

Perancangan Monitoring Botol Infus Pasien Berbasis Arduino Uno dan Alarm

Krisna Pardosi^{*1}, Denny Hasmintasembiring Maha²,

^{1,2}Universitas Prima Indonesia, Jl. Ayahanda No.51-55, (061)4532820,

e-mail: ^{*1}krisnapardosi438@gmail.com, ²dennyhasmintasembiringmaha@unprimedan.ac.id,

Abstrak

Dalam dunia kedokteran, infus merupakan salah satu alat medis yang sering dipakai untuk menyuplai cairan obat atau nutrisi langsung ke dalam tubuh pasien, baik di rumah sakit maupun klinik. Salah satu kendala yang sering muncul dalam penggunaan infus adalah pemantauan volume cairan dalam botol infus yang harus dilakukan secara rutin untuk mencegah kesalahan dalam pemberian cairan. Oleh karena itu, perlu adanya sistem yang dapat memantau infus secara otomatis, agar perawat dapat lebih berkonsentrasi pada perawatan pasien lainnya. Studi ini bertujuan untuk merancang serta mengimplementasikan sistem pemantauan botol infus pasien menggunakan Arduino Uno yang dilengkapi sensor inframerah guna mendeteksi tingkat cairan dalam botol infus secara langsung. Sistem ini dilengkapi dengan *alarm* yang berfungsi sebagai pemberitahuan peringatan ketika volume cairan dalam botol infus sudah mencapai batas minimum atau kosong. Sistem ini dikembangkan untuk memberikan kemudahan, harga yang terjangkau, dan keandalan dalam meningkatkan layanan perawatan pasien di rumah sakit. Desain ini memerlukan pemrograman Arduino Uno untuk mengendalikan sensor dan alarm berdasarkan informasi yang diterima dari sensor. Saat volume cairan dalam botol infus sudah habis, alarm akan berbunyi sebagai indikasi bahwa cairan infus telah habis, sehingga perawat dapat segera bertindak. Melalui sistem ini, diharapkan dapat memaksimalkan efisiensi waktu kerja perawat saat mengganti botol infus.

Kata kunci : Monitoring, Botol Infus, Arduino Uno, Sensor, *Alarm*.

Abstract

In the medical world, infusion is one of the medical devices that is often used to supply medicine or nutrition directly into the patient's body, both in hospitals and clinics. One of the obstacles that often arises in the use of infusion is monitoring the volume of fluid in the infusion bottle which must be done routinely to prevent errors in administering fluids. Therefore, a system is needed that can monitor infusion automatically, so that nurses can concentrate more on caring for other patients. This study aims to design and implement a patient infusion bottle monitoring system using Arduino Uno which is equipped with an infrared sensor to detect the level of fluid in the infusion bottle directly. This system is equipped with an alarm that functions as a warning notification when the volume of fluid in the infusion bottle has reached the minimum limit or is empty. This system was developed to provide convenience, affordable prices, and reliability in improving patient care services in hospitals. This design requires Arduino Uno programming to control sensors and alarms based on information received from the sensors. When the volume of fluid in the infusion bottle is empty, an alarm will sound as an indication that the infusion fluid has run out, so that nurses can act immediately. Through this system, it is expected to maximize the efficiency of nurses' working time when changing infusion bottles.

Keywords: Monitoring, Infusion Bottle, Arduino Uno, Sensor, *Alarm*.

1. PENDAHULUAN

Infus merupakan salah satu perangkat medis yang sangat umum digunakan untuk memasukkan cairan, baik berupa obat maupun nutrisi, langsung ke dalam tubuh pasien melalui pembuluh darah. Pemantauan volume cairan dalam botol infus sangat penting agar proses terapi berjalan optimal. Namun dalam praktiknya, tenaga medis sering mengalami kesulitan untuk mengetahui kapan cairan

hampir habis secara akurat, karena masih banyak rumah sakit atau klinik yang mengandalkan metode manual. Hal ini berpotensi menimbulkan keterlambatan dalam tindakan medis dan dapat membahayakan keselamatan pasien [1][2].

