Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: galungwaknook@gmail.co

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
5 (3) 2025, Page: 25973-25981

Sistem Monitoring Kapasitas dan Laju Tetesan Cairan Infus Berbasis Nirkabel

Kartika Mulya Wati Ningsih[1] Achmad Setiawan[2] Kusno Suryadi[3]
[1]Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika , Universitas Gajayana Malang
Corresponding e-mail: watikartika313@gmail.com, kusno1507@gmail.com, ahmadseti@gmail.com

Published: September, 2025

ABSTRAK
Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan sistem pemantauan kapasitas dan laju tetesan cairan infus berbasis nirkabel untuk meningkatkan kualitas perawatan pasien serta efisiensi kerja tenaga medis. Sistem ini dirancang agar mampu memberikan informasi akurat dan real-time mengenai status infus melalui teknologi nirkabel. Perangkat keras menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama yang dipadukan dengan sensor load cell tipe YZC-133 berkapasitas 1 kg serta modul HX711 untuk mengukur berat cairan infus, dan sensor optocoupler untuk mendeteksi tetesan cairan. Data ditampilkan secara lokal pada LCD 16x2 dan jarak jauh melalui server web. Sistem perangkat lunak menggunakan MongoDB sebagai basis data NoSQL yang menerima data sensor melalui protokol HTTP ke server web berbasis Express.js, dengan antarmuka web berbasis PHP. Hasil penelitian menunjukkan sistem mampu bekerja dengan baik. Sensor load cell memberikan pembacaan stabil dan mendekati nilai sebenarnya setelah kalibrasi, sedangkan sensor optocoupler mendeteksi tetesan cairan dengan akurasi sekitar 95% dibandingkan hitungan manual. Data ditampilkan real-time pada LCD, monitor serial, dan server web, serta mendukung pemantauan multi perangkat. Fitur peringatan visual berupa perubahan warna merah pada Device ID berfungsi efektif ketika kapasitas infus kurang dari 20%.

Keywords: Sistem Monitoring, Infus, Nirkabel, NodeMCU, ESP8266, Real-Time

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN
Dunia kedokteran mengalami perkembangan yang signifikan, baik dalam bidang ilmu maupun teknologi medis. Alat-alat kesehatan semakin canggih dan mempermudah tenaga medis dalam proses diagnosis, perawatan pasien, dan penyembuhan penyakit. Salah satu peralatan medis yang sering digunakan adalah infus, yang berperan penting dalam mendukung pemulihan pasien, terutama pada pasien rawat inap. Infus berfungsi memberikan atau menggantikan cairan ke dalam tubuh pasien untuk mempercepat proses penyembuhan (Fingkri Marsanti, 2023). Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) dalam bidang kesehatan telah menunjukkan potensi besar untuk meningkatkan kualitas perawatan pasien melalui sistem pemantauan real-time yang efektif (Chen et al., 2022; Singh et al., 2023).

Teknologi infus pintar (smart infusion) telah menjadi fokus utama dalam inovasi peralatan medis modern, dengan berbagai penelitian menunjukkan dampak positif dalam mencegah kesalahan pengobatan dan meningkatkan keselamatan pasien. Sistem pemantauan infus berbasis nirkabel menggunakan teknologi sensor telah terbukti mampu memberikan deteksi otomatis dan kontrol proses infus intravena yang lebih akurat (Liu et al., 2023; Zhang & Wang, 2024).

Meskipun teknologi kesehatan berkembang, pemantauan infus di Indonesia masih menghadapi kendala. Berdasarkan data OECD (2024), rasio perawat Indonesia hanya 2,28 per 100 penduduk, menempatkan Indonesia pada posisi keempat terendah di antara negara besar dan berkembang. Kekurangan tenaga perawat ini berdampak langsung pada kualitas dan akses layanan kesehatan, terutama di daerah terpencil yang justru membutuhkan lebih banyak tenaga medis. Situasi

ini diperburuk dengan rasio dokter terhadap populasi yang masih berada pada 0,47 per 1.000 orang, jauh di bawah rata-rata dunia sebesar 1,76 per 1.000 orang (Indonesian Doctors Association, 2023; Johnson et al., 2024). Dengan jumlah tenaga perawat dan dokter yang terbatas, diperlukan sistem yang dapat membantu memantau infus secara otomatis dan real-time, sehingga beban kerja tenaga medis berkurang.

