

Implementasi Sistem Monitoring Persentase Cairan Infus Menggunakan Sensor Load Cell Berbasis IoT

1st Adrian Yoyakim Tarumingi

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Purwokerto, Indonesia

adriantarumingi@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Irmayatul Hikmah, S.Si., M.Si

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Purwokerto, Indonesia

irmayatulh@telkomuniversity.ac.id

3rd Fikra Titan Syifa, S.T., M.Eng.

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Purwokerto, Indonesia

fikras@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Pemantauan volume cairan infus yang masih dilakukan secara manual di banyak fasilitas kesehatan dapat menimbulkan risiko serius pada pasien. Untuk mengatasi permasalahan ini, penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring cairan infus otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan sensor *Load Cell*. Sistem ini dilengkapi dengan mikrokontroler ESP32, modul RTC untuk pencatatan waktu, *buzzer* sebagai alarm lokal, serta integrasi ke *Google Spreadsheet* dan Telegram untuk notifikasi *real-time*. Penelitian dilakukan dengan metode rekayasa perangkat berbasis pendekatan *waterfall*, dimulai dari tahap perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan lunak, hingga pengujian prototipe. Sensor *Load Cell* digunakan untuk mengukur berat cairan infus secara berkala, yang kemudian dikonversi menjadi volume dan persentase. Data hasil pengukuran ditampilkan melalui layar OLED, dicatat ke *Google Spreadsheet*, dan dikirim ke Telegram sebagai notifikasi jika cairan mencapai batas kritis. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu membaca volume cairan infus dengan akurasi hingga 98,6% dan memberikan notifikasi tepat waktu saat volume mendekati batas minimum. Sistem juga menunjukkan kestabilan dalam transmisi data serta aktivasi *buzzer* ketika persentase infus berada di bawah 5%. Kesimpulannya, sistem monitoring infus berbasis IoT ini dapat meningkatkan efisiensi pemantauan, mengurangi risiko *human error*, serta memberikan kontribusi positif terhadap keselamatan pasien. Pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan melalui integrasi dengan kontrol otomatis aliran infus dan platform visualisasi data berbasis *web*.

Kata kunci — Monitoring cairan Infus, IoT, *Load Cell*, ESP32.

I. PENDAHULUAN

Infus merupakan salah satu metode terapi medis yang digunakan secara luas di berbagai fasilitas kesehatan untuk menggantikan cairan tubuh, menyeimbangkan elektrolit, serta menyalurkan obat secara langsung ke dalam pembuluh darah pasien [1]. Dalam praktiknya, pemantauan volume cairan infus masih dilakukan secara manual oleh tenaga medis. Hal ini berpotensi menimbulkan berbagai risiko seperti keterlambatan penggantian infus, kesalahan pembacaan volume yang membahayakan nyawa pasien [2].

Seiring berkembangnya teknologi *Internet of Things* (IoT), telah banyak penelitian dilakukan guna mengotomatisasi pemantauan cairan infus. Penelitian oleh Mardiyah et al. (2020) menggunakan sensor optik dan aplikasi Android untuk monitoring volume dan kecepatan tetesan cairan [3]. Penelitian lain oleh Lestariningsih et al. (2021) memanfaatkan sensor *Load Cell* dan Arduino Uno dengan sistem kontrol otomatis berbasis solenoid [4]. Khasanah et al. (2021) menggunakan sensor IR dan NodeMCU untuk memantau infus secara nirkabel dengan data dikirim ke *Firestore* [2]. Lebih lanjut, Rosyady et al. (2023) dan Putri et al. (2024) telah mengembangkan sistem berbasis *Load Cell* dengan antarmuka *web* dan aplikasi *Blynk* untuk notifikasi *real-time* [5][6].

Meski demikian, kebanyakan sistem sebelumnya masih terbatas dalam fleksibilitas platform, ketergantungan pada sistem tertutup, atau belum mengintegrasikan sistem pencatatan waktu dan pengiriman notifikasi multi-kanal. Di sisi lain, kebutuhan akan sistem monitoring infus yang akurat, *real-time*, fleksibel, dan terintegrasi dengan platform yang familiar seperti *Google Spreadsheet* serta aplikasi komunikasi populer seperti Telegram menjadi sangat penting untuk diterapkan dalam praktik klinis.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring cairan infus otomatis berbasis IoT dengan menggunakan sensor *Load Cell*, mikrokontroler ESP32, modul RTC untuk pencatatan waktu, dan fitur notifikasi *real-time* melalui *Google Spreadsheet* dan Telegram. Sistem ini juga dilengkapi alarm *buzzer* sebagai peringatan lokal ketika cairan infus mendekati batas kritis. Dengan pendekatan ini, diharapkan sistem dapat meningkatkan efisiensi kerja tenaga medis, mengurangi risiko kesalahan manusia, serta mendukung keselamatan pasien secara lebih optimal.

