

Pemantauan Akurasi Infus Peristaltik Berbasis Sensor TCRT5000 Dengan Integrasi Sistem Iot Deteksi Gangguan Infus

Hotromasari Dabukke^{1)*}, Flora Sijabat²⁾, Salomo Sijabat³⁾, Berkat Panjaitan⁴⁾, Adiansyah⁵⁾

^{1,3}Teknologi Elektro-medis Fakultas Sains, Teknologi dan Informasi, Universitas Sari Mutiara Indonesia, Kota Medan 20123, Indonesia

²Program Studi Keperawatan Fakultas Kesehatan, Universitas Sari Mutiara Indonesia, Kota Medan 20123, Indonesia

⁴Program Studi Teknologi Elektro-medis, STIKes Binalita Sudama, Kabupaten Deli Serdang, 20371, Indonesia

⁵Program Studi Kimia, Fakultas Sains, teknologi dan Informasi, Universitas Sari Mutiara Indonesia, Kota Medan 20123, Indonesia

*Corresponding author. email: saridabukke21@gmail.com

Receipt : 23/01/2026; Revision : 27/02/2026; Accepted : 28/02/2026

ABSTRAK

Pemantauan laju infus yang akurat merupakan aspek penting pada pelayanan kesehatan untuk mencegah terjadinya kesalahan terapi seperti gangguan aliran infus yang berpotensi membahayakan pasien. Gangguan yang sering terjadi di lapangan meliputi ketidakterhitungannya laju tetesan infus (ml/jam), infus tidak menetes, terjadinya aliran balik darah ke selang infus, serta keberadaan gelembung udara dalam selang. Penelitian bertujuan untuk meningkatkan akurasi pemantauan infus peristaltik melalui pemanfaatan sensor optik TCRT5000 yang diintegrasikan dengan sistem *Internet of Things* (IoT) guna mendukung deteksi dini gangguan infus secara real-time. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Sistem pemantauan infus dirancang, diimplementasikan, dan diuji secara langsung menggunakan alat ukur standar seperti *infusion device analyzer* (IDA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian sensor TCRT5000 dengan nilai akurasi rata-rata 94,9% dan nilai kesalahan rata-rata 5,1% mengindikasikan bahwa sensor tersebut masih berada dalam ambang batas toleransi $\pm 10\%$. Integrasi prototipe mengirimkan data ke aplikasi *MIT App Inventor*, rata-rata latensi yang dihasilkan adalah <1 detik, dengan nilai kesalahan 0,39% dan nilai akurasi 99,61%, yang berarti integrasi infus peristaltik untuk mendeteksi gangguan infus telah berhasil. Implikasi: Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi sensor TCRT5000 berbasis *Internet of Things* (IoT) efektif meningkatkan akurasi dan keandalan pemantauan infus peristaltik secara *real-time*. Sistem ini berpotensi mendukung deteksi dini gangguan infus, meningkatkan keselamatan pasien, serta menjadi solusi inovatif dalam pengembangan teknologi monitoring infus berbasis digital di fasilitas pelayanan kesehatan.

Kata Kunci: Akurasi, Infus Peristaltik, Sensor TCRT 5000, *Internet Of Things*, Gangguan Infus

ABSTRACT

Accurate monitoring of infusion flow rate is a crucial aspect of healthcare services to prevent therapeutic errors, such as infusion flow disturbances that may endanger patient safety. Common problems encountered in clinical practice include inaccurate calculation of infusion flow rate (mL/hour), absence of infusion drops, blood backflow into the infusion tubing, and the presence of air bubbles in the line. This study aims to improve the accuracy of peristaltic infusion monitoring by utilizing an optical TCRT5000 sensor integrated with an Internet of Things (IoT) system to support real-time early detection of infusion disturbances. This research employs an experimental method. The infusion monitoring system was designed, implemented, and directly tested using a standard measurement device, namely an Infusion Device Analyzer (IDA). The results show that the TCRT5000 sensor achieved an average accuracy of 94.9% with an average error of 5.1%, indicating that the sensor performance remains within the acceptable tolerance range of $\pm 10\%$. Furthermore, the integrated prototype successfully transmitted data to an application developed using MIT App Inventor, producing an average latency of less than 1 second, with an error rate of 0.39% and an accuracy of 99.61%. These results demonstrate that the integrated peristaltic infusion monitoring system is capable of accurately detecting infusion disturbances in real time. Implication: The findings indicate that the integration of the TCRT5000 sensor with an Internet of Things (IoT)-based system effectively enhances the accuracy and reliability of real-time peristaltic infusion monitoring. This system has the potential to support early detection of infusion-

related disturbances, improve patient safety, and serve as an innovative solution for the development of digital-based infusion monitoring technologies in healthcare facilities.

