

Implementasi IoT pada Sistem Monitoring Infus Real-Time Menggunakan ESP32 dan Blynk

¹Mahfudz Alhuda, ²Rizal Arifin, ³Mohammad Mohsin

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Ponorogo

Jl. Budi Utomo No. 10, Ponorogo 63471, Jawa Timur, Indonesia

¹mahfudzalhuda12@gmail.com, ²rarifin@umpo.ac.id

, ³mmuhsin2302@gmail.com

Abstract—Intravenous (IV) fluid monitoring is a crucial aspect of healthcare services to ensure patients receive appropriate fluid intake and to prevent delays in medical treatment. Conventional manual monitoring methods are often inefficient and prone to human error, especially in high workload conditions. This study aims to design and implement a real-time intravenous fluid monitoring system based on the Internet of Things (IoT). The proposed system utilizes an ESP32 microcontroller, a *load cell* sensor to measure fluid volume, and an infrared sensor to detect drip rate. The collected data are displayed locally on an LCD and transmitted to the Blynk IoT platform for remote monitoring via a smartphone. In addition, the system is equipped with a buzzer and notification feature to alert medical staff when the fluid level reaches a critical threshold. Experimental results show that the system operates reliably, with synchronized data between the LCD and the mobile application. The average data transmission delay is approximately 300 ms, which is within acceptable limits despite dependency on network stability. The system significantly improves monitoring efficiency and supports healthcare personnel in enhancing patient safety and response time.

Keywords—*Internet of Things (IoT), Intravenous Monitoring, ESP32, Load Cell Sensor, Infrared Sensor, Blynk IoT*

Abstrak—Pemantauan cairan infus merupakan aspek penting dalam pelayanan kesehatan untuk memastikan pasien menerima cairan sesuai kebutuhan serta mencegah keterlambatan penanganan medis. Metode pemantauan manual dinilai kurang efisien dan rentan terhadap kesalahan, terutama pada kondisi beban kerja tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring infus secara real-time berbasis *Internet of Things (IoT)*. Sistem yang dikembangkan menggunakan *mikrokontroler* ESP32, sensor *load cell* untuk mengukur volume cairan, serta sensor *infrared* untuk mendeteksi laju tetesan infus. Data hasil pengukuran ditampilkan secara lokal pada LCD dan dikirim ke platform *Blynk IoT* untuk pemantauan jarak jauh melalui *smartphone*. Sistem dilengkapi dengan *buzzer* dan notifikasi sebagai peringatan ketika volume cairan mencapai batas kritis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik dengan data yang sinkron antara LCD dan aplikasi *mobile*. Waktu delay pengiriman data rata-rata sekitar 300 ms dan masih dalam batas yang dapat diterima. Sistem ini mampu meningkatkan efisiensi pemantauan serta membantu tenaga medis dalam meningkatkan keselamatan dan respons terhadap kondisi pasien.

Kata Kunci—*Internet of Things (IoT); Monitoring Infus; ESP32; Sensor Load Cell; Sensor Infrared; Blynk IoT*

I. PENDAHULUAN

Infus adalah alat medis yang digunakan secara intravena untuk memberikan cairan, elektrolit, nutrisi, dan obat kepada pasien dengan kondisi tertentu. Terapi intravena umumnya digunakan pada pasien yang mengalami dehidrasi, kehilangan cairan, atau kondisi lain yang memungkinkan pasien untuk menerima cukup cairan secara oral. Pemantauan kondisi cairan infus sangat penting dalam pelayanan kesehatan untuk memastikan bahwa terapi diberikan sesuai kebutuhan pasien [1]. Namun, pemantauan yang buruk dapat menghambat pengenalan kondisi infus yang hampir habis, yang dapat menghambat proses pemberian terapi kepada pasien [2].

