

# Rancang Bangun Infusion Pump Dengan Pemantauan Riwayat Pemberian Cairan Infus Pada Pasien Dilengkapi Website

## Design Of Infusion Pump With Monitoring History Of Giving Infusions To Patients Completed With Website

I Gusti Agung Ngurah Devasya Putra Pratama<sup>1</sup>, Suhartono<sup>2</sup>, Ni Nyoman Dwi Sutrisnawati<sup>3</sup>, I Made Agus Mahardiananta<sup>4</sup>

<sup>1,2,4</sup> Program Studi Teknik Elektromedik Universitas Bali Internasional

<sup>3</sup> Program Studi Administrasi Rumah Sakit Universitas Bali Internasional

Jl. Seroja, Gang Jeruk No.9A, Kelurahan Tonja, Denpasar, Bali

gungngurah11@gmail.com<sup>1\*</sup>

**Abstrak** – Infusion pump merupakan peralatan medis yang digunakan untuk memantau proses pemberian cairan ke dalam tubuh melalui intravena. Infusion pump mengatur cairan yang keluar dan memberikan indikator alarm ketika terjadi permasalahan pada proses terapi infus. Permasalahan yang sering terjadi adalah pemantauan infusion pump yang tidak dapat dilakukan secara jarak jauh sehingga perawat memiliki mobilitas yang tinggi untuk infusion pump. Pada penelitian ini dihasilkan rancang bangun alat infusion pump yang dapat memantau kondisi terapi infus secara nirkabel. Menggunakan Optocoupler XD-51 sebagai sensor tetesan dan sensor gelembung udara, Photodiode FC-51 sebagai sensor darah naik pada selang, motor peristaltik sebagai pengatur flow rate, Node MCU ESP32 sebagai mikrokontroler, Firebase sebagai database pasien, website sebagai sistem wireless monitoring kondisi terapi infus. Back end website monitoring rancang bangun alat menggunakan Firebase Realtime dan front end website menggunakan Visual Studio Code. Dari hasil penelitian diperoleh persentase nilai rata-rata pengujian keakurasian flow rate 500 mL / 6 jam sebesar 97.6%, flow rate 500 mL / 8 jam sebesar 97.5%, dan waktu respon sistem alarm darah naik sebesar 5 detik, sistem alarm gelembung udara sebesar 5.2 detik, sistem alarm infus macet sebesar 7.3 detik serta pengujian terhadap sistem penyimpanan riwayat data dengan tingkat keakurasian sebesar 100%. Berdasarkan acuan nilai toleransi error yang diijinkan pada infusion pump adalah sebesar 5% dengan waktu respon alarm sebesar 10 detik, maka dapat disimpulkan bahwa alat rancang bangun dapat bekerja sebagaimana mestinya dengan nilai persentase error yang masih dalam batas toleransi yang diperbolehkan sesuai dengan alat acuan.

**Kata Kunci:** Firebase, Infusion Pump, Peristaltik

**Abstract** – The infusion pump is a critical medical device for the controlled delivery of fluids through intravenous routes. It ensures precise regulation of fluid administration and includes an alarm system to signal issues during the infusion therapy process. However, the limitation lies in the inability to remotely monitor these pumps, leading to mobility challenges for nurses. To address this, a remote monitoring infusion pump was developed. It incorporates various components such as the Optocoupler XD-51 for detecting droplets and air bubbles, the FC-51 Photodiode to sense blood rising within the hose, a peristaltic motor for flow rate control, an ESP32 MCU Node as the central controller, Firebase for patient data storage, and a dedicated website for wireless monitoring. The backend of the website utilizes Firebase Realtime, while the frontend is developed using Visual Studio Code. Research findings indicate high accuracy in flow rate measurements, with 97.6% accuracy for 500 mL over 6 hours and 97.5% accuracy for 500 mL over 8 hours. Alarm response times, though slightly delayed, are within acceptable limits: the blood alarm system responds in 5 seconds, the air bubble alarm system in 5.2 seconds, and the infusion alarm system in 7.3 seconds. Furthermore, the data history storage system demonstrated 100% accuracy.

TELKA, Vol.11, No.1, Maret 2025, pp. 52~63

ISSN (e): 2540-9123

ISSN (p): 2502-1982

Given that the reference values allow for a 5% error tolerance and require a 10-second alarm response time, it can be concluded that this designed tool effectively meets the necessary standards and functions within the allowable tolerance limits.

**Keywords:** *Firebase, Infusion Pump, Perisaltic*

## 1. Pendahuluan

*Infusion pump* merupakan peralatan medis yang digunakan untuk memberikan tambahan zat-zat elektrolit yang berbentuk zat cair diinjeksikan ke dalam tubuh pasien dalam jumlah tertentu melalui vena [1][2]. Fungsi dari *infusion pump* yaitu mengatur jumlah cairan yang masuk ke dalam sirkulasi darah melalui vena [3],[4][5]. Pemberian cairan infus digunakan untuk menggantikan cairan yang hilang dan menyeimbangkan elektrolit tubuh [6]. Dalam aplikasinya pemberian infus memerlukan waktu yang cukup lama, sehingga infusion pump digunakan untuk membantu proses pemberian dan pemantauan cairan infus. Karena fungsinya yang sangat vital, pemasangan dan pemberian infus harus dilakukan dengan prosedur yang telah ditetapkan untuk menghindari komplikasi yang dapat memperparah kondisi pasien [7]. Dalam terapi pemberian infus ada beberapa parameter yang harus diperhatikan oleh perawat, yaitu jumlah tetesan infus dalam satu menit, durasi pemberian infus, volume cairan infus, emboli (gelembung udara pada selang), darah naik pada selang dan jenis cairan infus yang diberikan pada pasien [8]. Perawat harus memiliki pengetahuan yang berkaitan dengan pengkajian, perencanaan, implementasi, dan evaluasi dalam perawatan terapi infus. Perawat juga harus memiliki komitmen dalam memberikan terapi infus yang aman, efektif dalam pembiayaan, serta melakukan perawatan infus yang berkualitas [9].

