

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM MONITORING SUHU TANGKI BAHAN BAKAR DAN TEKANAN *BOOST PUMP* BERBASIS IOT

*¹Ardian Kurniawan, ²Muhammad Luqman Bukhori

¹⁾Jurusan Teknik Dirgantara
Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan
22022302@students.sttkd.ac.id

²⁾Jurusan Teknik Elektro
Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan
m.luqman@sttkd.ac.id

Article history:

Received May 08, 2026

Revised June 10, 2026

Accepted July 07, 2026

Abstract

The reliability of aircraft fuel systems is a critical factor in ensuring flight safety and engine performance. Monitoring fuel temperature and boost pump outlet pressure plays an essential role in maintaining stable fuel distribution to the engine. However, cockpit indicator failures, such as fuel temperature bulb malfunctions, can reduce monitoring effectiveness and increase operational risks. This study aims to design and develop an Internet of Things (IoT)-based monitoring system prototype as a secondary monitoring solution. The proposed system utilizes a DS18B20 temperature sensor, a pressure transducer, a flow sensor, and an ESP32 microcontroller for data acquisition and processing. The collected data are transmitted in real time to a Firebase Realtime Database and displayed via a mobile application developed using MIT App Inventor. The research employs a quantitative experimental approach with a Research and Development (R&D) model. Experimental results indicate that the temperature sensor achieves an average accuracy above 97%, while the pressure sensor demonstrates a linear response to pressure variations. Furthermore, the IoT communication system operates reliably, with real-time data transmission delays of less than two seconds. These results demonstrate that the developed system enhances the effectiveness, accessibility, and reliability of monitoring aircraft fuel system parameters.

Keywords: Aircraft Fuel System; Temperature Monitoring; IoT-based Monitoring System; Boost Pump Pressure; ESP

Pendahuluan

Pesawat terbang adalah transportasi udara yang sangat penting bagi banyak orang dan salah satu alternatif yang banyak diminati banyak orang. Transportasi ini sangat efisien dan ekonomis saat pengangkutan antar pulau maupun daerah. Pada era modern saat ini pergerakan manusia dan barang semakin cepat sehingga, membutuhkan transportasi yang cepat dan tepat. Pesawat terbang selain cepat juga memiliki keamanan yang baik, karena keamanan sangat di butuhkan untuk kenyamanan para penumpang. Keamanan ini tentunya perlu diperhatikan dalam penggunaan pesawat terbang, salah satunya adalah faktor keselamatan penerbangan. Keselamatan pada pesawat merupakan salah satu faktor penting yang harus diperhatikan. Salah satu komponen yang perlu diperhatikan adalah bagian tangki bahan bakar. Sistem bahan bakar pesawat udara merupakan salah satu subsistem vital yang secara langsung mempengaruhi performa mesin dan keselamatan penerbangan. Parameter utama yang harus dipantau secara kontinu adalah suhu bahan bakar dan tekanan *output boost pump*. Perubahan suhu bahan bakar dapat mempengaruhi densitas dan viskositas fluida, sedangkan tekanan boost pump menentukan kestabilan suplai bahan bakar menuju engine [1]. Apabila salah satu indikator pada cockpit mengalami kegagalan, seperti kerusakan fuel temperature bulb, maka informasi kondisi aktual sistem menjadi terbatas.

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memungkinkan integrasi sensor dengan sistem komunikasi berbasis internet sehingga data dapat dipantau secara *real-time* dan jarak jauh [2]–[4]. Penggunaan mikrokontroler ESP32 memberikan keunggulan berupa konektivitas *WiFi* terintegrasi serta kemampuan pemrosesan data yang cukup untuk aplikasi monitoring [5]. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem monitoring berbasis IoT untuk aplikasi industri dan fluida, namun implementasi pada simulasi sistem bahan bakar pesawat masih terbatas [6]–[8]. Dalam penelitian eksperimen pada sistem pengukuran dan monitoring air digunakan sebagai fluida simulasi pada tahap awal pengujian, sebelum dilakukan pada pengujian fluida yang sebenarnya.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun *prototype* sistem monitoring suhu tangki bahan bakar dan tekanan output boost pump berbasis IoT

sebagai sistem pendukung (*secondary monitoring system*). Sistem yang dikembangkan diharapkan mampu memberikan data secara real-time dengan tingkat akurasi yang baik serta stabilitas komunikasi yang andal.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif dengan pendekatan *Research and Development* (R&D) berbasis *prototype*. Tahapan penelitian meliputi perancangan sistem, perakitan perangkat keras, pengembangan perangkat lunak, pengujian sensor, serta analisis data.