Keywords: Accuracy, Peristaltic Infusion, TCRT 5000 Sensor, Internet of Things, Infusion Interruptions.

1. PENDAHULUAN

Infus merupakan peralatan klinis yang digunakan oleh dokter untuk memberikan obat cair atau nutrisi kepada pasien dalam waktu yang telah ditentukan (Priyandoko, 2021). Mengingat bahwa infus yang berlebihan maupun kurang dapat mengakibatkan masalah kesehatan yang serius maka sangat penting memantau laju aliran infus yang diberikan kepada pasien guna memastikan keselamatannya (Aliansih et al., 2024). Pemantauan infus biasanya dilakukan secara manual oleh perawat, yang sering mengakibatkan kelalaian seperti terlambat mengganti cairan infus yang habis, menangani infus yang tidak menetes, dan mengatasi darah yang naik ke selang infus (Patil et al., 2024) - (Ruslan Agussalim, 2016).

Pada pelayanan kesehatan, penggantian infus tidak boleh terlambat, karena dapat menyebabkan komplikasi berbahaya seperti adanya emboli udara di selang infus sehingga menghambat aliran darah (Silva et al., 2023). Pengobatan intravena harus dicatat dengan baik supaya dosis menjadi lebih efektif dan efisien sesuai kebutuhan pasien (Patil et al., 2024) - (Rosdi & Huong, 2021). Tingkat kesalahan yang diakibatkan oleh tidak stabilnya waktu alir yang diberikan secara tepat (Gunawan et al., 2022). Teknologi digital dan informasi sangat mempengaruhi beberapa aspek seperti Sistem kesehatan sedang mengalami revolusi teknologi yang nyata, yaitu mengubah cara layanan medis menjadi *platform internet of things* (IoT) yang mendukung layanan *monitoring* canggih dan sistem inferensi cerdas (Report & Public, 2012). Pemantauan dan Peringatan laju aliran infus menggunakan digitalisasi otomatis berbiaya rendah secara *Real-time* (Thongpance et al., 2012).

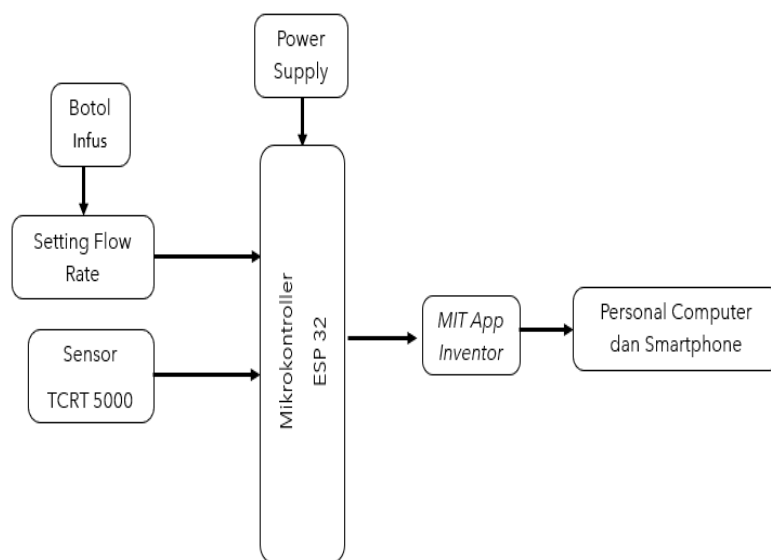
Presisi dan keandalan pompa infus pump di rumah sakit mengalami kegagalan (Yayer et al., 2020). Gangguan yang sering terjadi penggunaan infus diantaranya: penghitungan jumlah tetesan, Gelembung udara, deteksi penyumbatan infus, dan pemantauan kantong infus (Giaquinto et al., 2020). Akurasi laju aliran infus dalam layanan kesehatan terdapat Kesalahan pemberian infus kepada pasien yang tidak tepat sebanyak 13-84% (Westbrook et al., 2011). Tingkat kesalahan pemrograman menggunakan pompa infus konvensional berkisar antara 10% hingga 40,1%, dan tingkat kesalahan teknologi pompa pintar berkisar antara 0,3 hingga 14%. Pompa Infus otomatis mengurangi resiko relatif kesalahan hingga 51% (Moreira et al., 2020). Smart cerdas rumah sakit berbasis IoT dengan pemantauan laju tetesan infus secara *Real-time* dan volume obat yang tersisa selama infus digunakan (Zhang et al., 2018). Penggunaan kamera komputer sebagai elemen pemantauan infus intravena membuat sistem yang diusulkan aman dan real-time tetapi teknik ini kurang invasif dikarenakan harus kontak langsung dengan infus (Giaquinto et al., 2020).