II. KAJIAN TEORI

A. Infus

Infus adalah metode pemberian cairan, obat, atau nutrisi langsung ke pembuluh darah pasien melalui tabung yang terhubung ke vena menggunakan jarum atau kanula. Cairan

ini dapat berupa larutan salin, dekstrosa, atau elektrolit yang berfungsi menggantikan cairan tubuh, menjaga keseimbangan ion, atau mempercepat penyerapan obat. Penggunaan infus penting dalam kasus dehidrasi, luka bakar, demam berdarah, dan kondisi kritis lainnya [7]. Infus bekerja dengan prinsip gravitasi, di mana aliran cairan diatur melalui regulator. Ketepatan pengaturan laju tetesan sangat krusial karena kesalahan dapat menyebabkan kelebihan cairan atau kekurangan cairan [8].



GAMBAR 1
(CAIRAN INFUS)

B. Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak *open-source* untuk pemrograman mikrokontroler berbasis Arduino maupun ESP32. IDE ini menyediakan editor kode, kompiler, dan alat untuk mengunggah program ke perangkat keras melalui USB. Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman berbasis C++ dan menghasilkan file biner untuk dijalankan oleh mikrokontroler. Keunggulannya adalah fleksibilitas dan kemudahan dalam mendukung pengembangan perangkat IoT seperti sistem monitoring infus [9].

C. Apps Script

Apps Script adalah platform *scripting* berbasis *JavaScript* dari Google yang memungkinkan otomatisasi dan integrasi data dalam layanan seperti *Google Spreadsheet*. Dengan *Apps Script*, pengguna dapat membuat skrip untuk mengirim data dari perangkat IoT ke *cloud*, mengatur pemrosesan data secara *real-time*, dan bahkan mengatur notifikasi ke layanan lain. Dalam penelitian ini, *Apps Script* digunakan untuk menghubungkan ESP32 dengan *Google Spreadsheet* [10].

D. Google Spreadsheet

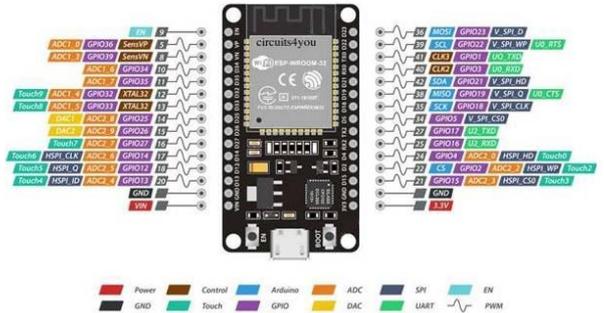
Google Spreadsheet adalah program pengolah data berbasis *web* yang memungkinkan pengguna menyimpan dan memproses data di *cloud*. Terintegrasi dengan *Google Drive*, layanan ini memungkinkan kolaborasi *real-time* antar pengguna serta akses lintas perangkat. Dalam penelitian ini, *Google Spreadsheet* berfungsi sebagai tempat penyimpanan data volume cairan infus yang dikirim dari ESP32, sehingga mempermudah pemantauan [11].

E. ESP32



GAMBAR 2
(ESP32)

ESP32 adalah mikrokontroler yang mendukung konektivitas *Wi-Fi* dan *Bluetooth*, menjadikannya sangat cocok untuk aplikasi IoT. Perangkat ini memiliki prosesor *dual-core*, memori besar, dan GPIO yang cukup untuk menghubungkan berbagai sensor. Dalam penelitian ini, ESP32 digunakan sebagai otak dari sistem monitoring infus, menghubungkan sensor *Load Cell*, RTC, OLED, dan modul komunikasi ke cloud dan Telegram [12].



GAMBAR 3
(Pinout ESP32)

F. Load Cell

Load Cell adalah sensor untuk mengukur berat berdasarkan perubahan tegangan akibat deformasi pada material elastis. Sensor ini menggunakan *strain gauge* dan membutuhkan modul penguat seperti HX711 untuk menghasilkan sinyal digital. Dalam konteks penelitian ini, *Load Cell* digunakan untuk mengukur berat cairan infus, yang kemudian dikonversi menjadi volume dalam mililiter [5].

G. RTC (Real-Time Clock)

RTC adalah modul yang berfungsi mencatat waktu dan tanggal secara terus-menerus, bahkan saat perangkat utama mati. Modul DS3231, yang digunakan dalam penelitian ini, memiliki akurasi tinggi dan dilengkapi baterai cadangan. RTC digunakan untuk menandai waktu pengambilan data dari sensor *Load Cell*, sehingga setiap pembacaan memiliki stempel waktu yang valid [13].

