

ANALISIS PEMANTAUAN INFUS PERISTALTIK BERBASIS SENSOR TCRT 5000

Hotromasari Dabukke¹, Desy Lustiyani Rajagukguk², Salomo Sijabat³, Adiansyah⁴

^{1,3}Fakultas Pendidikan Vokasi, Program Studi Teknologi Elektro-medis

²Fakultas Pendidikan Vokasi, Program Studi Analisis Kesehatan

⁴Fakultas Sains Teknologi dan Informasi, Program Studi Kimia

Universitas Sari Mutiara Indonesia

email : saridabukke21@gmail.com

Abstrak- Sensor TCRT 5000 membaca tetesan cairan infus yang diberikan, kemudian diperkuat oleh rangkaian komparator dan menstabil, setelah itu pembacaan laju aliran dan volume sisa dihasilkan oleh mikrokontroler ATmega328. Selanjutnya data ini dikirim melalui nirkabel HC-11. Metode penelitian dilakukan dengan menghitung laju aliran menggunakan alat *Infuse Device Analyzer* dengan menunjukkan nilai *error*, dan nilai *error* dihitung pada sistem pada dosis 30 ml/jam dan nilai *error* terendah pada setting 100ml/jam. Hasil penelitian diperoleh data bahwa data laju alir IDA mempunyai kecepatan dengan sensor laju alir 80 ml/jam dengan rata-rata penurunan sebesar 14,20 dengan *error* sebesar 1,5% dengan laju *error* sebesar 0,2 tetes/menit dengan minimum kecepatan 0,42 tetes/menit dengan besarnya 0,16 tetes/menit. Untuk perancangan pompa infus menggunakan sensor TCRT 5000 dengan nilai *error* yang sangat kecil terdapat pada 100 ml/jam dengan rata-rata drop sebesar 16,22 dengan *error* sebesar 1,2% dengan *error* rate sebesar 0,3 tetes/menit dengan kecepatan minimal sebesar 0,41 tetes /menit dengan besarnya 0,15 tetes/menit. Berdasarkan hasil penelitian dapat diartikan bahwa nilai *error* tidak melebihi batas toleransi kalibrasi. Keakuratan data yang diperoleh lebih tinggi jika dibandingkan dengan menggunakan sensor fotodiode inframerah. Dari pengolahan data, laju aliran IDA mempunyai *error* sebesar 2,2%. nilai pada waktu alir 30 ml/jam, 1,15% pada waktu alir 60 ml/jam, dan 0,58% pada waktu alir 100 ml/jam sehingga alat ini dapat digunakan untuk meningkatkan keakuratan alat dan dapat menghindari kesalahan dalam pemberian infus pada pasien.

Kata kunci: Pompa Infus; TCRT 5000; Pemantauan Pusat; Mikrokontroler Atmega328

Abstract - The TCRT 5000 sensor reads the given infusion fluid droplets, then is amplified by the comparator and monostable circuit, after that the flow rate and residual volume readings are generated by the ATmega328 microcontroller. Furthermore, this data is sent via wireless HC-11. The research method was carried out by calculating the flow rate using the Infuse Device Analyzer tool by showing the error value, and the error value was calculated in the system at a dose of 30 ml/hour and the lowest error value was at a setting of 100 ml/hour. The results of the study obtained data that the IDA flow rate data has a speed with a flow rate sensor of 80 ml/hour with an average drop of 14.20 with an error of 1.5% with an error rate of 0.2 drops/minute with a minimum speed of 0.42 drops /minute with a magnitude of 0.16 drops/minute. For the infusion pump design using the TCRT 5000 sensor with a very small error value found at 100 ml/hour with an average drop of 16.22 with an error of 1.2% with an error rate of 0.3 drops/minute with a minimum speed of 0.41 drops/minute with a magnitude of 0.15 drops/minute. Based on the results of the study it can be interpreted that the error value does not exceed the calibration tolerance limit. The accuracy of the data obtained is higher when compared to using a photodiode-infrared sensor. From data processing, the IDA flow rate has an error of 2.2%. value at a flow time of 30 ml/hour, 1.15% at a flow time of 60 ml/hour, and 0.58% at a flow time of 100 ml/hour so that this tool can be used to improve the accuracy of the tool and can avoid errors in giving infusion at patient.