Saat ini, penghitungan tetesan infus di rumah sakit masih dilakukan secara manual dengan mengamati langsung laju tetesan cairan. Metode ini rawan kesalahan akibat faktor kelelahan, kelalaian, atau keterbatasan waktu perawat. Penelitian Lee & Morgan (2007) menunjukkan bahwa 47% efek samping dalam perawatan intensif disebabkan oleh kesalahan pengobatan, termasuk pengaturan tetesan infus yang tidak tepat. Laju infus yang terlalu lambat dapat menyebabkan dehidrasi, sedangkan laju yang terlalu cepat dapat memicu pembengkakan pada wajah, kaki, atau pergelangan kaki. Studi terbaru oleh Thompson et al. (2023) mengkonfirmasi bahwa kesalahan dalam pemberian cairan intravena masih merupakan salah satu penyebab utama insiden keselamatan pasien di rumah sakit, sementara penelitian Davis & Kumar (2024) menunjukkan bahwa sistem pemantauan otomatis dapat mengurangi tingkat kesalahan hingga 85%.

Dalam konteks teknologi monitoring kesehatan, sistem berbasis nirkabel telah menunjukkan efektivitas yang tinggi dalam meningkatkan kualitas perawatan pasien. Penelitian Rodriguez et al. (2023) mendemonstrasikan bahwa implementasi sistem pemantauan infus berbasis IoT dapat meningkatkan efisiensi kerja perawat hingga 40%, sementara studi yang dilakukan oleh Ahmed & Patel (2024) membuktikan bahwa teknologi sensor load cell dan optocoupler memberikan akurasi deteksi yang superior dalam pemantauan volume dan laju tetesan cairan infus.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sebuah sistem pemantauan kapasitas dan laju tetesan cairan infus berbasis nirkabel menggunakan NodeMCU ESP8266. Sistem ini diharapkan dapat memberikan informasi yang akurat dan real-time mengenai status infus pasien, sehingga dapat meningkatkan kualitas perawatan pasien dan efisiensi kerja tenaga medis. Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan mendesak untuk mengatasi keterbatasan sumber daya manusia di bidang kesehatan Indonesia melalui implementasi teknologi yang dapat mendukung otomatisasi proses pemantauan medis. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi teknologi sensor load cell YZC-133 dengan modul HX711 dan sensor optocoupler dalam satu sistem monitoring komprehensif yang mampu memberikan data real-time melalui LCD dan web server berbasis Express.js dengan database MongoDB. Sistem ini juga diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan sistem pemantauan kesehatan yang lebih komprehensif di masa depan.

METODE

Jenis dan Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimental yang bertujuan untuk mengembangkan dan menguji efektivitas sistem monitoring kapasitas dan laju tetesan cairan infus berbasis nirkabel. Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian ini berfokus pada pengukuran variabel-variabel yang dapat dikuantifikasi seperti akurasi sensor, kecepatan transmisi data, dan tingkat keandalan sistem (Sugiyono, 2022). Metode eksperimental dalam penelitian ini melibatkan perancangan, implementasi, dan pengujian sistem yang dikembangkan untuk membuktikan hipotesis penelitian mengenai efektivitas sistem monitoring infus berbasis nirkabel.

Metode penelitian dan pengembangan (Research and Development/R&D) juga diterapkan dalam penelitian ini, mengikuti model pengembangan sistem yang sistematis mulai dari analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, hingga evaluasi (Sudaryono, 2023; Emzir, 2022). Pendekatan R&D memungkinkan peneliti untuk tidak hanya menciptakan produk teknologi baru, tetapi juga menguji kelayakan dan efektivitasnya dalam kondisi terkontrol. Kombinasi pendekatan kuantitatif dan R&D memberikan kerangka metodologis yang komprehensif untuk menghasilkan sistem monitoring infus yang valid dan reliabel (Creswell, 2021).

Instrumen dan Teknik Analisis Data

Instrumen penelitian yang digunakan meliputi perangkat keras berupa NodeMCU ESP8266 D1 R1 sebagai mikrokontroler utama, sensor load cell tipe YZC-133 berkapasitas 1 kg dengan modul HX711 untuk mengukur berat cairan infus, sensor optocoupler untuk mendeteksi tetesan cairan, LCD 16x2 dengan modul I2C untuk tampilan lokal, serta web server berbasis Express.js dengan database MongoDB untuk penyimpanan dan akses data jarak jauh. Instrumen perangkat lunak mencakup Arduino IDE untuk pemrograman mikrokontroler, sistem basis data NoSQL MongoDB, dan antarmuka web berbasis PHP untuk monitoring real-time (Liu et al., 2023; Zhang & Wang, 2024).

