

Rancang Bangun Alat Monitoring Volume dan Kontrol Tetesan Infus Berbasis Internet Of Things (IoT)

¹Muhamad Arifin Ilham, ²Imam Tri Harsoyo, ³Patrisius Kusi Olla, ⁴Ilham Maulana
^{1,2,3,4}Prodi Teknik Elektromedik, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Semarang
arifinilhampml@gmail.com, imamtriharsoyo@stikessemarang.ac.id,
patrisiuskusiolla@stikessemarang.ac.id, ilhamlana22@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:

Received : 22-03-2025
Revised : 04-05-2025
Accepted : 06-06-2025
Online : 10-06-2025

Keywords:

Infus; Monitor Infus;
Sensor Loadcell;
HX711; Sensor
Optocoupler;
Internet Of Things.



ABSTRACT

Abstract: *The administration of IV fluids is one of the common medical procedures carried out in hospitals. However, manual monitoring of infusion volume and droplets can be less efficient and potentially lead to errors. Therefore, this study aims to design and build an IoT-based infusion drip volume monitoring and control tool. It uses a loadcell sensor to accurately measure the volume of the infusion fluid, the HX711 as a signal amplifier from the loadcell sensor, and an optocoupler sensor to calculate the number of infusion droplets. Data from these sensors is then sent to the IoT platform to be monitored in real-time via mobile devices or computers. The test results show that the device is capable of monitoring the volume and drippings of the infusion with high accuracy and provides notifications in the event of critical conditions, such as low volume of infusion fluid or abnormal infusion droplets. Thus, this tool is expected to increase efficiency and safety in the administration of IV fluids in hospitals.*

Abstrak: Pemberian cairan infus merupakan salah satu tindakan medis yang umum dilakukan di rumah sakit. Namun, pemantauan volume dan tetesan infus secara manual dapat menjadi kurang efisien dan berpotensi menimbulkan kesalahan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun alat monitoring volume dan kontrol tetesan infus berbasis IoT. Alat ini menggunakan sensor loadcell untuk mengukur volume cairan infus secara akurat, HX711 sebagai penguat sinyal dari sensor loadcell, dan sensor optocoupler untuk menghitung jumlah tetesan infus. Data dari sensor-sensor tersebut kemudian dikirimkan ke platform IoT untuk dipantau secara *real-time* melalui perangkat seluler atau komputer. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini mampu memonitor volume dan tetesan infus dengan akurasi yang tinggi dan memberikan notifikasi jika terjadi kondisi kritis, seperti volume cairan infus yang hampir habis atau tetesan infus yang tidak normal. Dengan demikian, alat ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam pemberian cairan infus di rumah sakit.



<https://doi.org/10.31764/justek.vXiY.ZZZ>



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

A. LATAR BELAKANG

Pengawasan klinis terhadap terapi cairan intravena pada pasien di fasilitas pelayanan kesehatan oleh tenaga medis merupakan komponen esensial dalam protokol terapi pasien (I. Mahdalena, 2021). Pada umumnya, pemantauan terapi cairan intravena masih dilakukan secara manual oleh tenaga keperawatan pasien apabila terjadi komplikasi, seperti oklusi aliran infus atau deplesi volume cairan infus, yang berpotensi

menimbulkan dampak merugikan bagi pasien (Fauziyyah, 2019). Aspek ini menjadi sangat krusial mengingat keterlambatan penggantian cairan infus maupun variasi laju infus pada pasien dapat menimbulkan konsekuensi klinis yang signifikan, bahkan berpotensi fatal bagi pasien yang menjalani perawatan. (Megawati et al., 2019). Terapi cairan intravena merupakan modalitas terapeutik utama dalam konteks klinis tertentu, biasanya diindikasikan untuk mengatasi defisit volume cairan intravaskular dan/atau interstisial serta mengoreksi disequilibrium elektrolit pada pasien (Muhamad, 2017).

Penundaan dalam penggantian cairan infus berpotensi mengakibatkan komplikasi pada pasien, termasuk refluks darah ke dalam selang infus dan pembekuan darah di dalam selang, yang dapat mengganggu kelancaran aliran infus (Maharani et al., 2019.). Sejumlah pasien rawat inap menerima terapi cairan intravena sebagai komponen integral dari protokol perawatan mereka. Terapi cairan intravena memerlukan pelaksanaan prosedur yang tepat, mulai dari inisiasi pemasangan akses intravena hingga resolusi klinis dan penghentian kebutuhan akan terapi cairan intravena (Youda & Sardi, 2022).