Sistem pintar pemantaun dosis Infus Intravena mengingatkan petugas medis secara terus menerus mengganti botol infus ketika infus habis (Oros et al., 2018). Sistem opto-elektronik alarm aktif setelah mendeteksi penyimpangan signifikan laju tetesan yang diatur dan melacak total volume yang infus (Venkatesh et al., 2022). Pemantauan layanan kesehatan berbasis IoT dan kontrol aliran infus sistem ini akan secara otomatis menghentikan infus selesai melalui aplikasi (Preethi et al., 2020). Notifikasi setelah delay 10 detik dimulai sensor *LoadCell* membaca berat kurang dari atau sama dengan 200 mL, pengontrolan *button* dari website (Setiawan et al., 2024). Pemantauan tanda klinis pasien infus dengan teknologi nirkabel *ZigBee* kontrol laju tetesan dan alarm abnormal yang merupakan tren aplikasi masa depan keperawatan klinis medis (Zhu & Ye, 2022).

Pengembangan pemantauan dan kontrol aliran infus berbasis IoT, Petugas medis dapat memantau perangkat dari jarak jauh untuk mengatur laju tetesan, menghentikan serta memulai infus (Arfan et al., 2020). Sensor TCRT 5000 dapat digunakan untuk meningkatkan keakuratan alat dan dapat menghindari kesalahan dalam pemberian infus pada pasien (Dabukke et al., 2024). Berdasarkan penelitian diatas hanya pada pemantauan laju aliran infus menggunakan IoT. Dengan demikian maka urgensi Penelitian ini adalah untuk memberikan masukan betapa pentingnya Pemantauan Infus Peristaltik Berbasis Sensor TCRT 5000 Dengan Integrasi Sistem IoT Untuk Deteksi Dini Gangguan Infus, guna untuk mencegah resiko serius terhadap keselamatan pasien dan kualitas pelayanan kesehatan.

