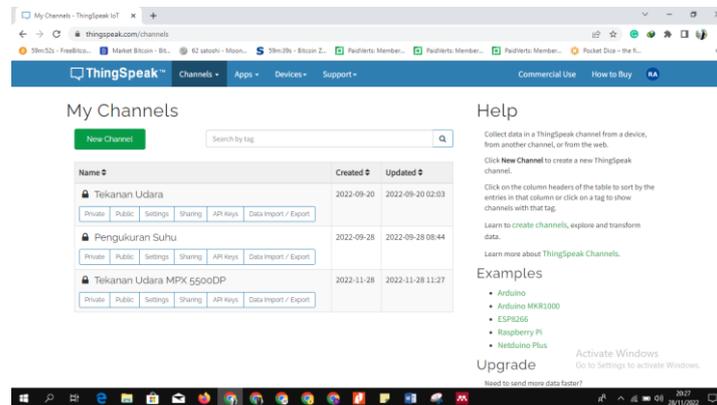
Pemasangan saluran untuk sensor mengacu pada inlet dan outlet pada sensor MPX 5500DP, sensor tersebut membaca data dalam satuan kPa. Penelitian ini hanya mengacu pada pembacaan data saja, tidak dalam menganalisis soal kondisi dan pengaruh udara pada sistem HVAC. Keberhasilan pembacaan data akan masuk pada sistem micro SD dan IOT sistem di web browser. Setelah proses pemasangan dilakukan maka selanjutnya mengubah data Analog ke data Digital pada pemrograman di aplikasi Arduino IDE[9][10]. Persamaan yang diinput pada pemrograman dapat dilihat pada persamaan 2 dan 3.

$$V_{out} = V_s(0.018P + 0.04) \quad (2)$$

V_s merupakan catu daya dan P merupakan nilai tekanan yang keluar dari sensor. Selanjutnya mengubah data analog menjadi digital dengan persamaan 3 (hubungan ADC dan tegangan keluaran).

$$ADC = \frac{V_{out} \times 1023}{5V} \quad (3)$$

Persamaan tersebut diinput pada pemrograman, pemrograman yang telah selesai dilakukan upload ke Arduino UNO hingga data micro SD dan data IOT terbaca. Pembacaan IOT dilakukan di web browser ThingSpeak, ThingSpeak merupakan pelayanan data IOT secara gratis yang dapat digunakan untuk membaca data sensor, analisis data dan visualisasi[11]. Untuk tampilan ThingSpeak dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. ThingSpeak

Pada Gambar 6 merupakan channel yang digunakan untuk menerima data sensor MPX 5500DP tekanan udara, data tersebut dalam bentuk grafik namun bisa di ekspor dalam bentuk Excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat ukur tekanan udara MPX 5500DP memiliki tegangan konstan yaitu 5 VDC dengan maksimum pengukuran sebesar 500 kPa. Bentuk MPX 5500DP yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 7. Untuk spesifikasi sensor MPX 5500DP dapat dilihat pada Tabel 2.