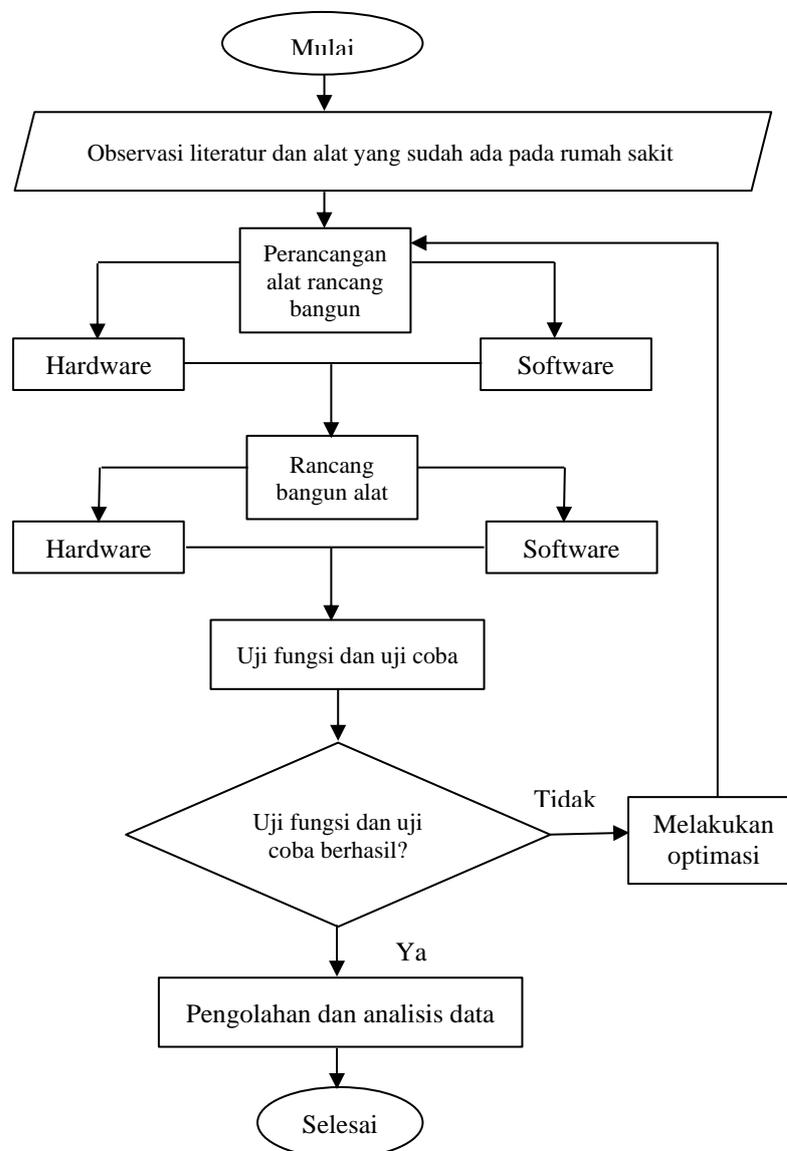
Dikutip dari jurnal Keperawatan Indonesia dengan judul Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Kelengkapan Dokumentasi Keperawatan oleh Noorkasiani dkk, disebutkan bahwa pasien yang umumnya diberikan cairan infus adalah pasien yang menjalani rawat inap pada instansi kesehatan, sehingga pemberian infus diberikan secara berkelanjutan. Selama proses terapi berlangsung perawat harus memeriksa kondisi pasien secara berkala. Hasil dari pemeriksaan tersebut harus dicatat dalam lembar dokumentasi keperawatan [10]. Dokumentasi keperawatan ini sering terjadi kesalahan dalam pelaksanaannya. Penelitian yang dilakukan oleh Damanik dkk., pada tahun 2019 mendapatkan hasil yakni, pertama, pengkajian keperawatan disalah satu rumah sakit di Sumatera Barat sebagian lengkap sebanyak 76,7%, artinya pada format pengkajian sudah memuat identitas pasien, namun alasan masuk rumah sakit dan kondisi kesehatan pasien didokumentasikan dengan tidak lengkap. Kedua, diagnosis keperawatan di instalasi rawat inap salah satu rumah sakit di Sumatera Barat sebanyak 95,7% diagnosis yang ada hanya mencantumkan komponen masalah saja. Ketiga, intervensi keperawatan di Instalasi Rawat Inap salah satu rumah sakit di Sumatera Barat sebanyak 81,3%, hanya mencantumkan manajemen saja artinya tidak ada intervensi yang dicatat dalam bentuk tindakan atau aktifitas keperawatan. Keempat, catatan perkembangan dan evaluasi hasil di instalasi rawat inap salah satu rumah sakit di Sumatera Barat lengkap sebanyak 77,7% artinya minimal 50% catatan perkembangan dan evaluasi hasil keperawatan berhubungan dengan diagnosis keperawatan, intervensi dijelaskan sesuai dengan kondisi kesehatan pasien serta diperbarui setiap hari. Berdasarkan hasil tersebut disimpulkan bahwa faktor penyebabnya adalah belum meratanya pengetahuan perawat dalam pengkajian, *Standar Operational Procedure* SOP dan petunjuk teknis tentang pembuatan intervensi keperawatan yang belum ada, serta ketidakmampuan dalam menganalisis data karena tidak mengakomodir semua data keluhan pasien sehingga diagnosis keperawatan yang dirumuskan tidak akurat [11].

Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan pengembangan terhadap pemantauan riwayat pemberian cairan infus yang mempermudah perawat dalam mendokumentasikan riwayat pemberian cairan pada pasien. Pengembangan *infusion pump* dengan menggunakan sistem kendali infus dan pemantauan riwayat pemberian cairan infus pada pasien secara digital berbasis website menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pusat pengendali, menggunakan pompa peristaltik sebagai pengatur debit cairan infus, menggunakan *website*

sebagai sarana untuk menampilkan parameter volume infus yang dapat diakses menggunakan komputer dan *monitor nurse station*, durasi pemberian cairan, jenis cairan infus, sistem peringatan terhadap infus habis, infus macet, terdapat gelembung udara pada selang, dan darah pasien naik ke selang. Diharapkan efisiensi perawat dalam mencatat riwayat pemberian infus lebih optimal.