Terapi cairan intravena diindikasikan pada pasien yang mengalami berbagai kondisi patologis, antara lain: Dehidrasi dengan berbagai derajat keparahan, stres metabolik berat yang berpotensi berkembang menjadi syok hipovolemik, asidosis metabolik, gastroenteritis akut, demam dengue, luka bakar dengan berbagai derajat luas dan kedalaman, syok hemoragik, trauma multipel (Suprayogi et al., 2019). Terapi cairan intravena juga berperan sebagai terapi inisial dalam mengoreksi status elektrolit pasien yang belum teridentifikasi, seperti pada kasus dehidrasi akibat asupan oral yang tidak adekuat, febris, dan kondisi lainnya. Disregulasi keseimbangan cairan dan elektrolit pada tubuh manusia dapat mengakibatkan morbiditas yang signifikan, termasuk insufisiensi renal akut, syok, dan bahkan mortalitas (Agussalim et al., 2016).

Teknologi IoT berkembang sebagai sebuah konsep yang bertujuan untuk memanfaatkan secara luas konektivitas jaringan komputer, khususnya internet, dalam implementasi aktivitas sehari-hari tanpa batas waktu (Akbar, 2020). Di masa ini, penggunaan internet merambah di segala aspek kehidupan manusia terutama dalam bidang pemantauan (Mulyati, 2018). Perancangan Internet Of Things biasanya menggunakan mikrokontroller berbasis NodeMCU ESP32 yang mampu diakses melalui jaringan Wi-Fi (Windanita Tada Bale, Imam Tri Harsoyo, 2024). Implementasi teknologi Internet of Things (IoT) dalam sistem pemantauan terapi cairan intravena berpotensi memberikan solusi efektif terhadap permasalahan yang telah diidentifikasi. Dengan memanfaatkan sensor dan mikrokontroler, sistem ini mampu melakukan pemantauan secara otomatis dan real-time, memberikan notifikasi kepada tenaga keperawatan apabila terdeteksi kondisi kritis, seperti deplesi volume cairan infus yang mendekati batas minimal atau refluks darah ke dalam selang infus (Priyandoko, 2021).

Sehubungan dengan kebutuhan klinis tersebut, studi ini mengusulkan pengembangan sistem pemantauan terapi cairan intravena berbasis Internet of Things (IoT). Penelitian ini bertujuan untuk merancang perangkat medis yang mampu melakukan pemantauan kondisi terapi cairan intravena secara real-time, dengan aksesibilitas dari berbagai lokasi dan temporalitas yang fleksibel (Shinta, 2020). Volume cairan infus pasien dapat dideteksi dan dipantau secara real-time di stasiun pemantauan terpusat oleh tenaga medis keperawatan (Hendrawati & Ruswandi, 2021). Transduser yang diutilisasi untuk mengukur volume cairan infus meliputi load cell dan sensor inframerah (IR), yang berfungsi untuk mendeteksi laju tetesan infus. Studi terdahulu telah mengembangkan sistem pemantauan terapi cairan intravena berbasis Wemos (Kusuma & Mulis, 2018).

Berdasarkan permasalahannya, infus masih digunakan secara manual oleh petugas medis untuk mengatur dan menghitung jumlah tetesan cairan yang diberikan kepada pasien. Dengan keterbatasan kemampuan petugas medis juga dapat melakukan kesalahan dalam pemberian cairan infus menjadi suatu hal yang mungkin saja terjadi. Kesalahan dalam pemasangan infus yang sering terjadi, seperti penyumbatan atau kehabisan isi cairan tanpa diketahui oleh tenaga medis dan apabila tidak segera ditangani dapat berbahaya bagi pasien. Hal ini dapat mengakibatkan tekanan darah pasien pada selang infus tidak akan stabil dan dapat tersumbat karena pembekuan darah. Hal ini menunjukkan bahwa proses pemasangan dan pemantauan infus harus dilakukan dengan cara yang benar untuk mengurangi bahaya tersebut (Yunardi et al., 2018).

Sistem pemantauan terapi cairan intravena berbasis IoT ini memanfaatkan platform web yang terintegrasi dengan jaringan internet. Dengan penerapan teknologi ini, diharapkan tenaga keperawatan dapat mengakses informasi terapi cairan intravena data pasien diakses secara digital atau perangkat seluler dari stasiun keperawatan. Dengan mengintegrasikan teknologi IoT, alat ini memungkinkan pemantauan real-time dan otomatis terhadap volume dan laju tetesan infus, memberikan notifikasi instan kepada tenaga medis jika terjadi ketidaknormalan. Hal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan akurasi, tetapi juga mengurangi beban kerja tenaga medis, memungkinkan mereka untuk fokus pada tugas-tugas yang lebih kompleks. Dalam era digitalisasi kesehatan, pengembangan alat monitoring infus berbasis IoT adalah langkah penting dalam meningkatkan standar perawatan pasien dan mengoptimalkan sumber daya kesehatan.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Yunardi et al., 2018) memaparkan pengembangan sistem pengendalian dan pemantauan infus berbasis LabVIEW dan logika Fuzzy, dengan target laju tetesan 20 tetes per menit. Perkembangan penelitian selanjutnya menunjukkan penerapan teknologi Internet of Things (IoT) untuk pemantauan infus (Maharani, Muid, Ristian, Rekayasa, & Komputer, 2019), yang mengintegrasikan sensor loadcell, LED, fotodioda, dan sensor warna TCS34725 (Halifatullah et al., 2019). Studi ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan terapi cairan intravena yang terintegrasi dengan NodeMCU, menggunakan load cell dan motor servo sebagai komponen untuk mengatur laju infus.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini merancang sebuah sistem monitoring dan kontrol tetesan infus berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini akan menampilkan data secara real-time melalui layar LCD TFT 3,5 inci dan web server. Pengukuran volume cairan infus dilakukan menggunakan sensor load cell dan modul HX711, sementara faktor tetesan diukur dengan sensor optocoupler. Penulis akan membuat dan mengembangkan sistem monitoring infus yang ada di rumah sakit. Monitoring kondisi infus dapat diinformasikan secepat mungkin dari indikator sensor pada infus tersebut. Kondisi berat akan menjadikan indikator masukan dalam monitoring. Untuk output monitoring akan diberikan beberapa pilihan antara lain alarm buzzer dan monitoring melalui Wifi. Sistem monitoring infus dibuat secara otomatis dengan pemasangan semudah mungkin sehingga masalah pemasangan dari kesalahan manusianya dapat dihindarkan.