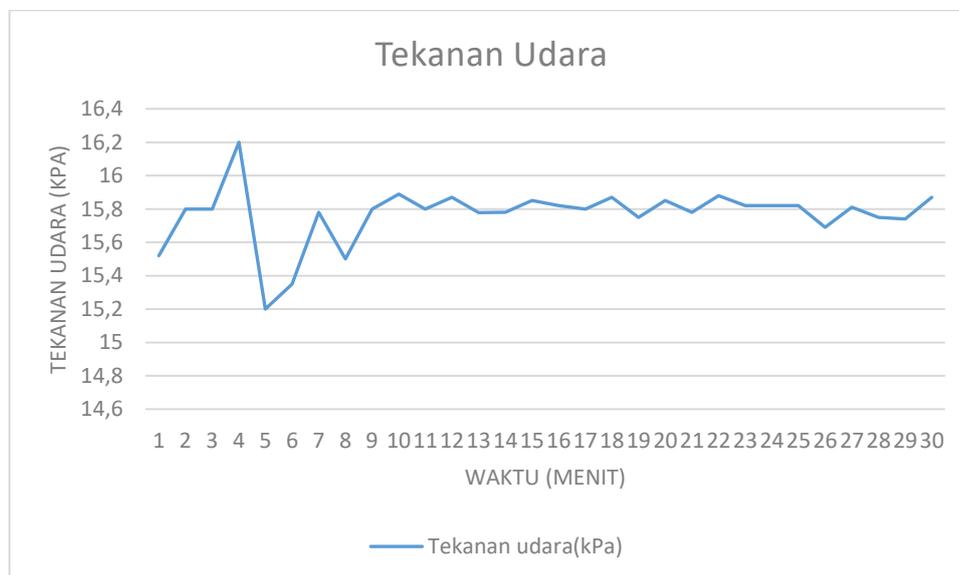


Gambar 7. MPX 5500DP

Tabel 2. Data Spesifikasi sensor MPX5500DP (Sumber: Freescale Semiconductor)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Pressure Range(1)	POP	0	—	500	kPa
Supply Voltage(2)	VS	4,75	5	5,25	Vdc
Supply Current	IO	—	7	10	mAdc
Zero Pressure Offset(3) (0 to 85°C)	Voff	0,088	0,2	0,313	Vdc
Full Scale Output(4) (0 to 85°C)	VFSO	4,587	4,7	4,813	Vdc
Full Scale Span(5) (0 to 85°C)	VFSS	—	4,5	—	Vdc
Accuracy(6) (0 to 85°C)	—	—	—	±2.5	% VFSS
Sensitivity	V/P	—	9	—	mV/kPa
Response Time(7)	tR	—	1	—	ms
Output Source Current at Full Scale Output	IO+	—	0,1	—	mAdc
Warm-Up Time(8)	—	—	20	—	ms

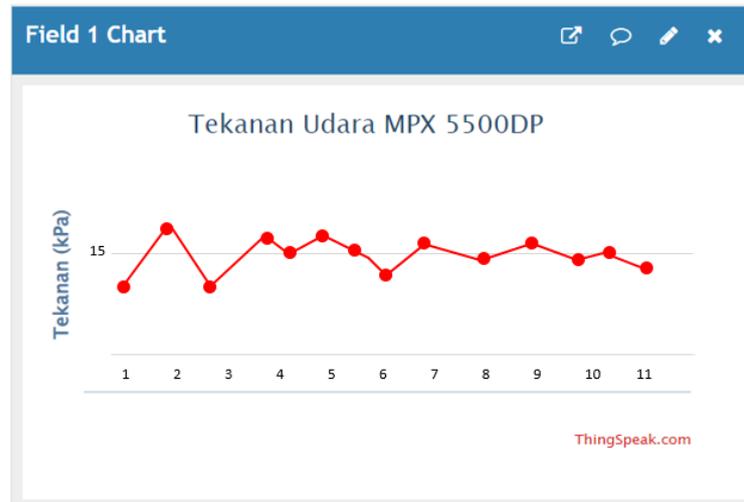
Tabel 2 menampilkan spesifikasi sensor MPX 5500DP. Yang dapat disimpulkan bahwa tekanan maksimum sebesar 500 kPa dengan range arus kerja sensor yaitu 4,75-5 Vdc. Selanjutnya pengambilan data yang disimpan secara micro SD dan IOT web browser tersimpan secara bersamaan namun pada penelitian ini data awal yang ditampilkan adalah data dari penyimpanan micro SD. Pengujian ini hanya dilakukan selama 30 menit saja persatu menit data di ambil. Data yang disajikan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik pembacaan tekanan udara pada penyimpanan Micro SD