H. OLED

OLED adalah layar tampilan dengan kualitas visual tinggi, hemat daya, dan tidak memerlukan backlight. Layar ini menggunakan antarmuka I2C untuk komunikasi dengan mikrokontroler seperti ESP32. Dalam penelitian ini, OLED digunakan untuk menampilkan informasi *real-time* seperti volume cairan infus, persentase, dan waktu saat ini secara visual [14].

I. Buzzer

Buzzer adalah alat elektronik yang menghasilkan suara sebagai alarm atau peringatan. Ketika dialiri listrik, *buzzer* menghasilkan getaran yang menciptakan suara. Dalam sistem ini, *buzzer* berbunyi saat volume infus berada dalam batas kritis (5%), memberikan alarm lokal agar perawat segera menindaklanjuti [15].

J. MQTT

MQTT adalah protokol komunikasi berbasis *publish-subscribe* yang sangat efisien untuk aplikasi IoT. Ia menggunakan bandwidth rendah dan mendukung *Quality of*

Service (QoS) untuk menjamin pengiriman data. Dalam sistem monitoring ini, MQTT berfungsi sebagai metode alternatif untuk komunikasi data jika sistem dikembangkan lebih lanjut [16].

K. Telegram

Telegram adalah aplikasi pesan instan yang mendukung pembuatan bot. Bot Telegram digunakan dalam penelitian ini untuk mengirim notifikasi volume cairan infus secara otomatis dan *real-time* ke perangkat perawat. Keunggulannya adalah kemudahan integrasi dengan mikrokontroler dan antarmuka yang familiar [17].

III. METODE

A. Perangkat Keras

TABEL 1
(Daftar Perangkat Keras)

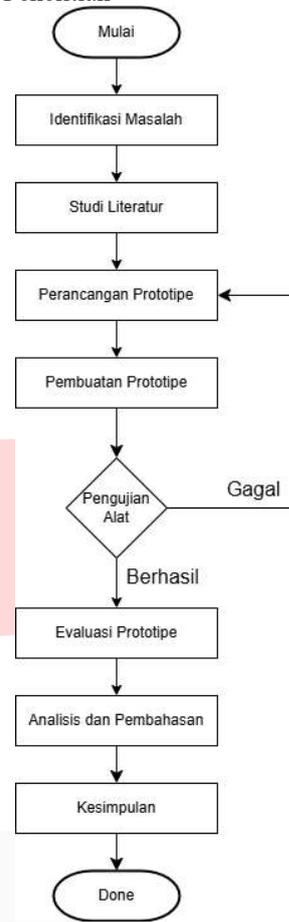
Nama Perangkat	Jumlah
Cairan infus	1 unit
Sensor Load Cell	1 unit
ESP32	1 unit
Modul HX-711	1 unit
RTC (Real-Time Clock)	1 unit
OLED Display	1 unit
Kabel jumper	30 unit
Buzer	1 unit
Adaptor 9 Volt	1 unit

Sistem ini menggunakan sensor *Load Cell* 1 kg untuk membaca berat cairan infus, dengan ESP32 sebagai mikrokontroler utama. Modul HX-711 digunakan sebagai penguat sinyal sensor. Untuk pencatatan waktu digunakan modul RTC DS3231. Data ditampilkan pada OLED dan notifikasi ditandai oleh *buzzer*. Sumber daya berasal dari adaptor 9V dan koneksi antarkomponen dilakukan melalui kabel *jumper*. Komponen ini dirancang agar efisien, ringan, dan mudah dipasang pada tiang infus di lingkungan klinis.

B. Perangkat Lunak

Pemrograman mikrokontroler dilakukan menggunakan Arduino IDE. Komunikasi data dilakukan melalui platform *Google Spreadsheet* dengan bantuan *Google Apps Script*. Notifikasi *real-time* dikirim melalui Telegram Bot API. Kombinasi *software* ini memungkinkan sistem bekerja secara otomatis dan sinkron antar perangkat, mendukung keperluan dokumentasi dan interaksi jarak jauh oleh perawat.

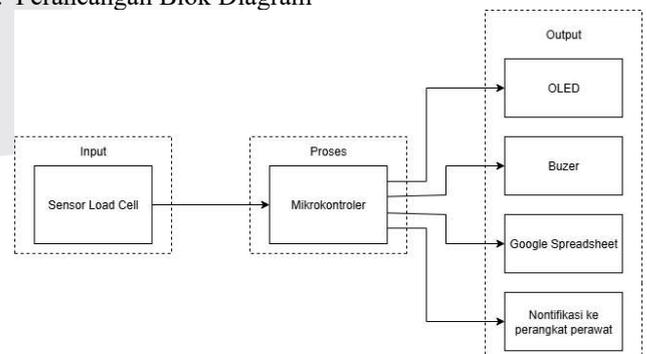
C. Diagram Alir Penelitian



GAMBAR 4
(Diagram Alir Penelitian)

Penelitian dimulai dari studi literatur, perancangan sistem, implementasi perangkat, hingga pengujian. Setiap tahap diiterasi jika ditemukan kendala. Proses ini dilakukan mengikuti pendekatan rekayasa perangkat berbasis *waterfall*. Tujuannya adalah menghasilkan prototipe sistem monitoring cairan infus yang bekerja otomatis, akurat, dan *real-time* untuk mendukung efisiensi kerja perawat di rumah sakit.