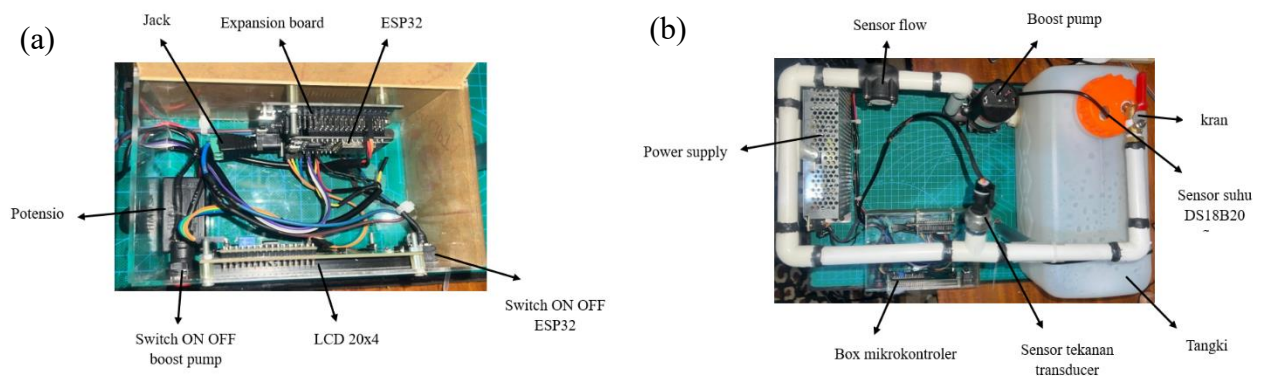
Sistem terdiri dari sensor suhu DS18B20 dengan akurasi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, sensor tekanan pressure transducer 0–100 psi, sensor flow berbasis *Hall-effect*, serta mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali. Data sensor dibaca melalui proses akuisisi analog dan digital, kemudian dikirimkan ke Firebase Realtime Database melalui koneksi WiFi. Aplikasi monitoring dikembangkan menggunakan MIT App Inventor untuk menampilkan parameter suhu ($^{\circ}\text{C}$), tekanan (psi), dan debit aliran (L/min).

Fluida yang digunakan dalam pengujian adalah air sebagai surrogate fluid karena aman, mudah dikontrol variasi suhunya, dan sesuai untuk pengujian fungsional sistem [9]. Rentang suhu pengujian dibagi menjadi tiga kategori, yaitu suhu rendah ($<16^{\circ}\text{C}$), suhu normal ($16\text{--}30^{\circ}\text{C}$), dan suhu tinggi ($>30^{\circ}\text{C}$). Tekanan output boost pump diukur menggunakan *pressure gauge* sebagai pembanding untuk menentukan persentase error sensor tekanan.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Perancangan Hardware

Alat monitoring ini menggunakan tiga sensor utama, yaitu sensor suhu DS18B20 untuk mengukur temperatur, *pressure transducer* untuk mengukur tekanan, dan flow sensor untuk mengukur debit aliran. Sistem dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 yang juga berfungsi untuk mengirimkan data hasil pengukuran ke aplikasi Android. Sumber tegangan alat berasal dari power supply 12V 20A yang terhubung dengan modul ESP32. Data suhu, tekanan, dan aliran yang diperoleh dari sensor diproses oleh ESP32 kemudian dikirimkan secara nirkabel ke aplikasi smartphone Monitoring untuk ditampilkan secara real-time. Rangkaian skematik sistem ditunjukkan pada gambar berikut.