Masalah utama yang muncul adalah proses monitoring manual yang sangat tergantung pada pengamatan perawat secara berkala. Ketika penggantian cairan infus tidak dilakukan tepat waktu, pasien berisiko mengalami komplikasi seperti kekurangan cairan, tertundanya pemberian obat, hingga gangguan sirkulasi darah [3]. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring otomatis yang dapat memantau kondisi infus secara real-time untuk mengurangi risiko tersebut. Berbagai penelitian telah dilakukan sebelumnya.

Misalnya, Akbar dan Gunawan (2020) mengembangkan sistem monitoring infus berbasis IoT yang dapat memberikan peringatan jarak jauh. Khasanah et al. (2021) menggunakan NodeMCU ESP8266 untuk mengirim notifikasi saat cairan hampir habis. Sementara Gunawan et al. (2022) merancang sistem monitoring dengan pendeteksian berat infus. Namun, beberapa sistem tersebut masih memiliki keterbatasan dalam hal kompleksitas dan biaya implementasi [2][5][10]. Penelitian ini hadir dengan kebaruan pada aspek kesederhanaan, keterjangkauan, dan kemudahan implementasi. Sistem monitoring infus yang dirancang menggunakan Arduino Uno, sensor inframerah, dan alarm, tanpa ketergantungan pada jaringan internet atau sistem cloud. Alat ini dirancang agar dapat langsung memberikan sinyal peringatan kepada perawat melalui LED dan bunyi alarm saat cairan infus mencapai batas minimum..

2. METODE PENELITIAN

1. Alur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan sistematis untuk memastikan hasil yang optimal dalam perancangan Alat memonitoring botol infus menggunakan Arduino uno dan Alarm. Alur penelitian yang dilakukan ditunjukkan pada diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian Alat Monitoring Botol Infus Pasien

2. Identifikasi Masalah

Tahap awal penelitian dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada pada perangkat pendeteksi cairan pada botol infus konvensional dan kebutuhan untuk mengembangkan sistem yang lebih efisien, akurat, dan terjangkau. Berdasarkan identifikasi masalah, ditetapkan tujuan penelitian untuk merancang dan membangun ASKES Monitoring berbasis Arduino Uno.

2.1. Studi Literatur

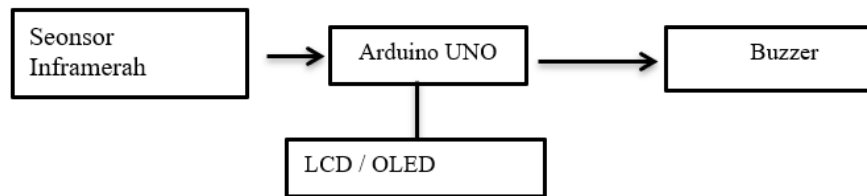
Penelitian ini melibatkan studi literatur yang komprehensif dari berbagai sumber, meliputi:

1. Jurnal ilmiah terkait monitoring infus dan sistem kendali sensor
2. Datasheet dan dokumentasi teknis Arduino uno
3. Spesifikasi sensor air

4. Standar keamanan untuk peralatan medis pasien Dan Artikel Teknis Tentang Sistem Kontrol

3. Perancangan Blok Diagram Sistem Monitoring Botol Infus

Blok diagram system Monitoring botol infus ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2. Blok diagram sistem monitoring botol infus pasien berbasis arduino uno dan alarm

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, dirancanglah sebuah diagram blok sistem untuk monitoring otomatis botol infus guna meringankan tugas perawat. Sistem ini terdiri atas beberapa komponen utama, yaitu sensor inframerah yang berfungsi mendeteksi batas ketinggian cairan dalam botol infus, Arduino UNO sebagai perangkat keras utama yang dilengkapi IC dengan bootloader Arduino untuk mengendalikan seluruh aktivitas sistem, alarm yang memberikan peringatan suara ketika infus habis, serta LCD yang menampilkan status infus secara visual. Seluruh proses kerja sistem dijalankan melalui program yang tertanam dalam Arduino UNO sebagai pengendali utama. Arduino menerima sinyal dari sensor inframerah, memproses data tersebut, lalu mengirimkan hasilnya ke LCD untuk ditampilkan secara visual.