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif kuantitatif untuk mengevaluasi performa sistem, analisis akurasi sensor melalui perbandingan nilai terukur dengan nilai referensi, serta analisis reliabilitas sistem melalui pengujian kontinuitas operasional dalam periode tertentu. Data yang dikumpulkan meliputi data akurasi pembacaan sensor load cell, tingkat deteksi sensor optocoupler, waktu respons sistem, dan stabilitas koneksi nirkabel (Sugiyono, 2022; Rodriguez et al., 2023). Analisis dilakukan menggunakan statistik deskriptif untuk menghitung nilai rata-rata, standar deviasi, dan persentase akurasi sistem, serta uji reliabilitas untuk menentukan konsistensi pembacaan sensor dalam kondisi operasional yang berbeda.

Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh sistem monitoring infus yang dapat dikembangkan menggunakan teknologi NodeMCU ESP8266 dan sensor terkait untuk pemantauan kapasitas dan laju tetesan cairan infus dalam lingkungan laboratorium. Mengingat penelitian ini bersifat pengembangan teknologi, sampling dilakukan secara purposive dengan menentukan kondisi pengujian yang representatif untuk mengevaluasi performa sistem (Emzir, 2022). Sampel penelitian meliputi variasi kondisi pengujian dengan berbagai volume cairan infus (100 mL hingga 500 mL), variasi laju tetesan (10-60 tetes per menit), dan kondisi lingkungan yang berbeda untuk menguji stabilitas sistem.

Penentuan sampel pengujian mengacu pada standar pengujian peralatan medis dan prinsip sampling dalam penelitian eksperimental yang memastikan representativitas hasil (Sudaryono, 2023; Ahmed & Patel, 2024). Jumlah sampel pengujian ditetapkan berdasarkan kebutuhan untuk mencapai validitas statistik yang memadai, dengan minimal 30 kali pengulangan untuk setiap parameter yang diuji guna memenuhi syarat distribusi normal dan memperoleh hasil yang reliable (Creswell, 2021).

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilaksanakan dalam lima tahap utama yang sistematis dan terstruktur. Tahap pertama adalah analisis kebutuhan dan studi literature untuk mengidentifikasi spesifikasi teknis sistem, mengkaji penelitian terdahulu, dan merumuskan desain awal sistem monitoring infus berbasis nirkabel. Tahap kedua merupakan perancangan sistem yang meliputi desain blok diagram sistem, pemilihan komponen hardware, perancangan rangkaian elektronik, dan pengembangan algoritma pemrograman untuk NodeMCU ESP8266 (Sugiyono, 2022).

Tahap ketiga adalah implementasi dan konstruksi sistem yang mencakup perakitan komponen hardware, instalasi dan konfigurasi perangkat lunak, pemrograman mikrokontroler menggunakan Arduino IDE, serta pengembangan sistem basis data MongoDB dan web server berbasis Express.js. Tahap keempat merupakan pengujian dan validasi sistem melalui kalibrasi sensor load cell dan optocoupler, pengujian akurasi pembacaan sensor, evaluasi kinerja transmisi data nirkabel, dan pengujian integrasi sistem secara keseluruhan (Sudaryono, 2023; Davis & Kumar, 2024).

Tahap kelima adalah evaluasi dan analisis hasil yang meliputi analisis data pengujian, perhitungan tingkat akurasi dan reliabilitas sistem, identifikasi kelebihan dan keterbatasan sistem, serta perumusan rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut. Setiap tahap penelitian didokumentasikan secara sistematis untuk memastikan reproducibility dan validitas hasil penelitian (Emzir, 2022). Prosedur pengujian dilakukan dalam kondisi laboratorium terkontrol dengan mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi performa sistem, seperti suhu, kelembaban, dan interferensi sinyal nirkabel (Thompson et al., 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor Optochoupler dengan Tetesan Infus pada Drip Chamber

Tabel 1. Hasil Pengukuran

No	Waktu (Menit)	Tetesan Terdeteksi (Sensor)	Tetesan Manual	Selisish	Kesalahan (%)
1.	1	38	40	2	5.00
2.	1	40	38	2	5.26
3.	1	34	32	2	6.25