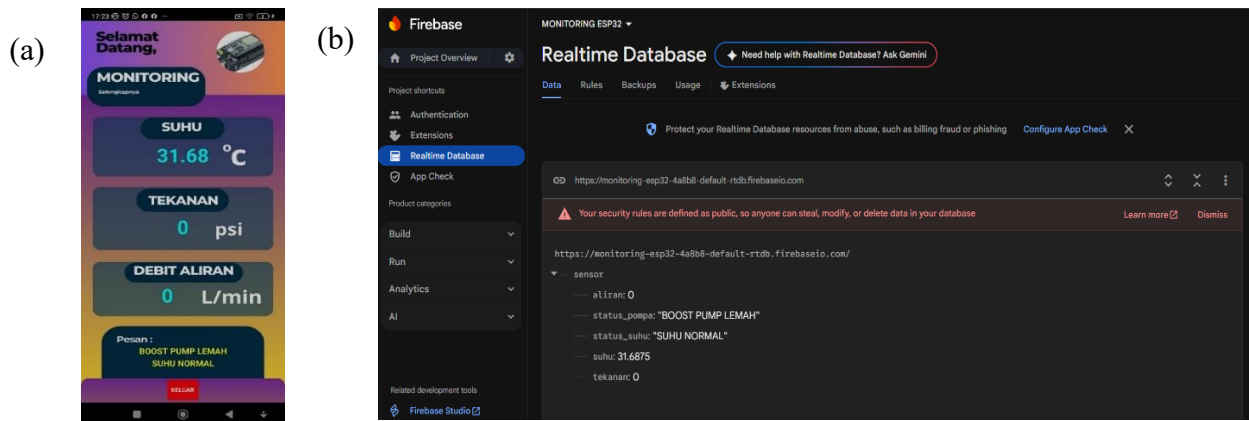


Gambar 1. (a)Tampak dalam; (b)Tampak Luar Rangkaian Hardware Monitoring

Hasil Perancangan Software

Perancangan Perangkat Lunak Perancangan perangkat lunak terdiri dari program mikrokontroler ESP32 dan aplikasi *Android MONITORING*. Program ESP32 dibuat menggunakan Arduino IDE untuk membaca data sensor, mengolah data, dan mengirimkannya melalui koneksi WiFi menggunakan sistem IoT. Aplikasi Android berfungsi sebagai antarmuka untuk menampilkan data

suhu, tekanan, dan aliran secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan komunikasi antara ESP32 dan aplikasi Android berjalan dengan baik sehingga sistem dapat beroperasi sesuai perancangan.



Gambar 2. (a) Tampilan Aplikasi *Monitoring*; (b) Tampilan *Firebase*

Gambaran Umum Pengujian Sistem

Pengujian sistem monitoring dilakukan untuk mengetahui kinerja *prototype* dalam membaca parameter suhu fluida pada tangki mini dan tekanan *output boost pump* mini DC, serta mengevaluasi kestabilan pengiriman data berbasis *Internet of Things* (IoT) dari ESP32 ke *Firebase* dan aplikasi monitoring. *Fluida* yang digunakan adalah air sebagai fluida simulasi karena aman dan umum digunakan dalam pengujian sistem fluida di laboratorium. Pengujian difokuskan pada validasi fungsi sistem monitoring, yaitu kemampuan sensor membaca perubahan suhu dan tekanan, kemampuan ESP32 mengirimkan data secara *real-time*, serta kemampuan aplikasi monitoring menampilkan data secara *real-time*.

Hasil pengujian

Hasil pengujian ini mencakup beberapa eksperimen yang dilakukan pada sistem monitoring. Dalam pelaksanaan pengujian, seluruh percobaan dilakukan dengan patokan yang sama, yaitu besaran pembukaan katup sebesar 25 derajat dari posisi katup tertutup, sehingga hasil pengujian yang diperoleh dapat dibandingkan secara konsisten. Besaran bukaan katup dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 3. Ukuran katup kran yang terbuka

Hasil dan Pembahasan Pengujian Sensor Suhu (DS18B20)

Hasil Pengujian Sensor Suhu

Pengujian sensor suhu DS18B20 dilakukan untuk mengevaluasi tingkat ketelitian dan kestabilan pembacaan suhu pada simulasi tangki bahan bakar dengan memberikan variasi kondisi suhu fluida (air) pada tangki mini, yaitu air dingin, air suhu ruang, dan air panas. Pengambilan data dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor DS18B20 yang ditampilkan pada aplikasi

monitoring dengan hasil pembacaan alat ukur standar (*thermometer*) sebagai nilai referensi. Data hasil pengujian kemudian disajikan dalam bentuk tabel untuk setiap kondisi pengujian.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20 Dengan Sample Air Dingin

