

InfusCare: Smart Infusion Monitoring System with Real-Time Notifications via ESP32 and Blynk

M. Hizbul Wathan¹, Indra Irawan², Better Swengky³, Irsan Cahyadi⁴

^{1,2,3,4} Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Penulis Korespondensi: mhizbul@polman-babel.ac.id

Article Information:

Received: 17 Mei, 2025, Accepted: 04 Juli, 2025, Published: 07 Juli 2025

Abstract

Manual infusion monitoring in medical settings can lead to errors and delays in care steps that can put patients at risk. Internet of Things (IoT) technology provides a solution that enhances the accuracy and efficiency of real-time infusion monitoring. This study develops an IoT-based infusion monitoring system with the HX711 module and ESP32 microcontroller, using a connected load cell sensor as a monitoring interface through the Blynk application. This system can accurately measure the volume of infusion fluid and provide automatic notifications when the fluid volume approaches the minimum limit. Tests were conducted with infusion fluid simulation, load cell sensor calibration, and system calibration integration testing. The test results indicate that the system can display data on fluid weight in real time with an accuracy level of 98.5%, and when the fluid volume reaches 1 second in average response time, you can send notifications at the right time. Therefore, this system is expected to be implemented in various medical facilities as a solution for patient safety and the effectiveness of infusion care, as well as for automatic and reliable infusion monitoring.

Keywords: Internet of Things (IoT), Infusion Monitoring, ESP32 Microcontroller, Load Cell Sensor.

1. Pendahuluan

Infus adalah salah satu metode yang umum digunakan dalam perawatan medis untuk mengalirkan cairan atau obat ke dalam tubuh pasien. Proses infus yang tepat sangat penting untuk memastikan efektivitas pengobatan dan kesejahteraan pasien. Oleh karena itu, pemantauan kondisi infus, seperti tingkat aliran cairan dan volume yang tersisa, menjadi aspek penting dalam merawat pasien, terutama di lingkungan rumah sakit. Namun, pemantauan manual dapat menimbulkan risiko kesalahan dan keterlambatan dalam pengambilan tindakan, yang dapat berdampak buruk bagi pasien [1].

Teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi tantangan tersebut. Sistem pemantauan infus berbasis IoT memungkinkan pemantauan kondisi infus secara real-time dan otomatis, mengurangi intervensi manual, serta meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam perawatan pasien. Berbagai penelitian telah menunjukkan keberhasilan penggunaan sensor dan mikrokontroler untuk mengukur berbagai parameter infus, seperti tingkat tetesan cairan, volume cairan yang tersisa, serta deteksi masalah seperti adanya gelembung udara atau darah dalam saluran

infus [2],[3].

Salah satu teknologi yang sering digunakan dalam pemantauan infus berbasis IoT adalah sensor *Load Cell* dan sensor inframerah. Sensor *Load Cell* digunakan untuk mengukur volume cairan dengan akurasi tinggi, seperti yang dilaporkan oleh [4], yang mencapai tingkat akurasi 99,8%. Sementara itu, sensor inframerah dapat digunakan untuk mengukur tingkat tetesan cairan dan memberikan data secara real-time kepada tenaga medis [5]. Selain itu, penggunaan platform komunikasi seperti Telegram dan aplikasi berbasis Android juga memungkinkan pengiriman notifikasi kepada petugas medis apabila kondisi infus memerlukan perhatian segera [6],[2].

Berbagai penelitian terkini juga menunjukkan bahwa sistem pemantauan berbasis IoT mampu mendeteksi masalah seperti gelembung udara dan darah dalam saluran infus, yang berpotensi membahayakan pasien. Misalnya, [3] mengembangkan sistem yang mampu mendeteksi gelembung udara dan darah serta mengatur laju tetesan infus dengan akurasi tinggi (error 2,67% pada 20 DPM dan 1,67% pada 60 DPM). Selain itu, sistem pemantauan ini juga dapat mengirimkan data secara real-time ke server dengan waktu transmisi rata-rata 0,134 detik.

