

Sistem Monitoring Dan Kendali Infus Pasien Dari Ruang Sentral Perawat

Ardani Iqbal Ramadhan^{1*}, Juwita Ayyu Lestari², Haris Aulia Azizi³, Agus Suprajitno⁴

^{1,2,3,4}Teknik Elektro, Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA); Jl. Kaligawe Raya No. Km 4, Semarang 50112, Indonesia; Telp: (024) 6583584

Keywords:

Internet of Things;
ESP32;
Blynk;
Automatic Control;
Remote Control.

Correspondent Email:

juwitaayyu57@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring dan kendali infus pasien berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat diakses secara real-time dari ruang sentral perawat. Permasalahan utama dalam sistem infus konvensional adalah keterbatasan pengawasan oleh tenaga medis, yang dapat menyebabkan keterlambatan penanganan jika infus habis atau terjadi gangguan. Sistem yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai unit utama, sensor *load cell* untuk mendeteksi berat cairan infus, dan sensor *optocoupler* untuk mendeteksi kecepatan tetesan. Data dikirim ke aplikasi *Blynk* dan Telegram untuk memberikan notifikasi otomatis kepada perawat. Selain itu, motor servo digunakan untuk mengatur kecepatan tetesan sesuai target Tetes Per Menit (TPM) melalui antarmuka. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu membaca sisa cairan infus dengan akurasi >95% dan memberikan notifikasi dengan waktu respons <2 detik. Sistem ini efektif dalam meningkatkan efisiensi pemantauan dan mengurangi risiko keterlambatan penanganan pasien di rumah sakit.

Abstract. *This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based infusion monitoring and control system that can be accessed in real-time from the central nurse room. The main issue with conventional infusion systems is limited supervision by medical personnel, which can cause delays if the infusion runs out or encounters problems. The developed system uses an ESP32 microcontroller as the main unit, a load cell sensor to detect infusion fluid weight, and an optocoupler sensor to detect drip speed. Data is sent to Blynk and Telegram applications to automatically notify nurses. In addition, a servo motor adjusts the drip speed according to the target Drops Per Minute (DPM) set via the interface. Testing shows that the system can read infusion remaining liquid with over 95% accuracy and provide notifications with a response time of less than 2 seconds. This system effectively improves monitoring efficiency and reduces the risk of patient handling delays in hospitals.*



Copyright © JPI (Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung).

1. PENDAHULUAN

Semakin pesatnya kemajuan teknologi saat ini mendorong manusia untuk menciptakan alat yang dapat membantu kinerja manusia dalam menjalankan pekerjaan agar lebih mudah dan efisien. Inovasi teknologi ini dapat memberikan manfaat jika diterapkan dengan benar. Dalam

konteks ini, kebutuhan akan teknologi sangat penting di bidang kesehatan.

Dengan luasnya rumah sakit, jumlah pasien yang tinggi, serta kekurangan tenaga medis, tuntutan untuk memberikan pelayanan yang baik selalu menjadi tantangan di setiap rumah sakit. Salah satu isu yang dihadapi adalah memantau pemberian cairan infus [1].

Penggunaan infus set konvensional sebenarnya tidak terlalu sulit karena pasien dapat diawasi dan diawasi secara berkala oleh perawat dalam waktu yang singkat. Namun, ini sering menyebabkan masalah. Dikarenakan sejumlah alasan, seperti kekurangan sumber daya manusia di rumah sakit, kelalaian perawat, dan tindakan pasien sendiri, seorang bayi meninggal akibat kesalahan perawat yang terlambat mengganti cairan infus sang bayi [2].

Dalam dunia medis, sistem monitoring dan kendali infus pasien merupakan aspek krusial yang berfungsi untuk memastikan bahwa pasien menerima cairan dan obat-obatan dengan tepat. Infus adalah metode umum untuk memberikan cairan secara intravena, yang sangat penting dalam perawatan pasien, terutama di rumah sakit. Proses pemantauan infus saat ini masih dilakukan secara manual oleh perawat, yang harus memeriksa secara langsung ke ruang pasien untuk memastikan aliran infus berjalan sesuai dengan yang diharapkan dan ditentukan. Hal ini tidak hanya menyita waktu, tetapi juga dapat mengurangi efisiensi pelayanan medis secara keseluruhan [3].

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini didukung oleh berbagai kajian teori dan penelitian sebelumnya yang relevan dengan sistem monitoring dan kendali infus berbasis *Internet of Things* (IoT). Tinjauan pustaka ini mencakup teori dasar perangkat medis infus, komponen sistem, teknologi IoT, serta referensi penelitian terdahulu.