Keywords: Infusion Pump; TCRT 5000; Central Monitoring; Atmega328 Microcontroller

I. PENDAHULUAN

Petugas medis akan mengamati tetesan cairan infus pasien secara langsung dan mengontrol lajunya menggunakan resistor mekanis (penjepit) [1]. Infus manual tersebut dianggap kurang optimal diakibatkan oleh pengaturan dan kontrol yang diberikan tidak

stabil terhadap pasien tanpa ada perhitungan kecepatan aliran dan penyesuaian dosis yang diperlukan [2][3][4]. Hal-hal tersebut menjadi penghambat dalam pemberian dosis yang tepat terhadap pasien [3]. Tingkat kesesuaian pengobatan intravena dicatat dengan baik sehingga dosis tersebut

menjadi lebih efektif dan efisien sesuai dengan kebutuhan [5][6][7].

Tingkat kesalahan yang ditunjukkan diakibatkan oleh tidak stabilnya waktu alir yang diberikan secara tepat [8][9]. Dokter atau perawat bertanggung jawab atas langkah untuk memastikan obat yang masuk pada intravena atau infus dapat diberikan kepada pasien [10]. Pengembangan dan modifikasi dan tindakan dalam pengaturan cairan intravena perlu dilakukan [11]. Sebuah penelitian dari tahun 2008 menemukan tingkat kesalahan 67% yang bersumber dari cairan infus intravena di *Intensive Care Unit* (ICU) [12][13]. Data tersebut diperoleh hingga 58% dari semua kesalahan intravena terjadi selama langkah pemberian obat sebagai langkah terakhir dalam memastikan keselamatan [12]. Pompa infus merupakan salah satu perkembangan alat kesehatan yang otomatis dengan cara memasuk cairan infus ke dalam tubuh pasien dengan proses yang cepat [13].

Alat ini memiliki fungsi cukup penting dalam pelayanan medis, khususnya di perawatan pasien kritis [14]. Sering kali di rumah sakit, jumlah pasien tidak seimbang dengan jumlah perawat, sehingga kemungkinan kelalaian dalam pemantauan infus pasien [15]. Mengenai otomatisasi perangkat, peneliti telah mengusulkan sistem pusat monitor infus dengan volume dan tetes di deteksi dalam per menit dan ditampilkan dalam komputer [16]. Diharapkan hasil penelitian ini memberikan desain yang lebih sensitif, penelitian sebelumnya oleh Decoriza; dengan menggunakan jaringan nirkabel berbasis pemantauan pompa infus [17]. Pada penelitian tersebut terdapat sensor yang kurang *sensitive*. Penelitian sebelumnya, Alwa dkk, sistem pemantauan volume dan drop rate menggunakan *node MCU ESP8266* [18]. Dalam penelitian tersebut, pengembangan digunakan untuk tingkatkan sensor tetesan cairan infus untuk membaca tetesan lebih akurat.

Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keakuratan sensor modul TCRT 5000 untuk menentukan tingkat penurunan dalam sistem pemantauan infus untuk dibandingkan IR LED-*photodiode* sebagai sensor yang biasanya digunakan. Dalam pompa infus yang ada, unit cairan infus yang jatuh terdiri dari IR-LED sebagai pemancar dan *foto transistor* yang cocok sebagai detektor, dipasang di ruang tetesan untuk mendeteksi tetesan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis akurasi sensor cairan infus di sentral Pemantauan peristaltik infus ditampilkan berbasis komputer nirkabel (menggunakan sensor jatuh TCRT 5000).

II. TINJAUAN PUSTAKA

Petugas medis akan mengamati tetesan cairan infus pasien secara langsung dan mengontrol lajunya menggunakan resistor mekanis (penjepit) [3,4]. Infus

manual tersebut dianggap kurang optimal diakibatkan oleh pengaturan dan kontrol yang diberikan tidak stabil terhadap pasien tanpa ada perhitungan kecepatan aliran dan penyesuaian dosis yang diperlukan [8,9]. Hal-hal tersebut menjadi penghambat dalam pemberian dosis yang tepat terhadap pasien [10]. Tingkat kesesuaian pengobatan intravena dicatat dengan baik sehingga dosis tersebut menjadi lebih efektif dan efisien sesuai dengan kebutuhan [11]. Tingkat kesalahan yang ditunjukkan diakibatkan oleh tidak stabilnya waktu alir yang diberikan secara tepat [12]. Dokter atau perawat bertanggung jawab atas langkah untuk memastikan obat yang masuk pada intravena atau infus dapat diberikan kepada pasien [13].