Untuk mengatasi permasalahan yang ada, pada tahun 2018, sebuah penelitian berjudul "Rancang Bangun Sistem Alarm Infus Otomatis Terpusat" dilakukan oleh Iriyanto. Penelitian ini dirancang untuk memanfaatkan sensor inframerah dan modul NRF24L01 untuk membangun sistem komunikasi nirkabel antara ruang pasien dan pusat pemantauan. Selain itu, mengembangkan "Pengatur Infus Dengan Scroll

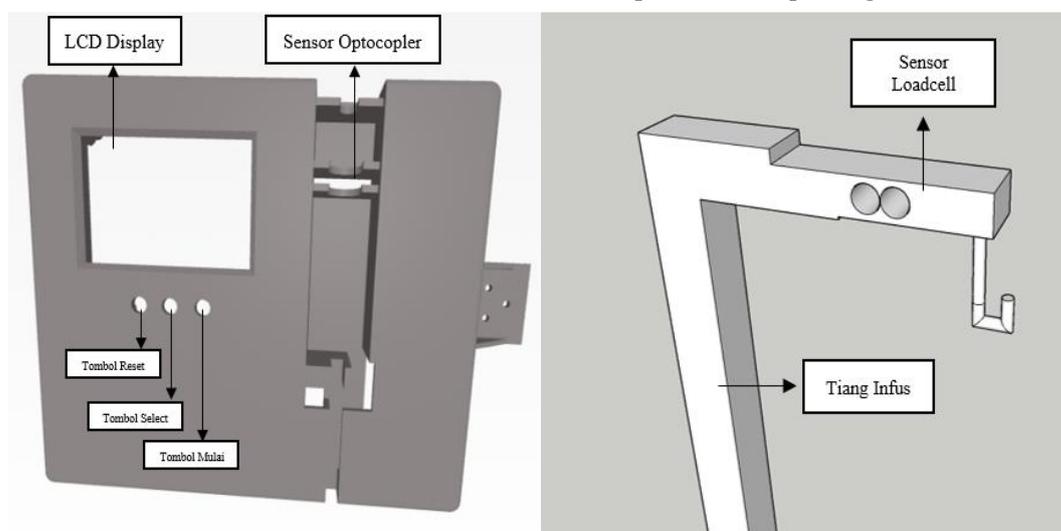
Elektronik" sebagai tugas akhir. Sistem ini menggunakan motor DC sebagai aktuator untuk mengendalikan laju tetesan infus, dengan masukan yang diterima dari penghitung tombol tekan dan tampilan yang divisualisasikan pada layar tujuh segmen.

Setelah menganalisis penjelasan yang diberikan, terlihat adanya perbedaan dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Penelitian yang dilakukan (Yunardi et al., 2018), menghasilkan bahwa perancangan rangkaian tetesan cairan infus menggunakan optocoupler dapat digunakan pendeteksi tetesan cairan yang melalui *drip chamber*. Sedangkan yang penelitian yang dilakukan (Astuti et al., n.d.) menghasilkan bahwa perancang sistem kendali dan pemantau volume serta laju tetes infus pasien secara wireless yang memanfaatkan aplikasi *blynk*. Tidak hanya dapat melakukan pemantauan dari jarak jauh, namun alat ini juga mampu melakukan pengontrolan melalui aplikasi *blynk* yaitu dalam mengontrol laju tetes infus pasien.