2.1. Infus dan *Infusion Pump*

Infus adalah metode pemberian cairan, nutrisi, atau obat-obatan secara intravena untuk menggantikan cairan yang hilang, menyeimbangkan elektrolit, atau mengirimkan obat langsung ke pembuluh darah pasien [1]. Proses ini membutuhkan ketelitian dalam mengatur kecepatan tetesan, biasanya 150 cc/jam untuk pasien dewasa, dengan 1 ml setara ± 15 tetes.

Infusion pump merupakan perangkat medis otomatis yang dapat mengatur kecepatan aliran infus, menghitung jumlah tetesan, dan mendeteksi gangguan aliran [2]. Keunggulan *infusion pump* adalah adanya sistem alarm saat terjadi sumbatan, udara pada selang, atau cairan habis.

2.2. Parameter Pemantauan Infus

Sistem monitoring infus umumnya mengukur tiga parameter utama:

- Kecepatan aliran infus: Menggambarkan kecepatan tetesan yang diberikan kepada pasien, dipengaruhi oleh posisi tangan pasien, diameter selang, dan pengaturan kendali tetesan [3].
- Sisa cairan infus: Menentukan kapan perlu dilakukan penggantian infus [4].
- Kendali tetesan: Mengatur jumlah tetesan menggunakan aktuator untuk menyesuaikan kebutuhan pasien [5].

2.3. Sensor dan Perangkat Keras

- Sensor *Load Cell* HX711 digunakan untuk mengukur berat kantong infus sehingga dapat menghitung sisa cairan [6]. *Load cell* bekerja dengan prinsip konversi gaya menjadi sinyal listrik, diperkuat dengan modul HX711 untuk pembacaan mikrokontroler.
- Sensor *Optocoupler* berfungsi mendeteksi tetesan infus secara optis menggunakan LED inframerah dan phototransistor. Ketika tetesan melewati jalur optis, sinyal terputus dan terdeteksi sebagai satu tetes [7].
- Motor Servo SG90 digunakan sebagai aktuator untuk mengatur kecepatan tetesan infus secara presisi [8].
- OLED Display dan Keypad 4*4 digunakan sebagai antarmuka lokal untuk menampilkan informasi dan memberikan input manual [9].

2.4. *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things memungkinkan koneksi antara perangkat fisik, sensor, dan sistem kendali dengan jaringan internet untuk pertukaran data secara *real-time* [10]. Dalam konteks kesehatan, IoT mempermudah pemantauan kondisi pasien tanpa harus berada di ruangan yang sama. Sistem ini biasanya memanfaatkan protokol TCP/IP dan MQTT untuk komunikasi data [8].

2.5. Platform Monitoring: Blynk dan Telegram

Blynk adalah platform IoT yang menyediakan dashboard interaktif untuk mengontrol dan memantau perangkat berbasis mikrokontroler dari jarak jauh. Versi terbaru (*Blynk 2.0*) menggunakan protokol HTTPS dan MQTT dengan keamanan TLS/SSL [11].

Telegram dimanfaatkan sebagai media pengiriman notifikasi otomatis menggunakan bot. Sistem ini menggunakan protokol HTTPS dan API Telegram untuk mengirimkan pesan peringatan ke perawat jika infus hampir habis atau aliran terhenti [12].

Pemantauan secara jarak jauh merupakan teknologi yang memungkinkan pemantauan pasien diluar klinik atau rumah sakit secara konvensional. Dimana hal ini akan meningkatkan akses terhadap layanan kesehatan dan menurunkan biaya penyampaian layanan kesehatan [13].

2.6. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian sebelumnya yang relevan antara lain:

- Sistem monitoring infus menggunakan Arduino Mega dan sensor cahaya untuk mendeteksi cairan habis, dengan akurasi ±89% [9].
- Sistem berbasis NRF24L01 *wireless* untuk mendeteksi infus macet dengan jarak komunikasi hingga 50 m [14].
- Sistem IoT menggunakan *load cell* dan infrared sensor untuk memantau sisa cairan dan kecepatan tetesan, mampu mencapai akurasi 99,8% [15].
- Penggunaan *LabView* dengan logika *fuzzy* untuk mengatur tetesan infus secara otomatis dengan keberhasilan >95% [16].