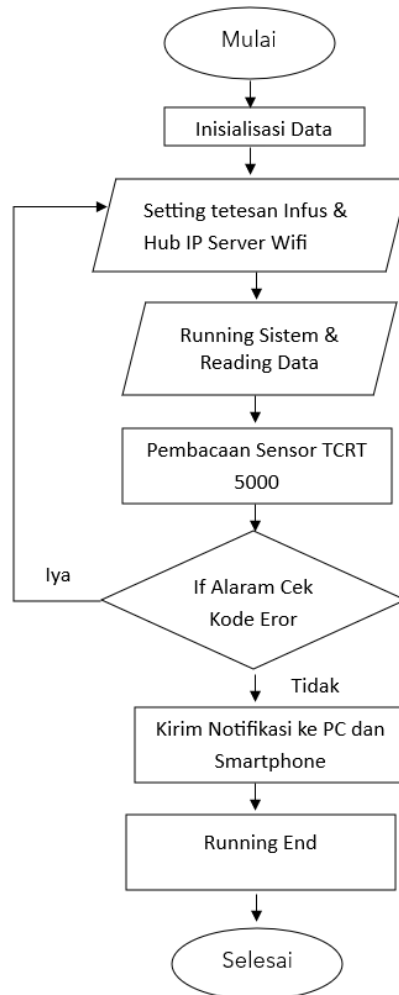
2. METODE PENELITIAN

Metode Penelitian menggunakan pendekatan eksperimen dan rekayasa sistem. Tahapan penelitian yang dilakukan yaitu: 1). Perancangan prototipe, menggunakan NodeMCU ESP32, sensor TCRT5000 dan MIT App Inventor. 2). Pengolahan data dengan mengimplementasikan dan melakukan pengujian sistem untuk mengukur keakuratan sensor dalam berbagai kondisi lingkungan. 3). Melakukan analisis data dan evaluasi kinerja sistem, dengan membandingkan hasil pengukuran terhadap standar infus peristaltik. Dibawah ini gambar blog diagram alat infus peristaltik berbasis sensor TCRT5000 dengan integrasi sistem IoT deteksi gangguan infus:



Gambar 1. Blog Diagram Alat

Setting flowrate tetesan infus menggunakan keypad sesuai dengan kebutuhan, kemudian sensor TCRT5000 mendeteksi tetesan infus dan diteruskan ke ESP32 selanjutnya pemrosesan data sinyal dari sensor TCRT5000 diterima oleh ESP32 yang berfungsi untuk menghitung jumlah pulsa dalam interval waktu seperti 1 menit berapa tetes dalam satuan mL/Jam. ESP32 terdapat modul Wi-Fi bawaan untuk mengirimkan data hasil pengukuran secara nirkabel. Data laju tetesan, total tetesan, dan status infus dikirim ke serial ke komputer dan smartphone dilengkapi aplikasi MIT App Inventor pemantauan jarak jauh secara *real-time*.

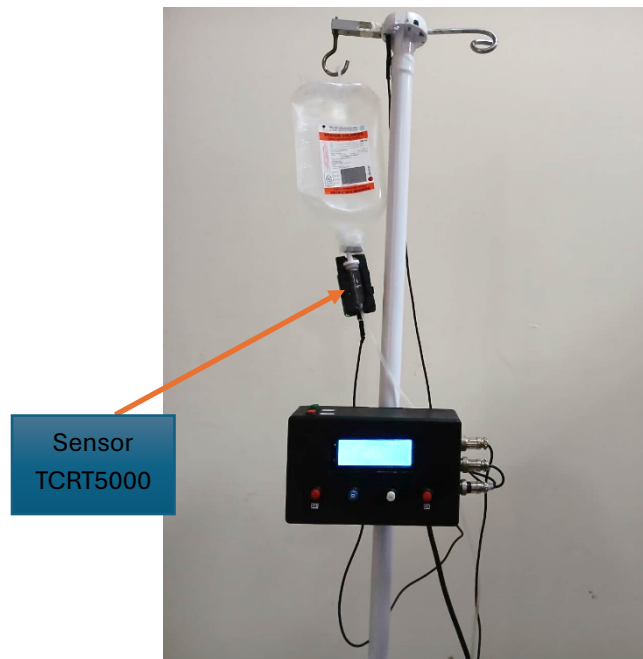


Gambar 2. Flowcart Perangkat Lunak Pemantauan Infus Peristaltik

Gambar 2 merupakan perangkat lunak pemantauan infus peristaltik. Sistem melakukan inisialisasi selanjutnya setting jumlah tetesan infus dan hubungkan dengan IP server wifi. Sistem akan membaca dan meneruskan ke ESP32 dan sensor tcrt membaca tetesan jika alarm terjadi maka akan dilakukan setingan ulang jika tidak maka akan diteruskan ke aplikasi MIT app Inventor untuk pemantauan infus. Setting laju Tetesan Infus Flow Rate 10 ml/h, 50 ml/ h, 100 ml/h.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini pengujian dan kalibrasi dilakukan pada prototipe infus peristaltik untuk mengevaluasi keakuratan dan kecepatan respon dari integrasi IoT menggunakan MIT App Inventor. Sebelum pengujian sistem dilakukan kalibrasi sensor TCRT5000. Kalibrasi dilakukan untuk menguji keakurasian sensor tcrt5000 dan menguji kecepatan respon MIT App Inventor.