Pengembangan dan modifikasi dan tindakan dalam pengaturan cairan intravena perlu dilakukan [14]. Sebuah penelitian dari tahun 2018 menemukan tingkat kesalahan 67% yang bersumber dari cairan infus intravena di *Intensive Care Unit* (ICU) [15]. Data tersebut diperoleh hingga 58% dari semua kesalahan intravena terjadi selama langkah pemberian obat sebagai langkah terakhir dalam memastikan keselamatan [16]

Pompa infus merupakan salah satu perkembangan alat kesehatan yang otomatis dengan cara memasuk cairan infus ke dalam tubuh pasien dengan proses yang cepat. Alat ini memiliki fungsi cukup penting dalam pelayanan medis, khususnya di perawatan pasien kritis. Sering kali di rumah sakit, jumlah pasien tidak seimbang dengan jumlah perawat, sehingga kemungkinan kelalaian dalam pemantauan infus pasien. Mengenai otomatisasi perangkat, peneliti telah mengusulkan sistem pusat monitor infus dengan volume dan tetes di deteksi dalam per menit dan ditampilkan dalam komputer. Diharapkan hasil penelitian ini memberikan desain yang lebih sensitif, penelitian sebelumnya oleh Decoriza; dengan menggunakan jaringan nirkabel berbasis pemantauan pompa infus. Pada penelitian tersebut terdapat sensor yang kurang sensitif. Penelitian sebelumnya, Alwa dkk., sistem pemantauan volume dan drop rate menggunakan *node MCU ESP8266* [18]. Dalam penelitian tersebut, pengembangan digunakan untuk tingkatkan sensor tetesan cairan infus untuk membaca tetesan lebih akurat [16,17].

III. METODE

A. Lokasi Penelitian

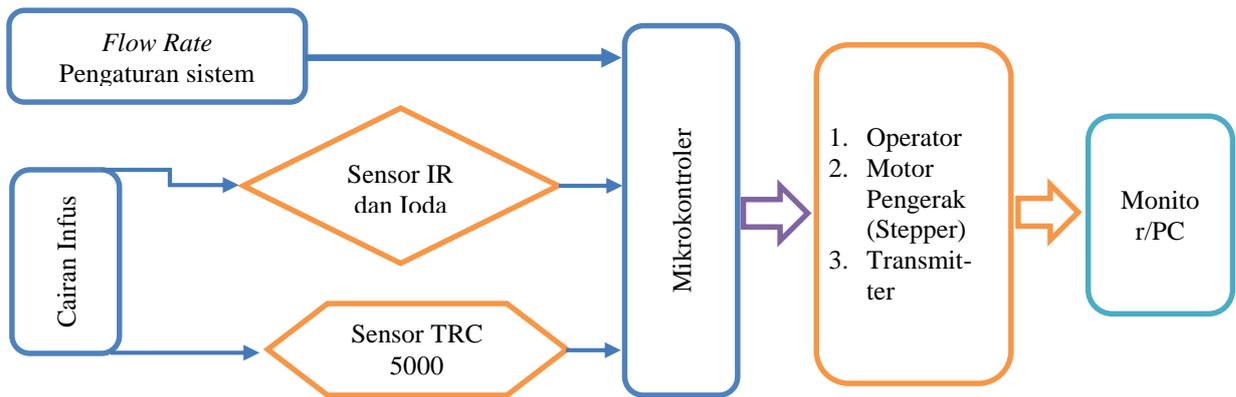
Lokasi Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknologi Elektro-medis Universitas Sari Mutiara Indonesia, Jalan Kapten Muslim No. 79 Kelurahan Dwi kora, Kecamatan Medan Helvetia, Medan 20123.

B. Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan infus spesifikasi set terumo 20 tetes/ml dengan volume aliran infus 500 ml dan pompa infus dengan modul TCRT 5000 sebagai deteksi jatuhnya tetesan cairan pada infus. Pembacaan pada pompa infus dikirim ke komputer melalui jaringan nirkabel HC-11. Tampilan (display) data pada komputer menggunakan aplikasi delphi. Analisis perangkat infus IDA 4 plus (Fluks, USA) digunakan untuk mengkalibrasi perangkat pompa infus. Untuk analisis data berisi drop rate (drop/menit), flow rate dalam grafik (ml/jam), dan volume (ml) menggunakan laju aliran pada 30 ml/jam, 60 ml/jam, dan 100 ml/jam dengan 500 ml volume cairan infus. Nilai laju alir disimpan pada komputer dalam format Excel dan grafik laju aliran dapat disimpan dalam bentuk gambar. Pengolahan

data dalam penelitian ini terbagi atas rangkaian analog dan mikrokontroler. Diagram blok ditunjukkan pada gambar 1 dan Flowchart ditunjukkan pada gambar 2.