## 2. Metode Penelitian

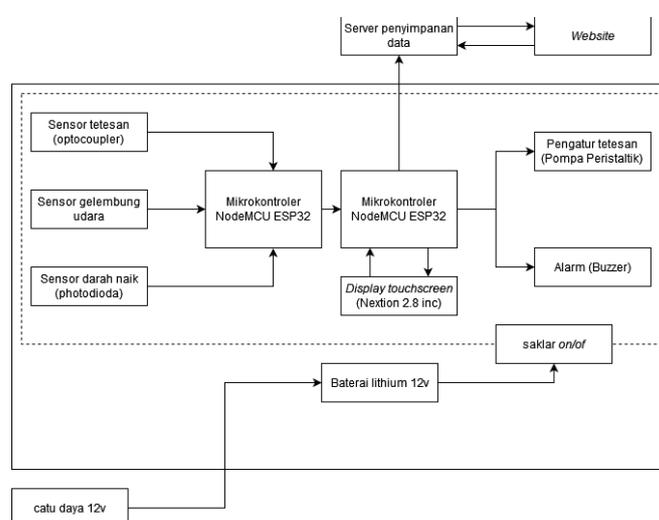
Penelitian yang digunakan ini merupakan penelitian observatif-eksperimental. Penelitian observatif adalah penelitian yang memiliki tujuan untuk mencari informasi dan data dari beberapa literatur seperti jurnal-jurnal tentang sistem kendali infus atau mengobservasi alat yang sudah beredar di rumah sakit dengan memberikan data yang sudah dengan cara sistematis. Penelitian eksperimental adalah suatu penelitian yang berusaha melihat hubungan sebab akibat dari satu atau lebih variabel independen dengan satu atau lebih variabel kontrol. Peneliti melakukan manipulasi terhadap satu atau lebih variabel independen. Manipulasi berarti merubah secara sistematis sifat (nilai-nilai) variabel bebas sesuai dengan tujuan penelitian [12].



Gambar 1. Alur penelitian *infusion pump* dengan pemantauan riwayat pemberian cairan infus pada pasien dilengkapi *website*.

Adapun alur penelitian yang digunakan bertujuan untuk memahami tahapan – tahapan penelitian agar penelitian dapat dilakukan secara sistematis. Proses awal penelitian ini diawali dengan studi pustaka dan observasi langsung. Setelah mendapatkan ide dilanjutkan menuangkan inovasi ide tersebut ke sebuah perancangan sistem rancang bangun. Tahap selanjutnya merancang desain *hardware* dan *software* meliputi perencanaan perancangan blok diagram serta prinsip kerjanya, desain *hardware* dan *software*, fungsi dan spesifikasi produk, perancangan *flowchart hardware* dan *software*, waktu dan tempat penelitian, dan teknik pengumpulan serta metode pengumpulan data. Setelah merancang, tahap selanjutnya yaitu pembuatan alat dan pembuatan *software* menggunakan *firebase* sebagai *database* pasien, *website* sebagai sistem *wireless* monitoring kondisi terapi infus. Setelah produk rancang bangun selesai, produk akan dilakukan pengujian alat apakah alat tersebut sudah dapat menyala sesuai dengan desain sistem atau tidak. Jika alat sudah lolos pengujian, maka tahap selanjutnya yaitu pengambilan data lalu data yang sudah didapatkan akan di analisa dengan membandingkan produk rancang bangun dengan *infusion pump*. Tahap akhir yaitu menyimpulkan sejauh mana keakurasian rancang bangun alat sehingga mendapatkan kesimpulan pada hasil akhir. Gambar 1 merupakan alur penelitian *infusion pump* dengan pemantauan riwayat pemberian cairan infus pada pasien dilengkapi *website*.

Alat ini berkerja menggunakan tegangan 12 VDC sebagai *driver motor* dan motor serta 5 VDC sebagai tegangan untuk mikrokontroler, sensor-sensor, indikator dan Nextion. Tegangan 12 VDC berasal dari adaptor yang sebelumnya diubah dari 220 VAC (*Volt Alternating Current*) dari sumber listrik. Tegangan 12 VDC ini secara langsung memberikan tegangan charger kepada baterai lithium. Terdapat sebuah saklar yang digunakan sebagai pemutus jalur tegangan pada alat. Ketika saklar dihubungkan pada posisi *on* tegangan akan masuk ke *modul driver* motor, motor dan *modul step down*. *Modul step down* akan menurunkan tegangan 12 VDC menjadi tegangan 5 VDC. Tegangan 5 VDC ini lalu didistribusikan ke komponen mikrokontroler, sensor, indikator, dan Nextion. Lebih lengkapnya blok diagram ditampilkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Blok diagram alat *infusion pump* dengan pemantauan riwayat pemberian cairan infus pada pasien dilengkapi *website*.

Ketika Nextion diberikan instruksi oleh pengguna Nextion akan berkomunikasi melalui serial Rx-Tx dengan mikrokontroler Node MCU ESP1. Mikrokontroler 1 lalu akan mengeksekusi program yang telah diberikan oleh Nextion. Program yang dieksekusikan diantaranya adalah program kontrol motor, program *timer*, program untuk mengirim data ke database *firebase*, serta program sensor untuk mikrokontroler Node MCU ESP2. *Driver motor* akan menginstruksikan motor untuk bergerak sesuai dengan instruksi dari mikrokontroler Node MCU ESP1. *Driver motor* ini berkerja berdasarkan periode waktu. Motor akan memutar mekanik peristaltik yang menekan menekan selang infus. Mikrokontroler Node MCU ESP2 akan menerima data dari