No	Kondisi Pengujian	Suhu Standar (°C)	Suhu Sensor DS18B20 (°C)	Error
1	Air dingin	12.5	13	3.85%
2	Air dingin	12.5	13	3.85%
3	Air dingin	12.5	13.1	4.58%
4	Air dingin	12.5	13.1	4.58%
5	Air dingin	13	13.2	1.52%
Rata-rata Error				3.68%

$$\text{Rata-rata Error} = \frac{\text{Jumlah Presentase Error}}{5} = \frac{18.38\%}{5} = 3.68\%$$

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20 Dengan Sample Air Suhu Ruangan

No	Kondisi Pengujian	Suhu Standar (°C)	Suhu Sensor DS18B20 (°C)	Error
1	Air suhu ruangan	28.5	29	1.75%
2	Air suhu ruangan	29	29.2	0.69%
3	Air suhu ruangan	29	29.1	0.34%
4	Air suhu ruangan	29	29.1	0.34%
5	Air suhu ruangan	29	29.1	0.34%
Rata-rata Error				0.69%

$$\text{Rata-rata Error} = \frac{\text{Jumlah Presentase Error}}{5} = \frac{3.46\%}{5} = 0.69\%$$

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20 Dengan Sample Air Panas

No	Kondisi Pengujian	Suhu Standar (°C)	Suhu Sensor DS18B20 (°C)	Error
1	Air panas	40.9	42	2.69%
2	Air panas	40.6	42	3.45%
3	Air panas	40.5	41	1.23%
4	Air panas	40.5	41	1.23%
5	Air panas	40.4	41	1.49%
Rata-rata Error				2.02%

$$\text{Rata-rata Error} = \frac{\text{Jumlah Presentase Error}}{5} = \frac{10.09\%}{5} = 2.02\%$$

Analisis Perbandingan Sensor Suhu terhadap Alat Referensi

Berdasarkan hasil pengujian, sensor suhu DS18B20 mampu membaca perubahan suhu pada setiap kondisi pengujian dengan nilai yang relatif stabil. Pada kondisi air dingin, sensor menunjukkan adanya selisih pembacaan terhadap alat referensi. Selisih tersebut dapat terjadi karena adanya perbedaan respon waktu antara sensor dan *thermometer* standar, terutama saat terjadi perubahan suhu yang cukup cepat.

Pada kondisi suhu ruang, hasil pembacaan sensor cenderung lebih stabil dan memiliki selisih yang lebih kecil dibanding kondisi air dingin. Hal ini disebabkan karena kondisi suhu ruang relatif lebih konstan, sehingga fluktuasi pembacaan sensor lebih kecil dan sistem dapat membaca data secara lebih stabil.

Pada kondisi air panas, sensor tetap mampu membaca perubahan suhu dengan baik. Namun, perbedaan pembacaan masih dapat terjadi akibat distribusi panas pada fluida yang tidak selalu homogen, terutama jika proses pemanasan dilakukan dari satu titik tertentu. Ketidakhomogenan suhu dapat menyebabkan sensor dan thermometer membaca nilai yang sedikit berbeda apabila posisi pengukuran tidak berada pada titik yang benar-benar sama.

Pembahasan *Error* Sensor Suhu

Error pengukuran sensor suhu dihitung menggunakan rumus persentase *error* dengan membandingkan nilai sensor terhadap nilai referensi. Berdasarkan hasil perhitungan *error* pada tiap kondisi pengujian, dapat disimpulkan bahwa sensor DS18B20 memiliki tingkat akurasi yang cukup baik untuk digunakan dalam prototype monitoring berbasis IoT.

Beberapa faktor yang dapat memengaruhi *error* sensor suhu pada penelitian ini antara lain:

- Respon waktu sensor:** DS18B20 membutuhkan waktu tertentu untuk mencapai pembacaan stabil, terutama ketika suhu fluida berubah cepat.
- Posisi sensor:** Perbedaan titik pengukuran antara sensor dan alat referensi dapat menimbulkan selisih nilai.
- Kondisi fluida tidak homogen:** Pada air panas, distribusi suhu dapat berbeda pada tiap bagian tangki mini.
- Interval pengiriman data:** Pengiriman data IoT secara periodik dapat menyebabkan keterlambatan pembacaan yang tampil pada aplikasi dibandingkan perubahan suhu aktual.