Gambar 3. Prototipe Infus Peristaltik

Gambar 3 diatas menunjukkan prototipe infus peristaltik dilakukan pengukuran secara langsung, analisis data adalah proses yang digunakan untuk mengevaluasi akurasi dan presisi suatu sistem pengukuran. Akurasi mengacu pada seberapa dekat pembacaan instrumen dengan nilai sebenarnya (Kirkup, 2019) dan dapat dihitung dengan mengukur persentase kesalahan antara nilai pembacaan dan nilai sebenarnya (Sugiyono, 2003) Adapun Nilai toleransi parameter pengujian flow rate (ml) $\pm 10\%$. Persentase kesalahan dapat dihitung menggunakan rumus Persamaan 1, sedangkan Persamaan 2 digunakan untuk menghitung persentase akurasi alat ukur. Y_n adalah nilai sebenarnya pada pembandingan, dan X_n adalah nilai yang terbaca pada alat ukur.

$$\text{Persentase error (\%)} = \left| \frac{Y_n - X_n}{X_n} \right| \times 100\%$$

Adapun data hasil pengujian sensor sebagai berikut:

1. Pengujian sensor TCRT5000

Proses pengujian sensor TCRT5000 dilakukan dengan pengaturan sesuai dengan jumlah cairan kemudian dicatat nilai pengukuran sebanyak 3 kali kemudian dicari nilai rata-rata nya, kemudian melakukan pengukuran sebanyak 3 kali pada alat kalibrasi IDA sehingga di dapat nilai rata-rata yang di hasilkan IDA, setelah data di kumpulkan maka dapat ditarik kesimpulan sesuai yang ditunjukkan table 1 dibawah :

Tabel 1. Pengujian Sensor TCRT5000

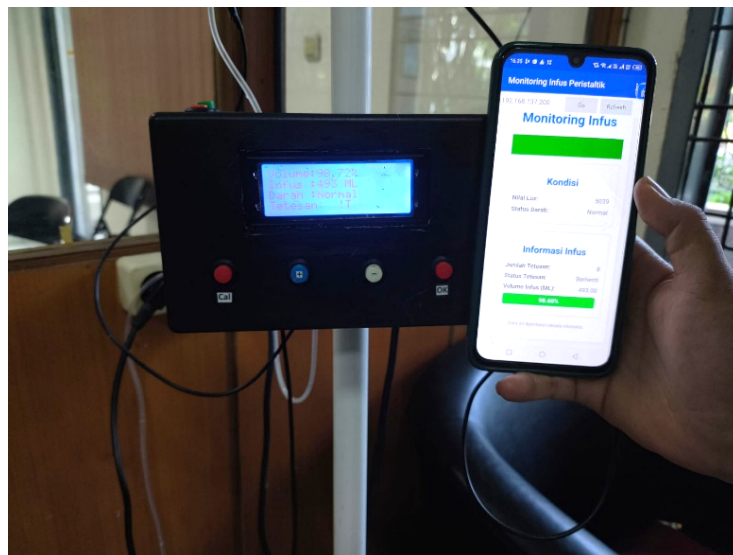
Volume Infus (mL)	Settingan Alat (ml/Jam)	Mean Sensor TCRT5000	Mean IDA
200	10	9.46	9.54
500	50	52.3	48.50
1000	100	105.1	98.56

Dari tabel 1 diatas maka diperoleh Nilai persentasi eror untuk 10 ml/jam adalah 5,4 % maka di dapat nilai persentasi akurasi nya 94,6%, persentasi eror untuk 50 ml/jam adalah 4,6 % maka nilai persentasi akurasi nya menjadi 95,4% , persentasi eror (%) untuk 100 ml/jam sebesar 5,1 % maka nilai persentasi akurasinya (%) adalah 94,9%.

2. Pengujian integrasi IoT MIT App Inventor

Integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak untuk pemantauan laju tetesan infus menggunakan ESP32 yang dilengkapi dengan wifi bawaan sebagai penghubung komunikasi data berbasis Internet Protocol (IP). Selanjutnya aplikasi melakukan permintaan data (request) secara periodik menggunakan komponen Web. Data yang diterima, ESP32 mengirimkan data laju tetesan infus sehingga informasi yang ditampilkan pada aplikasi selalu bersifat real-time.

Pada uji coba prototipe respon time sangat cepat dibaca oleh sensor TCRT5000. ESP32 sebagai Receiver dan Transmitter ke MIT App Inventor dan menunjukkan perbedaan waktu pada protoripe ke aplikasi MIT App Inventor.