masing-masing sensor. Ketika sensor mendeteksi adanya permasalahan pada saat proses terapi infus mikrokontroler Node MCU ESP2 akan mengeksekusi program sistem keamanan dengan menginstruksikan alarm indikator untuk menyala. Mikrokontroler Node MCU ESP2 juga mengirimkan data ke database *firebase* agar dapat ditampilkan pada *website*. Sensor tetesan dan sensor gelembung udara bekerja dengan mendeteksi perbedaan nilai absorpsi cahaya dari optophotodiode dan inframerah yang disebabkan oleh tetesan cairan infus dan gelembung udara yang melewatinya. Perbedaan nilai tersebut diinisialisasikan sebagai nilai analog oleh mikrokontroler. Sensor ini akan aktif ketika mendeteksi adanya permasalahan pada tetesan cairan infus, contohnya adalah ketika selang infus macet dan cairan infus habis. Sensor darah naik bekerja dengan mendeteksi perbedaan nilai absorpsi cahaya dari *photodiode* dan inframerah yang disebabkan oleh perbedaan warna cairan infus yang dilewatinya. Sensor ini akan membaca perbedaan warna dari cairan yang transparan dan cairan yang keruh akibat darah. Dikarekankan pancaran infra merah yang mendapat intervensi dari cairan yang keruh, menyebabkan sebagian cahaya infra merah terabsorpsi pada cairan, sehingga *photodiode* membaca perbedaan jumlah cahaya yang diberikan. *Website* menampilkan beberapa parameter dari *hardware* melalui database *firebase*. *Website* bekerja dengan cara mengambil data-data yang sebelumnya telah terkoneksi dengan *firebase*. *Hardware* mengirimkan data dari masing-masing parameter sesuai dengan identitas dari data tersebut, sehingga program *website* dapat mengeksekusi data yang akan ditampilkan pada *website*.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Alat *Infusion pump* telah dibuat pada penelitian ini dengan pemantauan riwayat pemberian cairan infus pada pasien dilengkapi *website*. Alat ini menggunakan sistem digital dalam pengoperasiannya dan dalam pemantauannya dapat dilakukan secara jarak jauh melalui komputer yang disediakan pada *nurse station*. Dalam prosesnya alat ini menggunakan metode pompa peristaltik yang bergerak berdasarkan periode waktu sesuai dengan pengaturan proses terapi cairan infus. Sebelumnya selang akan diletakan pada jalur peristaltik, lalu motor peristaltik akan menekan selang dengan gerakan memutar. Alat ini memiliki beberapa sistem keamanan seperti: *Air bubble sensor* yang digunakan untuk mendeteksi gelembung udara pada selang, alarm infus macet, alarm infus habis, serta sensor darah naik yang digunakan untuk mendeteksi darah pasien masuk kembali ke dalam abocath. Seluruh sistem keamanan dan parameter dari alat tersebut ditampilkan secara langsung pada *website* dengan fitur tambahan yaitu penyimpanan data pasien yang telah melakukan proses terapi infus. Data pasien tersebut dapat diakses melalui *website* dengan memasukkan *username* dan nomor ID dari pasien. Dengan beberapa kelebihan tersebut maka dapat mempermudah pengguna dalam mengoperasikannya. Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan rancangan alat dan tampilan aplikasi.

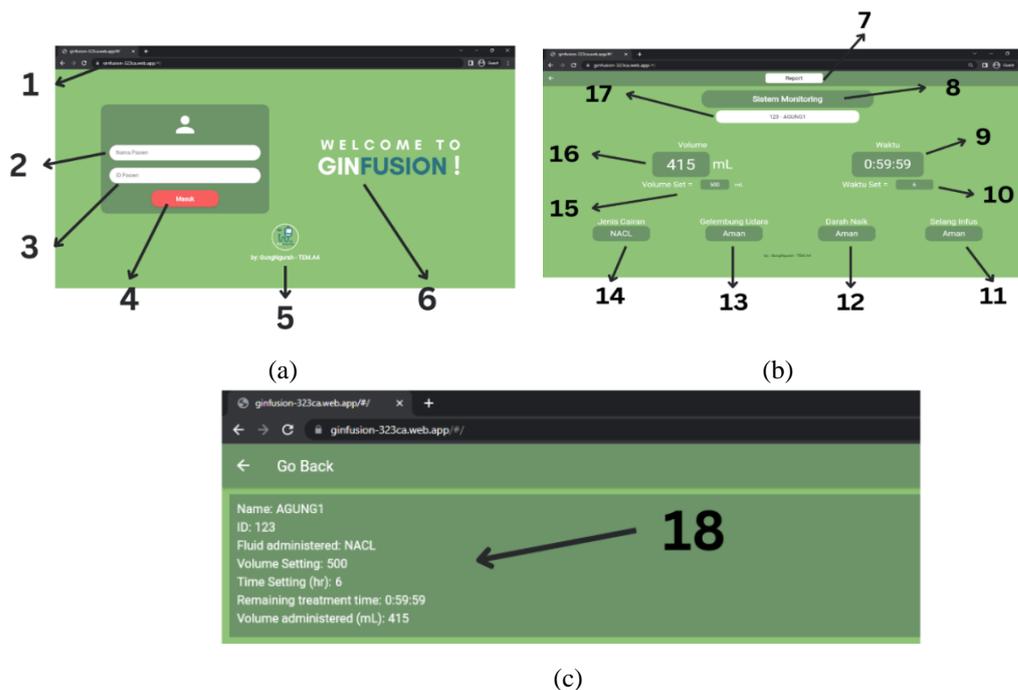


(a)



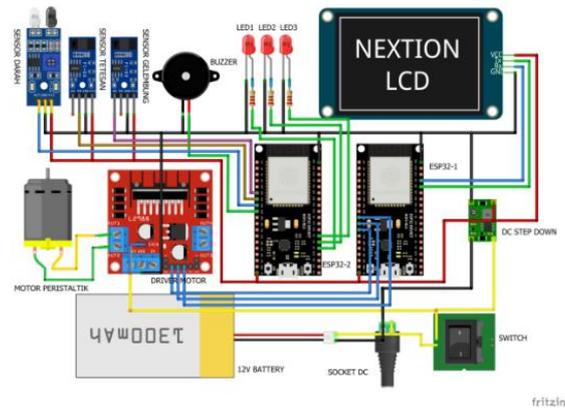
(b)

Gambar 3. (a) Hasil rancang bangun alat (b) tampilan *website monitoring*.



Gambar 4. (a) Bagian halaman *login website* (b) Bagian halaman monitoring *website* (c) Bagian halaman riwayat pasien *website*.

1. *Domain*: alamat *browser website* monitoring sistem
2. *Username*: nama pasien yang akan diberikan terapi infus
3. *ID pasien*: kode pada setiap pasien yang akan diberikan terapi infus
4. *Login button*: tombol untuk menuju laman monitoring *ginfusion website*
5. *Footprint*: nama pemilik *ginfusion* sistem
6. Nama sistem
7. *Report button*: tombol untuk menuju laman penyimpanan data pada *ginfusion website*
8. *Headline*: menunjukkan bagian dari laman yang sedang ditampilkan
9. *Realtime monitoring timer*: tampilan besaran pembacaan *counting down timer* sesuai dengan pembacaan pada alat *ginfusion* secara langsung
10. *Time set*: tampilan besaran pemilihan pengaturan waktu pada alat *ginfusion* dengan besaran jam
11. Indikator selang infus: menunjukkan status selang infus
12. Indikator darah naik: menunjukkan status darah pada selang infus
13. Indikator gelembung udara: menunjukkan status gelembung udara pada selang infus
14. Jenis cairan: menunjukkan jenis cairan yang digunakan
15. Volume set: tampilan besaran pemilihan pengaturan volume pada alat *ginfusion* dengan besaran mL
16. *Realtime monitoring volume*: tampilan besaran pembacaan volume sesuai dengan pembacaan pada alat *ginfusion* secara langsung
17. *Patient data*: nama dan kode pasien yang sedang diberi terapi infus
18. *Report page*: halaman untuk menampilkan riwayat data pasien



Gambar 5. *Wiring diagram* alat infusio*n pump* dengan pemantauan riwayat pemberian cairan infus pada pasien dilengkapi *website*.