Perbedaan penelitian ini dibandingkan penelitian terdahulu adalah penggunaan kombinasi sensor *load cell* dan *optocoupler* untuk pemantauan akurat, integrasi motor servo untuk kendali otomatis, serta platform *Blynk & Telegram* untuk pemantauan *real-time* dari ruang sentral perawat, yang memberikan fleksibilitas dalam akses baik melalui *smartphone* maupun komputer.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini disusun untuk menggambarkan secara rinci tahapan pengembangan Sistem Monitoring dan Kendali Infus Pasien dari Ruang Sentral Perawat, mulai dari perancangan hingga pengujian akhir.

3.1. Rancangan Sistem dan Desain

Sistem monitoring dan kendali infus pasien dari ruang sentral perawat mencakup pengukuran beberapa parameter yang dimonitoring, yaitu kecepatan aliran infus, sisa

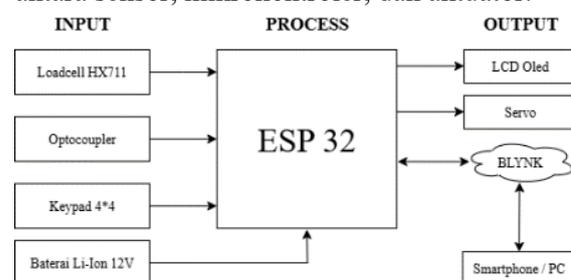
cairan infus, kendali tetesan jarak jauh dan keberadaan tetesan cairan infus dengan pemanfaatan *Internet Of Things (IoT)* yang akan ditampilkan dilayar *smartphone* dan komputer perawat. Dimana alat ini dapat di *setting* pengaturan berapa banyak tetesan infus yang keluar baik secara langsung atau di *setting* dari jauh menggunakan aplikasi IoT.

3.1.1. Desain Sistem

Sistem ini dilengkapi dengan modul sensor, yaitu *sensor load cell* dan *sensor optocoupler*, yang berfungsi untuk mendeteksi beberapa parameter penting, seperti kecepatan aliran infus, kendali kecepatan tetes infus jarak jauh dan keberadaan aliran cairan. sistem ini memiliki tombol keypad 4*4 dan display oled yang memungkinkan perawat untuk mengatur pengaturan secara langsung jika diperlukan, bahkan alat ini dapat dikendalikan jarak jauh dengan hanya menginputkan nilai tetesan, maka alat akan otomatis mengatur sendiri sampai mendapatkan nilai tetesan yang telah diinputkan dengan menggunakan aktuator berupa motor servo.

3.1.2. Diagram Blok Sistem

Sistem ini terdiri dari tiga komponen utama, yaitu unit *input* (sensor), unit proses (mikrokontroler), dan unit *output* (aktuator) Diagram blok sistem menggambarkan integrasi antara sensor, mikrokontroler, dan aktuator.

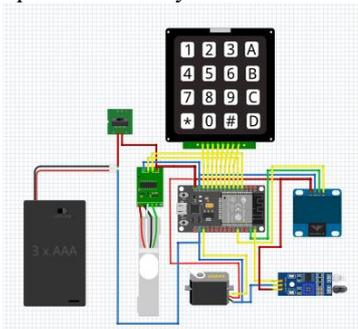


Gambar 1 Diagram blok usulan desain

- Sensor *Load Cell* HX711: Mengukur berat kantong infus [3].
- Sensor *Optocoupler*: Mendeteksi jumlah tetesan infus [4].
- Motor Servo SG90: Mengatur kecepatan tetesan infus [5].
- Mikrokontroler ESP32: Mengolah data dan mengirimkannya ke server IoT [6].
- Modul Wi-Fi: Terintegrasi pada ESP32 untuk komunikasi TCP/IP [7].
- Platform *Blynk & Telegram Bot*: Untuk monitoring dan kendali jarak jauh [8][9].

3.1.3. Rangkaian Elektronik

Rangkaian ini terdiri dari sensor-sensor, servo MG996R, mikrokontroler ESP32, keypad 4*4, LCD oled 1,3 inch, baterai. *Output* utama dari rangkaian ini adalah LCD oled 1,3 inch, *smartphone*, komputer yang digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran parameter dari alat yang berada di ruang rawat inap dengan bantuan aplikasi IoT *Blynk*.