D. Perancangan Blok Diagram



GAMBAR 5
(Blok Diagram Sistem)

Sistem terdiri dari tiga bagian utama: input (Load Cell), proses (ESP32), dan output (OLED, buzzer, Google Spreadsheet, Telegram). Load Cell membaca berat cairan, data dikonversi oleh ESP32 menjadi persentase volume.

Output ditampilkan secara lokal dan dikirim ke cloud. Sistem ini memungkinkan perawat memantau kondisi infus secara real-time tanpa pemeriksaan manual.

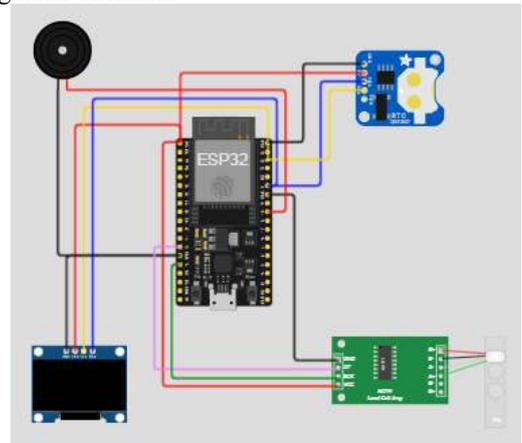
E. Diagram Alir Sistem



GAMBAR 6 (Diagram Alir Sistem Perangkat)

Sistem dimulai dari inialisasi perangkat seperti OLED, RTC, *buzzer*, dan *WiFi*. Setelah koneksi berhasil, ESP32 membaca data dari *Load Cell* setiap dua detik, menghitung volume dan persentase, lalu menampilkannya di OLED. Jika volume berada di ambang kritis ($\leq 5\%$), *buzzer* aktif dan notifikasi Telegram dikirim. Data juga disimpan secara otomatis di Google Spreadsheet untuk dokumentasi medis.

F. Rangkaian Skematik

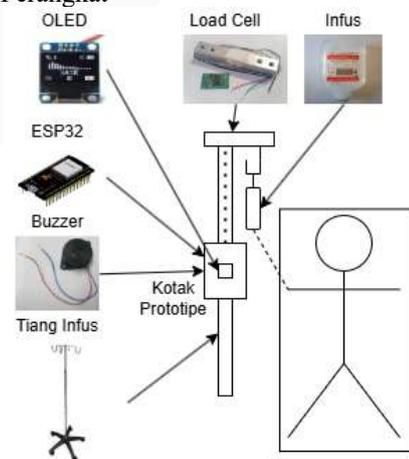


GAMBAR 7 (Skematik Perangkat)

TABEL 2 (Pin Pada Mikrokontroler)

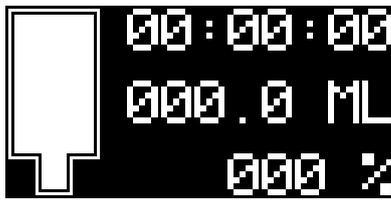
Komponen	Pin	Pin pada mikrokontroler ESP32
Buzzer	Negatif	Ground 1
	Positif	Esp 18
RTC	Ground	Ground 2
	VCC	3,3 V
	SDA	Esp 21
OLED	SCL	Esp 22
	Ground	Ground 1
	VCC	3,3 V
Load Cell	SCL	Esp 22
	SDA	Esp 21
	Ground	Ground 3
	DT	Esp 12
	SCK	Esp 13
	VCC	3,3 V

G. Desain Perangkat



Pacien tidur di Hospital Bed

GAMBAR 8 (Desain Perangkat Monitoring Persentase Cairan Infus)



GAMBAR 9
(Contoh Tampilan pada Oled)

Sensor Load Cell diletakkan di bagian atas tiang infus dengan pengait untuk kantong cairan. ESP32, OLED, dan buzzer ditempatkan dalam kotak pelindung di tengah tiang, terhubung dengan kabel rapi. Unit ini ditenagai baterai internal, memungkinkan portabilitas dan keberlanjutan operasional meski terjadi pemadaman listrik. Desain ergonomis ini mempermudah pemasangan dan penggunaan klinis.