*Wiring diagram* pada alat ini ditunjukkan pada Gambar 5. Terdapat beberapa komponen penyusun alat yang tersambung antara satu dengan yang lainnya. Catu daya terhubung dengan masing-masing komponen dan juga saklar. Terdapat dua sumber catu daya pada alat ini, yaitu sumber daya dari *adaptor* dan sumber daya dari baterai. Beberapa komponen memerlukan tegangan masukan sebesar 12 V DC (*Volt Direct Current*) dan 5 VDC, untuk mendukung hal tersebut digunakan komponen *step down* yang berfungsi sebagai penurun tegangan 12 VDC menjadi 5 VDC untuk beberapa komponen. Alat ini menggunakan dua mikrokontroler dikarenakan adanya interfensi dari pin Rx (*Receiver*) dan Tx (*transmitter*) pada Node MCU ESP32 sehingga komponen sensor yang memiliki komunikasi dua arah harus menggunakan mikrokontroler lain.

### 3.1 Hasil Pengujian Pengujian *Flow Rate* 500 mL / 6 Jam Pada *Stopwatch* Dan Gelas Ukur Terhadap Alat

Pada pengujian ini dilakukan analisis data dari tiga objek variabel pada pengujian *flow rate* 500 mL/6 jam. Tiga objek tersebut dianalisis karena memiliki hubungan antara satu dengan yang lainnya. Tiga objek tersebut adalah:

1. Hasil analisis data pengujian *flow rate* 500 mL / 6 jam pada *stopwatch* dan gelas ukur terhadap alat.
2. Hasil analisis data pengujian *flow rate* 500 mL / 6 jam pada *stopwatch* dan gelas ukur terhadap *website*.
3. Hasil analisis data pengujian *flow rate* 500 mL / 6 jam pada *website* terhadap alat.

Tabel 1. Hasil pengujian *flow rate* 500 mL/6 jam pada *stopwatch* dan gelas ukur terhadap alat.

Durasi	Hasil selisih waktu	Hasil selisih volume (mL)	Error pada waktu	Keakurasian pada waktu	Error pada volume	Keakurasian pada volume
1 jam	00:00:03	1	0,083%	99,917%	1,205%	98,795%
2 jam	00:00:05	2	0,139%	99,861%	2,410%	97,590%
3 jam	00:00:05	3	0,139%	99,861%	3,614%	96,386%
4 jam	00:00:05	5	0,139%	99,861%	6,024%	93,976%
5 jam	00:00:05	6	0,139%	99,861%	7,229%	92,771%
6 jam	00:00:06	6	0,167%	99,833%	7,229%	92,771%
mean	4,833	3,833	0,13%	99,866%	4,618%	95,382%
	Total Rata-rata Selisih: 4,333		Error total: 2,376%		Keakurasian Total: 97,624%	

Dari Tabel 1 terlihat beberapa variabel yang memiliki penyimpangan terhadap acuan. Pada variabel waktu terdapat perbedaan selisih waktu alat terhadap *stopwatch* dengan rata-rata waktu

4,83 detik. Pada variabel volume terdapat perbedaan selisih volume alat terhadap gelas ukur dengan rata-rata selisih sebesar 3,8 mL. Jika diamati dari masing-masing pengukuran nilai persentase *error* pada waktu dan volume adalah linier atau terus bertambah seiring berjalannya waktu. Hal ini disebabkan karena dilakukan satu kali proses pengujian selama 6 jam dengan pengukuran yang dilakukan pada interval waktu 1 jam. Sehingga nilai persentase nilai *error* terakumulasi. Pada pengujian ini diperoleh nilai rata-rata persentase *error* sebesar 2,376% dan persentase keakuratan sebesar 97,624%.

Tabel 2. Hasil pengujian *flow rate* 500 mL/6 jam pada *stopwatch* dan gelas ukur terhadap *website*.

Durasi	Hasil selisih waktu	Hasil selisih volume	<i>Error</i> pada waktu	Keakuratan pada waktu	<i>Error</i> pada volume	Keakuratan pada volume
1 jam	00:00:03	1	0,083%	99,917%	1,205%	98,795%
2 jam	00:00:03	1	0,083%	99,917%	1,205%	98,795%
3 jam	00:00:05	3	0,139%	99,861%	3,614%	96,386%
4 jam	00:00:03	4	0,083%	99,917%	4,819%	95,181%
5 jam	00:00:05	6	0,139%	99,861%	7,229%	92,771%
6 jam	00:00:06	6	0,167%	99,833%	7,229%	92,771%
<i>mean</i>	4,167	3,500	0,11%	99,884%	4,217%	95,783%
	Total rata-rata selisih: 3,833		<i>Error</i> total: 2,166%		Keakuratan total: 97,834%	

Pada Tabel 2 dilakukan analisis data pengujian *flow rate* 500 mL / 6 jam pada *stopwatch* dan gelas ukur terhadap *website*. Analisis ini bertujuan untuk mencari nilai persentase *error* dan persentase keakuratan pada *website* rancang bangun. Pada dasarnya nilai variabel pada *website* merupakan data yang bersumber dari alat rancang bangun. Variabel waktu terdapat perbedaan selisih waktu alat terhadap *stopwatch* dengan rata-rata waktu 4,16 detik. Pada variabel volume terdapat perbedaan selisih volume alat terhadap gelas ukur dengan rata-rata selisih sebesar 3,5mL. Jika diamati dari masing-masing pengukuran nilai persentase *error* pada waktu dan volume adalah linier Hal ini disebabkan karena dilakukan satu kali proses pengujian selama 6 jam dengan pengukuran yang dilakukan pada interval waktu 1 jam. Sehingga nilai persentase nilai *error* terakumulasi. Pada pengujian ini diperoleh nilai rata-rata persentase *error* sebesar 2,166% dan persentase keakuratan sebesar 97,834%.