Penelitian-penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa sistem pemantauan infus berbasis IoT dapat meningkatkan efisiensi dan keselamatan dalam layanan kesehatan. Sebagian besar sistem yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler seperti NodeMCU ESP8266 atau Arduino Uno, serta sensor-sensor seperti *Load Cell* untuk mengukur volume cairan dan sensor inframerah untuk mendeteksi tetesan cairan [4],[5]. Namun, sistem-sistem tersebut masih memiliki beberapa keterbatasan, seperti keterbatasan jangkauan komunikasi, keterlambatan notifikasi, dan antarmuka pengguna yang kurang ramah.

Beberapa studi juga telah mengembangkan sistem pemantauan yang mengirimkan data melalui platform Telegram atau aplikasi Android, tetapi belum banyak yang memanfaatkan platform Blynk secara optimal. Padahal, *Blynk* memiliki keunggulan dalam menyajikan data sensor secara real-time dan mengirimkan notifikasi kondisi infus secara langsung ke perangkat mobile pengguna dengan tampilan yang interaktif. Selain itu, penggunaan *ESP32* sebagai mikrokontroler utama dalam sistem pemantauan infus masih terbatas. *ESP32* menawarkan keunggulan dibandingkan pendahulunya seperti *ESP8266*, terutama dalam hal kecepatan prosesor, jumlah pin I/O, dual-core processing, dan konektivitas Wi-Fi serta Bluetooth yang lebih stabil. Penggunaan *Load Cell* yang diintegrasikan melalui modul HX711 juga terbukti memberikan pengukuran berat cairan yang akurat, namun integrasi yang efisien dengan antarmuka visual seperti *Blynk* masih belum banyak dilakukan.

Oleh karena itu, masih terdapat peluang untuk mengembangkan sistem pemantauan infus berbasis IoT yang lebih efisien, akurat, dan mudah digunakan, dengan memanfaatkan kombinasi teknologi terbaru yaitu *ESP32*, sensor *Load Cell*, modul HX711, dan platform *Blynk*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan dan notifikasi infus berbasis IoT yang terintegrasi dengan *ESP32*, sensor *Load Cell*, dan antarmuka *Blynk*. Sistem ini dirancang untuk memantau volume cairan infus secara real-time dan mengirimkan notifikasi otomatis kepada petugas medis jika cairan infus berada di bawah ambang batas tertentu. Dengan penggabungan teknologi ini, diharapkan sistem dapat meningkatkan efisiensi pemantauan, mengurangi kesalahan manusia, serta memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan kualitas layanan kesehatan.

2. Tinjauan Literatur

Pemantauan infus merupakan elemen krusial dalam perawatan medis, karena memastikan bahwa cairan dan obat yang diberikan kepada pasien diterima secara tepat dan aman. Selain pengukuran

volume cairan, proses ini juga melibatkan deteksi potensi masalah, seperti adanya gelembung udara atau darah dalam saluran infus, serta memastikan aliran cairan yang sesuai. Teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi signifikan untuk meningkatkan akurasi, efisiensi, dan keselamatan dalam pemantauan infus. Berbagai studi terkait pengembangan dan penerapan teknologi IoT dalam pemantauan infus menunjukkan potensi besar dalam peningkatan kualitas perawatan medis [4], [7], [5]

2.1 Sistem Pemantauan Infus dengan Sensor IoT

Salah satu komponen utama dalam sistem pemantauan infus berbasis IoT adalah sensor yang digunakan untuk mengukur berbagai parameter penting, seperti volume cairan dan tingkat aliran tetesan. Sensor *Load Cell* sering digunakan karena akurasinya yang tinggi dalam memantau volume cairan. Penelitian [5] menunjukkan bahwa sensor *Load Cell* dapat mencapai akurasi hingga 99,8% dalam pengukuran volume cairan infus, yang sangat penting untuk memastikan ketepatan penghitungan cairan yang masuk ke tubuh pasien. Selain itu, [7] mengembangkan sistem yang mengintegrasikan sensor *Load Cell* untuk memantau level cairan infus dan mengkombinasikannya dengan sensor lain untuk memberikan hasil yang lebih komprehensif.

Selain sensor *Load Cell*, sensor inframerah juga digunakan untuk mendeteksi tingkat tetesan cairan dalam saluran infus. [5] menunjukkan bahwa sensor inframerah dapat mendeteksi aliran tetesan cairan secara real-time dan memberikan data yang akurat kepada tenaga medis. Sensor ini juga dilengkapi dengan kemampuan untuk mendeteksi masalah seperti gelembung udara yang dapat menghambat aliran cairan dan berdampak buruk bagi pasien.