H. Metode Pengujian

Pengujian dilakukan sebanyak lima kali dengan volume awal 500 mL. Aspek yang diuji meliputi akurasi pembacaan volume, keandalan pengiriman data ke *Google Spreadsheet* dan Telegram, aktivasi *buzzer* pada batas minimum, serta pendeteksian *error*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Skenario Percobaan

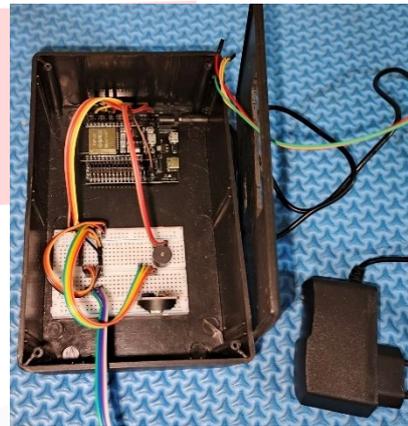
Sistem monitoring cairan infus yang dikembangkan diuji dengan lima kali percobaan menggunakan cairan NaCl 0,9% berkapasitas 500 mL. Tujuan utama adalah mengevaluasi akurasi pengukuran berat cairan, keandalan pengiriman data ke Google Spreadsheet dan Telegram, serta efektivitas alarm *buzzer*. Sistem terdiri dari sensor Load Cell, ESP32, RTC, *buzzer*, OLED, dan koneksi cloud. Sensor dipasang di atas tiang infus dan komponen lainnya ditempatkan dalam kotak pelindung. Tampilan OLED menyajikan data waktu, volume, dan persentase cairan secara *real-time*, memudahkan tenaga medis dalam pemantauan infus secara efisien dan akurat.



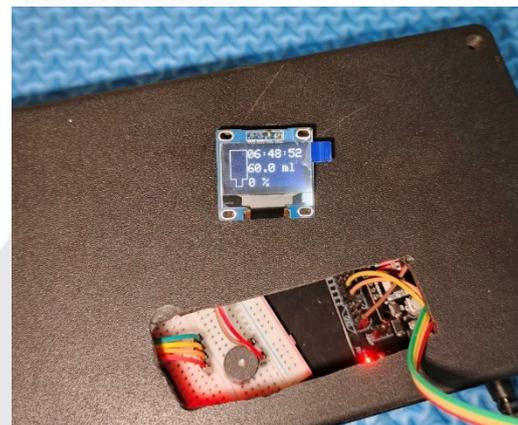
GAMBAR 10
(Keseluruhan Sistem Monitoring Infus)



GAMBAR 11
(Sensor Load Cell pada Tiang Infus)



GAMBAR 12
(Tampilan Rangkaian Utama Sistem)



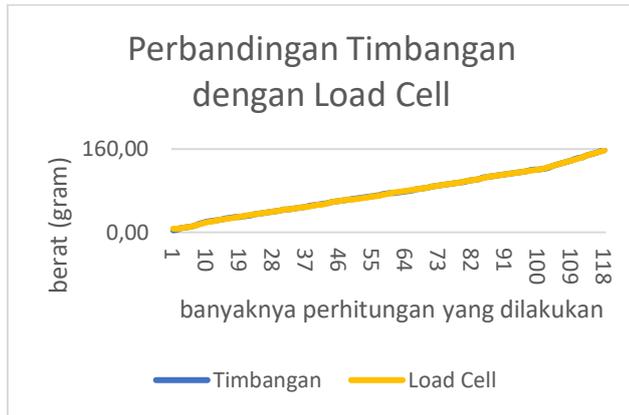
GAMBAR 13
(Tampilan OLED dari Sistem)

B. Hasil Kalibrasi dan AKurasi Load Cell

TABEL 3
(Kalibrasi Load Cell)

Berat pada timbangan (ml)	Berat ketika kalibrasi <i>value</i> bernilai				
	1000 (ml)	1050 (ml)	1100 (ml)	1150 (ml)	1200 (ml)
5	7.31	6.97	6.65	6.34	6.11
8	8.87	8.45	8.06	7.72	7.38
35	38.19	36.4	34.74	33.23	31.84
175	193.66	184.45	176.07	168.4	161.4
221	244.45	232.82	222.21	212.54	203.74

Kalibrasi dilakukan dengan lima nilai kalibrasi: 1000, 1050, 1100, 1150, dan 1200. Hasil menunjukkan bahwa nilai kalibrasi 1100 memberikan hasil pembacaan paling mendekati timbangan digital, sehingga digunakan dalam sistem.