4. Perancangan Komponen Perangkat Keras Elektronik (Hardware)

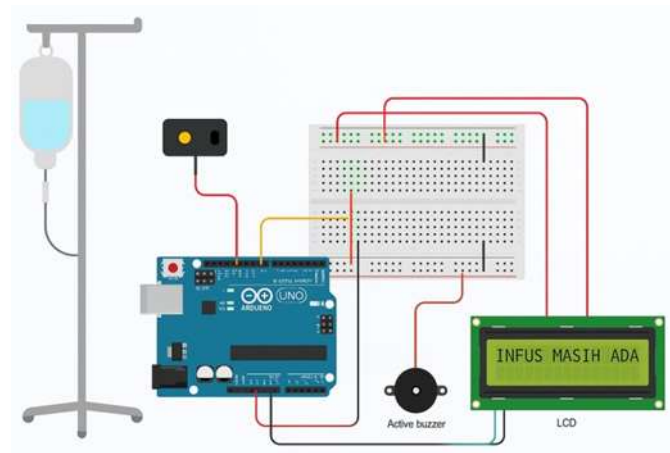
Perangkat keras pada alat ini terdiri dari rangkaian input dan output yang terhubung ke Arduino UNO sebagai pusat pengendali sistem. Komponen yang dipakai pada pembuatan sistem monitoring botol infus sebagai berikut: Arduino Uno, Sensor Inframerah, Alarm, LED Hijau & Merah LCD 16X2, Kabel Jumpper, Bearboard, Power supplay dan Dudukan atau tiang infus. Berikut tabel komponen sistem monitoring botol infus dibawah ini:

Tabel 1. Komponen Perangkat Keras Monitoring Botol Infus

No	Nama Komponen	Jumlah	Keterangan
1	Arduino UNO	1	Komponen Utama
2	Sensor Inframerah	1	Mendeteksi level cairan infus
3	Alarm	1	Pemberi peringatan suara
4	Led Hijau& Merah	2	Indikator status Infus
5	LCD 16X2	1	Menampilkan status Infus
6	Kabel Jumpper	-	Penghubung antar komponen
7	Bearboard/PCB	1	Dudukan atau perakitan Komponen
8	Power supplay	1	Catu daya arduino uno
9	Dudukan Infus&tiang	1	Tempat pengantung infus dan alat

5. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

Rangkain keseluruhan alat monitoring infus berbasis arduino uno dan sensor inframerah bekerja dengan prinsip pendeteksi isi cairan infus secara otomtis dan memberikan peringatan melalui led dan alarm. Arduino sebagai komponen utama sebagai otak system menerima data dari sensor dan mengontrol output, sedangkan sensor IR berfungsi mendeteksi volume air infus pada botol infus, sedangkan led akan memberi indkasi visual led hijau infus masih ada led merah infus habis, alarm memberikan peringatan bunyi saat infus habis, display menampilkan status infus secara langsung (infus masih ada atau infus sudah habis).



Gambar 3. Rangkaian Monitoring Botol Infus Pasien Berbasis Arduino

6. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Sistem monitoring dan Kontrol Botol Infus Pasien Berbasis Arduino merupakan alat pemantauan yang real time. Berikut Program codingan program Arduino monitoring infus otomatis menggunakan Arduino Uno, sensor inframerah, LCD I2C, LED indikator, dan *alarm*.

```

sketch_may9a.ino
1  #include <LiquidCrystal_I2C.h>
2  LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
3  int ledH = 6;
4  int ledR = 5;
5  int sensor = 0;
6  int buzzer = 8;
7  void setup() {
8      // put your setup code here, to run once:
9      Serial.begin(9600); // Inisialisasi LCD
10     lcd.begin(16, 2);
11     pinMode(ledH, OUTPUT);
12     pinMode(ledR, OUTPUT);
13     pinMode(sensor, INPUT);
14     pinMode(buzzer, OUTPUT);
15     digitalWrite(ledH, HIGH);
16 }
17
18 void loop() {
19     int read = digitalRead(sensor);
20     Serial.println(read);
21     //digitalWrite(ledH, HIGH);
22     lcd.setCursor(0,0);
23     lcd.print("Infus Ada");
24     if(read == 0){
25         lcd.setCursor(0,1);
26         lcd.print("Infus sudah ");
27         lcd.setCursor(0,1);
28     }
29 }