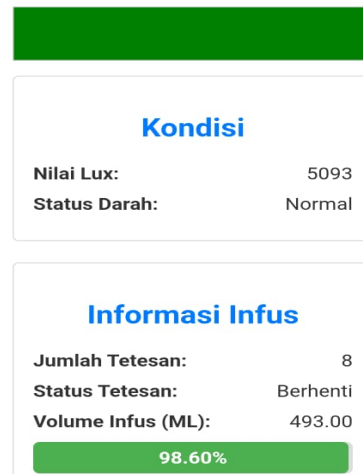
Gambar. 4. Pengujian Integrasi Sensor TCRT5000 dengan MIT App Inventor

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan sensor optik TCRT5000 efektif untuk mendeteksi tetesan infus karena prinsip kerja sensor yang sensitif terhadap perubahan intensitas cahaya inframerah akibat jatuhnya tetesan cairan. Sensor mampu memabaca dengan konsisten pada kondisi pencahayaan normal, sehingga cocok digunakan untuk sistem pemantauan infus berbasis optik.

Tabel 2. Pengujian Waktu Respon IoT

Waktu (s)	Data Mean Prototipe (s)	Data Mean MIT App Inventor (s)	Lantency (s)	Error (%)	Akurasi (%)
30	30	30,2	0,2	0,6	99,4
60	60	60,3	0,3	0,5	99,5
300	300	300,25	0,25	0,08	99,92

Monitoring Infus



Gambar 5. Tampilan pada Aplikasi MIT App Inventor

4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui akurasi kinerja sensor TCRT 5000 dalam mendeteksi tetesan infus, sistem IoT dapat diintegrasikan dengan sensor TCRT 5000 untuk mendukung pemantauan infus secara real-time dan mengetahui sejauh mana integrasi sensor TCRT 5000 dan IoT dapat meningkatkan kemampuan deteksi dini terhadap gangguan pada sistem infus. Hasil penelitian bahwa pengujian sensor TCRT 5000 dengan nilai akurasi rata-rata 94,9%, nilai eror rata-rata 5,1% menunjukkan bahwa sensor masih berada pada ambang batas toleransi yaitu $\pm 10\%$. Integrasi Prototipe mengirimkan data ke aplikasi MIT App Inventor rata-rata latency yang dihasilkan < 1 detik, nilai eror 0,39% dan nilai akurasi 99,61% artinya bahwa integrasi infus peristaltik mendeteksi gangguan infus berhasil dilakukan.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia atas pendanaan yang diberikan dengan nomor hibah 122/C3/DT.05.00/PL/2025. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Universitas Sari Mutiara Indonesia atas fasilitas yang diberikan dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aliansih, T. F., Hidayati, R., & Sari, K. (2024). *Sistem Pemantauan Infus Berbasis IoT dengan Notifikasi Real-Time Melalui Telegram*. 19(2), 156–170.
- Arfan, M., Srinivasan, M., Baragur, A. G., & Naveen, V. (2020). Design and Development of IOT enabled IV infusion rate monitoring and control device for precision care and portability. *Proceedings of the 4th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology, ICECA 2020*, (November). <https://doi.org/10.1109/ICECA49313.2020.9297376>
- Dabukke, H., Rajagukguk, D. L., & Sijabat, S. (2024). *ANALISIS PEMANTAUAN INFUS PERISTALTIK BERBASIS SENSOR TCRT 5000*. 6(2), 140–144.
- Giaquinto, N., Scarpetta, M., Ragolia, M. A., & Pappalardi, P. (2020). Real-time drip infusion monitoring through a computer vision system. *IEEE Medical Measurements and Applications, MeMeA 2020 - Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/MeMeA49120.2020.9137359>
- Gunawan, I. K. A. R., Artini, N. P. R., & Aditya, GT. N. B. G. K. (2022). Rancang Bangun Alat Pemantauan Infus Berbasis Arduino Dengan Pendeteksian Berat Infus, Jumlah Tetesan dan