GAMBAR 14

(GRAFIK PERBANDINGAN BERAT MENGGUNAKAN TIMBANGAN DAN LOAD CELL)

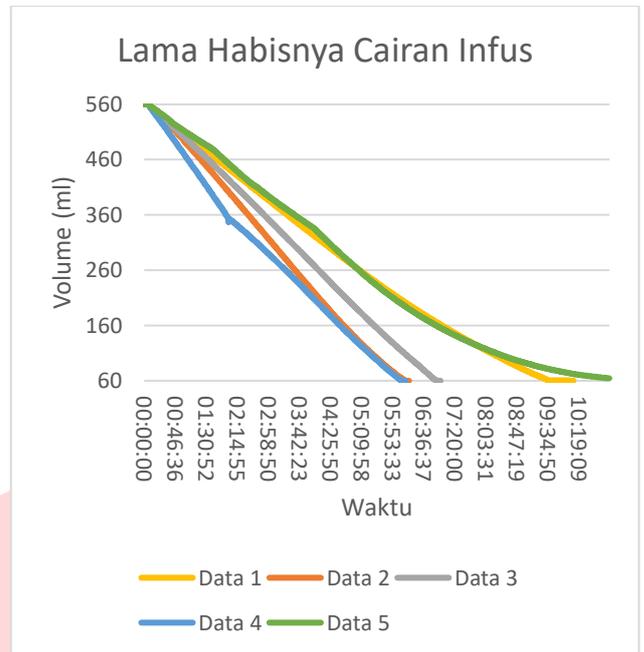
Pengujian akurasi menggunakan 118 data sampel menunjukkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) rendah, dengan akurasi sistem mencapai 98,6%. Grafik menunjukkan konsistensi dan stabilitas pada berbagai variasi berat, mengindikasikan Load Cell bekerja optimal dalam berbagai kondisi.

C. Pengujian Prototipe

TABEL 4
(PENGUJIAN 1 SAMPAI 5)

Pengujian	Lama Waktu Pengujian	Total Data Terkirim	Rata-rata Habis (ml/menit)	Rata-rata Tetesan (tetes/menit)
1	10:09:17	1079	0.82	16.41
2	6:11:40	666	1.35	26.91
3	6:58:09	745	1.20	23.91
4	6:08:10	657	1.36	27.16
5	11:02:23	1169	0.75	15.10

Pengujian sistem monitoring infus dilakukan sebanyak lima kali menggunakan larutan NaCl 0,9% dengan volume awal 500 mL. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mencatat dan mengirimkan data volume cairan infus ke *Google Spreadsheet* secara otomatis dan konsisten dalam berbagai skenario durasi penggunaan. Pada pengujian pertama selama lebih dari 10 jam, sistem berhasil mengirim 1.079 data tanpa kehilangan informasi, dengan rata-rata laju infus 0,82 mL/menit atau 16,41 tetes/menit. Pengujian berikutnya memperlihatkan variasi laju pemakaian antara 0,75 hingga 1,36 mL/menit, dan estimasi tetesan antara 15,10 hingga 27,16 tetes/menit, mencerminkan kemampuan sistem dalam beradaptasi terhadap perubahan laju infus.

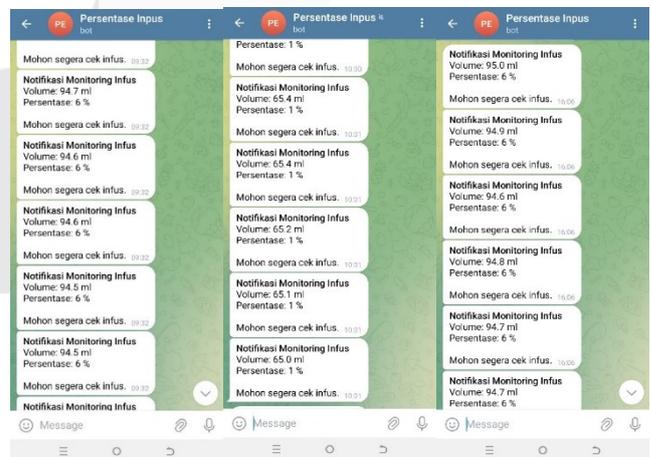


GAMBAR 15

(GRAFIK LAMA HABISNYA CAIRAN INFUS)

Seluruh pengujian menunjukkan bahwa proses pencatatan data berjalan stabil tanpa gangguan teknis signifikan. Perbedaan laju penurunan cairan antar percobaan juga memperlihatkan sensitivitas sistem terhadap aliran infus yang berubah-ubah. Konsistensi dalam pengiriman data dan akurasi pembacaan volume cairan mendukung fungsi sistem sebagai alat bantu monitoring infus yang handal, terutama untuk aplikasi di lingkungan medis yang membutuhkan pencatatan real-time dan pengambilan keputusan cepat. Hal ini menunjukkan potensi besar sistem dalam meningkatkan efisiensi kerja perawat dan keselamatan pasien melalui pemantauan otomatis.