Tabel 3. Hasil pengujian *flow rate* 500 mL/6 jam pada *website* terhadap alat.

Durasi	Hasil Selisih Waktu	Hasil Selisih Volume (mL)	<i>Error</i> Pada Waktu	Keakuratan Pada Waktu	<i>Error</i> Pada Volume	Keakuratan Pada Volume
1 jam	0:00:00	0	0%	100%	0%	100%
2 jam	0:00:02	1	0,056%	99,944%	1,205%	98,795%
3 jam	0:00:00	0	0%	100%	0%	100%
4 jam	0:00:02	1	0,056%	99,944%	1,205%	98,795%
5 jam	0:00:00	0	0%	100%	0%	100%
6 jam	0:00:00	0	0%	100%	0%	100%
<i>mean</i>	0,667	0,333	0,019%	99,981%	0,402%	99,598%
	Total rata-rata selisih: 0,500		<i>Error</i> total: 0,210%		Keakuratan total: 99,790%	

Pada Tabel 3 dilakukan analisis data pengujian *flow rate* 500 mL / 6 jam pada *website* terhadap alat. Analisis ini bertujuan untuk mencari nilai persentase *error* dan persentase keakuratan pada proses pengiriman data alat terhadap *website*. Dari hasil analisis diperoleh adanya waktu *delay* (waktu tunda) pada pengukuran ke-2 jam dan ke-4 jam sebesar 2 detik. Pada variabel volume juga terdapat selisih antara volume *website* terhadap alat sebesar 1 mL. Waktu tunda pada kedua variabel tersebut terjadi karena koneksi internet yang tidak stabil, sehingga menyebabkan proses pengiriman data menjadi tertunda.

Tabel 4. Hasil keseluruhan nilai rata-rata analisis data pengujian *flow rate* 500mL/6 jam.

Keterangan	Selisih waktu dan volume	<i>Error</i>	Keakuratan
Tabel 1	4,333	2,376%	97,624%
Tabel 2	3,833	2,166%	97,834%

Tabel 3	0,5	0,210%	99,790%
Mean	2,888666667	1,584%	98,416%

Pada Tabel 4 dilakukan analisis terhadap nilai persentase *error* dan persentase keakurasian dari hasil analisis pada tabel 1, tabel 2, dan tabel 3. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui hasil keseluruhan rata-rata nilai analisis data pengujian *flow rate* 500 mL/6 jam. Dari hasil analisis diperoleh nilai persentase rata-rata *error* sebesar 1,584% dan nilai persentase keakurasian sebesar 98,416%. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ardinaya dengan judul rancang bangun setting kecepatan tetes pada *infusion pump* berbasis android pada tahun 2017 memperoleh hasil rata-rata untuk pengukuran *flow rate* sebesar 5,5% [13]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Bagaskara dkk, dengan judul rancang bangun pengatur infus berbasis mikrokontroler tahun 2020 memperoleh rata-rata pengukuran *flow rate* sebesar 5,59% [14]. Berdasarkan acuan toleransi *error* pada pompa infus dengan merk *Infusomat B-Braun* sebesar 5% [15], maka berdasarkan hasil analisis data pengujian *flow rate* 500 mL/6 jam nilai *error* pada pengujian ini masih dalam batas toleransi yang diperbolehkan.

### 3.2 Pengujian alarm sensor darah naik pada selang infus

Pada pengujian ini dilakukan pengujian alarm sensor darah naik yang bertujuan untuk mengetahui waktu tunda respon alarm darah naik. Pengujian ini menggunakan replika darah yang berasal dari kecap dan air yang digabungkan dengan rasio 1:3. Simulasi yang dilakukan dengan pengaturan alat pada 6 jam dan NaCl 500mL. Replika darah disuntikan ke dalam selang infus sebanyak lima kali dengan interval waktu 5 menit. Saat replika darah disuntikan, waktu pada *stopwatch* dimulai lalu waktu pada *stopwatch* dicatat saat alarm sensor darah naik sudah menyala.

Tabel 5. Hasil pengujian alarm sensor darah naik selang infus pada alat rancang bangun.

No	Volume darah 0,2mL		Volume darah 0,4mL		Volume darah 0,6mL		Volume darah 0,8mL		Volume darah 1,0mL		
	Waktu Respon (Detik)	Status Alarm									
1	5	aktif									
2	5	aktif									
3	5	aktif									
4	5	aktif									
5	5	aktif									
Mean	5	100%	5	100%	5	100%	5	100%	5	100%	
Simp.Baku:	0		0		0		0		0		
total rata-rata respon:							5 detik				
total status aktif alarm:							100%				

Pada Tabel 5 dilakukan analisis terhadap hasil dari lima kali pengujian. Dari analisis tersebut diperoleh nilai rata-rata respon waktu sensor pada pengujian volume darah 0,2 mL adalah konstan sebesar 5 detik dengan status alarm aktif 100%, volume darah 0,4 mL adalah konstan sebesar 5 detik dengan status alarm aktif 100%, volume darah 0,6 mL adalah konstan sebesar 5 detik dengan status alarm aktif 100%, volume darah 0,8 mL adalah konstan sebesar 5 detik dengan status alarm aktif 100%, volume darah 1.0 mL adalah konstan sebesar 5 detik dengan status alarm aktif 100%. Dari acuan alat infusion pump yang sudah ada, rata-rata waktu respon sensor pada alat tersebut sebesar 10 detik. Berdasarkan hasil tersebut maka waktu respon alarm sensor darah naik pada alat rancang bangun dapat bekerja sebagaimana mestinya dengan nilai waktu respon sebesar 5 detik yang masih dalam batas toleransi pada alat acuan. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian alarm sensor darah naik selang infus pada *website* rancang bangun. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengujian alarm sensor darah naik selang infus pada *website* rancang bangun.