Penelitian yang dilakukan (Rosyady dkk, 2022) menghasilkan Alat monitoring cairan infus berbasis IoT telah bekerja dengan baik, volume cairan infus telah berhasil diukur dengan menggunakan load cell, TPM cairan infus telah berhasil diukur oleh sensor infrared, dan hasil keluaran alat telah berhasil ditampilkan pada monitor web yang dapat diakses melalui browser pada PC maupun smartphone. Akan tetapi, penelitian yang dilakukan oleh (Astuti et al., n.d.) dapat disimpulkan bahwa Wemos D1 mini digunakan sebagai mikrokontroler yang dilengkapi dengan modul wifi ESP-8266. Mikrokontroler ini terhubung dengan sensor load cell yang berfungsi sebagai pendeteksi volume infus, serta LCD dan buzzer sebagai antarmuka pengguna offline. Web server juga diimplementasikan sebagai antarmuka pengguna jarak jauh, memungkinkan tenaga medis untuk memantau status infus secara efisien.

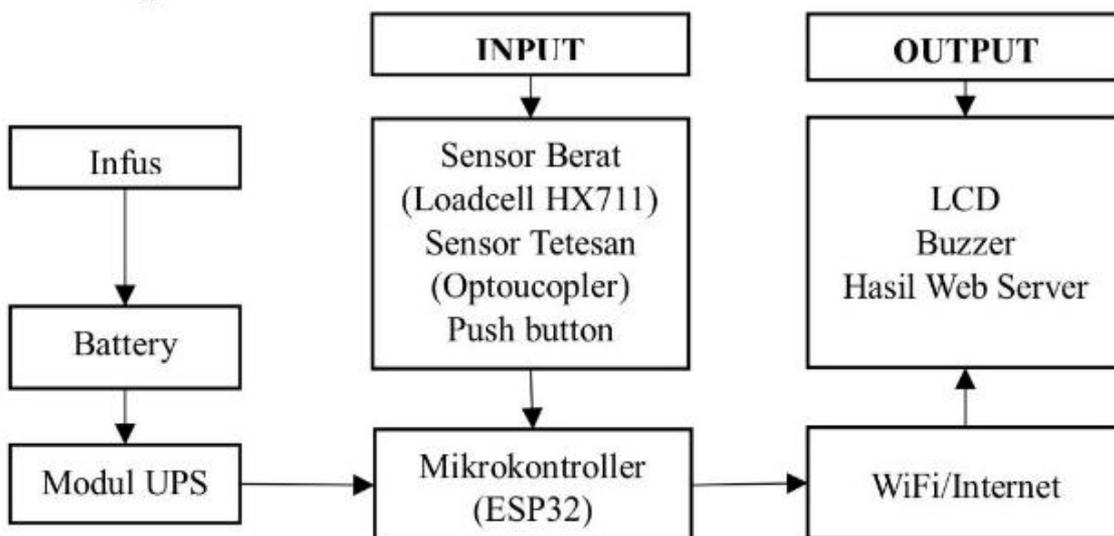
B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dikategorikan sebagai penelitian terapan, yang berfokus pada penelitian yang dilakukan dengan cara menerapkan teori-teori yang telah didapatkan pada mata kuliah yang ada pada semester sebelumnya. Penelitian ini bersifat praktis dan efisien, berdasarkan hal tersebut. Penelitian ini dibuat supaya perawat dapat melakukan monitoring dan kontrol tetesan infus melalui web server pada pasien/probandus dengan mudah. Tampilan luar Alat Rancang Bangun Monitoring Volume dan Kontrol Tetesan Infus Berbasis IoT dapat di lihat pada gambar 1.