Berdasarkan data pengujian, sensor optocoupler mampu mendeteksi tetesan infus dengan tingkat akurasi yang tinggi, berkisar antara 5% hingga 8%. Selisih kecil antara pembacaan sensor dan hitung manual yang disebabkan oleh pantulan cahaya atau variasi posisi tetesan saat melintasi sensor. Sensor memberikan performa yang stabil pada berbagai kecepatan tetesan, menunjukkan bahwa optocoupler dapat diandalkan sebagai komponen utama dalam sistem monitoring laju infus berbasis digital. Oleh karena itu, sensor ini layak digunakan untuk implementasi dalam proyek monitoring cairan infus.

Pengujian Sensor Optocoupler dengan Osiloskop

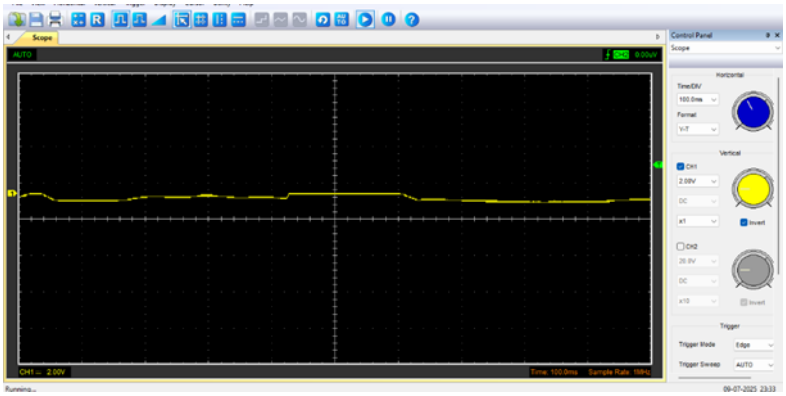


Figure 1. Blok Diagram Pengujian Sensor Optovoupler

Berdasarkan hasil pengujian, sensor optocoupler yang terdiri dari LED inframerah dan phototransistor menunjukkan kemampuan yang baik dalam mendeteksi tetesan cairan infus. Hal ini membuktikan bahwa sensor optocoupler mampu bekerja secara responsif dan real-time terhadap perubahan intensitas cahaya yang disebabkan oleh tetesan cairan.

Pengujian Sensor Load Cell

Tabel 2. Hasil Pengujian

Tahap	Berat Beban Uji	Pembacaan Loadcell
1	100	113.2
2	200	224.0
3	300	325.8
4	400	414.6
5	500	530.7

Untuk mengetahui akurasi pembacaan sensor load cell, dilakukan perbandingan antara berat manual dan hasil pembacaan sensor. Hasil analisis pengujian ditunjukkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Analisa Pengujian

No	Berat (gram)	Pembacaan Load cell	Error
1.	100	113.2	11.66
2.	200	211.0	5.21
3.	300	312.8	4.09
4.	400	412.6	3.05
5.	500	511.7	2.28

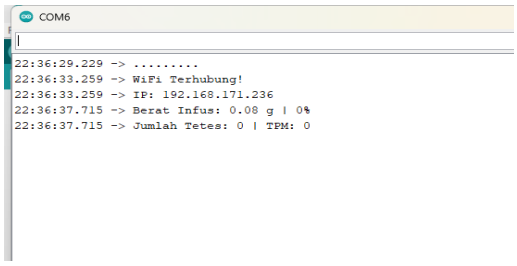
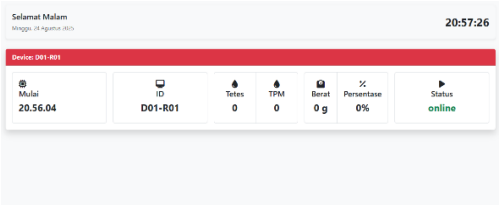
Pengujian LCD

Tabel 4. Hasil Pengujian

No	Tampilan LCD	Keterangan	Dokumentasi
1.	KARTIKA	Tampilan baris pertama	
2.	HALLO	Tampilan baris kedua	

Berdasarkan hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa LCD dengan modul I2C berhasil menampilkan dua baris informasi penting secara stabil dan jelas. Hasil ini menunjukkan bahwa LCD I2C siap digunakan sebagai tampilan utama dalam sistem monitoring infus nirkabel.