```

Gambar 4. Perancangan/Codingan Perangkat Lunak

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berhasil merealisasikan sebuah sistem monitoring botol infus otomatis berbasis Arduino Uno yang dilengkapi dengan sensor inframerah, LCD I2C, LED indikator, dan alarm sebagai alat bantu pemantauan cairan infus. Sistem ini bekerja dengan cara mendeteksi keberadaan cairan dalam botol infus menggunakan sensor inframerah. Data yang diperoleh dari sensor akan diproses oleh Arduino Uno, kemudian ditampilkan dalam bentuk informasi visual pada layar LCD dan indikator LED, serta menghasilkan peringatan suara melalui alarm ketika cairan infus habis.

Pada kondisi normal saat infus masih tersedia, sistem menampilkan status “Infus Masih Ada” pada layar LCD, LED hijau menyala, dan alarm tidak berbunyi. Sebaliknya, ketika cairan infus telah habis atau berada pada ambang batas minimal (sekitar 30 ml ke bawah), sensor akan menghasilkan output logika HIGH, LED merah menyala sebagai penanda visual, dan alarm aktif sebagai notifikasi audio. Dengan demikian, sistem dapat memberikan informasi secara real-time kepada tenaga medis mengenai kondisi cairan infus pasien tanpa harus melakukan pemeriksaan manual. Pengujian sensor inframerah dilakukan dengan mengamati perubahan output sensor dan respon sistem pada berbagai kondisi volume cairan infus, yaitu 500 ml, 300 ml, 100 ml, 30 ml, dan 0 ml.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada volume di atas 100 ml, output sensor berada dalam kondisi LOW, LED hijau menyala, dan alarm tidak aktif. Sedangkan pada volume 30 ml ke bawah, sensor menghasilkan output HIGH, LED merah menyala, dan alarm berbunyi sebagai tanda bahwa infus telah habis. Analisis tegangan juga menunjukkan perubahan tegangan yang signifikan sesuai kondisi volume infus, yang menunjukkan bahwa sistem dapat membedakan secara akurat antara infus yang masih ada dan yang telah habis. Selanjutnya, dilakukan simulasi pemantauan selama 24 jam dengan interval waktu setiap 3 jam untuk mensimulasikan penggantian botol infus secara berkala.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi secara otomatis kondisi infus habis dan memberikan notifikasi yang sesuai, kemudian kembali ke status normal setelah botol infus diganti. Sistem ini bekerja secara stabil dan konsisten sepanjang pengujian, menunjukkan bahwa alat ini layak digunakan sebagai alat bantu monitoring infus otomatis di lingkungan rumah sakit atau klinik.



Gambar 5. Monitoring Infus masih Ada Dan Sudah habis

1. Pengujian Sensor Inframerah

Tabel 2. Data Logika Percobaan Sensor

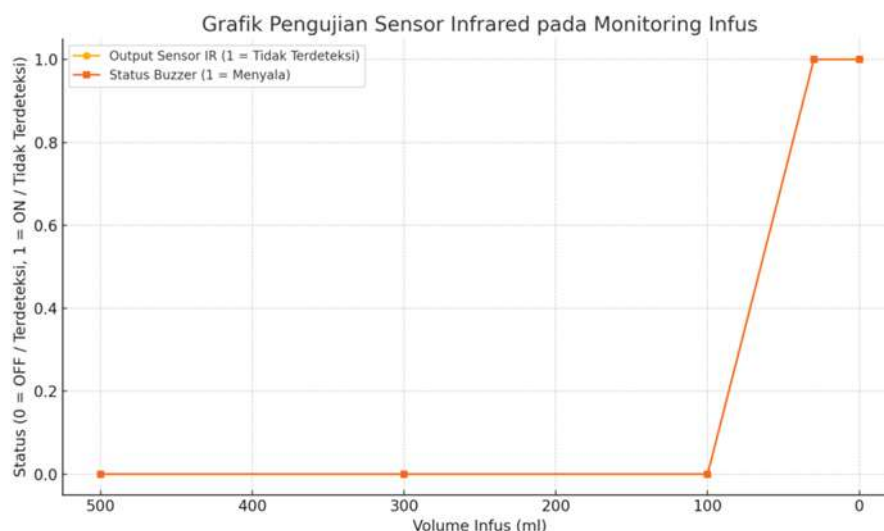
No	Volume Infus (ml)	Status Objek (Cairan)	Output Sensor IR	LED Hijau	LED Merah	Alarm	Keterangan
1	500	Ada	LOW	ON	OFF	OFF	Infus masih penuh
2	300	Ada	LOW	ON	OFF	OFF	Infus setengah
3	100	Ada	LOW	ON	OFF	OFF	Hampir habis
4	30	Sudah habis	HIGH	OFF	ON	ON	Infus habis
5	0	Tidak ada	HIGH	OFF	ON	ON	Infus kosong