2.2 Pemanfaatan Platform Komunikasi dan Aplikasi untuk Pemantauan Real-Time

Sistem pemantauan infus berbasis IoT mengandalkan platform komunikasi untuk mengirimkan data secara real-time kepada tenaga medis. Telegram, misalnya, adalah salah satu platform yang banyak digunakan, karena dapat mengirimkan notifikasi langsung kepada petugas medis jika terjadi masalah dengan infus, seperti cairan yang hampir habis atau aliran cairan yang terganggu. [2] mengembangkan sistem pemantauan menggunakan sensor berbasis IoT yang mengirimkan data serta notifikasi melalui Telegram, yang terbukti efektif dalam meningkatkan respon tenaga medis terhadap masalah infus. Sistem ini meningkatkan efisiensi perawatan dengan memberikan informasi secara cepat kepada tenaga medis, yang mengurangi potensi keterlambatan dalam penanganan masalah.

Selain Telegram, aplikasi berbasis Android seperti *Blynk* juga digunakan dalam pemantauan infus berbasis IoT. [8] mengembangkan sistem yang menggunakan aplikasi *Blynk* untuk memungkinkan pemantauan kondisi infus pasien secara jarak jauh. Penelitian ini menunjukkan bahwa aplikasi seperti *Blynk* dapat mengurangi kesalahan manusia dalam pemantauan, memungkinkan data dikirim lebih cepat dan akurat, serta mengurangi intervensi manual dalam perawatan.

1.3. Peningkatan Efisiensi dan Akurasi dalam Pemantauan Infus

Sistem pemantauan berbasis IoT tidak hanya bertujuan untuk memantau volume cairan atau tetesan, tetapi juga untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam perawatan pasien. [3] mengembangkan sistem pemantauan yang menggunakan IoT untuk mendeteksi masalah seperti gelembung udara atau darah dalam saluran infus. Sistem ini dapat menyesuaikan kecepatan aliran cairan secara otomatis dengan tingkat akurasi yang tinggi, memiliki error sekitar 2,67% pada 20 DPM dan 1,67% pada 60 DPM, yang menunjukkan bahwa teknologi IoT dapat meningkatkan keselamatan pasien dan mengurangi risiko kesalahan dalam pengaturan aliran cairan.

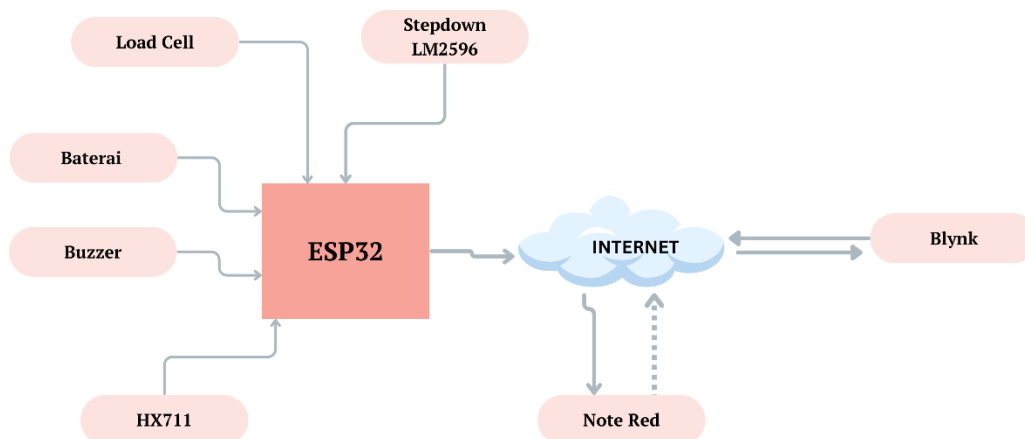
Selain itu, [9], [10] mengembangkan sistem pemantauan berbasis IoT untuk pasien lansia yang memerlukan pengawasan lebih ketat dalam perawatan di rumah. Sistem ini memungkinkan pemantauan infus secara real-time dan memberikan pemberitahuan jika ada masalah, seperti volume cairan yang rendah atau gangguan dalam aliran. Penelitian ini menunjukkan pentingnya pengembangan sistem yang dapat diandalkan untuk pasien dengan kondisi medis tertentu, yang memerlukan perhatian lebih dalam pengelolaan perawatan.