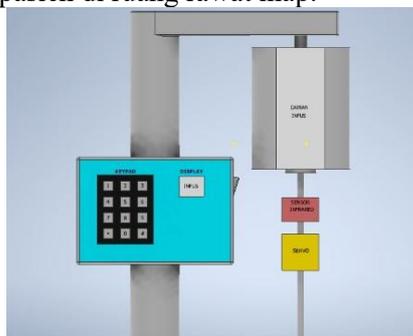


Gambar 2 Rangkaian elektronik menggunakan *Fritzing*

- *Load Cell* + HX711 terhubung ke pin input ESP32.
- *Optocoupler* sebagai penghitung tetesan dengan output ke pin digital ESP32.
- Motor Servo terhubung ke pin PWM ESP32.
- OLED Display & Keypad 4*4 untuk antarmuka lokal.
- Power Supply baterai lithium 4500 mAh dengan modul BMS.

3.1.4. Gambar Desain Tiga Dimensi (3D)

Sistem ini berbentuk balok dengan ukuran 20 cm x 15 cm x 15 cm dan dipasang pada tiang infus pasien di ruang rawat inap.

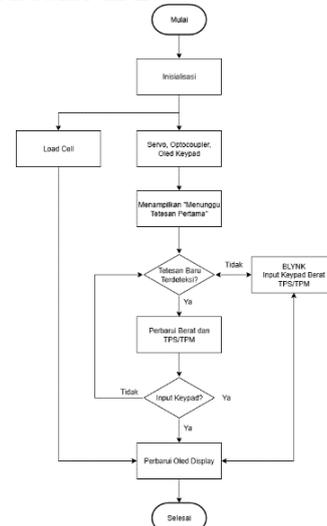


Gambar 3 Desain 3D sistem

Dengan desain ini, alat dapat memantau kondisi infus pasien secara efektif dan terhubung dengan perangkat di ruang sentral perawat yang memiliki akses internet, sehingga memudahkan perawat dalam melakukan pemantauan secara *real-time*.

3.1.5. Software atau Interface

Pada perancangan dalam pembuatan software dimulai setelah komponen sensor elektronik dan komponen lain sudah terhubung dengan mikrokontroler ESP32. Program yang digunakan adalah bahasa C++ menggunakan aplikasi Arduino IDE:



Gambar 4 Flowchart Desain Sistem

Ketika sistem aktif dan infus terhubung dengan pasien, sensor akan membaca kondisi infus berdasarkan parameter yang telah ditentukan, yaitu kecepatan aliran, sisa cairan infus, dan keberadaan aliran infus. Data yang diperoleh dari sensor ini akan ditampilkan pada perangkat yang terhubung dengan wifi dengan koneksi internet data yang terbaca digunakan untuk memproses kendali jarak jauh dimana perawat hanya perlu menginputkan nilai kecepatan tetes maka sistem akan bekerja secara otomatis.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Desain 3D

Pada proses pembuatan alat, terdapat beberapa penyesuaian ulang dari usulan desain. Desain 3D alat ini memiliki ukuran 9,5 cm x 14,7 cm x 5,5 cm. Tampilan realisasi desain 3D dari alat dapat dilihat pada gambar 5. Untuk bagian depan difungsikan sebagai *interface* yang terdapat tombol keypad 4*4, indikator baterai, layar OLED 1.3 inch. Pada bagian samping kanan terdapat sistem kendali motor servo. Pada bagian samping kiri difungsikan sebagai letak lubang charger 12V. Pada bagian atas difungsikan sebagai letak tombol *push button ON/OFF*.



Gambar 5 Desain 3D sistem monitoring dan kendali infus dari ruang sentral perawat

4.2. Pengujian fungsional Alat

Pengujian yang pertama adalah pengujian fungsional alat berupa Tombol *ON/OFF*, *charger battery*, layar OLED, keypad 4*4, indikator baterai. pengujian ini berfungsi untuk memeriksa konektivitas antar komponen apakah sudah tersambung dan dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya.

Tabel 1 Hasil Pengujian Fungsional Alat

No	Pengujian	Tombol ON/OFF	Charger Battery	Layar OLED
1	Pertama	Berfungsi	Berfungsi	Berfungsi
2	Kedua	Berfungsi	Berfungsi	Berfungsi
3	Ketiga	Berfungsi	Berfungsi	Berfungsi
4	Keempat	Berfungsi	Berfungsi	Berfungsi
5	Kelima	Berfungsi	Berfungsi	Berfungsi

Tabel 2 Hasil Pengujian Fungsional Alat

No	Pengujian	Keypad 4*4	Indikator Baterai
1	Pertama	Berfungsi	Berfungsi
2	Kedua	Berfungsi	Berfungsi
3	Ketiga	Berfungsi	Berfungsi
4	Keempat	Berfungsi	Berfungsi
5	Kelima	Berfungsi	Berfungsi

Hasil dari pengujian yang dilakukan sebanyak lima kali menunjukkan bahwa alat ini dapat berfungsi dengan baik dan fungsional, karena dalam 5 kali pengujian tidak terdapat error sama sekali. Dapat disimpulkan bahwa komponen alat ini sudah siap digunakan untuk tahapan selanjutnya.