Blok diagram ditunjukkan pada gambar 1. menjelaskan untuk pengaturan laju aliran dilakukan untuk menentukan laju tetesan per menit yang akan digunakan. Sensor TCRT 5000 mendeteksi aliran tetesan pada cairan infus yang masuk, kemudian diperkuat oleh komparator dan menstabil sirkuit di mana output terhubung ke Arduino digital, data analog diubah menjadi digital dan kemudian diubah menjadi tetes dalam satu menit, yang akan dikonversi dalam satuan ml. Mikrokontroler akan memberikan informasi ke driver motor sehingga menggerakkan motor stepper dan peristaltik sesuai dengan kecepatan yang diperlukan.



Gambar 1. Diagram Alir (Flowchart) Tahapan Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

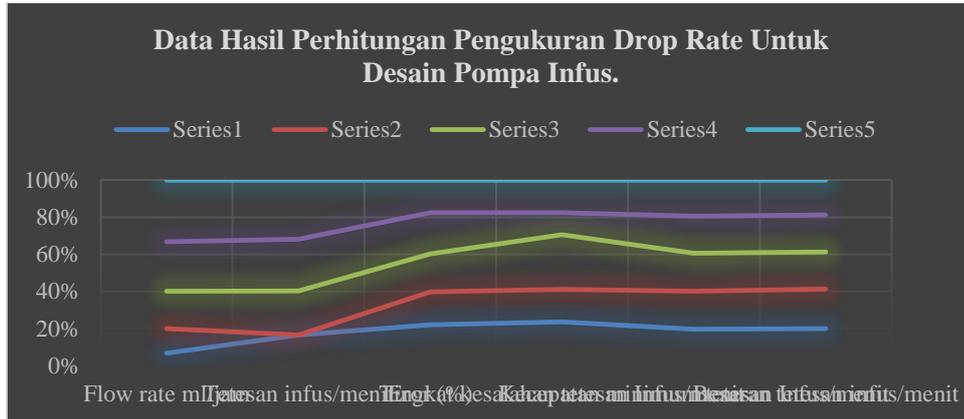
Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul sensor TCRT 5000 telah berhasil dalam mendeteksi tetesan di pompa infus. Sensor tersebut dapat mendeteksi laju aliran cairan yang jatuh sehingga diperoleh data pada gambar 1. Dalam analisis tersebut menggunakan pantulan cahaya inframerah dan prinsip *foto transistor* untuk menentukan nilai hasil yang diperoleh. Jika pantulan cahaya inframerah dianggap belum maksimal, *foto transistor* secara

otomatis akan mati, terminal *output* dari modul akan memberikan nilai HIGH sehingga diperoleh hasil yang lebih maksimal. Intensitas Cahaya yang diterima dari *foto transistor* dianggap cukup besar dan berada dalam kondisi hidup, demikian juga sebaliknya jika dalam LOW output (indikator LED akan menyala). Jaringan nirkabel HC-11 digunakan untuk mengirim dan menerima data modul pada pompa infus untuk menampilkan data pada komputer.

Tabel 1. Data hasil perhitungan pengukuran drop rate untuk desain pompa infus.

No	Flow rate ml/jam	Tetes infus/menit	Eror (%)	Tingkat kesalahan tetesan Infus/menit	Kecepatan minimum tetesan Infus/menit	Besaran tetesan infus/menit
1	20	8,40	1,5	0,4	0,41	0,16
2	40	10, 20	1,2	0,3	0,43	0,17
3	60	12,15	1,4	0,5	0,43	0,16
4	80	14,20	1,5	0,2	0,42	0,16