Data keluaran yang dibaca pada sensor dapat dijelaskan bahwa data tertinggi ada pada menit ke tiga dengan nilai tekanan udara sebesar 16,2 kPa dan yang terendah ada pada menit ke lima yaitu 15,2 kPa, data tersebut diperoleh karena lama waktu blower menyala dari 0-1 menit sehingga udara yang terkumpul pada saluran HVAC mengalami peningkatan dan pada ujung saluran sistem HVAC ditutup dengan tujuan melihat nilai peningkatan pada sensor tersebut dalam membaca data. Data dari pengujian tersebut ditampilkan pada layar LCD 16 × 2, data dari

sensor dikatakan benar karena dari sensitifitas sensor bekerja untuk tekanan udara namun pengkalibrasi juga dilakukan dengan membandingkan alat ukur tekanan udara MPX 5500DP terhadap alat ukur “barometer” yang dipasangkan pada saluran HVAC, nilai dari sensor MPX 5500DP menampilkan nilai mendekati sama pada alat ukur barometer hanya selisih 0,3 kPa. Selama pengujian 30 menit data yang memiliki rata-rata tekanan udaranya sebesar 15,76 kPa, data nilai tekanan udara ini diambil pada saluran sistem HVAC pada saat blower dinyalakan. Dengan kata lain pembacaan data tekanan udara pada sensor MPX 5500DP dikatakan berhasil pada penyimpanan micro SD, selanjutnya pembacaan data pada grafik IOT di web browser ThingSpeak yang dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik pembacaan tekanan udara pada penyimpanan webbrowser.

Grafik yang dihasilkan pada Gambar 9 merupakan 14 data yang diperoleh dari 30 menit pengujian, dalam kata lain jika pada micro sd sudah menyimpan sebanyak 30 data maka pada IOT hanya menyimpan data 14, hal tersebut karena pengiriman data yang lambat akibat jaringan, namun dengan demikian bahwa monitoring sistem HVAC masih dapat dilakukan menggunakan data yang dikirim secara IOT. Pada Gambar 10 sumbu x memang tidak menuliskan keterangan karena dari penyedia layanan *thingspeak* tidak ada, tetapi sumbu x tersebut menunjukkan waktu dalam satuan menit. Dari monitoring secara IOT pada Gambar 10 dapat dijelaskan range pembacaan data berkisar antara 14,8 kPa – 16,2 kPa. Dengan rata-rata 15,67 kPa. Sensor MPX5500DP berhasil untuk membaca data pada micro SD dan IOT pada web *ThingSpeak*.

KESIMPULAN

Sesuai dengan tujuan pada penelitian ini yaitu menggunakan sensor MPX 5500DP dalam mengukur tekanan udara pada sistem HVAC berbasis mikrokontroler dalam menyimpan data secara Micro SD dan IOT berhasil dilakukan. Dimana pengujian dilakukan selama 30 menit menghasilkan data penyimpanan pada micro sd dan webbrowser pada ThingSpeak. Pada penyimpanan di micro SD dapat membaca data dengan sempurna selama 30 menit. Rata-rata data tekanan udara sistem HVAC yang disimpan oleh micro SD mencapai 15,76 kPa dengan data tertinggi ada pada menit ke tiga dengan nilai tekanan udara sebesar 16,2 kPa dan yang terendah ada pada menit ke lima yaitu 15,2 kPa, selanjutnya penyimpanan data di webbrowser pada ThingSpeak. Pada saat pengujian mengalami kendala dimana pengiriman data terbilang sangat lambat sehingga selama 30 menit pengujian hanya menerima 14 data tekanan udara dengan tekanan udara tertinggi yaitu 16,2 kPa, dengan rata-rata selama pengujian 14 data sebesar 15,67 kPa. Hal tersebut terjadi dikarenakan pengaruh sinyal wifi yang masih lambat. Namun dengan demikian pengujian IOT pada alat ukur tekanan udara menggunakan sensor MPX 5500DP berhasil. Keberhasilan sistem IOT dalam memonitoring tekanan udara HVAC dapat membantu dalam memantau sistem HVAC pada gedung yang bertingkat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada ketua program studi Teknik Mesin Universitas Buana Perjuangan Karawang yang telah memberikan pengetahuan serta membantu dalam memberikan alat sistem HVAC untuk dilakukan pengujian alat ukur ini. Keberhasilan ini juga berkat dukungan dan kerja keras tim. Terimakasih juga kepada para pemberi dana HIBAH