Walaupun terdapat *error* pada beberapa kondisi pengujian, hasil menunjukkan bahwa DS18B20 tetap mampu membaca perubahan suhu secara konsisten dan sistem monitoring mampu menampilkan data secara *real-time*. Hal ini menunjukkan bahwa sensor DS18B20 layak digunakan sebagai sensor suhu dalam prototype monitoring yang dikembangkan.

Hasil dan pembahasan pengujian sensor tekanan *output boost pump*

Hasil Pengujian Sensor Tekanan

Pengujian sensor tekanan dilakukan pada saluran keluaran *boost pump* dengan tujuan untuk mengetahui kinerja sensor dalam membaca tekanan fluida. Sensor diuji pada beberapa variasi tekanan yang berbeda dengan tekanan output 3V, 5V, 7V, 9V, dan 11V, kemudian hasil pengukurannya dibandingkan dengan alat ukur tekanan standar dan ditampilkan pada aplikasi monitoring. Pengujian tekanan dilakukan pada beberapa kondisi suhu fluida (air), yaitu air dingin, air suhu ruang, dan air panas. Hasil Pengujian Sensor Tekanan.

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor Tekanan Dengan Sample Air Dingin

No	Kondisi Pengujian	Tekanan Standar (PSI)	Tekanan Sensor (PSI)	Error	Keterangan
1	3V	5	5.1	2.00%	Stabil
2	5V	14	15.1	7.86%	Stabil
3	7V	27.5	31.1	13.09%	Stabil
4	9V	38	40.7	7.11%	Stabil
5	11V	55	57.7	4.91%	Stabil
Rata-rata <i>Error</i>				6.99%	

$$\text{Rata-rata Error} = \frac{\text{Jumlah Presentase Error}}{5} = \frac{34.97\%}{5} = 6.99\%$$

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Tekanan Dengan Sample Air Suhu Ruangan

No	Kondisi Pengujian	Tekanan Standar (PSI)	Tekanan Sensor (PSI)	Error	Keterangan
1	3V	5	5.7	14.00	Stabil
2	5V	15	16.33	8.87	Stabil
3	7V	29	31.7	9.31	Stabil
4	9V	40	42.4	6.00	Stabil
5	11V	60	61.8	3.00	Stabil
Rata-rata Error				8,236%	

$$\text{Rata-rata Error} = \frac{\text{Jumlah Presentase Error}}{5} = \frac{41.18\%}{5} = 8.236\%$$

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor Tekanan Dengan Sample Air Panas

No	Kondisi Pengujian	Tekanan Standar (PSI)	Tekanan Sensor (PSI)	Error	Keterangan
1	3V	6	6.5	8.33	Stabil
2	5V	18	19	5.56	Stabil
3	7V	29	31.9	10.00	Stabil
4	9V	41	43.4	5.85	Stabil
5	11V	61	62.31	2.15	Stabil
Rata-rata Error				6.38%	

$$\text{Rata-rata Error} = \frac{\text{Jumlah Presentase Error}}{5} = \frac{31.89\%}{5} = 6.38\%$$

Analisis Perbandingan Sensor Tekanan terhadap Alat Referensi

Berdasarkan hasil pengujian, sensor tekanan mampu mendeteksi adanya tekanan pada jalur *output boost pump* dan menampilkan perubahan tekanan ketika *boost pump* bekerja. Nilai tekanan yang ditampilkan pada aplikasi monitoring menunjukkan pola yang sesuai, yaitu tekanan muncul saat *boost pump* aktif dan berubah sesuai kondisi aliran pada sistem simulasi.

Perbedaan nilai antara sensor tekanan dan alat referensi dapat terjadi karena beberapa faktor, seperti karakteristik sensor *pressure transducer* yang menghasilkan output analog dan dapat terpengaruh noise, serta fluktuasi tekanan pada sistem simulasi yang relatif kecil sehingga perubahan pembacaan menjadi sensitif terhadap kondisi aliran.