Pemantauan infus secara konvensional masih dilakukan dengan pemeriksaan langsung oleh tenaga medis secara berkala. Metode tersebut membutuhkan waktu dan perhatian tenaga medis, terutama ketika jumlah pasien yang harus dipantau cukup banyak. Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan peluang untuk mengatasi permasalahan tersebut melalui integrasi sensor, mikrokontroler, dan jaringan internet sehingga kondisi infus dapat dipantau secara jarak jauh dan *real-time* [3]. Sistem berbasis IoT memungkinkan data hasil pembacaan sensor dikirimkan kepada pengguna melalui perangkat seperti komputer maupun *smartphone* sehingga tenaga medis dapat memperoleh informasi kondisi infus tanpa harus melakukan pemeriksaan secara langsung setiap saat [4]. Berbagai

penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem monitoring infus dengan memanfaatkan teknologi komunikasi dan sensor. Budiyanto dkk. mengembangkan sistem monitoring infus medis menggunakan teknologi *ZigBee Wireless Sensor Network* (WSN) untuk mengirimkan informasi kondisi infus kepada pengguna [5]. Akbar dan Gunawan mengembangkan *prototype* sistem monitoring infus berbasis IoT yang memanfaatkan sensor untuk memantau kondisi cairan dan mengirimkan informasi secara jarak jauh [6]. Priyandoko dkk. juga mengembangkan sistem portable monitoring infus berbasis IoT yang memungkinkan kondisi infus dipantau secara langsung melalui jaringan internet [7]. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penerapan IoT dapat membantu meningkatkan efisiensi proses pemantauan infus.

Sensor sangat penting untuk sistem monitoring infus selain teknologi komunikasi. Alat monitoring infus yang dibuat oleh Nataliana et al. menggunakan sensor *infrared* dan *mikrokontroler* untuk mengidentifikasi tetesan cairan infus dan memberi tahu pengguna ketika terjadi kondisi tertentu [8]. Untuk mengetahui sisa cairan, Kusuma dan Mulia menggunakan sensor *load cell* untuk mengukur massa cairan infus [9]. Mahpuz dkk. juga mengembangkan *prototype* monitoring cairan infus berbasis IoT yang menggunakan *load cell* untuk mengukur volume cairan secara jarak jauh [10]. Seiring perkembangan sistem monitoring infus, beberapa parameter mulai digabungkan ke dalam satu sistem. Untuk memantau kondisi infus secara *real-time*, Afiyat dkk. membuat sistem pemantauan cairan infus berbasis IoT yang menggunakan protokol MQTT untuk mengirimkan data hasil pengukuran [11]. Markinashella dkk. membuat sistem pemantauan dan kendali infus yang menggunakan sensor *load cell* untuk mendeteksi volume dan sensor *optocoupler* untuk mendeteksi tetesan, dan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali dan aplikasi pemantauan jarak jauh [12].

Sistem monitoring infus menggunakan *platform* Blynk juga. Kek dkk. mengembangkan sistem monitoring infus berbasis IoT yang menggunakan sensor penimbangan untuk memantau volume cairan secara *real-time* dan mengintegrasikannya dengan dashboard Blynk [14]. Wathan dkk. mengembangkan sistem monitoring infus yang menggunakan ESP32, modul HX711, dan baterai beban yang terhubung dengan aplikasi Blynk untuk menampilkan berat cairan dan memberi tahu Anda ketika volume cairan mendekati batas minimum [15]. Hamzah juga mengembangkan sistem monitoring infus yang menggunakan IoT[16].

II. METODE PENELITIAN

A. Studi lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk memperoleh data dan informasi terkait kondisi nyata dalam proses pemantauan infus di lingkungan rumah sakit. Kegiatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada sistem pemantauan infus konvensional, khususnya yang masih dilakukan secara manual oleh tenaga medis. Observasi dilakukan di Rumah Sakit Griya Husada Madiun dengan memperhatikan alur kerja perawat dalam memantau kondisi infus pasien. Hasil studi lapangan menunjukkan bahwa pemantauan infus secara manual memiliki keterbatasan dalam hal efisiensi dan ketepatan waktu, terutama ketika jumlah pasien yang ditangani cukup banyak. Tenaga medis harus melakukan pengecekan secara berkala ke setiap pasien, sehingga berpotensi menyebabkan keterlambatan dalam mengetahui kondisi infus yang hampir habis atau mengalami gangguan aliran. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem monitoring otomatis berbasis teknologi yang mampu memberikan informasi secara *real-time* untuk meningkatkan efektivitas pelayanan kesehatan..

B. Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk memahami teknologi dan metode yang digunakan dalam pengembangan sistem monitoring infus berbasis IoT. Referensi diperoleh dari berbagai penelitian sebelumnya yang relevan dengan penggunaan sensor, mikrokontroler, dan *platform* monitoring. Penelitian oleh Pratama dkk. menunjukkan bahwa sistem infus berbasis IoT dapat mencapai akurasi tinggi dengan memanfaatkan sensor tetesan dan *platform* berbasis web [9]. Akbar dan Gunawan juga mengembangkan sistem monitoring infus berbasis IoT yang mampu mengirimkan data secara *real-time* ke pengguna [6]. Priyandoko dkk. menambahkan konsep portabilitas dalam sistem monitoring infus sehingga memudahkan pemantauan jarak jauh [7]. Dalam aspek sensor, Nataliana dkk. menggunakan sensor *infrared* untuk mendeteksi tetesan cairan infus dan memberikan peringatan ketika terjadi gangguan [8]. Kusuma dan

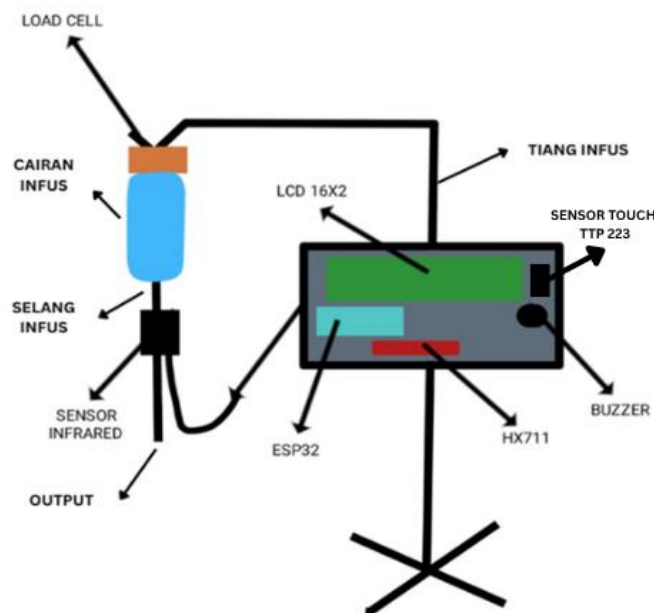
Mulia memanfaatkan sensor *load cell* untuk mengukur massa cairan infus dengan tingkat akurasi yang baik [9]. Kombinasi kedua sensor tersebut dinilai mampu memberikan data yang lebih akurat terkait kondisi infus. Berdasarkan hasil studi literatur, integrasi sensor *load cell* dan sensor *infrared* dengan mikrokontroler ESP32 serta *platform Blynk* IoT menjadi solusi yang efektif untuk menghasilkan sistem monitoring infus yang *real-time* dan andal.

C. Perencanaan sistem

Perancangan sistem pengawasan infus dilakukan dengan membuat sistem yang memantau aliran cairan infus secara *real-time* guna meningkatkan efektivitas pengawasan serta keamanan pasien.