4.3. Pengujian Sensor Loadcell

Pengujian sensor *loadcell* ini dilakukan sebagai upaya evaluasi akurasi pembacaan sensor *loadcell* terhadap pembacaan berat infus. Dimana metode pengujian akurasi dengan cara membandingkan pembacaan sensor *loadcell* dengan timbangan massa manual yang sudah terkalibrasi.

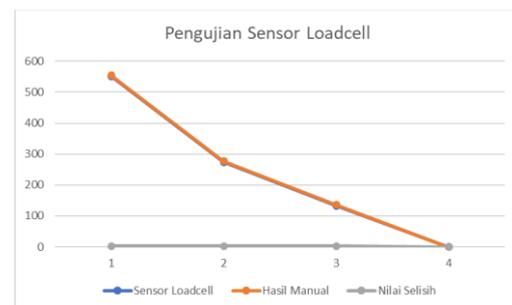
Tabel 3 Hasil pengujian sensor *loadcell*

No	Parameter	Hasil Alat (g)	Hasil Manual (g)	Selisih (g)
1	Berat infus penuh	551	554	3

2	Berat infus setengah (50%)	274	277	3
3	Berat infus mendekati habis	133	136	3
4	Tidak ada cairan	0	0	0

Tabel 4 Hasil pengujian sensor *loadcell*

No	Parameter	Akurasi (%)	Error %	Deviasi %
1	Berat infus penuh	99,46	0,54	0,54
2	Berat infus setengah (50%)	99,46	1,08	0,54
3	Berat infus mendekati habis	99,46	2,21	0,54
4	Tidak ada cairan	100	0	0



Gambar 6 Grafik hasil pengujian sensor *loadcell*

Hasil pengujian sensor *loadcell* menunjukkan nilai perbandingan pembacaan sensor *loadcell* dengan pembacaan timbangan massa manual. Dari hasil pengujian didapat rata-rata akurasi sebesar 99,46% dengan selisih pembacaan 3 gram. Selisih pembacaan konsisten di nilai 3 gram dalam berbagai kondisi, antara lain kondisi ketika berat infus penuh, ketika berat infus setengah, dan ketika berat infus mendekati habis. Dengan nilai akurasi yang sangat besar bahkan hampir mendekati sempurna, sensor *loadcell* ini sendiri terbilang akurat dan efektif. Untuk nilai deviasi dan error juga menunjukkan nilai yang kecil sehingga sensor bekerja dengan baik.

4.4. Pengujian sensor optocoupler

Pengujian sensor *optocoupler* ini dilakukan sebagai upaya evaluasi akurasi pembacaan sensor *optocoupler* terhadap nilai tetesan dengan cara hitungan manual.

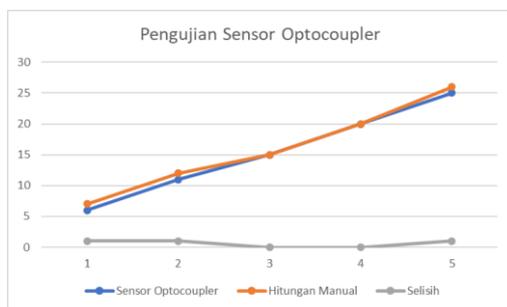
Tabel 5 Hasil pengujian sensor *optocoupler*

No	Manual Set Tetesan (TPM)	Hasil Sensor (TPM)	Hitungan Manual (TPM)	Selisih (TPM)
1	5	6	7	1

2	10	11	12	1
3	15	15	15	0
4	20	20	20	0
5	25	25	26	1

Tabel 6 Hasil pengujian sensor *optocoupler*

No	Manual Set Tetesan (TPM)	Akurasi (%)	Error %	Deviasi %
1	5	85,71	14,29	14,29
2	10	91,6	8,33	8,4
3	15	100	0	0
4	20	100	0	0
5	25	96,15	3,85	3,85