Tabel 3. Data Tegangan Sensor

No	Volume Infus (ml)	Status Objek (Cairan)	Input Sensor IR	Output LED Hijau	Output LED Merah	output Alarm	Keterangan
1	500	Ada	0,20	2,0V	0V	9 Volt	Infus Masih Penuh
2	300	Ada	0,20	2,0V	0V	9 V	Infus Setengah
3	100	Ada	0,20	2,0V	0V	9 V	Hampir Habis
4	30	Sudah Habis	4,91	0V	2,2V	12 V	Infus Habis
5	0	Tidak ada	4,91	0V	2,1V	12 V	Infus Kosong

Saat cairan infus masih tersedia, sistem menunjukkan status normal dengan LED hijau menyala dan pesan “Infus Masih Ada” pada LCD. Sensor inframerah secara otomatis mendeteksi cairan, dan selama volume masih di atas ambang batas, alarm tidak aktif. Sebaliknya, ketika cairan infus habis, LED berubah menjadi merah, *alarm* berbunyi sebagai peringatan audio, dan LCD menampilkan pesan “Infus Habis – Segera Ganti!”. Notifikasi ini membantu tenaga medis merespons dengan cepat tanpa perlu memeriksa infus secara manual. Pengujian sensor inframerah bertujuan untuk mengukur akurasi deteksi logika dan tegangan dalam mengenali keberadaan cairan infus pada berbagai variasi volume.

Pengujian dilakukan dengan mengamati output dan input sensor, respons LED, alarm, serta tampilan LCD saat volume infus berubah dari penuh hingga kosong. Ketika volume cairan infus masih banyak, yakni antara 500 ml hingga 100 ml, sensor inframerah mendeteksi cairan dengan baik. Pada kondisi ini, output sensor berada pada logika LOW, LED hijau menyala, LED merah mati, alarm tidak berbunyi, dan layar LCD menampilkan pesan “Infus Masih Ada”. Namun, saat volume cairan turun hingga sekitar 30 ml atau lebih rendah, sensor gagal mendeteksi pantulan dari cairan dan menghasilkan output logika HIGH. Kondisi ini menyebabkan LED merah menyala, alarm berbunyi sebagai peringatan, dan LCD menampilkan pesan “INFUS HABIS”. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sensor inframerah bekerja efektif dalam mendeteksi status cairan infus secara real-time.



Gambar 6. Grafik Pengujian Sensor Inframerah

2. Pengujian Hasil Pergantian Botol Infus

Pengujian dilakukan dengan simulasi volume infus yang berkurang secara bertahap setiap 3 jam dan dilakukan pergantian botol infus setelah terdeteksi habis.

Tabel 4. Pengujian Pergantian Botol Infus Per 3 Jam Dalam 1 Hari

Jam Ke-	Volume Infus (ml)	Output Sensor IR	LED Hijau	LED Merah	Alarm	LCD Display	Keterangan
0:00	500	LOW	ON	OFF	OFF	Infus Masih Ada	Volume Penuh
3:00	5	HIGHT	OFF	ON	ON	Infus Habis	Pergantian Botol Infus
3:01	500	LOW	ON	OFF	OFF	Infus Masih Ada	Volume Penuh
6:00	5	HIGHT	OFF	ON	ON	Infus Habis	Pergantian Botol Infus
6:02	500	LOW	ON	OFF	OFF	Infus Masih Ada	Volume Penuh
9:00	5	HIGHT	OFF	ON	ON	Infus Habis	Pergantian Botol Infus
9:03	500	LOW	ON	OFF	OFF	Infus Masih Ada	Volume Penuh
12:00	5	HIGHT	OFF	ON	ON	Infus Habis	Pergantian Botol Infus
12:02	500	LOW	ON	OFF	OFF	Infus Masih ada	Volume Penuh