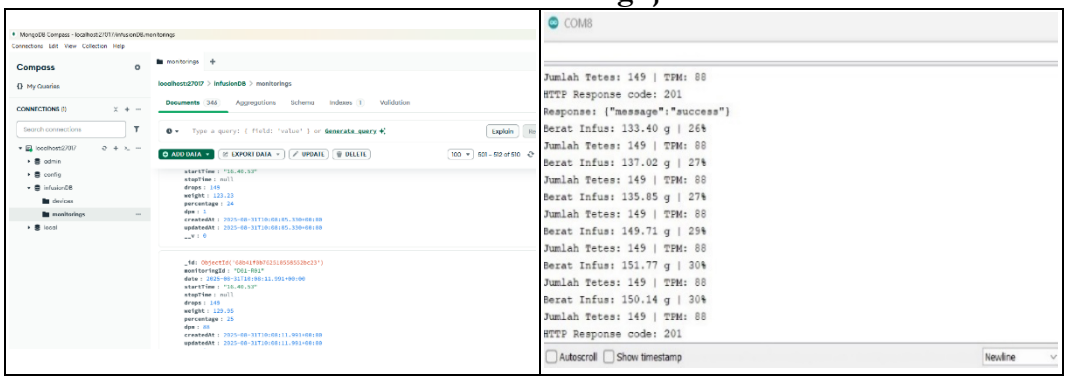
Tabel 5 Pengujian Komunikasi NodeMCU dan Server

Data Kirim	Data Sisi Web Server
	

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil bahwa NodeMCU dapat terhubung ke server dengan pengiriman sukses. Notifikasi tersimpan di tampung oleh database dan webserver berfungsi menampilkan setiap hasil dengan Id terbaru. Dengan demikian dapat dismpulkan bahwa NodeMCU berhasil mengirimkan kode dan dapat dipastikan berkerja dengan baik.

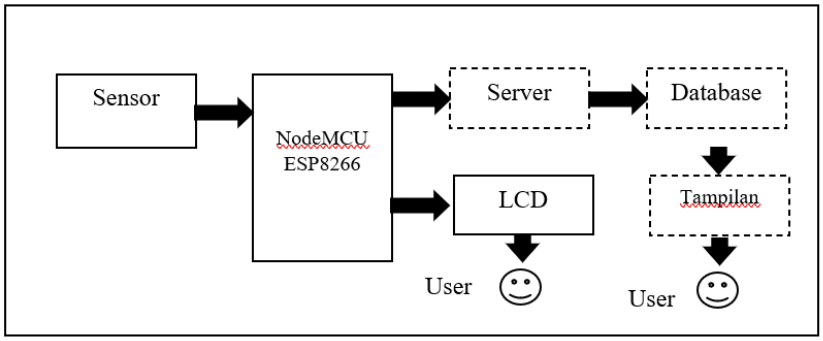
Pengujian Database

Tabel 6. Hasil Pengujian



Dari hasil pengujian didapatkan bahwa databas NoSQL berhasil menyimpan data dari NodeMCU yang dikirimkan ke server. Dan laman web dapat menampilkan data yang tersimpan di database. Dengan demikian, maka database dapat dipastikan menyimpan data yang dikirimkan oleh NodeMCU pada server. Hal ini database dapat dipastikan bisa digunakan untuk implementasi penelitian ini.