1. Desain perangkat

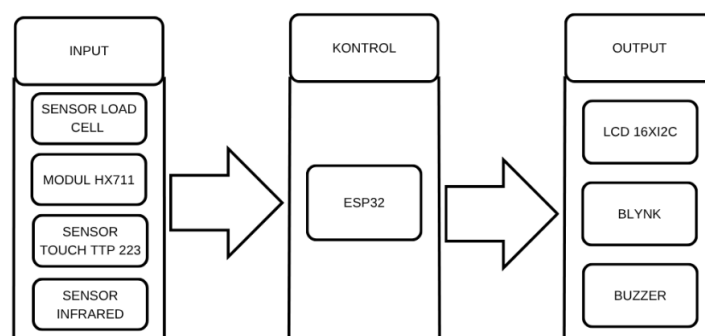
Perangkat pada sistem ini dirancang guna mendukung proses pemantauan infus secara otomatis dan tepat waktu berbasis *Internet of Things* (IoT). Perancangan dilaksanakan dengan mengintegrasikan beberapa komponen utama, seperti sensor *load cell* sebagai pendeteksi berat cairan infus, sensor *infrared* untuk mendeteksi tetesan, serta *mikrokontroler* sebagai pusat pengolahan data seperti yang ditujukan pada Gambar 1



Gambar 1 desain perangkat

2. Diagram blok

Diagram blok ini tersusun atas tiga bagian utama, yaitu input, kontrol, dan output, yang terdapat pada sistem monitoring infus otomatis berbasis IoT secara *real-time*.



Gambar 2 diagram blok sistem

Berdasarkan Gambar 2 diagram blok sistem dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Input

1. Sensor *load cell* berfungsi untuk mengukur berat dan sisa cairan infus dengan cara mengubah gaya mekanik menjadi sebuah sinyal listrik.
2. Modul HX711 berfungsi sebagai penguat sinyal dari sensor *load cell* dan kemudian di teruskan ke *mikrokontroler* ESP32.
3. Sensor *infrared* berfungsi sebagai pendeteksi jumlah tetes cairan infus.
4. Sensor *touch* TTP 223 berfungsi untuk *reset* berat dari *load cell* dan mematikan alarm ketika infus habis.

b. Kontrol

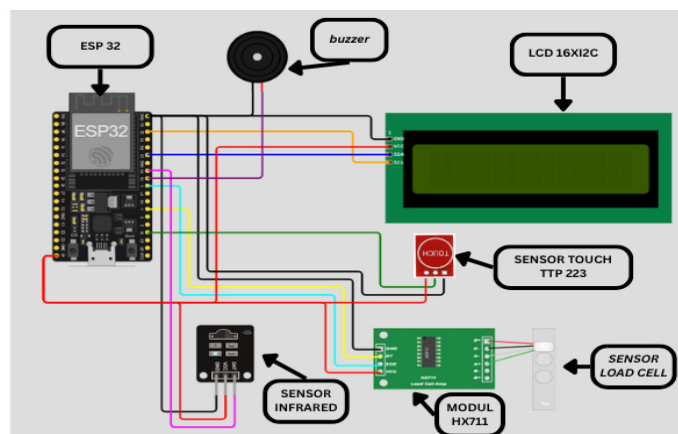
1. ESP32 berfungsi sebagai *mikrokontroler* pengendali sistem yang mampu membaca data dari sensor, mengolah informasi, serta mengirimkan data secara *real time* melalui jaringan internet

c. Output

1. LCD 16x2C berfungsi untuk menampilkan data seperti sisa volume cairan infus, status aliran tetesan, dan kondisi sistem secara langsung sehingga memudahkan tenaga medis dalam melakukan pemantauan tanpa harus menggunakan perangkat tambahan.
2. Aplikasi *Blynk* berfungsi memantau sistem secara *real time* melalui *smartphone* atau komputer.
3. *Buzzer* berfungsi untuk memberikan peringatan suara ketika volume cairan infus hampir habis atau terjadi gangguan aliran, sehingga tenaga medis dapat segera melakukan tindakan.