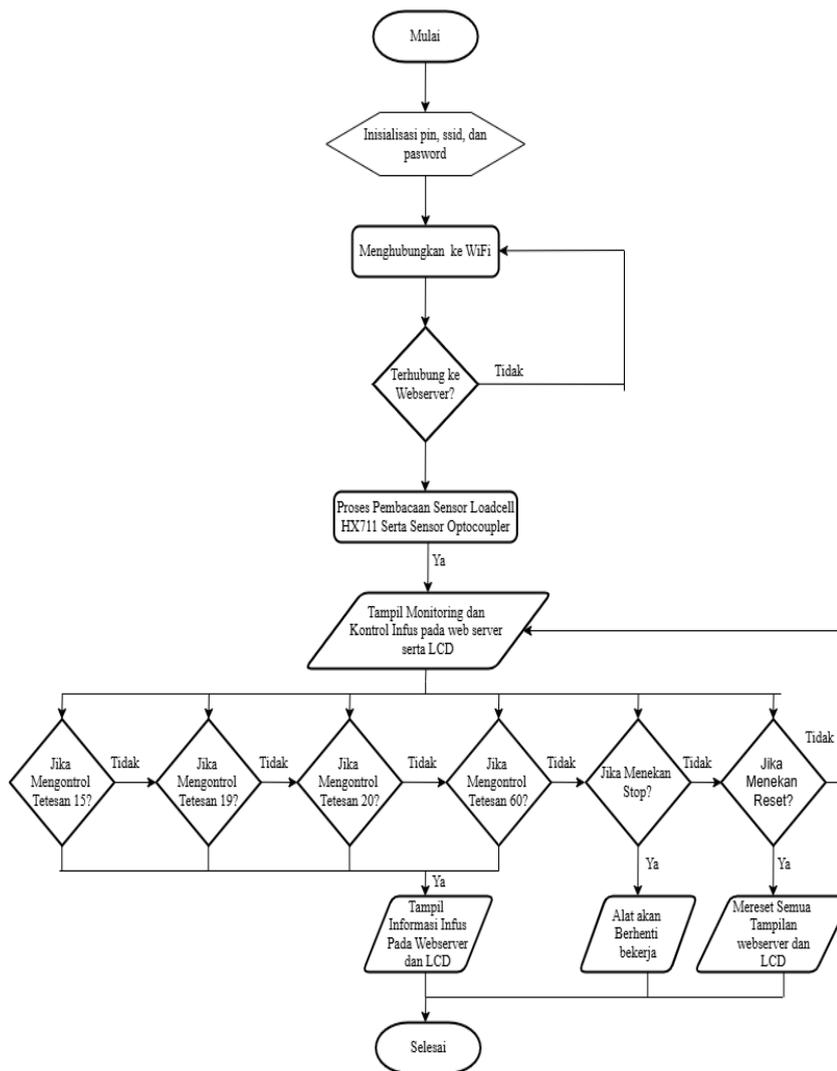
Gambar 1. Desain Alat

Pada tampilan luar Alat Rancang Monitoring Volume dan Kontrol Tetesan Infus Berbasis Iot di atas terdapat LCD Display TFT sebagai pusat kontrol dari alat, Sensor optocoupler sebagai sensor untuk menghitung tetesan pada infus, tombol reset sebagai mereset alat untuk kembali pada awal tampilan display, tombol select digunakan untuk memilih settingan faktor tetesan, tombol mulai digunakan untuk memulai alat tersebut, dan sensor loadcell sebagai sensor untuk pembacaan volume dari infus Dengan desain Safety seperti di gambar 1 diharapkan mampu melindungi User dari aliran listrik yang di fungsikan sebagai sumber tegangan alat.



Gambar 2. Blok Diagram Alat

Blok diagram adalah sebuah diagram berbentuk kotak (blok) yang digunakan untuk menjelaskan suatu proses kerja pada ilmu engineering (Setiawan, 2021). Pada gambar 2. Menjelaskan bahwa sumber tegangan berasal dari 1 buah battery Li-Po 3,7 Volt yang dan dilengkapi dengan modul charger agar lebih praktis disertai tombol On / Off agar bisa dimatikan ketika tidak digunakan. Mikrokontroller ESP 32 mendapatkan sumber tegangan dari 1 buah battery Li- Po yang dipasangkan dengan modul UPS sehingga mengeluarkan tegangan 5V, 3A. ESP32 membaca LoadCell yang berfungsi sebagai sensor untuk pembacaan volume dari infus, Optocoupler yang berfungsi sebagai sensor untuk menghitung tetesan pada infus, dan Push button berfungsi untuk mengatur setting parameter tetesan infus. Mikrokontroller akan mengirimkan data pembacaan dengan LCD TFT 3,5 Inch serta IoT dengan hasil WebServer yang dihubungkan dengan WiFi. Serta Memberikan peringatan dengan buzzer jika volume sudah terdeteksi di bawah 50ml dari persentase volume. Kemudian penulis menyusun diagram alir alat untuk menentukan sistem cara kerja dari alat monitoring volume dan kontrol tetesan infus pada alat yang di tunjukan pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Alat

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian alat meliputi, Pengujian volume infus, Pengujian tetesan infus, Pengujian tampilan alat pada LCD TFT 3,5 Inch, Pengujian tampilan alat pada Webservice dan Pengujian Hasil pembacaan alat.

1. Pengujian Volume Infus

Pengujian Volume Infus dilakukan dengan cara membandingkan dengan pemberat timbangan dengan berbagai ukuran. Pemberat yang telah ditentukan harus semua dengan keluaran loadcell yang sudah dikalibrasi dan sudah disimpan dalam EEPROM ESP32.

Dalam dunia medis, pemantauan volume cairan infus sangat penting untuk memastikan pasien menerima dosis yang tepat sesuai dengan kebutuhan. Salah satu modalitas yang digunakan dalam kuantifikasi cairan infus adalah melalui penggunaan load cell, yaitu transduser berat yang memiliki kemampuan untuk menentukan massa cairan dalam kantong infus. Namun, karena pengukuran dengan load cell memberikan hasil dalam kilogram (kg) atau gram (g), perlu dilakukan konversi ke mililiter (mL) agar lebih mudah dipahami dalam praktik medis.

Karena kg adalah satuan massa, sedangkan mL adalah satuan volume, konversi ini membutuhkan massa jenis (densitas) cairan infus. Massa jenis menentukan seberapa berat suatu zat dalam satu liter volume, biasanya dalam satuan kg/L (kilogram per liter). Setelah melakukan pengukuran hasilnya dapat di lihat pada Tabel 1. berikut.