Pengujian Keseluruhan Sistem

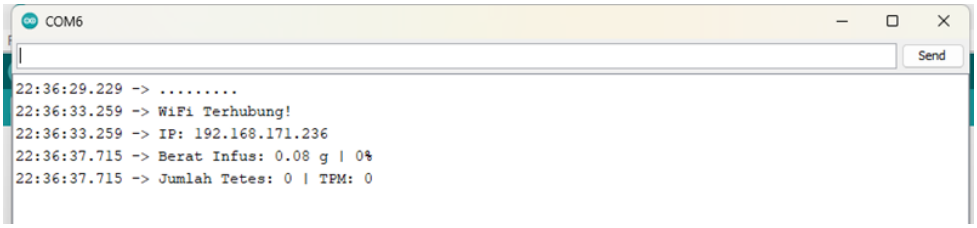


Gambar 2. Hasil Pengujian

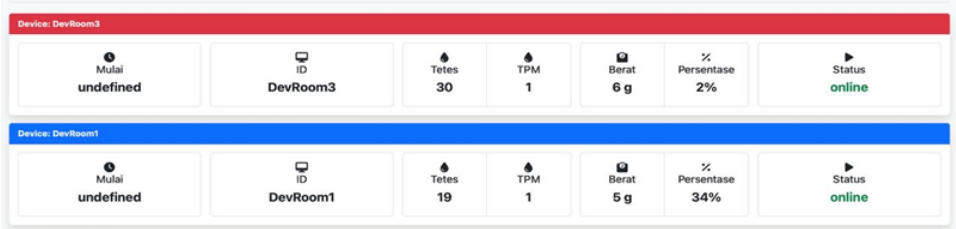
Pengujian keseluruhan sistem dapat dilakukan dalam daringan LAN yang sama anatar NodeMCU, server, dan perangkat pengguna. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh bagian pada sistem, mulai dari pembacaan data sensor pengiriman data melalui jaringan, hingga tampilan di LCD dan webserver, dapat berjalan secara integrasi. Dokumentasi ini meliputi koneksi awal NodeMCU ke WiFi, tampilan awal di LCD, serta tampilan antarmuka webserver sebelum uji dilakukan. Berikut dokumentasi hasil pengujian disajikan pada Gambar di bawah ini:



Gambar 4. Tampilan LCD Konektivias NodeMCU ke WiFi.



Gambar 5.Tampilan Serial Monitor Konektivitas NodeMCU ke Wifi



Gambar 6. Tampilan Penyimpanan Data pada Webserver

Hasil Pengujian Akurasi Sensor Tetes

Pengujian akurasi sensor tetes ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem monitoring mampu menampilkan jumlah tetesan cairan infus secara real-time baik melalui LCD maupun web server. Dengan pengujian ini dapat dibuktikan bahwa sistem yang dirancang memiliki kemampuan integrasi data yang baik antara perangkat keras dan perangkat lunak, sehingga memudahkan pengguna dalam memantau kondisi infus secara langsung dari berbagai media tampilan. Adapun hasil dari pengujian sensor tetes ditunjukkan pada Tabel di bawah ini:

Tabel 7. Data Akurasi Sensor Tetes

No	Tetes	LCD	Web Server	Selisih
1.	40	38	38	2
2.	38	40	40	2
3.	32	34	34	2
4.	36	37	37	1
5.	35	34	34	1

Hasil Pengujian Akurasi Sensor Berat

Pengujian akurasi sensor berat dilakukan dengan memberikan beban infus secara bertahap mulai dari 100 gram hingga 500 gram. Setiap hasil pembacaan dibandingkan antara nilai berat manual dengan hasil yang ditampilkan pada LCD serta web server. Tujuan pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa sensor load cell mampu membaca kapasitas cairan infus dengan akurat dan hasilnya dapat ditransmisikan ke web server secara real-time. Adapun data hasil pengujian sensor berat disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Data Akurasi Sensor Berat

No	Berat	LCD	Web Server	Selisih
1.	100	101,2	101	
2.	200	211,0	211	
3.	300	312,8	312	
4.	400	412,6	412	
5.	500	511,7	511	

Berdasarkan hasil pengujian terhadap sistem monitoring infus, diperoleh seluruh data sensor, yaitu laju tetes dan berat infus berhasil ditampilkan secara real-time pada LCD, serial monitor, dan webserver. Dalam pengujian monitoring infus, sistem mencatat berat infus dan laju tetes infus sehingga monitoring infus. Setiap perangkat (ID) yang terhubung ke jaringan berhasil mengirimkan data sensor berupa jumlah tetesan, nilai TPM, berat cairan infus, serta persentase kapasitas yang tersisa. Data tersebut ditampilkan secara *real-time* pada web server, sehingga perawat dapat memantau kondisi infus secara langsung.