Pembahasan Error Sensor Tekanan

Error sensor tekanan dihitung menggunakan rumus persentase error dengan membandingkan nilai sensor terhadap nilai referensi. Dari hasil perhitungan error, dapat disimpulkan bahwa sensor tekanan mampu bekerja dengan baik dalam membaca tekanan output boost pump pada *prototype*. Beberapa faktor yang dapat memengaruhi error sensor tekanan pada penelitian ini antara lain:

- Noise pada sinyal analog sensor:** pressure transducer menghasilkan sinyal tegangan analog yang dapat mengalami fluktuasi.
- Resolusi ADC ESP32:** pembacaan tegangan analog dipengaruhi resolusi ADC, sehingga dapat menimbulkan selisih nilai.
- Fluktuasi tekanan sistem:** tekanan pada sistem simulasi dapat berubah akibat perubahan debit aliran, kondisi selang, sambungan fitting, serta beban kerja boost pump.
- Kondisi pemasangan sensor:** pemasangan sensor yang kurang rapat atau adanya gelembung udara pada jalur aliran dapat memengaruhi pembacaan tekanan.

Walaupun terdapat error, sensor tekanan tetap mampu menunjukkan perubahan tekanan secara konsisten dan data dapat ditampilkan secara real-time pada aplikasi monitoring. Dengan demikian, sensor pressure transducer layak digunakan untuk *prototype* monitoring tekanan output boost pump berbasis IoT.

Hasil pengujian debit aliran fluida

Pengujian sensor aliran dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mengukur laju aliran fluida bahan bakar. Pengujian dilakukan dengan memberikan variasi tekanan yang berbeda, kemudian debit aliran yang terbaca oleh sensor ditampilkan pada aplikasi monitoring.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sensor *Flow* Dengan Sample Air Dingin

No	Kondisi pengujian	Tekanan	Debit sensor flow (L/menit)
1	3V	5.1	0.42
2	5V	15.1	0.93
3	7V	31.1	1.47
4	9V	40.7	2.41
5	11V	57.7	3.09

Tabel 6. Hasil Pengujian Sensor *Flow* Dengan Sample Air Suhu Ruangan

No	Kondisi pengujian	Tekanan	Debit sensor flow (L/menit)
1	3V	5.7	0.55
2	5V	16.33	1.03
3	7V	30.7	2.07
4	9V	42.4	2.9
5	11V	61.8	4.07

Tabel 7. Hasil Pengujian Sensor *Flow* Dengan Sample Air Panas

No	Kondisi pengujian	Tekanan	Debit sensor flow (L/menit)
1	3V	6.5	0.612
2	5V	19	1.052
3	7V	31.9	1.93
4	9V	43.4	2.568
5	11V	62.31	7.53

Berdasarkan hasil pengujian, sensor aliran mampu membaca perubahan laju aliran dengan baik dan menampilkan nilai yang sesuai dengan kondisi aktual. Dengan demikian, sensor aliran dapat berfungsi dengan baik sebagai alat pemantauan debit aliran fluida dalam sistem.

Hasil pengujian kecepatan transfer data

Pengujian kecepatan transfer data dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam proses pengiriman data dari ESP32 ke aplikasi monitoring melalui *firebase*. Parameter yang diamati meliputi keterlambatan (*delay*) pengiriman data serta kestabilan koneksi selama sistem beroperasi.

Tabel 10. Hasil Pengujian Kecepatan Transfer Data

No	Pengujian ke-	Waktu Kirim (detik)	Delay (detik)	Status Koneksi WiFi	Keterangan
1	1	1,0	2	Stabil	Real-time
2	2	1,0	3	Stabil	Real-time
3	3	1,0	1	Stabil	Real-time
4	4	1,0	2	Stabil	Real-time
5	5	1,0	2	Stabil	Real-time

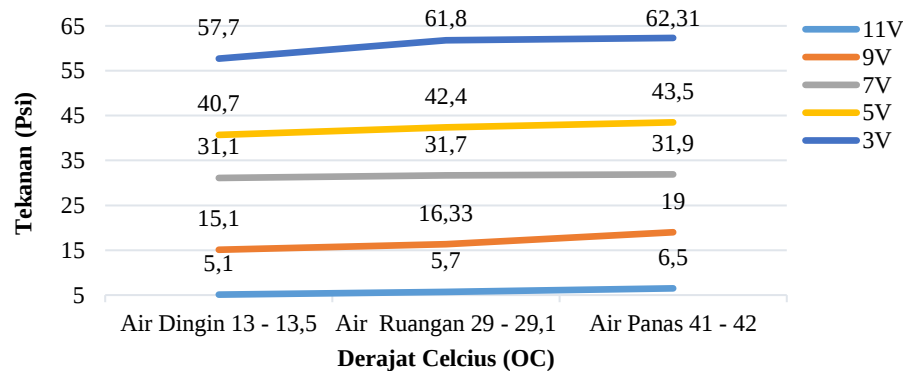
Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengirimkan data sensor secara *real-time* dengan tingkat keterlambatan yang relatif kecil. Koneksi WiFi antara ESP32, firebase dan aplikasi monitoring berjalan stabil, sehingga sistem *IoT* dapat bekerja secara optimal.