Rumus perhitungan berikut digunakan untuk mengonversi satuan massa dalam gram menjadi volume dalam mililiter, yang bertujuan untuk menentukan volume (ml) cairan infus sebagai berikut:

$$\rho_{\text{air}} = \frac{\text{Massa}}{\text{Volume}}$$

Keterangan:

ρ (rho) air = massa jenis (densitas) dalam g/mL atau kg/L

Massa = berat zat dalam gram (g) atau kilogram (kg)

Volume = ruang yang ditempati zat dalam mililiter (mL) atau liter (L)

Tabel 1. Hasil Pengujian Volume Infus

No.	Skala (ml)	Gelas Ukur (ml)	Konversi Loadcell (ml)	Selisih (ml)	Error (Persen)
1.	50	50	52	2	4%
2.	100	100	101	1	1%
3.	150	150	150	0	0%
4.	200	200	200	0	0%
5.	250	250	250	0	0%
6.	300	300	300	0	0%
7.	350	350	348	2	0,57%
8.	400	400	399	1	0,25%
9.	450	450	450	0	0%
10.	500	500	500	0	0%
Rata - Rata				0,6	5,82%

Loadcell menunjukkan presisi yang sangat baik dalam pengukuran volume cairan, terutama dalam rentang 150 ml hingga 500 ml, yang ditunjukkan dengan deviasi dan kesalahan sebesar 0%. Pada volume rendah (50 ml dan 100 ml) serta mendekati batas atas pengukuran (350 ml dan 400 ml), terdapat variasi yang minimal, namun tingkat kesalahan yang dihasilkan masih dalam batas yang dapat diterima. Rerata deviasi pengukuran adalah 0,6 ml, mengindikasikan bahwa secara umum, perbedaan antara pengukuran gelas ukur dan loadcell sangat kecil. Rerata tingkat kesalahan adalah 5,82%, menunjukkan bahwa loadcell memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam pengukuran volume cairan.

2. Pengujian Tetesan Infus

Pada uji Fungsi Faktor Tetesan dilakukan dengan cara menghitung jumlah tetesan yang keluar dari infus yang mana akan terdeteksi oleh sensor optocoupler dengan faktor tetesan 15 tetesan, 19 tetesan, 20 tetesan, dan 60 tetesan sehingga dalam 1 faktor tetesan akan menghasilkan 1ml. Tetesan yang telah ditentukan harus semua dengan keluaran sensor optocoupler yang sudah dikalibrasi dan sudah disimpan dalam EEPROM ESP32. Setelah melakukan pengukuran hasilnya dapat di lihat pada Tabel 2. berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tetesan Infus

No.	Setting Faktor Tetesan	Jumlah Tetesan (Drop)	Volume Setiap Total Drop (ml)	Error (%)	Total Volume (ml)
1.	15	1-15 Drop	0,96 ml	6%	0,96 ml
		16-30 Drop	0,94 ml	4%	1,90 ml
		31-45 Drop	0,94 ml	4%	2,84 ml
		46-60 Drop	0,95 ml	5%	3,79 ml
		61-75 Drop	0,93 ml	3%	4,72 ml
		76-90 Drop	0,94 ml	4%	5,66 ml
		91-105 Drop	0,95 ml	5%	6,61 ml
		106-120 Drop	0,94 ml	4%	7,55 ml
		121-135 Drop	0,95 ml	5%	8,50 ml
		136-150 Drop	0,95 ml	5%	9,45 ml
2.	19	1-19 Drop	0,95 ml	5%	0,95 ml
		20-38 Drop	0,94 ml	4%	1,89 ml
		39-57 Drop	0,94 ml	4%	2,83 ml
		58-76 Drop	0,95 ml	5%	3,78 ml
		77-95 Drop	0,96 ml	6%	4,74 ml
		96-114 Drop	0,94 ml	4%	5,68 ml
		115-133 Drop	0,95 ml	5%	6,63 ml
		134-152 Drop	0,94 ml	4%	7,57 ml
		153-171 Drop	0,96 ml	6%	8,53 ml
		172-190 Drop	0,95 ml	5%	9,48 ml
3.	20	1-20 Drop	0,94 ml	4%	0,94 ml
		21-40 Drop	0,96 ml	6%	1,90 ml
		41-60 Drop	0,95 ml	5%	2,85 ml
		61-80 Drop	0,94 ml	4%	3,79 ml
		81-100 Drop	0,95 ml	5%	4,74 ml
		101-120 Drop	0,96 ml	6%	5,70 ml
		121-140 Drop	0,94 ml	4%	6,64 ml
		141-160 Drop	0,95 ml	5%	7,59 ml
		161-180 Drop	0,96 ml	6%	8,55 ml
		181-200 Drop	0,96 ml	6%	9,51 ml