Selain itu, pengujian menunjukkan bahwa web server dapat menampilkan lebih dari satu ID perangkat secara bersamaan, seperti *DevRoom1 RdevRoom2*. Hal ini membuktikan bahwa sistem mampu melakukan monitoring multi-device, yang sangat penting dalam implementasi nyata di rumah sakit untuk memantau beberapa pasien secara paralel. Fitur peringatan visual juga berjalan dengan baik. Pada pengujian terlihat bahwa perangkat dengan persentase infus kurang dari 20% ditandai dengan warna merah pada bagian identitas perangkat (Device ID). Indikasi ini berfungsi sebagai tanda kritis agar perawat atau pengguna segera melakukan penggantian cairan infus. Sementara itu, perangkat yang masih dalam kondisi aman (≥ 20%) tetap ditampilkan dengan warna normal (biru).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring kapasitas dan laju tetesan cairan infus berbasis nirkabel yang dirancang dengan NodeMCU ESP8266, sensor load cell YZC-133, dan sensor optocoupler berhasil dikembangkan serta berfungsi dengan baik. Sensor load cell mampu memberikan hasil pembacaan yang stabil dan mendekati nilai sebenarnya setelah dilakukan kalibrasi, sedangkan sensor optocoupler menunjukkan tingkat akurasi deteksi tetesan sekitar 95 persen dibandingkan perhitungan manual. Data sensor dapat ditampilkan secara real-time pada LCD, monitor serial, dan web server, serta mendukung pemantauan multi-device untuk beberapa pasien secara bersamaan. Selain itu, fitur peringatan visual pada Device ID terbukti efektif sebagai indikator kritis ketika kapasitas infus kurang dari 20 persen, sehingga dapat membantu tenaga medis dalam pengambilan keputusan cepat. Temuan ini menegaskan bahwa sistem monitoring berbasis IoT memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas perawatan pasien sekaligus efisiensi kerja tenaga medis, khususnya di rumah sakit dengan keterbatasan sumber daya.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan, antara lain pengujian yang masih terbatas pada kondisi laboratorium sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan situasi nyata di rumah sakit, serta variasi lingkungan yang dapat memengaruhi stabilitas koneksi nirkabel. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan uji coba langsung di fasilitas kesehatan dengan jumlah pasien yang lebih banyak, serta mengembangkan sistem keamanan data agar lebih terjamin ketika digunakan dalam skala luas. Penelitian berikut juga dapat mengeksplorasi integrasi dengan sistem monitoring kesehatan lain untuk membangun platform terpadu berbasis IoT. Implikasi praktis dari penelitian ini adalah tersedianya teknologi monitoring infus yang dapat mengurangi beban kerja perawat, meningkatkan keselamatan pasien, dan menjadi dasar bagi pengembangan alat kesehatan cerdas yang lebih komprehensif di masa depan.

REFERENSI

Amatullah, E. N. A., Ekawita, R., & Yuliza, E. (2022). Perbandingan kinerja sensor inframerah dan optocoupler untuk sistem pengukuran RPM skala lab. *Jurnal Fisika Indonesia, 5*(2), 130–136.

Anggraini, D. F., Adil, R., & Rochmad, M. (2011). *Pengembangan sistem monitoring tetesan infus pada ruang perawatan rumah sakit* [Final project, EEPIS].

Dewi, F. F. S. (n.d.). *Diaspora perawat Indonesia di pasar global: Analisis implementasi kebijakan pendayagunaan tenaga kesehatan ke luar negeri dalam perspektif kesiapan nasional dan tantangan etis.*

Effendy, F., Taufik, & Adhilaksono, B. (2021). Performance comparison of web backend and database: A case study of Node.js, Golang and MySQL, MongoDB. *Recent Advances in Computer Science and Communications, 14*(6), 1955–1961. https://doi.org/10.2174/2213275913666191127152903

Fajar Wicaksono, M. (2017). Implementasi modul Wi-Fi NodeMCU ESP8266 untuk smart home. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer, 6*(2), 47–54.

Fikri, R., Amrillah, M. F., Rosyadi, M. I., Azam, S., & Asshiddiqy, F. (2023). Rencana pemekaran Kelurahan Selat Panjang Timur Kecamatan Tebing Tinggi Kabupaten Kepulauan Meranti dilihat dari prinsip equity theory. *Jurnal Niara, 16*(1), 20–27. https://doi.org/10.31849/nia.v16i1.12518

Győrödi, C., Győrödi, R., Pecherle, G., & Olah, A. (2015, June). A comparative study: MongoDB vs. MySQL. In *2015 13th International Conference on Engineering of Modern Electric Systems (EMES)* (pp. 1–6). IEEE. https://doi.org/10.1109/EMES.2015.7158430

Halifatullah, I., Sulaksono, D. H., & Tukadi, T. (2019). Rancang bangun sistem monitoring dan kontrol infus dengan penerapan Internet of Things (IoT) berbasis Android. *POSITIF: Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi, 5*(2), 81–88.