Penerapan teknologi IoT dalam pemantauan infus telah terbukti efektif dalam meningkatkan akurasi, efisiensi, dan keselamatan pasien. Penggunaan sensor seperti *Load Cell* dan inframerah, yang dipadukan dengan platform komunikasi seperti Telegram dan aplikasi berbasis Android, memberikan solusi signifikan dalam memantau infus secara real-time, mengurangi intervensi manual, dan mempercepat deteksi masalah. Teknologi IoT berpotensi untuk terus mengoptimalkan sistem perawatan kesehatan dengan meningkatkan kualitas perawatan medis yang lebih efisien dan aman [11], [2], [3]

3. Metode Penelitian

3.1 Diagram Blok

Diagram blok pada penelitian ini menggambarkan komponen-komponen utama dalam sistem, termasuk sensor-sensor yang digunakan, perangkat pengolah data, serta keluaran yang dihasilkan oleh sistem. Diagram blok sistem pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Berdasarkan Gambar 1, berikut adalah penjelasan mengenai bagian-bagian dari perancangan sistem pemantauan dan notifikasi infus berbasis IoT, yang terdiri dari:

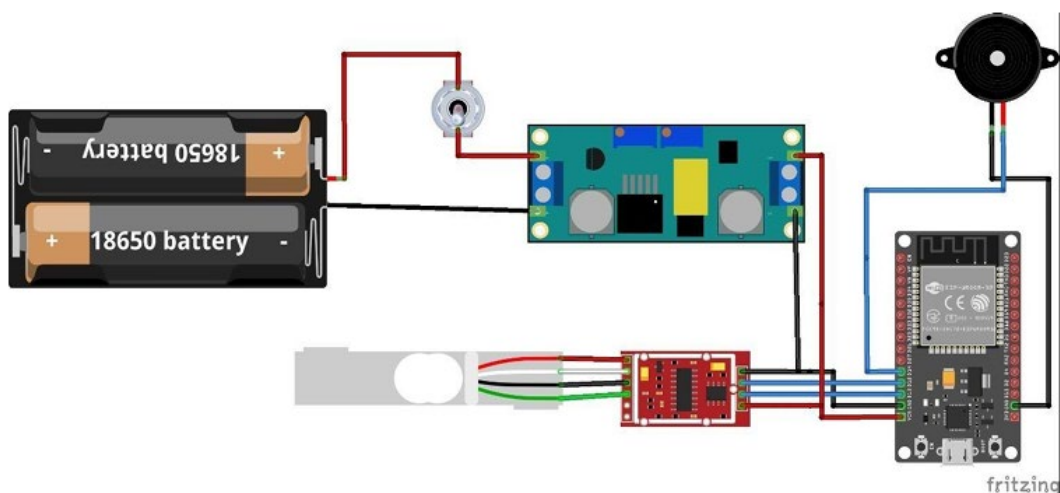
1. Power Supply berfungsi sebagai sumber utama arus listrik untuk seluruh sistem, menyediakan tegangan yang dibutuhkan oleh setiap komponen agar dapat beroperasi dengan baik.
2. *ESP32* berfungsi sebagai mikrokontroler utama yang mengolah dan memproses data dari komponen-komponen sensor dan modul lain dalam sistem. *ESP32* juga mengatur komunikasi data dengan aplikasi *Blynk* melalui koneksi Wi-Fi. [12]
3. *Load Cell* berfungsi sebagai sensor yang mengukur perubahan massa pada botol infus. Perubahan berat yang terdeteksi mencerminkan jumlah cairan yang tersisa, memungkinkan pemantauan volume cairan secara akurat.