Dikti untuk bisa menunjang keberhasilan penelitian ini. Dengan keberhasilan ini diharapkan sistem alat ukur dapat berkembang terus dengan penerapan ilmu mekatronika di Prodi Teknik Mesin

REFERENSI

- [1] C. T. Helena Manurung, J. Arifin, F. T. Syifa, and R. A. Rochmanto, "Pemanfaatan ESP32 Sebagai Sistem Pemantauan Kualitas Air Keran Siap Minum Secara Real-Time Menggunakan Aplikasi," *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 93–98, 2022, doi: 10.20895/jtece.v4i2.535.
- [2] H. Kusuma, F. Ramadhan, A. A. Alawi, R. Nauval, and J. Setiawan, "Prototipe Pendeteksi Kebocoran Pipa Berbasis Iot Menggunakan Nodemcu Esp8266 Melalui Dashboard Adafruit.Io," *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, vol. 3, no. 2, pp. 327–333, Jul. 2021, doi: 10.47233/jteksis.v3i2.253.
- [3] Freescale, "Freescale Semiconductor Integrated Silicon Pressure Sensor On-Chip Signal Conditioned , Temperature Compensated and Calibrated," *Sensors (Peterborough, NH)*, pp. 2007–2009, 2009.
- [4] S. Ilman and E. Wahyuningsih, "Portable Spirometer Using Air Pressure Sensor MPX5500DP Based on Microcontroller Arduino Uno S," *ICETLAWBE 2020*, 2020, doi: 10.4108/eai.26-9-2020.2302783.
- [5] W. Wu, H. M. Skye, and P. A. Domanski, "Selecting HVAC systems to achieve comfortable and cost-effective residential net-zero energy buildings," *Appl. Energy*, vol. 212, no. November 2017, pp. 577–591, 2018, doi: 10.1016/j.apenergy.2017.12.046.
- [6] S. Karimi, P. Poure, and S. Saadate, "An HIL-based reconfigurable platform for design, implementation, and verification of electrical system digital controllers," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 57, no. 4, pp. 1226–1236, Apr. 2010, doi: 10.1109/TIE.2009.2036644.
- [7] S. E. L. Barrak *et al.*, "IoT-Based Smart Airflow System for Retrofitting Commercial Variable Air Volume HVAC Systems," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 55, no. 12, pp. 444–449, 2022, doi: 10.1016/j.ifacol.2022.07.352.
- [8] A. Saefullah, D. Immaniar, and R. A. Juliansah, "SISTEM KONTROL ROBOT PEMINDAH BARANG MENGGUNAKAN APLIKASI ANDROID BERBASIS ARDUINO UNO," *CCIT J.*, vol. 8, no. 2, pp. 45–56, 2015.
- [9] R. I. Putri, M. Rifa, and A. N. Anjarsari, "Sampah Rumah Tangga Menggunakan MPX5500DP," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 19, no. 1, pp. 61–66, 2020.
- [10] R. Rizki Aulia Nanda, Jati and L. A. Kurniawan, "PERANCANGAN DAN PERAKITAN ELEKTRONIKA MIKROKONTROLER BERBASIS IOT UNTUK STUDI PENGUKURAN SISTEM HVAC," *Buana Ilmu*, vol. 7, no. 1, pp. 43–55, 2022.
- [11] J. Pérez-Padillo, J. G. Morillo, J. Ramirez-Faz, M. T. Roldán, and P. Montesinos, "Design and implementation of a pressure monitoring system based on iot for water supply networks," *Sensors (Switzerland)*, vol. 20, no. 15, pp. 1–19, 2020, doi: 10.3390/s20154247.