Gambar 7 Grafik hasil pengujian sensor *optocoupler*

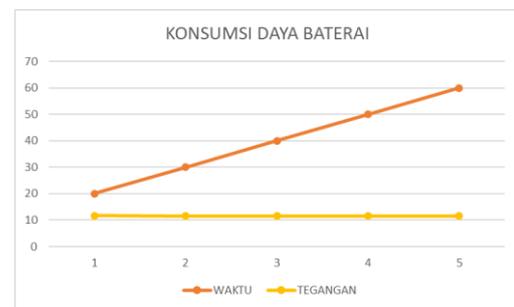
Hasil pengujian sensor *optocoupler* menunjukkan nilai perbandingan pembacaan sensor *optocoupler* dengan pembacaan hitung secara manual. Dari hasil pengujian didapat nilai akurasi dengan rata-rata sebesar 94,69% dengan selisih pembacaan di rentang 0 dan 1. Pengujian yang telah dilakukan sebanyak lima kali dengan mengontrol nilai tetesan yang keluar per menit (TPM) menghasilkan nilai dengan akurasi yang tinggi dan selisih yang sangat kecil. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan sensor *optocoupler* sendiri bisa terbilang sudah akurat dan efektif. Untuk nilai deviasi dan error juga menunjukkan nilai yang kecil sehingga sensor bekerja dengan baik.

4.5. Pengujian Konsumsi Baterai dan Pengisian Baterai

Pengujian konsumsi baterai ini dilakukan untuk mengetahui konsumsi penggunaan baterai yang digunakan yaitu dengan cara mengoperasikan dan membiarkan perangkat dalam keadaan digunakan normal secara kontinu selama 60 menit. Kapasitas baterai lithium 4500mAh.

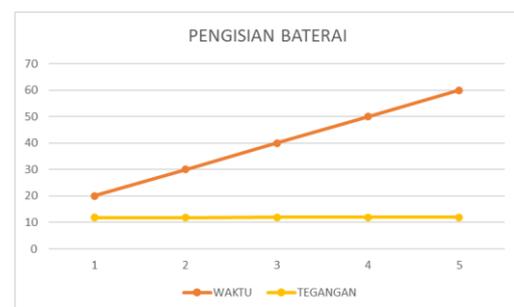
Tabel 7 Hasil Pengujian Konsumsi Baterai

No	Lama Penggunaan (Menit)	Tegangan Awal	Tegangan Akhir	Keterangan
1	20	11,71	11,64	Stabil
2	30	11,64	11,61	Stabil
3	40	11,61	11,58	Stabil
4	50	11,58	11,55	Stabil
5	60	11,55	11,53	Stabil



Gambar 8 Grafik hasil pengujian konsumsi daya baterai

No	Lama Pengisian (Menit)	Tegangan Awal	Tegangan Akhir	Keterangan
1	20	11,53	11,81	Stabil
2	30	11,81	11,86	Stabil
3	40	11,86	11,90	Stabil
4	50	11,90	11,94	Stabil
5	60	11,94	11,98	Stabil



Gambar 9 Grafik hasil pengujian pengisian baterai

Dalam pengujian yang dilakukan selama satu jam penuh, pemeriksaan nilai tegangan baterai secara berkala juga dilakukan setiap 10 menit sekali. Hal ini bertujuan untuk memperkirakan berapa lama baterai kuat menjalankan sistem ini. Dari hasil pengujian selama satu jam, dapat diperkirakan baterai baru akan habis setelah kurang lebih 12 jam. Hal ini dapat disimpulkan bahwa pemilihan baterai yang digunakan sudah tepat dan bisa mengcover penggunaan infus selama 1 siklus.

Untuk pengujian pengisian baterai sendiri juga dilakukan selama satu jam penuh dan juga terdapat pemeriksaan secara berkala setiap 10 menit sekali untuk memeriksa nilai tegangan yang sudah masuk ke dalam baterai. Dari hasil pengujian selama satu jam, baterai mencapai tegangan maksimalnya di 11,98 V dari tegangan awal 11,53 V. Yang berarti baterai sendiri masih dalam keadaan sehat karena bisa mencapai nilai mendekati 12 V yang merupakan nilai awal baterai ketika belum digunakan sama sekali.

4.6. Pengujian Jarak Komunikasi

Pengujian jarak dilakukan untuk mengetahui jarak perangkat dapat mengirimkan data ke server aplikasi Blynk melalui jaringan WiFi. Pengujian ini juga bertujuan untuk mendapatkan nilai jarak wifi yang efektif untuk perangkat dan alat berkomunikasi tanpa terjadi hambatan atau kehilangan sinyal.