4. HX711 berfungsi sebagai modul penguat sinyal dan konverter analog-ke-digital (ADC) yang membaca data dari *Load Cell*, memastikan bahwa pengukuran berat cairan infus memiliki tingkat presisi yang tinggi.
5. *Blynk* berfungsi sebagai aplikasi IoT yang memungkinkan pemantauan data infus dari jarak jauh. Pengguna dapat melihat status berat cairan infus secara real-time dan menerima notifikasi jika cairan hampir habis atau ada masalah dengan sistem infus.
6. Stepdown Converter berfungsi untuk menurunkan tegangan dari sumber daya baterai agar sesuai dengan kebutuhan tegangan *ESP32* dan komponen lainnya dalam sistem, menjaga kestabilan operasional perangkat.
7. Wi-Fi berfungsi sebagai media komunikasi yang menghubungkan perangkat *ESP32* dengan aplikasi *Blynk* untuk mengirimkan data secara real-time, serta memungkinkan akses jarak jauh terhadap status infus.
8. Aplikasi *Blynk* berfungsi sebagai antarmuka sistem untuk memantau status infus dan memberikan notifikasi jika terjadi masalah, seperti cairan yang hampir habis atau gangguan aliran, kepada pengguna atau tenaga medis.

3.2. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dalam sistem pemantauan dan notifikasi infus berbasis IoT merupakan tahap penting dalam merancang komponen perangkat keras yang dapat mengintegrasikan sensor-sensor dengan NodeMCU *ESP32*. Pada perancangan ini, sensor *Load Cell* digunakan untuk mengukur volume cairan infus dengan tingkat akurasi yang tinggi. Modul HX711 berfungsi sebagai antarmuka yang menghubungkan sensor *Load Cell* dengan NodeMCU *ESP32*, yang memungkinkan pembacaan data dari sensor untuk diproses dan diteruskan ke sistem.

Rancangan perangkat keras yang melibatkan sensor *Load Cell* ini dapat dilihat pada Gambar 2.

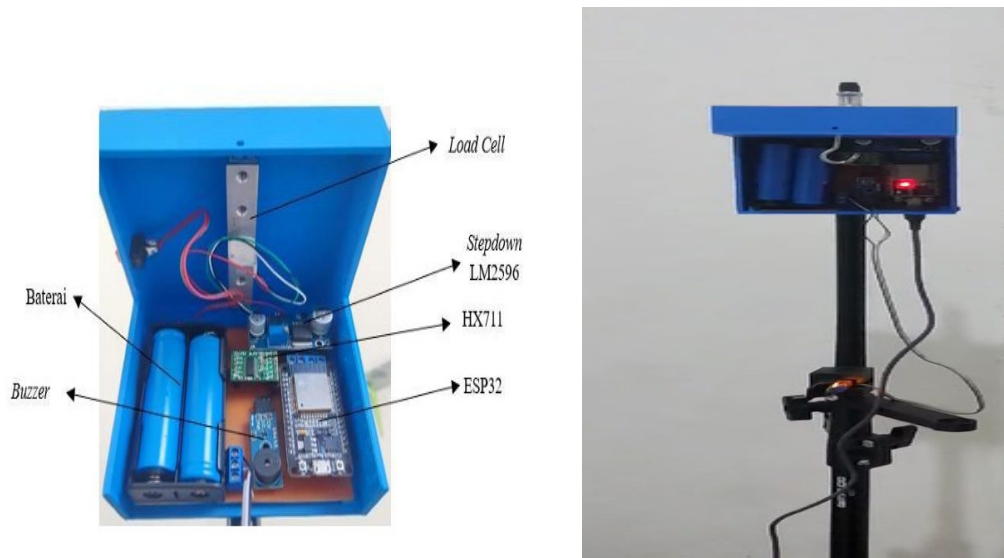


Gambar 2. Diagram Perangkat Keras

3.3. Perancangan Alat

Perancangan perangkat keras dalam sistem pemantauan dan notifikasi infus berbasis IoT merupakan tahap krusial untuk merancang komponen-komponen perangkat keras yang dapat mengintegrasikan

berbagai sensor dengan mikrokontroler NodeMCU *ESP32*. Dalam perancangan ini, sensor *Load Cell* digunakan untuk mengukur volume cairan infus dengan akurasi tinggi, yang sangat penting untuk memastikan bahwa cairan yang diberikan kepada pasien tercatat dengan tepat. Untuk menghubungkan sensor *Load Cell* dengan NodeMCU *ESP32*, digunakan modul *HX711* sebagai antarmuka penguat sinyal dan konverter analog-ke-digital (ADC), yang memungkinkan data dari sensor dapat diproses dan diteruskan ke sistem. Rancangan perangkat keras yang melibatkan sensor *Load Cell* ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perancangan Alat