Hubungan Perubahan Suhu Terhadap Tekanan *Output Boost Pump*

Hasil dari tiga kondisi suhu yaitu dingin, suhu ruangan, dan panas yang di lakukan beberapa tegangan *boost pump* yang berbeda di temukan bahwa hubungan antara suhu terhadap tekanan yaitu semakin tinggi suhu fluida semakin besar tekanan yang di hasilkan. Berikut hasil dari hubungan suhu terhadap tekanan.

Tabel 8. Hubungan Perubahan Suhu Terhadap Tekanan *Output Boost Pump*

No	Tegangan Boost Pump	Air Dingin		Air Ruangan		Air Panas	
		Suhu °C	Tekanan PSI	Suhu °C	Tekanan PSI	Suhu °C	Tekanan PSI
1	3V	13	5.1	29	5.7	42	6.5
2	5V	13	15.1	29.2	16.33	42	19
3	7V	13.1	31.1	29.1	31.7	41	31.9
4	9V	13.1	40.7	29.1	42.4	41	43.4
5	11V	13.2	57.7	29.1	61.8	41	62.31



Gambar 5. Contoh penggunaan gambar

Pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu fluida terhadap tekanan *output boost pump* pada *prototype* sistem monitoring. Digunakan tiga kondisi suhu (dingin, ruangan, panas) serta variasi tegangan 3V, 5V, 7V, 9V, dan 11V. Hasil menunjukkan bahwa pada tegangan yang sama, tekanan meningkat seiring kenaikan suhu. Contohnya pada 3V: 5,1 PSI (dingin), 5,7 PSI (ruangan), 6,5 PSI (panas), dan pada 11V: 57,7 PSI meningkat menjadi 62,31 PSI.

Hal ini membuktikan adanya hubungan antara suhu fluida dan tekanan *output*, di mana suhu lebih tinggi menghasilkan tekanan lebih besar. Pengujian menggunakan air sebagai fluida simulasi sudah cukup untuk mengevaluasi kinerja sensor dan sistem *IoT* dalam menampilkan data secara *real-time*, meskipun belum sepenuhnya merepresentasikan avtur. Penelitian ini berhasil mencapai tujuan pengembangan *prototype*, dan pengujian dengan avtur direkomendasikan untuk penelitian lanjutan.

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan *prototype* sistem monitoring suhu tangki bahan bakar dan tekanan output boost pump berbasis Internet of Things. Sensor suhu DS18B20 menunjukkan tingkat akurasi di atas 97% dan stabil pada berbagai kondisi pengujian, sedangkan sensor tekanan memiliki karakteristik linier dengan persentase error rendah. Sistem komunikasi berbasis ESP32 dan Firebase mampu mengirimkan data secara *real-time* dengan delay kurang dari

dua detik. Prototype yang dikembangkan dapat berfungsi sebagai sistem monitoring pendukung yang meningkatkan aksesibilitas dan efektivitas pemantauan parameter sistem bahan bakar.