3. Diagram *wiring*

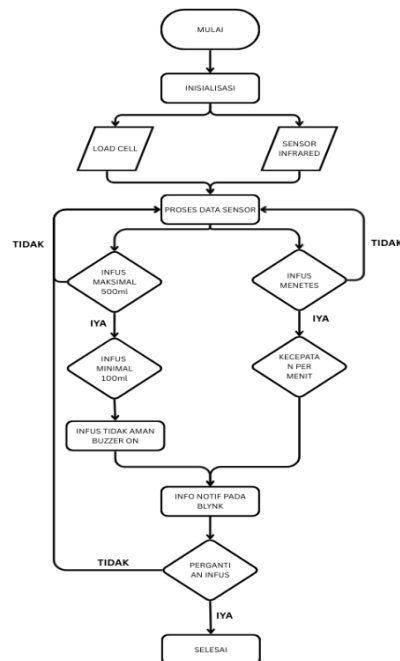
Diagram *wiring* adalah gambar teknis yang menunjukkan hubungan antar komponen elektronik melalui kabel atau jalur koneksi. Diagram *wiring* pada sistem monitoring infus menggambarkan hubungan antar komponen utama seperti ESP32, sensor *load cell* + modul HX711, sensor *touch* TTP223, *buzzer*, sensor *infrared* dan LCD. Setiap komponen dihubungkan sesuai fungsi untuk membentuk sistem pemantauan infus secara *real-time* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3



Gambar 3 diagram *wiring*

4. Diagram flowchart

Berikut Gambar 4 diagram *flowchart* untuk perangkat lunak sistem *monitoring* infus otomatis secara *real time* berbasis iot.



Gambar 4 diagram flowchart

Flowchart sistem monitoring infus dimulai saat perangkat diaktifkan, di mana sensor *load cell* dan sensor *infrared* bekerja secara bersamaan untuk memantau volume cairan dan aliran tetesan. Data yang diperoleh kemudian diproses untuk dua tujuan, yaitu mendeteksi batas volume infus (dari 500 ml hingga batas minimum 100 ml) yang akan memicu *buzzer* sebagai peringatan, serta menghitung jumlah tetesan per menit. Seluruh informasi kondisi infus dikirimkan ke aplikasi *Blynk* sebagai notifikasi. Sistem juga terus memantau apakah infus telah diganti oleh petugas. Jika belum, proses pemantauan akan terus berulang, dan jika sudah diganti, maka proses dinyatakan selesai.

D. Perancangan perangkat keras

Tahap pengujian modul perangkat merupakan proses pengujian dan penyusunan komponen fisik yang digunakan dalam sistem monitoring infus.



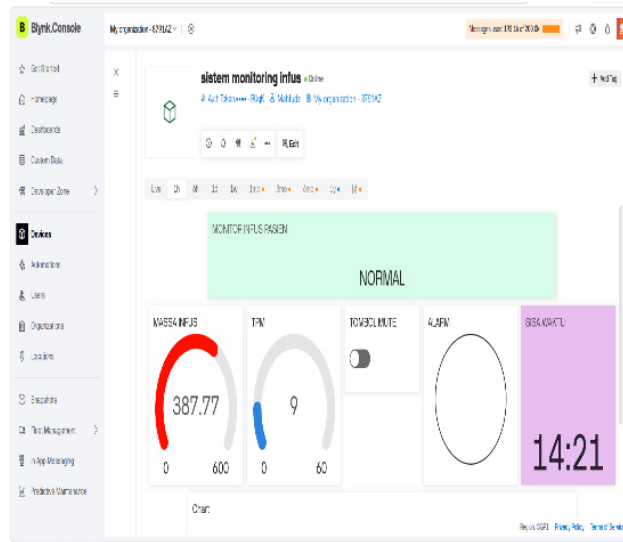
Gambar 5 hasil proses perakitan sistem

Komponen utama pada Gambar 5 yang digunakan meliputi ESP32 sebagai *mikrokontroler*, sensor *load cell* yang dikombinasikan dengan modul HX711 sebagai penguat sinyal, sensor *infrared* sebagai pendeteksi tetesan, serta sensor touch TTP223 sebagai