D. Pengiriman Nontifikasi dan Alarm



GAMBAR 16

(NONTIFIKASI VOLUME CAIRAN INFUS KE TELEGRAM)

Sistem mengirim notifikasi ke Telegram saat volume cairan dibawah 6% dan mengaktifkan buzzer di bawah 5%. Pengujian menunjukkan notifikasi terkirim konsisten dan cepat. *Buzzer* aktif setiap dua detik sebagai cadangan peringatan lokal saat koneksi internet tidak tersedia. Integrasi

peringatan digital dan fisik memperkuat responsivitas sistem dalam lingkungan klinis, memastikan petugas dapat merespons kondisi kritis tepat waktu.

E. Identifikasi *Error*

Selama lima kali pengujian, hanya ditemukan satu *error* pada pengujian kedua terkait kesalahan pencatatan waktu oleh modul RTC. Kesalahan terjadi satu kali dari total ribuan data dan bersifat insidental. Hal ini menunjukkan bahwa sistem secara umum stabil, namun perbaikan dapat dilakukan melalui penguatan koneksi fisik dan validasi waktu di sisi pemrograman.

TABEL 5
(*ERROR*) PADA PENGUJIAN KEDUA)

No.	Tanggal	Jam	Volume (ml)	Persentase (%)
619	29/5/2025	19:28:03	79.7	3
620	29/5/2025	19:28:36	79.3	3
621	29/5/2025	19:29:10	78.7	3
622	29/5/2025	19:29:43	78.1	3
623	29/5/2025	19:30:18	77.5	3
624	21/81/2045	0:01:00	77	3
625	29/5/2025	19:31:25	76.4	3
626	29/5/2025	19:31:58	75.9	3
627	29/5/2025	19:32:32	75.3	3
628	29/5/2025	19:33:07	74.8	2
629	29/5/2025	19:33:41	74.2	2

F. Kelebihan dan Kelemahan Sistem

Sistem memiliki keunggulan berupa monitoring otomatis dan *real-time*, integrasi *cloud* dan peringatan ganda (Telegram dan *buzzer*), serta fleksibilitas untuk dikembangkan lebih lanjut. Kelemahannya meliputi ketergantungan pada internet, perlunya kalibrasi ulang *Load Cell* secara berkala, dan kemungkinan *delay* notifikasi dalam kondisi jaringan padat.

G. Evaluasi Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian berhasil dicapai. Sistem mampu memantau volume cairan infus secara *real-time*, menyimpan data otomatis, dan memberikan peringatan dini. Dengan akurasi tinggi, keandalan pengiriman data, dan fungsionalitas alarm, sistem dapat menjadi solusi dalam pengawasan infus di fasilitas kesehatan.

H. Implikasi dan Pengembangan

Sistem ini memiliki potensi diterapkan pada layanan medis seperti rumah sakit, puskesmas, atau layanan *homecare*. Pengembangan selanjutnya meliputi penambahan kontrol otomatis aliran infus, integrasi AI untuk deteksi anomali, serta pembuatan *dashboard web* untuk pemantauan multi-pasien. Hal ini membuka peluang sistem menjadi bagian dari ekosistem monitoring medis berbasis IoT yang terintegrasi dan adaptif.

V. KESIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem monitoring infus berbasis Internet of Things (IoT) yang dikembangkan mampu memantau volume cairan infus secara *real-time* dengan tingkat akurasi mencapai 98,6% menggunakan sensor *Load Cell*. Sistem menunjukkan kinerja yang konsisten dan stabil dalam berbagai kondisi pengujian, serta mampu mendeteksi perubahan berat cairan secara akurat. Selain itu, sistem berhasil mengirimkan data pembacaan ke *Google Spreadsheet* secara otomatis dan berkala tanpa kehilangan informasi. Notifikasi digital melalui Telegram secara andal dikirimkan saat volume cairan mencapai batas kritis 6%, sementara *buzzer* fisik aktif saat volume turun di bawah 5%. Kombinasi antara akurasi pengukuran, kestabilan pengiriman data, dan sistem peringatan ganda menjadikan prototipe ini sebagai solusi yang efektif dan dapat diandalkan untuk meningkatkan efisiensi pemantauan infus serta mendukung keselamatan pasien di lingkungan medis.