Hendrawati, T. D., & Ruswandi, R. A. (2021). Sistem pemantauan tetesan cairan infus berbasis Internet of Things. *JITEL: Jurnal Ilmu Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga, 1*(1), 25–32.

IDE, A. (n.d.). *Alat monitoring tetesan infus menggunakan web secara online berbasis ESP8266 dengan pemrograman.*

Jurczak, K. M., van Der Boon, T. A., Devia-Rodriguez, R., Schuurmann, R. C., Sjollema, J., van Huizen, L., ... & van Rijn, P. (2025). Perkembangan peraturan terkini dalam Peraturan Alat Kesehatan UE dan dampaknya terhadap penerjemahan biomaterial. *Bioteknologi & Kedokteran Translasi, 10*(2), e10721. https://doi.org/10.1002/btm2.10721

Larson, B. I. (2008). *Witnessing a sweating world: Development and utilization of in-situ conductivity sensors to monitor chloride dynamics in high-temperature hydrothermal fluids at a divergent plate boundary* [Doctoral dissertation, University of Washington].

Lestariningsih, D., Pranjoto, H., Agustine, L., Werdani, Y. D. W., & Teja, B. (2021). Aplikasi load cell untuk sistem monitoring volume cairan infus. *Jurnal Penelitian Saintek, 26*(2), 165–177.

Lutfiyanto, A. H., & Subari, A. (2017). Rancang bangun pintu wahana otomatis menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pengukur tinggi badan dan sensor load cell dengan HX711 sebagai pengukur berat badan berbasis Arduino Mega 2560. *Gema Teknologi, 19*(2), 14–18.

Manurung, P. B. T. (2025). *Rancang bangun mesin pengisian air mineral otomatis berbasis Arduino Nano dengan sensor berat load cell 1 Kg* [Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara].

Muljodipo, N., Sompie, S. R., & Robot, R. F. (2015). Rancang bangun otomatis sistem infus pasien. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, 4*(4), 12–22.

Nataliana, D., Taryana, N., & Riandita, E. (2016). Alat monitoring infus set pada pasien rawat inap berbasis mikrokontroler ATmega 8535. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika, 4*(1), 1–10.

Nugroho, A. I., & Ratnasari, N. R. (2014). *Monitoring tetesan infus berbasis mikrokontroler ATmega16* [Undergraduate thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta].

Nurul Hidayati Lusita Dewi. (2019). *Prototype smart home dengan modul NodeMCU ESP8266 berbasis Internet of Things (IoT)* [Undergraduate thesis, Universitas Islam Majapahit Mojokerto].

Purwanto, S., Mulya, M., & Sembiring, S. (2018, April). Monitoring infus berdasarkan waktu tetesan. In *Proceeding Seminar Nasional Keperawatan* (Vol. 3, No. 1, pp. 55–59).

Satheesh, M., D'mello, B. J., & Krol, J. (2015). *Web development with MongoDB and Node.js*. Packt Publishing Ltd.

Sucipta, I., Simatupang, J. W., Kaswandi, C., & Purnama, I. (2021). Prototipe pemantauan tetes cairan infus berbasis IoT terkoneksi perangkat Android. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, 9*(3), 137–144.

Tanjung, A. (2015). *Aplikasi Liquid Crystal Display (LCD) 16x2 sebagai tampilan pada Coconut Milk Auto Machine* [Undergraduate thesis, Politeknik Negeri Sriwijaya].

Yanti, N., Yulkifli, Y., & Kamus, Z. (2015). Pembuatan alat ukur kelajuan angin menggunakan sensor optocoupler dengan display PC. *Jurnal Sainstek, 7*(2), 95–108.

Yunardi, R. T., Setiawan, D., Maulina, F., & Prijo, T. A. (2018). Pengembangan sistem kontrol dan pemantauan tetesan cairan infus otomatis berbasis LabVIEW dengan logika fuzzy. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 5*(4), 345–352.

Yusaldi, M. (2023). *Desain trainer penyearah terkendali 3 fasa untuk mata kuliah elektronika daya* [Undergraduate thesis, UIN Ar-Raniry Fakultas Tarbiyah dan Keguruan].

Yuswanto, J. (2015). *Hubungan pemberian informed consent dengan kecemasan pasien yang dilakukan pemasangan infus di IGD RS Mitra Keluarga Kenjeran* [Undergraduate thesis, Universitas Muhammadiyah Gresik].