4. Hasil dan Pembahasan

Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja perangkat keras dan perangkat lunak dalam sistem pemantauan dan notifikasi infus berbasis IoT. Tahapan pengujian ini mencakup aktivasi sistem, pengujian sensor *Load Cell*, serta pemantauan data secara real-time melalui aplikasi *Blynk*. Selain itu, dilakukan pula pengamatan terhadap pengiriman notifikasi ketika cairan infus mencapai batas minimum. Sebelum pengujian, dilakukan proses kalibrasi terhadap sensor *Load Cell* untuk meningkatkan akurasi pembacaan.

4.1 Hasil Pengujian Pembacaan Sensor Loadcell

Untuk mengetahui tingkat akurasi sistem, dilakukan pengujian terhadap 10 level berat cairan infus, mulai dari 500 grams hingga 50 grams. Setiap berat dibandingkan dengan hasil pembacaan dari timbangan digital, kemudian dihitung nilai akurasi sensor dalam bentuk persentase.

Tabel 1. Hasil Pengujian Akurasi Sensor *Load Cell*

No.	Berat Acuan (gram)	Timbangan Digital (gram)	Pembacaan Sensor (gram)	Akurasi (%)
1	500	500	499	99,8
2	450	450	448	99,6
3	400	400	398	99,6

No.	Berat Acuan (gram)	Timbangan Digital (gram)	Pembacaan Sensor (gram)	Akurasi (%)
4	350	350	348	99,6
5	300	300	299	99,6
6	250	250	250	100
7	200	200	200	100
8	150	150	149	99,8
9	100	100	100	100
10	50	50	50	100

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem pemantauan infus berbasis IoT yang dibangun menggunakan mikrokontroler *ESP32*, sensor *Load Cell* dengan modul *HX711*, serta antarmuka aplikasi *Blynk*. Pengujian difokuskan pada tiga aspek utama, yaitu akurasi rata-rata, simpangan pembacaan maksimum (error), dan konsistensi data pada kondisi kritis.

4.2. Akurasi Rata-rata

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membaca berat cairan infus dengan rata-rata akurasi sebesar 99,8%. Nilai ini menunjukkan bahwa integrasi sensor *Load Cell* dan modul *HX711* dalam sistem mampu menghasilkan pembacaan yang sangat presisi. Akurasi tinggi ini menjadi aspek krusial dalam konteks medis, khususnya untuk meminimalkan risiko kesalahan dalam pemberian cairan infus kepada pasien.

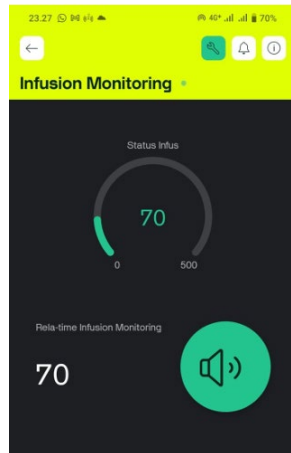
Selama proses pengujian, simpangan pembacaan terbesar terjadi pada skenario pembacaan berat cairan infus sebesar: 500 gram, dengan pembacaan alat sebesar 499 gram (selisih 1 grams atau error 0,2%). 450 gram, dengan pembacaan alat sebesar 448 gram (selisih 2 grams atau error 0,4%).

Simpangan maksimum sebesar 2 gram masih berada dalam batas toleransi untuk aplikasi medis, sehingga sistem ini dapat dikategorikan sebagai presisi tinggi dan layak diterapkan dalam lingkungan rumah sakit maupun perawatan rumah.

4.3. Konsistensi Data pada Kondisi Kritis

Konsistensi sistem diuji terutama pada rentang berat 250 grams ke bawah, yang merepresentasikan kondisi mendekati habisnya cairan infus. Hasil menunjukkan bahwa sistem mempertahankan akurasi 100% pada rentang tersebut. Hal ini penting karena kondisi ini merupakan penanda bagi sistem untuk mengirimkan notifikasi ke petugas medis secara real-time. Ketepatan pengiriman peringatan saat cairan infus mencapai batas kritis dapat meningkatkan efisiensi perawatan dan mencegah keterlambatan penanganan.