kontrol manual. *Load cell* dipasang pada struktur penopang infus untuk mengukur massa cairan secara langsung. Modul HX711 berfungsi untuk mengubah sinyal analog dari *load cell* menjadi data digital yang dapat dibaca oleh ESP32. Sensor infrared dipasang pada jalur tetesan infus untuk mendeteksi jumlah tetesan per menit berdasarkan perubahan intensitas cahaya. ESP32 mengolah seluruh data yang diterima dari sensor dan mengirimkannya melalui koneksi Wi-Fi ke aplikasi *Blynk*. Selain itu, ESP32 juga mengontrol perangkat *output* seperti LCD 16x2 yang menampilkan data secara lokal dan *buzzer* yang berfungsi sebagai alarm ketika kondisi infus berada pada batas kritis. Perancangan ini memperhatikan aspek kestabilan rangkaian, penempatan sensor, serta integrasi antar komponen agar sistem dapat bekerja secara optimal dan menghasilkan data yang akurat.

E. Perancangan perangkat lunak

Perangkat lunak sistem monitoring infus dilakukan dengan mengembangkan program pada Arduino IDE yang berjalan pada mikrokontroler ESP32.



Gambar 6 hasil perancangan perangkat lunak

Pada Gambar 6 Program dirancang untuk membaca data dari sensor, memproses informasi, serta mengontrol output sistem secara otomatis. Tahapan awal dimulai dengan inisialisasi sistem, meliputi pengaturan pin input dan output, inisialisasi sensor *load cell* melalui modul HX711, serta konfigurasi koneksi Wi-Fi dan integrasi dengan platform *Blynk*. Setelah proses inisialisasi selesai, sistem secara kontinu membaca data massa cairan infus dan jumlah tetesan dari sensor. Data yang diperoleh kemudian diolah untuk menentukan status infus. Sistem juga melakukan perhitungan tetesan per menit (TPM) serta estimasi waktu habisnya infus. Apabila kondisi infus berada pada batas kritis atau tidak terdapat tetesan, maka sistem akan mengaktifkan *buzzer* dan mengirimkan notifikasi ke aplikasi *Blynk*. perangkat lunak juga mengatur tampilan data pada LCD dan pengiriman data secara berkala ke platform IoT. Sensor touch TTP223 digunakan sebagai input untuk mereset sistem dan mematikan alarm. Program utama berjalan secara berulang dalam fungsi *loop()* sehingga sistem dapat melakukan monitoring secara *real-time* dan kontinu.

F. Tahap pengujian sistem

Pengujian alat dilakukan untuk memastikan sistem monitoring infus dapat bekerja dengan baik sesuai dengan perancangan. Pengujian meliputi sensor *load cell*, sensor *infrared*, serta komponen output seperti LCD dan *buzzer*. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat ukur referensi serta pengamatan langsung. Pengujian sistem secara keseluruhan untuk mengetahui kinerja integrasi antar komponen dan pengiriman data ke aplikasi *Blynk* secara *real-time*. Parameter yang diuji meliputi akurasi sensor, delay pengiriman data, serta respons sistem terhadap kondisi infus. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara stabil dan sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil pengujian sensor *load cell*

Pengujian sensor *load cell* bertujuan untuk memastikan pembacaan massa infus sesuai dengan massa infus yang diuji menggunakan timbangan digital dan hasil pengujian.

Tabel 1 hasil pengujian sensor *load cell*

No	m(g)		Δm (g)	% kesalahan (%)
	Timbangan	<i>Load cell</i>		
1	523	523	0	0
2	436	435	1	0,23%
3	336	337	1	0,30%
4	235	235	0	0,00
5	134	134	0	0,00

Pada pengukuran kedua ada perbedaan 0,23% dan ketiga perbedaan 0,30% dan dari seluruh hasil pengujian diperoleh rata-rata persentase kesalahan 0,106% jadi bisa dikatakan sensor berfungsi dengan baik karena kesalahan yang dihasilkan masih dalam batas toleransi 5%.

B. Hasil pengujian sensor *infrared*

Pengujian sensor *infrared* bertujuan untuk mengetahui apakah perhitungan tetesan infus pada sistem sama dengan pengukuran manual.