Jam Ke-	Volume Infus (ml)	Output Sensor IR	LED Hijau	LED Merah	Alarm	LCD Display	Keterangan
15:00	5	HIGHT	OFF	ON	ON	Infus Habis	Pergantian Infus
15:03	500	LOW	ON	OFF	OFF	Infus Masih Ada	Volume Penuh
18:00	5	HIGHT	OFF	ON	ON	Infus Habis	Pergantian Infus
18:02	500	LOW	ON	OFF	OFF	Infus Masih Ada	Volume Penuh
21:00	4	HIGHT	OFF	ON	ON	Infus Habis	Pergantian Infus
21:04	500	LOW	ON	OFF	OFF	Infus Masih Ada	Volume Penuh
24:00:00	5	HIGHT	OFF	ON	ON	Infus Habis	Pergantian Infus

Pada pukul 00:00, volume infus berada pada kondisi penuh (500 ml), sensor inframerah mendeteksi cairan dengan output logika **LOW**, LED hijau menyala, LED merah dan *alarm* mati, serta LCD menampilkan pesan “**Infus Masih Ada**”. Kondisi ini menunjukkan sistem bekerja normal saat volume infus masih cukup. Pada pukul 03:00, volume infus menurun drastis menjadi 5 ml. Sensor mendeteksi output logika **HIGHT**, LED hijau mati, LED merah menyala, *alarm* aktif, dan LCD menampilkan pesan “**Infus Habis**”. Sistem memberikan respons otomatis yang menandai bahwa infus perlu segera diganti. Kemudian, pada pukul 03:01 dilakukan pergantian infus kembali ke volume 500 ml dan sistem kembali menunjukkan status normal. Siklus ini berulang setiap tiga jam, yaitu pada pukul 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00, 21:00, dan 24:00, di mana sistem secara konsisten mendeteksi habisnya infus (volume antara 4–5 ml) dan mengaktifkan peringatan. Setelah infus diganti, sistem kembali mendeteksi cairan dengan logika **LOW**, dan indikator kembali ke posisi normal. Data ini menunjukkan bahwa sistem monitoring bekerja dengan **konsisten dan responsif**, mendeteksi perubahan volume cairan infus dan memberikan notifikasi secara real-time, sehingga mendukung efisiensi dan ketepatan dalam pergantian infus oleh tenaga medis.

4.KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring botol infus berbasis Arduino Uno berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik. Sistem ini mampu mendeteksi kondisi cairan infus secara otomatis menggunakan sensor inframerah dan memberikan notifikasi real-time melalui indikator LED, tampilan LCD, dan alarm suara. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini bekerja secara akurat dalam membedakan kondisi infus yang masih tersedia dan yang sudah habis, serta memberikan respons yang cepat dan tepat saat volume cairan mencapai batas minimum. Dengan penerapan sistem ini, proses pemantauan infus menjadi lebih efisien dan praktis, sehingga dapat mengurangi beban kerja tenaga medis serta meminimalisir risiko keterlambatan penggantian infus yang dapat membahayakan pasien. Selain itu, sistem ini dirancang dengan komponen yang terjangkau dan mudah diperoleh, sehingga berpotensi untuk diterapkan secara luas di berbagai fasilitas pelayanan kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Rakadytia Akbar dan A. Stefanie, “Sistem Monitoring Infus Menggunakan HX 711 Untuk Membantu Perawat,” JIMPS J. Ilm. Mhs. Pendidik. Sej., vol. 8, no. 3, 2023, [Daring]. Tersedia pada: <http://jim.unsyiah.ac.id/sejarah/mm>
- [2] T. Akbar dan I. Gunawan, “Prototype Sistem Monitoring Infus Berbasis IoT (Internet of Things),” Edumatic J. Pendidik. Inform., vol. 4, no. 2, hal. 155–163, 2020, doi: 10.29408/edumatic.v4i2.2686.
- [3] N. Salsabila, R. Pratiwi, S. D. I. Sulistiyana, dan A. F. Aziz, “Penggunaan, Keunggulan, dan