Daftar Pustaka

- [1] M. S. Yusuf, G. Priyandoko, and S. Setiawidayat, "Prototipe Sistem Monitoring dan Controlling HSD Tank PLTGU Grati Berbasis IoT," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 159–168, 2022, doi: 10.37905/jjee.v4i2.14396.
- [2] M. A. Yusuf, "Analisis Kurang Optimalnya Kinerja Pompa Bahan Bakar Di Mv. Sinar Sumba," 2019.
- [3] Aldin, "Analisis Menurunnya Viskositas Bahan Bakar Mfo Terhadap Kinerja Injectorpada Main Engine Di Mv. Kt 02," *Skripsi*, pp. 1–109, 2022.
- [4] M. Bagus, R. Huda, and W. D. Kurniawan, "Sistem Pengendalian Temperatur Menggunakan Sensor DS18B20 Berbasis Arduino," *Jrm*, vol. 7, no. 02, pp. 18–23, 2022.
- [5] N. Ding, Q. Zhu, F. Cherqui, N. Walcker, J. Bertrand-krajewski, and P. Hamel, "Laboratory performance assessment of low-cost water level sensor for field monitoring in the tropics," *Water Res. X*, vol. 27, no. December 2024, p. 100298, 2025, doi: 10.1016/j.wroa.2024.100298.
- [6] C. A. Faris Fadhil Rosyid, "Rancang Bangun Prototype Sistem Monitoring Pintu Air Otomatis Pengendali Banjir Berbasis Internet of Things," *J. Tek. Elektro*, vol. 13, no. 1, pp. 41–48, 2024, doi: 10.26740/jte.v13n1.p41-48.
- [7] Hasan Abdillah and Asrori Asrori, "Pengaruh Penggunaan Sensor Tingkat Minyak pada Sistem Monitoring Tangki Bahan Bakar Alat Berat Bulldozer," *J. Creat. Student Res.*, vol. 2, no. 3, pp. 225–233, 2024, doi: 10.55606/jcsr-politama.v2i3.3901.
- [8] Y. Murdianingsih and L. Aprianti, "Sistem Monitoring Pengeriing Sepatu Berbasis Internet of Things Pada Platform Node-Red," *J. Teknol. dan Komun. STMIK Subang*, vol. 14, no. 1, pp. 33–39, 2021, doi: 10.47561/a.v14i1.204.
- [9] A. D. Ardiyanto, A. E. Kristiyono, and A. K. Gupron, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Tekanan Hydrophore Tank Berbasis IoT tekanan udara dalam sistem tetap stabil . Pemantauan tekanan menggunakan teknologi Iot bisa," vol. 5, no. September, 2025.
- [10] Kamal dkk, "IMPLEMENTASI APLIKASI ARDUINO IDE PADA MATA KULIAH SISTEM DIGITAL," *Minim. Invasive Surg.*, vol. 2018, no. April, 2018, doi: 10.1155/2018/4815761.
- [11] H. Kusumah and R. A. Pradana, "Penerapan Trainer Interfacing Mikrokontroler Dan Internet of Things Berbasis Esp32 Pada Mata Kuliah Interfacing," *J. CERITA*, vol. 5, no. 2, pp. 120–134, 2019, doi: 10.33050/cerita.v5i2.237.
- [12] Yohandri, Mardani, and Zulhendri, "PEMBUATAN ALAT UKUR DEBIT AIR MENGGUNAKAN SENSOR ALIRAN BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328P Mahasiswa Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang 2)," *Pillar Phys.*, vol. 8, pp. 105–112, 2016.
- [13] V. G. D. Wenas, A. Gultom, and G. Simamora, "Prototipe Sistem Monitoring Tangki Bahan Bakar Genset Berbasis Aplikasi Blynk Dengan Nodemcu 8266," *J. Cahaya Mandalika*, vol. 4, no. 3, pp. 1852–1871, 2023.
- [14] S. R. Sidauruk, "Rancang Bangun Sistem Pakan Kucing Berbasis IoT," pp. 167–186, 2025.
- [15] O. Reyes, I. Marfenko, F. O. Costa, D. A. Garcia, and L. O. Pereira, "Transferability of water calibration to energy-transition relevant fluids applications using Coriolis mass flowmeters," vol. 14, no. 3, pp. 1–7, 2025, doi: 10.21014/actaimeko.v14i3.1966.
- [16] F. Suryatini, Maimunah, and I. F. Fachri, "Sistem Akuisisi Data Suhu Dan Kelembaban Tanah Pada Irigasi Tetes Otomatis Berbasis Internet of Things," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. 2018, Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Jakarta*, pp. 1–6, 2018.
- [17] A. Zainal, Royb Fatkhur Rizal, and Fajar Yumono, "Prototype Kontrol Tekanan Air Menggunakan Sensor Pressure Transducer Untuk Kerja Pompa Air Berbasis Arduino," *J. Zetroem*, vol. 5, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.36526/ztr.v5i1.2561.