Tabel 2 hasil pengujian sensor *infrared*

No	TPM	
	Hitung manual	Sensor <i>infrared</i>
1	20	20
2	25	25
3	30	31
4	35	35
5	40	41

Dari hasil pengukuran tetesan infus didapat bahwa hasil dari pengukuran manual dengan pengukuran sistem adalah terjadi *error* dengan selisih 1 tetes pada percobaan ke3 dan ke5 dengan persentase kesalahan 1,13%

C. Hasil pengujian sistem keseluruhan

Pengujian sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sensor *load cell* dalam mengukur massa infus serta sensor infrared dalam mendeteksi jumlah tetesan infus.

Tabel 3 hasil pengujian sistem keseluruhan

No	Massa infus		Δm (g)	% kesalahan (ϵ)	TPM		% kesalahan (ϵ)
	Timbangan digital	Sensor <i>load cell</i>			Hitung manual	Sensor infrared	
1	523	523	0	0	20	20	0
2	436	435	1	0,23	25	25	0
3	336	337	1	0,30	31	30	3,23
4	235	235	0	0	35	35	0
5	134	134	0	0	41	40	2,44

Perhitungan akurasi sistem keseluruhan dihitung dengan 100% - rata-rata eror sensor.

Akurasi sensor *load cell*:

$$\frac{0 + 0,23 + 0,30 + 0 + 0}{5} = 0,106\% \quad 100\% - 0,10\% = 99,90\%$$

Akurasi sensor infrared:

$$\frac{0 + 0 + 3,23 + 0 + 2,44}{5} = 1,134\% \quad 100\% - 1,13\% = 98,87\%$$

Akurasi sistem keseluruhan:

$$\frac{99,90 + 98,87}{2} = 99,38\% \approx 99\%$$

Berdasarkan hasil pengujian sistem yang telah dilakukan, sensor *load cell* menunjukkan rata-rata kesalahan sebesar 0,10% dengan tingkat akurasi mencapai 99,90%. Sementara itu, sensor infrared dalam mendeteksi tetesan infus memiliki rata-rata kesalahan sebesar 1,13% dengan akurasi sebesar 98,87%. Secara keseluruhan, sistem monitoring infus otomatis yang dirancang memiliki tingkat akurasi sekitar $\pm 99,38\%$ yang dibulatkan menjadi 99%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja dengan baik.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, serta pengujian sistem monitoring infus berbasis *Internet of Things* yang menggunakan *mikrokontroler* ESP32 dan terintegrasi dengan Aplikasi *Blynk* IoT, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem yang dikembangkan mampu melakukan pemantauan laju tetesan dan massa infus secara *real-time*. Informasi tersebut dapat ditampilkan melalui LCD dan Aplikasi *Blynk* IoT. Sistem juga mampu memberikan peringatan otomatis melalui *buzzer* dan notifikasi ketika volume cairan infus berada di bawah batas minimum.
2. Secara keseluruhan, sistem bekerja dengan baik. Proses pengiriman data dari perangkat ke Aplikasi *Blynk* IoT memiliki waktu tunda sekitar 300 ms yang masih tergolong normal, sehingga informasi yang ditampilkan tetap cepat dan sesuai dengan kondisi aktual. Hasil pengujian sensor menunjukkan tingkat akurasi sebesar 99%, yang menandakan bahwa sistem layak untuk digunakan.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. D. Lestari, A. Y. Ismanto, and R. T. Malara, "Hubungan jenis cairan dan lokasi pemasangan infus dengan kejadian flebitis pada pasien rawat inap di RSUD Pancaran Kasih GMIM Manado," *Ejournal Keperawatan (E-Kp)*, vol. 4, pp. 2–6, May 2016.
- [2] R. Yulianto, "Design of intravenous fluid monitoring in inpatients based on Internet of Things (IoT)," *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 2, no. 2, pp. 1–2, Jun. 2022.
- [3] T. Akbar and I. Gunawan, "Prototype sistem monitoring infus berbasis IoT (Internet of Things)," *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, vol. 4, no. 2, pp. 155–163, Dec. 2020, doi: 10.29408/edumatic.v4i2.2686.
- [4] G. Priyandoko, D. Siswanto, and I. I. Kurniawan, "Rancang bangun sistem portable monitoring infus berbasis Internet of Things," *JJEEE*, vol. 3, no. 2, pp. 57–59, Jul. 2021.
- [5] S. Budiyo, M. Jamil, and F. Rahayu, "Monitoring sistem infus medis berdasarkan ZigBee wireless sensor network (WSN)," *J. Telekomun. dan Komput.*, vol. 9, no. 2, p. 61, Aug. 2019, doi: 10.22441/incomtech.v9i2.6469.