Tabel 8 Hasil Pengujian Jarak Komunikasi

No	Jarak (Meter)	Status Koneksi	Keterangan
1	4	Terhubung	Sinyal Sangat Baik
2	8	Terhubung	Stabil
3	12	Terhubung	Sedikit Delay
4	16	Terhubung	Kadang Terputus
5	24	Terputus	Diluar Jangkauan WiFi

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat mampu mengirimkan data secara stabil hingga jarak kurang dari 12 meter dari access point tanpa hambatan fisik. Ketika sudah melebihi jarak 12 meter, maka akan terdapat sedikit delay bahkan hingga terputus sesekali ketika di jarak 16 meter keatas. Dan ketika berada di jarak 24 meter keatas ini perangkat akan terputus karena sudah berada di luar jangkauan WiFi. Hal ini bisa diatasi selama alat masih tersambung dengan WiFi dan menyala. Perangkat hanya membutuhkan internet, entah itu kuota internet atau tersambung dengan WiFi yang berbeda dengan alatnya. Cara ini bisa mengatasi jarak yang terbatas ketika menggunakan satu koneksi WiFi yang sama dengan alat. Pada aplikasi BLYNK yang gratis memiliki batas komunikasi data sebanyak 30 ribu kali pengiriman data perbulannya. Sehingga perlu dilakukan reset sebulan sekali untuk dapat digunakan.

4.7. Pengujian Motor Servo

Pengujian motor servo dilakukan sebagai upaya evaluasi kinerja motor servo dalam alat ini. Dimana fungsi dari motor servo sendiri yaitu untuk kendali parameter nilai tetesan cairan infus. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan derajat motor servo mulai dari 40-50 derajat.

Tabel 9 Hasil Pengujian Motor Servo

No	Derajat Sudut Servo (°)	P1	P2	P3	P4	P5	Rata-rata
1	50	0	0	0	0	0	0
2	49	0	0	0	0	0	0
3	48	0	0	0	0	0	0
4	47	14	13	13	15	14	13,8
5	46	16	14	14	18	15	15,4
6	45	38	36	37	37	39	37,4
7	44	50	48	49	49	47	48,6
8	43	59	69	65	56	67	63,2
9	42	61	72	72	69	70	68,8
10	41	123	131	136	143	138	134,2
11	40	-	-	-	-	-	-

Tabel 10 Perhitungan Pengujian Motor Servo

No	Sudut Servo (°)	Rata-rata	Error (%)	Akurasi (%)	Deviasi (%)
1	50	0	100	0	100
2	49	0	100	0	100
3	48	0	100	0	100
4	47	13,8	89,7	10,3	89,7
5	46	15,4	88,5	11,5	88,5
6	45	37,4	72,1	27,9	72,1
7	44	48,6	63,8	36,2	63,8
8	43	63,2	52,9	47,1	52,9
9	42	68,8	48,7	51,3	48,7
10	41	134,2	0	100	0
11	40	-	-	-	-

P=Pengujian. Dari hasil pengujian sebanyak 5 kali dengan nilai derajat sudut servo yang berbeda-beda mulai dari 40-50 derajat didapat gerakan servo yang stabil dan dapat berfungsi dengan baik. Perbedaan nilai TPM pada setiap pengujian dipengaruhi motor servo yang kurang bagus analisa lain dikarenakan oleh tegangan input dan mekanik putaran pada servo. Hal ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan motor servo dalam alat ini berfungsi secara efektif dan stabil tetapi pada nilai pengaturannya kurang baik.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring dan kendali infus pasien dari ruang sentral perawat, berikut adalah kesimpulan yang dapat diambil:

1. Pengujian fungsional alat berjalan dengan baik sehingga userinterface dapat disimpulkan dapat berjalan dengan baik.
2. Pengujian sensor optocoupler dan sensor loadcell memiliki akurasi diatas 99% sehingga dapat dikatakan akurasi.
3. Pengujian jarak komunikasi wifi memiliki jarak maksimal dapat tersambung wifi dengan jarak 24 meter sedangkan untuk aplikasi BLYNK gratis memiliki limitasi pengiriman data sebesar 30 ribu kali perbulannya.
4. Pengujian konsumsi baterai dapat disimpulkan baterai dapat bertahan selama 12 jam dan untuk pengisian baterai dapat dilakukan selama 1 jam.
5. Pengujian motor servo dapat disimpulkan servo dapat bekerja dengan baik tetapi nilai TPM belum dapat berjalan dengan konsisten sehingga nilainya kurang baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama proses penyusunan jurnal ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada keluarga dan rekan-rekan atas dukungan dan motivasi yang diberikan.