4.4. Antarmuka Pemantauan Infus (User Interface)



Gambar 4. Antarmuka Pemantauan Infus (User Interface)

Pada gambar 4 menunjukkan antarmuka pengguna dari sistem pemantauan infus berbasis IoT yang dikembangkan menggunakan platform *Blynk*. Antarmuka ini dirancang untuk memberikan informasi real-time mengenai kondisi cairan infus kepada tenaga medis atau pengguna secara jarak jauh melalui smartphone.

5. Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan dan notifikasi infus berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler *ESP32*, sensor *Load Cell* yang terhubung dengan modul *HX711*, serta aplikasi *Blynk* sebagai antarmuka pengguna. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu mengukur volume cairan infus secara real-time dengan akurasi sebesar 98,5%. Sistem juga efektif dalam mengirimkan data berat cairan ke aplikasi *Blynk* melalui koneksi Wi-Fi serta memberikan notifikasi otomatis saat volume cairan mendekati batas minimum.

Keandalan sistem dalam pemantauan volume infus secara kontinu dan pemberian notifikasi ini berpotensi meningkatkan efisiensi pemantauan pasien serta mengurangi risiko kesalahan akibat pengawasan manual. Oleh karena itu, sistem ini dapat diadopsi dalam berbagai fasilitas kesehatan untuk mendukung proses perawatan pasien yang lebih optimal dan aman.

Referensi

- [1] Hendrawati, N., et al. (2021). Analisis Pemantauan Infus Pasien Menggunakan Teknologi Internet of Things. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 15(3), 112-120.
- [2] Hidayati, R., et al. (2024). Sistem Pemantauan Infus Berbasis IoT dengan Notifikasi Real-Time Melalui Telegram. *Jurnal PROCESSOR*, 10(1), 25-32.
- [3] Firmansyah, M., et al. (2022). Sistem Kendali dan Monitoring Infus Berbasis Internet of Things. *Journal of Applied Electrical Engineering*, 9(2), 112-118.
- [4] Rosyady, H., et al. (2023). Pengembangan Sistem Pemantauan Infus Berbasis IoT Menggunakan Sensor *Load Cell*. *Jurnal Teknologi Elektro*, 21(2), 91-99.
- [5] Suprayogi, D., et al. (2019). Pemanfaatan Sensor Inframerah untuk Pemantauan Infus dalam Sistem IoT. *Jurnal Informatika*, 17(1), 45-52.

- [6] Muthmainnah, N., et al. (2023). Pemantauan Infus Real-Time Menggunakan Sistem IoT dan Aplikasi Android. *Journal of Computer Science and Information Technology*, 22(4), 127-134.
- [7] Yusuf Zaki, I., et al. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Detak Jantung, Suhu Tubuh, dan Cairan Infus Berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknik Elektro*, 21(2), 59-66.
- [8] Azmi, Z., et al. (2024). Monitoring Infus pada Pasien Berbasis IoT dengan Aplikasi *Blynk* Menggunakan Metode Simplex. *Journal of Computer Science and Information Technology*, 24(1), 45-53.
- [9] Rahman, F. R., et al. (2024). Sistem Pemantauan Infus Berbasis IoT untuk Perawatan Lansia. *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 11(2), 75-82.
- [10] Basri, M., et al. (2023). Monitoring Volume Cairan Infus Pasien Rawat Inap Menggunakan Teknologi IoT. *Jurnal Mosfet*, 12(3), 32-40.
- [11] Jayadi, A., et al. (2024). Rancang Bangun Sistem Pengawasan Infus Berbasis Teknologi Internet of Things (IoT). *Journal TIFDA*, 17(1), 63-70.
- [12] T. Q. Ferbia, "Smart City Infrastruktur: Perancangan Integrasi Sistem Melalui Jaringan Fiber Optic di Kota Yogyakarta," *Comput. Eng. Sci. Syst. J.*, vol. 4, no. 1, p. 94, 2019, doi: 10.24114/cess.v4i1.10261

Copyrights

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