5	100	16,22	1,2	0,3	0,41	0,15
---	-----	-------	-----	-----	------	------



Gambar 2. Pengukuran Error Drop Rate (tetesan/menit) dalam pompa infus

Hasil penelitian diperoleh nilai dari drop rate (tetesan/menit) baca di LCD menggunakan infus dengan kecepatan 20 tetesan/ml. Tingkat penurunan laju aliran tetesan infus diperoleh nilai kesalahan yang sangat besar ditemukan pada 80 ml/jam dengan rata-rata tetesan 14,20 dengan error sebesar 1,5% dengan tingkat kesalahan 0,2 tetesan/menit dengan kecepatan minimum 0,42 tetesan/menit dengan besaran 0,16 tetesan/menit. Untuk desain pompa infus menggunakan sensor TCRT 5000 dengan nilai kesalahan yang sangat kecil ditemukan pada 100 ml/jam dengan rata-rata tetesan 16,22 dengan error sebesar 1,2% dengan tingkat kesalahan 0,3 tetesan/menit dengan kecepatan minimum 0,41 tetesan/menit dengan besaran 0,15 tetesan/menit.

Dari hasil penelitian yang dilakukan pemantauan pompa infus peristaltik sentral muncul pada nirkabel berbasis komputer dengan baik, dengan menempatkan sensor TCRT 5000. Operator motor berhasil menggerakkan stepper dan *peristaltik* motor sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan yakni dengan kecepatan yang telah disesuaikan dengan laju alir (20, 40, 60, 80 dan 100 ml/jam). Dari hasil pengukuran yang dilakukan diperoleh laju aliran menggunakan *Infuse Device Analyzer (IDA 4Plus, Fluke, USA)*, pompa infus menggunakan TCRT 5000 sebagai sensor 80 ml/jam dengan rata-rata tetesan 14,20 dengan error sebesar 1,5% dengan tingkat kesalahan 0,2 tetesan/menit dengan kecepatan minimum 0,42 tetesan/menit dengan besaran 0,16 tetesan/menit. Untuk desain pompa infus menggunakan sensor TCRT 5000 dengan nilai kesalahan yang sangat kecil ditemukan pada 100 ml/jam dengan rata-rata tetesan 16,22 dengan error sebesar 1,2% dengan tingkat kesalahan 0,3 tetesan/menit dengan kecepatan minimum 0,41 tetesan/menit dengan besaran 0,15 tetesan/menit. Perbedaan nilai error yang diperoleh dapat dipengaruhi beberapa faktor yakni kestabilan putaran

motor stepper, kepekaan dan posisi penempatan sensornya.

Dalam penelitian ini diperoleh bahwa dalam mengirimkan data dapat dilakukan dengan batas jangkauan jarak 16 meter, sedangkan bila ada kendala, hanya bisa mengirimkan dengan jarak 13 meter untuk meningkatkan keamanan. Dalam penelitian ini mampu memberikan informasi pada parameter volume seperti alarm peringatan bahwa cairan infus akan habis, adanya gelembung, dan kendala lainnya yang diperoleh. Dalam prosesnya, pemantauan infus secara komputerisasi untuk memudahkan tugas perawat dalam memantau dosis infus yang diberikan kepada pasien perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam, sehingga dapat memperkecil kemungkinan terjadinya kelalaian dalam pemberian dosis.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa sensor infus dengan akurasi dalam pemantauan infus peristaltik sentral menggunakan Sensor jatuh TCRT 5000 telah dianalisis. Nilai kesalahan cukup baik dari pengujian dan pengukuran, tidak melebihi batas toleransi kalibrasi. Ini mengarah pada lebih banyak kesederhanaan dan akurasi yang lebih tinggi daripada menggunakan sensor fotodiode - inframerah. Dari pengolahan data laju alir IDA memiliki kecepatan dengan Flow rate sensor 80 ml/jam dengan rata-rata tetesan 14,20 dengan error sebesar 1,5% dengan tingkat kesalahan 0,2 tetesan/menit dengan kecepatan minimum 0,42 tetesan/menit dengan besaran 0,16 tetesan/menit. Untuk desain pompa infus menggunakan sensor TCRT 5000 dengan nilai kesalahan yang sangat kecil ditemukan pada 100 ml/jam dengan rata-rata tetesan 16,22 dengan error sebesar 1,2% dengan tingkat kesalahan 0,3