-
- [6] T. Akbar and I. Gunawan, "Prototype sistem monitoring infus berbasis IoT (Internet of Things)," *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, vol. 4, no. 2, pp. 155–163, Dec. 2020, doi: 10.29408/edumatic.v4i2.2686.
- [7] G. Priyandoko, D. Siswanto, and I. I. Kurniawan, "Rancang bangun sistem portable monitoring infus berbasis Internet of Things," *JJEEE*, vol. 3, no. 2, pp. 57–59, Jul. 2021.
- [8] D. Nataliana, N. Taryana, and E. Riandita, "Alat monitoring infus set pada pasien rawat inap berbasis mikrokontroler ATmega8535," *Elkomika*, vol. 4, no. 1, Jun. 2016.
- [9] T. Kusuma and M. T. Mulia, "Konferensi Nasional Sistem Informasi 2018 STMIK Atma Luhur Pangkalpinang," *STMIK*, vol. 2, pp. 8–9, Mar. 2018.
- [10] M. Mahpuz, H. Bahtiar, M. Sadali, and F. Kurniawan, "Prototype Monitoring Kantung Cairan Infus Berbasis Internet of Things (IoT)," *Infotek Jurnal Informatika dan Teknologi*, vol. 6, no. 1, 2023, doi: 10.29408/jit.v6i1.7518. (Mahpuz, 2023)
- [11] N. Afiyat, R. H. Navilla, and M. Hariyadi, "Sistem monitoring cairan infus berbasis IoT menggunakan protokol MQTT," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, vol. 12, 2023. (Afiyat, 2023)
- [12] D. Markinashella, P. Risma, and N. L. Husni, "Revolutionizing IV Infusions: Empowering Care with the DripControl+ App for Real-Time Monitoring and Precision Management," *International Journal of Advanced Health Science and Technology*, vol. 3, no. 4, 2023, doi: 10.35882/ijahst.v3i4.280. (Markinashella, 2023)
- [13] J. A. Lestari, H. A. Azizi, A. I. Ramadhan, and A. Suprajitno, "Sistem Monitoring Dan Kendali Infus Pasien Dari Ruang Sentral Perawat," *Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung*, vol. 6, no. 2, 2025, doi: 10.23960/jpi.v6n2.208. (Lestari, 2025)
- [14] C. L. Kok, C. K. Ho, Y. Dai, T. K. Lee, Y. Y. Koh, and J. P. Chai, "A Novel and Self-Calibrating Weighing Sensor with Intelligent Peristaltic Pump Control for Real-Time Closed-Loop Infusion Monitoring in IoT-Enabled Sustainable Medical Devices," *Electronics*, 2024, doi: 10.3390/electronics13091724. (Kok, 2024)
- [15] M. Hizbul Wathan, I. Irawan, B. Swengky, and I. Cahyadi, "InfusCare: Smart Infusion Monitoring System with Real-Time Notifications via ESP32 and Blynk," *Jurnal Pengembangan Sistem Informasi dan Informatika*, vol. 6, no. 3, 2025, doi: 10.47747/jpsii.v6i3.2759. (Wathan, 2025)
- [16] M. F. Hamzah, "Sistem Monitoring Cairan Infus Berbasis Internet of Things," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 13, no. 1, 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i1.5488. (Hamzah, 2025)