REFERENSI

- [1] T. Akbar and I. Gunawan, "Prototype Sistem Monitoring Infus Berbasis IoT (Internet Of Things)," *EDUMATIC Jurnal Pendidikan Informatika*, vol. 4, pp. 155–163, Dec. 2020. doi:<https://doi.org/10.29408/edumatic.v4i2.2686>
- [2] S. N. Khasanah, M. Maisyaroh, A. Nugraha, and M. Ulinnuha, "Pembuatan Alat Monitoring Infus Berbasis NodeMCU ESP8266," *Jurnal Ilmiah Informatika*, vol. 6, pp. 105–110, Dec. 2021. doi:<https://doi.org/10.35316/jimi.v6i2.1472>
- [3] D. R. Mardiyah, I. I. Tritoasmoro, and S. Rizal, "Sistem Controlling dan Monitoring Cairan Infus Berbasis Android," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 7, pp. 4195–4202, Aug. 2020.
- [4] D. Lestariningsih, H. Pranjoto, L. Agustine, Y. D. W. Werdani, and B. Teja, "Aplikasi Load Cell Untuk Sistem Monitoring Volume Cairan Infus," *Jurnal Penelitian Sainstek*, vol. 26, pp. 165–177, 2021. doi:<https://doi.org/10.21831/jps.v26i1.3444132>
- [5] P. A. Rosyady et al., "Monitoring Cairan Infus Menggunakan Load Cell Berbasis Internet of Things (IoT)," *TECHNe Jurnal Ilmiah Elektronika*, vol. 22, pp. 97–110, Apr. 2023. doi:<https://doi.org/10.31358/techne.v22i1.345>
- [6] V. Veronica and R. Kurnia, "Rancang Bangun Sistem Pemantauan Infus dan Tekanan Darah pada Pasien Rawat Inap secara Real Time," *JPR Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa*, vol. 12, pp. 73–82, Apr. 2017. doi:<http://dx.doi.org/10.30630/jipr.12.2.45>
- [7] T. D. Hendrawati and R. A. Ruswandi, "Sistem Pemantauan Tetesan Cairan Infus Berbasis Internet Of Things," *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga)*, vol. 1, pp. 25–32, Mar. 2021. doi:<http://dx.doi.org/10.35313/jitel.v1.i1.2021.25->
- [8] S. Purwanto, M. Mulya, and S. Sembring, "Monitoring Infus Berdasarkan Waktu Tetesan," *Seminar dan Workshop Nasional Keperawatan "Implikasi Perawatan Paliatif pada Bidang Kesehatan"*, pp. 55–59, 2018.

- [9] R. A. Pratama, Pratikto, and M. Arman, "Sistem Akuisisi Data Temperatur Showcase Berbasis IoT Menggunakan ESP32 Dengan Sensor Termokopel dan Logging ke Google Spreadsheets," *Prosiding Industrial Research Workshop National Seminar*, pp. 252–257, Aug. 2023. doi:<http://dx.doi.org/10.35313/irwns.v14i1.5395>
- [10] A. H. Saptadi and A. Solichan, "Perekaman Data Sensor ke Google Sheets Menggunakan Sistem Mikropengendali ATMEGA16A dan Aplikasi Server," *Media Elektrika*, vol. 9, pp. 61–74, Jun. 2016. doi:<https://doi.org/10.26714/me.v9i2.2442>
- [11] C. S. Team, "Pengertian google spreadsheet Dan Kelebihannya," *Coding Studio*, <https://codingstudio.id/blog/pengertian-google-spreadsheet-adalah/> (accessed Dec. 18, 2024).
- [12] D. Hercog, T. Lerher, M. Truntic, and O. Tezak, "Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices," pp. 1–20, Jul. 2023. doi:<https://doi.org/10.3390/s23156739>
- [13] S. V. Raj, K. Srivasan, R. Vijay, K. V. Prasanth, and B. S. Pranav, "Real-Time-Clock Using Arduino," *Dogo Rangsang Research Journal*, vol. 13, no. 5, pp. 82–87, May 2023.
- [14] A. Rustandi, "Monitoring Arus dan Daya Listrik Dengan Sistem Notifikasi Dari Smartphone Pada Instalasi Listrik Rumah Tangga Berbasis Internet of Things (IoT)," thesis, Universitas Komputer Indonesia, Bandung, 2020
- [15] D. Christyan, "Perancangan Pengatur Akses Pintu Masuk dan Pencatat Presensi di Laboratorium Skripsi Elektronika UKSW," thesis, Program Studi Teknik Elektro FTEK-UKSW, Salatiga, 2018
- [16] adityaeka26, "Berkenalan Dengan Mqtt," *Internet of Things*, <https://iotstudio.labs.telkomuniversity.ac.id/berkenalan-dengan-mqtt/> (accessed Jan. 6, 2025).
- [17] A. Khuriati, D. Samsudewa, T. Yuwono, M. A. Leksana, and M. Aqsarawa, "Pembelajaran IoT Menggunakan Aplikasi Telegram dan Blynk Bagi Siswa Jurusan IPA SMA Negeri 1 Nguter," *Berkala Fisika*, vol. 26, pp. 66–70, Jul. 2023.