Tabel 2 menunjukkan bahwa sistem pengaturan tetesan infus yang diuji pada setting faktor tetesan 15 menghasilkan nilai yang berbeda-beda pada setiap 15 drop yang mana menghasilkan nilai total volume yang terinjeksi adalah 9,45 ml yang seharusnya didapatkan adalah 10 ml sehingga pada setting 15 memiliki error 5,5%. Pada setting faktor tetesan 19 menghasilkan nilai yang berbeda-beda pada setiap 19 drop yang mana menghasilkan nilai total volume yang terinjeksi adalah 9,48 ml yang seharusnya didapatkan adalah 10 ml sehingga pada setting 19 memiliki error 5,2%. dan pada setting faktor tetesan 20 menghasilkan nilai yang berbeda-beda pada setiap 20 drop yang mana menghasilkan nilai total volume yang terinjeksi adalah 9,51 ml yang seharusnya didapatkan adalah 10 ml sehingga pada setting 20 memiliki error 4,9%. Untuk semua parameter pada pengujian tetesan infus masih dalam nilai toleransi $\pm 10\%$ menurut metode kerja pengujian dan kalibrasi alat kesehatan kemenkes RI.

3. Pengujian tampilan alat pada LCD TFT 3,5 Inch

Pada pengujian tampilan pada LCD TFT 3,5 Inch, penulis akan menyajikan data pada tampilan LCD yang diambil ketika loadcell sedang diberi beban infus penuh dengan

berat 500ml dan diambil ketika faktor tetesan dengan nilai 1ml. Setelah melakukan uji fungsi, hasil pada tampilan dapat di lihat pada Gambar 5. berikut



Gambar 5. Tampilan LCD TFT 3,5 Inch

4. Pengujian tampilan alat pada Webservice

Pada pengujian tampilan alat pada Webservice, penulis akan menyajikan data pada tampilan LCD yang diambil ketika loadcell sedang diberi beban infus penuh dengan berat 500ml dan diambil ketika faktor tetesan dengan nilai 1ml. Setelah melakukan uji fungsi, hasil pada tampilan dapat di lihat pada Gambar 6. berikut.



Gambar 6. Tampilan WebServer

5. Pengujian Keseluruhan Alat

Dari hasil pengujian, data yang disajikan merupakan hasil pengukuran dari hasil uji fungsional alat monitoring dan kontrol tetesan infus berbasis internet of things (IoT). Apabila perintah tombol, tampilan pada LCD dan Webserver, dan output suara sesuai, maka dapat disimpulkan alat berfungsi dengan baik. Hasil Uji Performa dapat dilihat juga pada Tabel 3. berikut.

Tabel 3. Uji Fungsional Alat

No.	Setting Faktor Tetesan	Volume (ml)	Tampilan LCD	Tampilan WebServer	Buzzer <50ml	Kondisi
1.	15 Tetesan	Baik	Baik	Baik	Baik	Sesuai
2.	19 Tetesan	Baik	Baik	Baik	Baik	Sesuai
3.	20 Tetesan	Baik	Baik	Baik	Baik	Sesuai

Keterangan:

1. Saat uji coba dengan setting faktor tetesan 15 tetesan, volume mencapai 1ml, tampilan webserver dan LCD baik. Ketika persentase di bawah 50ml buzzer juga berbunyi sehingga alat sesuai dengan fungsinya.
2. Saat uji coba dengan setting faktor tetesan 19 tetesan, volume mencapai 1ml, tampilan webserver dan LCD baik. Ketika persentase di bawah 50ml buzzer juga berbunyi sehingga alat sesuai dengan fungsinya.
3. Saat uji coba dengan setting faktor tetesan 20 tetesan, volume mencapai 1ml, tampilan webserver dan LCD baik. Ketika persentase di bawah 50ml buzzer juga berbunyi sehingga alat sesuai dengan fungsinya.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Rancang bangun alat monitoring volume dan kontrol tetesan infus berbasis iot bertujuan untuk membuat pemberian infus lebih aman dan efisien. Alat ini menggunakan sensor *loadcell* dan modul HX711 untuk mengukur volume dan sensor optocoupler untuk uji tetesan infus secara otomatis, lalu mengirimkan data tersebut ke web dan LCD TFT 3,5 Inch serta dapat memberikan tanda ketika infus akan habis di bawah 50ml dengan suara buzzer dan peringatan pada web server. Dengan begitu, perawat bisa memantau kondisi infus pasien dari jarak jauh dan mengurangi risiko kesalahan.