- Penanda Darah Naik Pada Selang Infus. *Widya Kesehatan*, 4(2), 1–7. <https://doi.org/10.32795/widyakesehatan.v4i2.3382>
- Kirkup, L. (2019). Experimental Methods for Science and Engineering Students. *Experimental Methods for Science and Engineering Students*. <https://doi.org/10.1017/9781108290104>
- Moreira, A. P. A., de Carvalho, M. F., da Silva, R. C. L., Marta, C. B., da Fonseca, E. R., & Barbosa, M. T. S. (2020). Handling errors in conventional and smart pump infusions: A systematic review with meta-analysis. *Revista Da Escola de Enfermagem*, 54, 1–7. <https://doi.org/10.1590/S1980-220X2018032603562>
- Oros, D., Stankovski, S., & Ivanov, O. (2018). Applied Sciences. *Early Writings on India*, 124–134. <https://doi.org/10.4324/9781315232140-14>
- Patil, H., Ram, M., Gharat, V., & Kudoo, S. (2024). *Ivigilance – IOT Based Intravenous Drip Monitoring And Controlling System*. 12(4), 925–934.
- Preethi, S., Akshaya, A., Seshadri, H., Kumar, V., Devi, R. S., Rengarajan, A., Thenmozhi, K., & Praveenkumar, P. (2020). IoT based healthcare monitoring and intravenous flow control. *2020 International Conference on Computer Communication and Informatics, ICCCI 2020*, 20–25. <https://doi.org/10.1109/ICCCI48352.2020.9104119>
- Priyandoko, G. (2021). Rancang Bangun Sistem Portable Monitoring Infus Berbasis Internet of Things. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 3(2), 56–61. <https://doi.org/10.37905/jjee.v3i2.10508>
- Report, D., & Public, F. O. R. (2012). *Critical Paths for Creating Data Platforms : Patient Safety*.
- Rosdi, M. R., & Huong, A. (2021). A smart infusion pump system for remote management and monitoring of intravenous (IV) drips. *ISCAIE 2021 - IEEE 11th Symposium on Computer Applications and Industrial Electronics*, (December), 285–288. <https://doi.org/10.1109/ISCAIE51753.2021.9431790>
- Ruslan Agussalim. (2016). Monitoring Cairan Infus Berdasarkan Indikator Kondisi. *Jurnal Ilmiah ILKOM*, 8(Desember), 145–152.
- Setiawan, A., Nawawi, I., & Teguh Setiawan, H. (2024). Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Smart Infusion. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 3(3), 172–181.
- Silva, M. dos S., Araújo, J. L., Nunes, G. A. M. de A., Rosa, M. F. F., Luz, G. V. da S., Rosa, S. de S. R. F., & Piratelli-Filho, A. (2023). Precision and reliability study of hospital infusion pumps: a systematic review. *BioMedical Engineering Online*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12938-023-01088-w>
- Sugiyono. (2003). *Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif Kualitatif* (Number June).
- Thongpance, N., Pititeeraphab, Y., & Ophasphanichayakul, M. (2012). The design and construction of infusion pump calibrator. *5th 2012 Biomedical Engineering International Conference, BMEiCON 2012*, 100, 3–5. <https://doi.org/10.1109/BMEiCon.2012.6465429>
- Venkatesh, K., Alagundagi, S. S., Garg, V., Pasala, K., Karia, D., & Arora, M. (2022). DripOMeter: An open-source opto-electronic system for intravenous (IV) infusion monitoring. *HardwareX*, 12, e00345. <https://doi.org/10.1016/j.ohx.2022.e00345>
- Westbrook, J. I., Rob, M. I., Woods, A., & Parry, D. (2011). Errors in the administration of intravenous medications in hospital and the role of correct procedures and nurse experience. *BMJ Quality and Safety*, 20(12), 1027–1034. <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2011-000089>
- Yayer, K. N. T., Weliamto, W. A., Sitepu, R., & Pranjoto, H. (2020). Monitoring Dan Penghentian Cairan Infus Menggunakan Timbangan Infus Digital Dengan Memanfaatkan Web Server. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro Dan Ilmu Komputer*, 11(1), 55–64. <https://doi.org/10.24176/simet.v11i1.3601>
- Zhang, H., Li, J., Wen, B., Xun, Y., & Liu, J. (2018). Connecting intelligent things in smart hospitals using NB-IoT. *IEEE Internet of Things Journal*, 5(3), 1550–1560. <https://doi.org/10.1109/IIOT.2018.2792423>
- Zhu, X., & Ye, Y. (2022). Monitoring of clinical signs of intravenous infusion patients with ZigBee wireless technology. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 18(4). <https://doi.org/10.1177/15501329221091505>