No	Volume darah 0,2mL		Volume darah 0,4mL		Volume darah 0,6mL		Volume darah 0,8mL		Volume darah 1,0mL	
	Waktu Respon (Detik)	Status Alarm								
1	6	aktif	6	aktif	5	aktif	6	aktif	5	aktif
2	6	aktif	6	aktif	5	aktif	5	aktif	6	aktif
3	5	aktif	5	aktif	6	aktif	6	aktif	5	aktif
4	6	aktif	5	aktif	6	aktif	6	aktif	5	aktif
5	5	aktif	6	aktif	5	aktif	6	aktif	5	aktif
<i>Mean</i>	5,6	100%	5,6	100%	5,4	100%	5,8	100%	5,2	100%
Simp.Baku:	0,55		0,55		0,55		0,45		0,45	0,55
	total rata-rata respon:					5,52 detik				
	total status aktif alarm:					100%				

Pada Tabel 6 dilakukan analisis terhadap hasil dari lima kali pengujian. Dari analisis tersebut diperoleh nilai rata-rata respon waktu sensor pada pengujian volume darah 0,2 mL adalah sebesar 5,6 detik dengan status alarm aktif 100%, volume darah 0,4 mL adalah sebesar 5,6 detik dengan status alarm aktif 100%, volume darah 0,6 mL adalah sebesar ,4 detik dengan status alarm aktif 100%, volume darah 0,8 mL adalah sebesar 5,8 detik dengan status alarm aktif 100%, volume darah 1,0 mL adalah sebesar 5,2 detik dengan status alarm aktif 100%. Terdapat perbedaan nilai rata-rata waktu respon sensor pada tabel 6 terhadap tabel 5, hal ini dikarenakan koneksi internet yang tidak stabil. Berdasarkan alat *infusion pump* yang sudah ada, rata-rata waktu respon sensor pada alat tersebut sebesar 10 detik. Berdasarkan hasil tersebut maka waktu respon alarm sensor darah naik pada penelitian ini dapat bekerja sebagaimana mestinya dengan nilai waktu respon sebesar 5,52 detik yang masih dalam batas toleransi pada alat acuan.

### 3.3 Pengujian alarm sensor gelembung udara pada selang infus

Pada pengujian ini dilakukan pengujian alarm sensor gelembung udara yang bertujuan untuk mengetahui waktu tunda respon alarm ketika terdapat gelembung udara pada selang. Pengujian ini menggunakan gelembung udara yang disuntikan menggunakan spuit dengan ukuran 1 mm sampai dengan 5 mm. Ukuran gelembung udara pada selang disesuaikan menggunakan jangka sorong melalui udara yang disuntikan oleh spuit. Pengujian dilakukan sebanyak 25 pengukuran. Saat gelembung udara disuntikan, waktu pada *stopwatch* dimulai lalu waktu pada *stopwatch* dicatat saat alarm sensor gelembung udara sudah menyala. Tabel 7 merupakan hasil pengujian alarm sensor gelembung udara selang infus pada alat rancang bangun.

Tabel 7. Hasil pengujian alarm sensor gelembung udara selang infus pada alat rancang bangun.

No	Ukuran gelembung udara 1mm		Ukuran gelembung udara 2mm		Ukuran gelembung udara 3mm		Ukuran gelembung udara 4mm		Ukuran gelembung udara 5mm	
	Waktu respon (detik)	Alarm status								
1	6	aktif	5	aktif	5	aktif	5	aktif	5	aktif
2	6	aktif	5	aktif	5	aktif	5	aktif	5	aktif
3	6	aktif	5	aktif	5	aktif	5	aktif	5	aktif
4	6	aktif	5	aktif	5	aktif	5	aktif	5	aktif
5	6	aktif	5	aktif	5	aktif	5	aktif	5	aktif
<i>Mean</i>	6	100%	5	100%	5	100%	5	100%	5	100%
Simp.baku	0		0		0		0		0	
	Total rata-rata respon					5,2				
	Total status aktif alarm					100%				

Dari Tabel 7 diperoleh nilai yang konstan sebesar 5 detik pada pengujian gelembung udara 2 mm sampai dengan gelembung udara 5 mm. Sedangkan terjadi perbedaan waktu respon sensor

pada pengujian gelembung 1 mm. Hal ini disebabkan oleh spesifikasi sensor yang memerlukan waktu pembacaan lebih lama ketika terdapat gelembung udara 1 mm. Dari acuan alat infusio pump yang sudah ada, rata-rata waktu respon sensor pada alat tersebut sebesar 10 detik. Berdasarkan hasil tersebut maka waktu respon alarm sensor gelembung udara pada alat dapat bekerja sebagaimana mestinya dengan nilai waktu respon sebesar 5,2 detik yang masih dalam batas toleransi pada alat acuan. Kemudian dilakukan pengujian respon alarm sensor gelembung udara pada *website* rancang bangun. Tabel 8 merupakan hasil pengujian.

Tabel 8. Hasil pengujian respon alarm sensor gelembung udara pada *website* rancang bangun.

No	Ukuran gelembung udara 1mm		Ukuran gelembung udara 2mm		Ukuran gelembung udara 3mm		Ukuran gelembung udara 4mm		Ukuran gelembung udara 5mm	
	Waktu respon (detik)	Alarm status								
	1	6	aktif	6	aktif	5	aktif	6	aktif	5
2	6	aktif	5	aktif	5	aktif	6	aktif	5	aktif
3	6	aktif	5	aktif	6	aktif	5	aktif	5	aktif
4	6	aktif	6	aktif	5	aktif	5	aktif	5	aktif
5	6	aktif	5	aktif	5	aktif	6	aktif	5	aktif
<i>Mean</i>	6	100%	5,4	100%	5,2	100%	5,6	100%	5	100%
<i>Simp.baku</i>	0		0,55		0,45		0,55		0	
Total rata-rata respon							5,44			
Total status aktif alarm							100%			

Terjadi perbedaan waktu pada Tabel 7 terhadap tabel 8, hal ini disebabkan koneksi internet yang tidak stabil. Dari acuan alat *infusio pump* yang sudah ada, rata-rata waktu respon sensor pada alat tersebut sebesar 10 detik. Berdasarkan hasil tersebut maka waktu respon alarm sensor gelembung udara pada alat dapat bekerja sebagaimana mestinya dengan nilai waktu respon sebesar 5,4 detik yang masih dalam batas toleransi pada alat acuan.