Adapun saran dari penelitian ini yaitu (1) Penelitian ini hanya mengatur faktor tetesan pada infus sehingga perlu menambahkan indikasi berapa lama infus habis dan berapa banyak cairan yang diperlukan pasien, (2) Mengembangkan desain alat yang lebih ringkas dan ringan agar lebih mudah dipasang dan dipindahkan. (3) Menambahkan fitur penyimpanan data agar terlihat history sebelumnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi rahmat sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah dengan lancar, Penghargaan yang tulus diucapkan kepada kedua ibu bapak, adik, dan keluarga terdekat, yang telah memberikan motivasi yang tidak ternilai melalui doa, sokongan moral, dan kasih sayang yang tiada henti, Terimakasih kepada intitusi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Semarang atas dukungan yang diberikan selama proses penelitian ini, serta kepada pembimbing saya Bapak Imam Tri Harsoyo, S.Pd, M.Si., Dan Bapak Patrisius Kusi Olla S.T, M.T. atas saran dan masukan serta kerjasama dalam menyempurnakan penelitian ini.

Penghargaan khusus kami sampaikan kepada para reviewer atas kesempatan dan evaluasi selama penerbitan. Semoga penelitian ini dapat memberi manfaat untuk pembaca dan perkembangan ilmu pengetahuan di bidang terkait dan semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Agussalim, R., Adnan, A., & Niswar, M. (2016). Monitoring Cairan Infus Berdasarkan Indikator Kondisi Dan Laju Cairan Infus Menggunakan Jaringan Wifi. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 8(3), 145–152.

- Akbar, A. G. (2020). Implementasi Internet of Things (IoT) dalam Sistem Monitoring Lingkungan. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 1129-1138.
- Fadillah, M. R., Arseno, D., & Mulyana, A. (2024). Perancangan Sistem Pengawasan Dan Pengontrolan Infus Berbasis IoT. *eProceedings of Engineering*, 11(4), 2788-2791.
- Fauziyyah, A. S. (2019). rancang bangun alat ukur jumlah tetes dan volume sisa cairan infus dengan warning system pada sistem monitoring cairan infus berbasis Arduino. *Pillar Phys*, 12, 25-30.
- 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 Ilm. Telekomun. Elektron. Dan List. Tenaga)*, 1(1), 25-32.
- Widanita Tada Bale, Imam Tri Harsoyo. (2024). Penerapan Sistem Bank Soal dengan Metode Ishihara Berbasis IoT Pada Alat Tes Buta Warna. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 13(1), 11-20
- I. Mahdalena. (2021). Implementasi internet of things (IoT) pada monitoring cairan , *Conf. Electro Natl.*, 196-203
- Iriyanto, P. (2018). Rancang Bangun Sistem Alarm Infus Otomatis Terpusat. Skripsi. Lampung: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung
- Kusuma, T., & Mulis, M. T. (2018). Design of infusion monitoring system based on Wemos D1 R2 microcontroller. *National Conference on Information Systems (KNSI)*. pp. 1422-1425.
- Maharani, R., Muid, A., Ristian, U., Rekayasa, J., Komputer, S., Mipa, F., Tanjungpura, U., Prof, J., Hadari, H., & Pontianak, N. (2019). SISTEM MONITORING DAN PERINGATAN PADA VOLUME CAIRAN INTRAVENA (INFUS) PASIEN MENGGUNAKAN ARDUINO BERBASIS WEBSITE. *Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 7 (3), 97-108.
- Megawati, S., Widiyastuti, S. A., & Indah, N. W. (2019). Monitoring infus menggunakan sensor load cell.
- Muhamad, H. (2017). Sistem monitoring infus menggunakan Arduino Mega 2560. Skripsi. Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Mulyati, S. (2018). Pengaruh Internet Terhadap Perilaku Masyarakat. *Jurnal Ilmu Komunikasi*, 123-135.
- Priyandoko, G. (2021). Rancang bangun sistem portable monitoring infus berbasis internet of things. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 3(2), 56-61.
- Rosyady, P. A., Sukarjiana, A. S. S., Habibah, N. U., Ihsana, N., Baswara, A. R. C., & Dinata, W. R. (2023). Monitoring Cairan Infus Menggunakan Load Cell Berbasis Internet of Things (IoT). *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 22(1), 97-110.
- Shinta, A. F. (2020). Rancang bangun sistem monitoring volume dan laju tetes infus pasien menggunakan NodeMCU Esp8266. Skripsi. Semarang: Universitas. Negeri Semarang.
- Sri, A., Tebe, N. S., Utomo, U. I. J. D., & Ayu, O. N. (2022). Alat Kendali dan Monitoring Volume Serta Laju Tetes Infus Berbasis Internet of Things. *ORBITH Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa Dan Sosial*, 18(3). 237-249.
- Suprayogi, H., Istiadi, I., & Priyandoko, G. (2019). Pembuatan infus elektronik rumah sakit. *Jurnal Aplikasi Dan Inovasi Ipteks SOLIDITAS*, 2(1), 25-34.
- Youda, S., & Sardi, J. (2022). Rancang Bangun Kontrol Kecepatan Cairan Infus Berbasis Arduino Uno. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 5(1), 23-32.
- 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), 403-410. <https://doi.org/10.25126/jtiik.201854766>