- Cara kerja Infus Monitoring (Imot),” *J. Inov. Drh.*, vol. 1, no. 2, hal. 97–108, 2022, doi: 10.53697/jid.v1i2.13.
- [4] Siti Nur Khasanah, M. Maisyaroh, A. Nugraha, dan M. Ulinnuha, “Pembuatan Alat Monitoring Infus Berbasis NodeMCU ESP8266,” *J. Ilm. Inform.*, vol. 6, no. 2, hal. 105–110, 2021, doi: 10.5316/jimi.v6i2.1472.
 - [5] F. T. Industri dan U. I. Indonesia, “LANSIA YANG MENJALANI PERAWATAN RAWAT JALAN BERBASIS Internet of Things (IoT) LANSIA YANG MENJALANI PERAWATAN RAWAT JALAN BERBASIS Internet of Things (IoT),” 2024.
 - [6] I. K. A. R. Gunawan, N. P. R. Artini, dan G. N. B. G. K. Aditya, “Rancang Bangun Alat Pemantauan Infus Berbasis Arduino Dengan Pendeteksian Berat Infus, Jumlah Tetesan dan Penanda Darah Naik Pada Selang Infus,” *Widya Kesehat.*, vol. 4, no. 2, hal. 1–7, 2022, doi: 10.32795/widyakesehatan.v4i2.3382.
 - [7] K. Hidayati dan R. B. Barwaqah, “Monitoring Cairan Infus Secara Realtime,” *JISA(Jurnal Inform. dan Sains)*, vol. 1, no. 2, hal. 16–20, 2018, doi: 10.31326/jisa.v1i2.344.
 - [8] A. Rohman, B. A. Umam, dan M. Makruf, “Rancang Bangun Monitoring Tetesan Infus Macet Dinurses Station Berbasis Mikrokontroler Puskesmas Kamoning,” vol. 20, no. 4, hal. 97–106, 2023.
 - [9] R. Sulaiman, Z. Azhar, dan T. Christy, “Perancangan Sistem Alat Pemantauan Cairan Infus Pada Klinik Utama Tanjung Balai Berbasis Nodemcu,” *JUTSI (Jurnal Teknol. dan Sist. Informasi)*, vol. 1, no. 3, hal. 211–218, 2021, doi: 10.33330/jutsi.v1i3.1310.
 - [10] M. SURYA JAYA, “Desain Sistem Monitoring Infus Yang Ergonomi Dan Inovatif Untuk Meningkatkan Tingkat Usabilitas,” hal. 1–102, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/36064>
 - [11] M. P. Saptono dan A. Sumbiagianan, “Lpg Gas Leakage Prototype Based on Atmega328 and Lcd Microcontroller As Information Media,” *Electro Luceat*, vol. 6, no. 1, hal. 82–92, 2020, doi: 10.32531/jelekn.v6i1.200.
 - [12] R. M. Abdurrohman, “Prototipe Monitoring Suhu Dan Kelembapan Secara Realtime,” *J. ICTEE*, vol. 4, no. 2, hal. 29, 2023, doi: 10.33365/jictee.v4i2.3158.
 - [13] T. A. D. Marwan, T. Berliana, dan ..., “Rancang Bangun Sistem Smart Parking Berbasis Internet Of Things (IoT),” ... *Konf. Nas. Soc. ...*, vol. 8, no. 2016, hal. 104–112, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <http://ojs.polmed.ac.id/index.php/KONSEP2021/article/download/591/202>.
 - [14] C. C. Utama, T. Syahputra, dan M. Iswan, “Implementasi Teknik Counter Pada Air Mancur Untuk Membuat Animasi Air Berbasis Mikrokontroler Atmega 16,” *J. Tek.*, vol. 1, no. 1, hal. 13, 2021, doi: 10.54314/teknisi.v1i1.484.
 - [15] N. Hidayah, M. Mujur Rose, dan N. Nasron, “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Tingkat Stress Pada Manusia Berbasis Arduino Uno,” *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, hal. 31–39, 2021, doi: 10.33387/protk.v8i1.2240.