Jurnal ini merupakan bagian dari pemenuhan Tugas Akhir di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA), Semarang. Semoga penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan menjadi referensi yang bermanfaat bagi penelitian di bidang terkait.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ruslan Agussalim, Adnan, and Muh. Niswar, "Monitoring Cairan Infus Berdasarkan Indikator Kondisi Dan Laju Cairan Infus Menggunakan Jaringan Wifi," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 8, no. 3, pp. 145–152, Dec. 2016.
- [2] Hajrah, "Portable Monitoring Sistem Infus Otomatis Berbasis Mikrokontroler Dan Cloud Storage," *Hasanuddin Univ. Repos.*, 2020, [Online]. Available: <https://repository.unhas.ac.id/>
- [3] M. Riva Fadilah and D. Hirawan, "Sistem Monitoring Infus Pasien Di Rumah Sakit Ibu Dan Anak Mutiara Hati Berbasis Internet Of Things," *Dr. Diss. Univ. Komput. Indones.*, 2019, [Online]. Available: <http://elibrary.unikom.ac.id/>
- [4] N. Muljodipo, S. R. U. A. Sompie, R. F. Robot, and M. Eng, "Rancang Bangun Otomatis Sistem Infus Pasien," *Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 4, no. 4, 2015.
- [5] A. Setiawan, I. Nawawi, and H. Teguh Setiawan, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Smart Infusion," *J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 3, no. 3, 2024.
- [6] T. Dewi Hendrawati and R. Aditya Ruswandi, "Sistem pemantauan tetesan cairan infus berbasis Internet of Things," *JITEL (Jurnal Ilm. Telekomun. Elektron. Dan List. Tenaga)*, vol. 1, no. 1, pp. 25–32, 2021, doi: 10.35313/jitel.v1.i1.2021.25-32.
- [7] K. Hidayati and R. B. Barwaqah, "Monitoring Cairan Infus Secara Realtime," *JISA (Jurnal Inform. dan Sains)*, vol. 01, no. 02, 2018.
- [8] Hasanuddin Muhamad, "Sistem Monitoring Infus Menggunakan Arduino Mega 2560," *Univ. Islam Negeri Alauddin*, vol. 4, pp. 9–15, Jun. 2017.
- [9] A. Eko Prasetyo, A. Arifia, F. Amaluddin, and A. Haryoko, "Riset Teknik Informatika dan Komputer MONITORING ALIRAN INFUS PASIEN MACET DI RUANG PERAWAT MENGGUNAKAN NRF WIRELESS COMMUNICATION," *J. Restikom*, vol. 2, no. 3, pp. 127–142, 2020.
- [10] G. Priyandoko, D. Siswanto, and I. I. Kurniawan, "Rancang Bangun Sistem Portable Monitoring Infus Berbasis Internet of Things," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 3, no. 2, Jul. 2021.
- [11] Heru Heru and Fitriya Priyulida, "RANCANG BANGUN SISTEM NURSE CALL TERHADAP KEGAGALAN INFUSEPUMP MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATmega8535," *J. Mutiara Elektromedik*, vol. 6, no. 1, pp. 1–6, 2022.
- [12] P. A. Rosyady *et al.*, "Monitoring Cairan Infus Menggunakan Load Cell Berbasis Internet of Things (IoT)," *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 22, no. 1, pp. 97–110, 2023.
- [13] H. Fitriawan, D. Despa, and I. Kustiani, "Potensi Internet of Things (IoT) dan Ragam Sensor untuk Layanan Kesehatan," *J. Profesi Ins. Univ. Lampung*, vol. 1, no. 1, pp. 1–4, 2020, doi: 10.23960/jpi.v1n1.10.
- [14] R. T. Yunardi, D. Setiawan, F. Maulina, and T. A. Prijo, "Pengembangan Sistem Kontrol dan Pemantauan Tetesan Cairan Infus Otomatis Berbasis Labview dengan Logika Fuzzy," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 4, pp. 403–410, Oct. 2018, doi: 10.25126/jtiik.201854766.

- [15] Firmansyah MSN, Azis Muhajar, Abdul Chobir, and Andri Ulus Rahayu, "Sistem Kendali dan Monitoring Infus Berbasis Internet of Things," *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 6, pp. 10–16, Jun. 2022, doi: 10.30871/jaee.v6i1.4017.
- [16] Agustinus Lukito Sanjoyo, "Alat Pemantau Volume Infus Menggunakan Load Cell Berbasis Internet Of Things (IOT)," 2024. Accessed: Apr. 27, 2025. [Online]. Available: <http://repository.unissula.ac.id/id/eprint/34091>