tetesan/menit dengan kecepatan minimum 0,41 tetesan/menit dengan besaran 0,15 tetesan/menit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi yang telah memberikan pendanaan hibah penelitian dosen pemula (PDP) pada Fakultas Pendidikan Vokasi Universitas Sari Mutiara Indonesia tahun 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cousins, B. Sabatier, D. Begue, C. Schmitt, and t hoppe; Tichy, "Medication Errors in Intravenous Drug Preparation and Administration: A Multicentre Audit in The UK, Germany and France," *Qual Saf Heal. Care*, vol. 14, pp. 190–195, 2005.
- [2] Dengan Pemrograman Arduino IDE," *Electronic*, vol. 87, no. 1,2, pp. 149–200, 2017. J. W. C. Blake, K. K. Giuliano, and L. Harrington, "Flow Accuracy of IV Smart Pumps Outside of Patient Rooms During COVID-19," *AACN Adv. Crit. Care*, vol. 31, no. 4,
- [3] E. Abu-haydar et al., "User-Centered Design : Developing the RELI Delivery System – a Low-Cost , Non-Electric , Pneumatic Infusion Pump," *Med. DevicesEvidence Res.*, vol. 14, pp. 185–192, 2021.
- [4] E. T. Pierce, V. Kumar, H. Zheng, and R. A. Peterfreund, "Medication and Volume Delivery by Gravity-Driven Micro-Drip Intravenous Infusion: Potential Variations During 'Wide-Open' Flow," *Anesthesia Patient Saf. Found.*, vol. D, no. 3, pp. 614–618, 2013.
- [5] I. Subiyanto, "Dampak Pengaturan Cairan pada Pasien yang Mendapat Terapi Cairan Intravena di Ruang Intensif Care Unit Rumah Sakit Denkesyah Bandar Lampung," *J. Kesehat.*, vol. 91, pp. 1–91, 2009.
- [6] J. I. Westbrook, M. I. Rob, A. Woods, and D. Parry, "Errors in The Administration of Intravenous Medications in Hospital and The Role of Correct Procedures and Nurse Experience," *BMJ Qual Saf*, vol. 20, pp. 1027–1034, 2011.
- [7] K. Wright, "Do Calculation Errors by Nurses Cause Medication Errors in Clinical Practice ? A Literature Review," *Nurse Educ. Today*, vol. 30, no. 1, pp. 85–97, 2010.
- [8] K. K. Giuliano and C. Niemi, "The Urgent Need For Innovation in I.V. Smart Pumps," *Nurs Manag.*, vol. 46, no. 3, pp. 17–19, 2016.
- [9] K. K. Giuliano, "IV Smart Pumps: The Impact of A Simplified User Interface on Clinical Use," *Biomed Instrum Technol*, vol. 13, pp. 13– 21, 2016.
- [10] M. Husch et al., "Insights From The Sharp end of Intravenous Medication Errors: Implications for Infusion Tump technology," *Qual Saf Heal. Care*, vol. 14, pp. 80–86, 2005.
- [11] M. Nunnally, C. P. Nemeth, A. Member, V. Brunetti, and R. I. Cook, "Lost in Menuspace : User Interactions With Complex Medical Devices," *IEEE Trans. Syst. Man. Cybern.*, vol. 34, no. 6, pp. 736–742, 2004.
- [12] National Quality Forum, *Critical Paths for Creating Data Platforms : Patient Safety : Intravenous Infusion Pump Devices*. 2012.
- [13] P. A. R. Arimbawa and I Made Aditya Nugraha, "Efektivitas Penggunaan Infuse Pump Terhadap Kenyamanan Rumah Sakit Prima Medika Denpasar," *Bali Heal. J.*, vol. 2, no. November, p. 69, 2018
- [14] P. Y. Han, i d; Coombes, and B. Green, "Factors Predictive of Intravenous Fluid Administration Errors in Australian Surgical Care Wards," *Qual Saf Heal. Care*, vol. 14, pp. 179–184, 2005.
- [15] Septian prasetyo; aji, "Alat Monitoring Tetesan Infus Menggunakan Web Secara Online Berbasis ESP8266 pp. 357–363, 2020.
- [16] T. Skryabina, Elena; Dunn, "Disposable infusion pumps," *Am J Heal. Pharm*, vol. 63, pp. 1260–1268, 2006.
- [17] V. Wirtz, K. Taxis, and N. D. Barber, "An Observational Study of Intravenous Medication Errors in the United Kingdom and in Germany," *Pharm World Sci*, vol. 25(3), pp. 104–111, 2003.
- [18] W. Wadianto and Z. Fihayah, "Simulasi Sensor Tetesan Cairan, pada Infus Konvensional," *J. Kesehat.*, vol. 7, no. 3, p. 394, 2016.