### 3.5 Hasil pengujian penyimpanan riwayat data pasien

Pada pengujian ini dilakukan kesesuaian data riwayat pasien yang dimasukkan pada alat terhadap *website* monitoring. Pengujian dilakukan dengan cara memasukan data pasien pada alat lalu membandingkan dengan halaman riwayat penyimpanan data pasien pada *website* monitoring. Berikut adalah hasil pengujian penyimpanan riwayat data pasien. Tabel 9 pengujian penyimpanan riwayat data pasien.

Tabel 9. Pengujian penyimpanan data pasien.

No	Pada alat					Pada <i>webiste monitoring</i>				
	Nama pasien	ID pasien	Jenis cairan	Volume set (mL)	Time set (jam)	Nama pasien	ID pasien	Jenis cairan	Volume set (mL)	Time set (jam)
1	agung1	123	NaCl	500	6	agung1	123	NaCl	500	6
2	ngurah	222	NaCl	500	6	ngurah	222	NaCl	500	6
3	deva	321	NaCl	500	6	deva	321	NaCl	500	6
4	putra	111	NaCl	500	8	putra	111	NaCl	500	8
5	pratama	1234	NaCl	500	8	pratama	1234	NaCl	500	8

Pada Tabel 9 diberikan lima data berbeda pada alat rancang bangun. Masing-masing data tersebut meliputi nama pasien, ID pasien, jenis cairan yang digunakan, volume *setting*, dan *time setting*. Data tersebut dimasukkan saat kondisi alat rancang bangun sudah terhubung dengan koneksi internet. Data dimasukkan sebanyak lima kali secara berulang. Pengujian terhadap keakurasian pengiriman data hanya terbatas pada kesesuaian data yang diberikan pada alat terhadap data yang tampil pada *website* monitoring. Data pasien dimasukkan pada alat rancang bangun lalu data pada alat rancang bangun dibandingkan dengan data pasien pada *website* monitoring.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hasil analisis pengujian *flow rate* 500 mL / 6 jam dengan nilai persentase keakurasian 97,624%, pengujian analisis *flow rate* 500 mL / 8 jam dan intervensi darah naik dengan persentase keakurasian 97,508%, analisis pengujian sensor darah naik dengan rata-rata waktu respon 5 detik, analisis pengujian sensor gelembung udara dengan rata-rata waktu respon 5,2 detik maka dapat disimpulkan bahwa alat rancang bangun dapat bekerja sebagaimana mestinya dengan nilai persentase *error* yang masih dalam batas toleransi yang diperbolehkan sesuai dengan alat acuan.

#### Referensi

- [1] T. Sitorus, H. Dabukke, H. Situmorang, and F. Priyulida, "Analisa Pemeliharaan Korektif Pada Syringe Pump," *Jurnal Mutiara Elektromedik*, vol. 6, no. 2, pp. 46–50, Dec. 2022, doi: 10.51544/elektromedik.v6i2.3568.
- [2] N. Irwan, S. Si, M. Pd, and Y. A. Sinaga, "Rancang Bangun Air Inline Sensor Pada Alat Infus Pump Berbasis Mikrokontroler Atmega 89S52," 2020.
- [3] Heru and F. Priyulida, "Rancang Bangun Nurse Call Terhadap Kegagalan Infuse Pump Menggunakan Mikrokontroler ATmega8535," *Jurnal Mutiara Elektromedik*, vol. 6, no. 1, pp. 1–6, 2022.
- [4] D. K. Abadi, Abd. Kholiq, S. Sumber, and S. Luthfiah, "Pemantauan Infus Pump Secara Wireless Menggunakan Modul RF HC-11," *Jurnal Teknokes*, vol. 12, no. 2, pp. 1–8, Sep. 2019, doi: 10.35882/teknokes.v12i2.1.
- [5] M. R. Firdaus, "Monitoring Detak Jantung, Suhu, dan Infus pada Pasien Berbasis Mikrokontroler (ARDUINO MEGA2560)," *TELEKONTRAN*, vol. 5, no. 1, 2017.
- [6] A. Zainuri, D. R. Santoso, and M. A. Muslim, "Monitoring dan Identifikasi Gangguan Infus Menggunakan Mikrokontroler AVR," *Jurnal EECCIS*, vol. 6, no. 1, pp. 49–54, Jun. 2012.
- [7] E. J. Hoorn, "Intravenous fluids: balancing solutions," *Journal of Nephrology*, vol. 30, no. 4. Springer New York LLC, pp. 485–492, Aug. 01, 2017. doi: 10.1007/s40620-016-0363-9.
- [8] E. Paturungi, *Analisis Kinerja Perawat Dalam Pengendalian Kejadian Flebitis Di Ruang Rawat Inap Rsud Syekh Yusuf Kabupaten Gowa*. Makasar: Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin, 2013.
- [9] H. Spreadbury, "Infusion Nursing: An Evidence-Based Approach Mary Alexander," *Nursing Standard*, vol. 25, p. 30, Dec. 2010, doi: 10.7748/ns.25.9.30.s37.
- [10] Noorkasiani, Gustiana, and R. S. Maryam, "Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelengkapan Dokumentasi Keperawatan," *Jurnal Keperawatan Indonesia*, vol. 18, no. 1, pp. 1–8, Mar. 2015.
- [11] M. Damanik, R. Fahmy, and L. Merdawati, "Gambaran Keakuratan Dokumentasi Asuhan Keperawatan," *Jurnal Kesehatan Andalas*, vol. 8, no. 4, pp. 138–144, 2019.
- [12] Arikunto S, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta, 2016.
- [13] N. A. Ardiyana, *Rancang Bangun Setting Kecepatan Tetes Pada Infusion Pump Berbasis Android*. Jakarta: Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Jakarta II, 2017.
- [14] M. Bagaskara, W. Dwiono, and L. Hayat, "Rancang Bangun Pengatur Infus Berbasis Mikrokontroler," 2020. [Online]. Available: <http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/JRRE>
- [15] B-BRAUN, *Infusomat® Space and Accessories Instructions for Use*. 2018.
- [16] F. MSN, A. Muhajar, A. Chobir, and A. Rahayu, "Sistem Kendali dan Monitoring Infus Berbasis Internet of Things," *Journal of Applied Electrical Engineering*, vol. 6, pp. 10–16, Dec. 2022, doi: 10.30871/jaee.v6i1.4017.
- [17] S. Rochmah, *Perbedaan Waktu Pembekuan Darah Kapiler dan Vena pada Ibu Hamil Trimester III*. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang, 2017.