



DESAIN *SYRINGE PUMP* TERPROGRAM MENGUNAKAN ARDUINO UNO

Rini Dwi Nur Hayati^{1a}, Amalia Cemara Nur'aidha¹, Dhananjaya YH Kumarajati¹

¹Program Studi Teknik Biomedis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Yogyakarta

Korespondensi:

^aProgram Studi Teknik Biomedis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Yogyakarta
rinidwi279c@gmail.com

ABSTRAK

Infus merupakan alat medis yang banyak digunakan dalam bidang kesehatan, jumlah pemasangan infus di RS Indonesia hampir 70% . Saat ini penggunaan alat infus *pump* masih sering mengalami *trouble* pada sensor *syringe size* dan klem atau penjepit selang patah [1] [2]. *Syringe pump* ini dibuat untuk membantu tenaga medis memasukkan cairan obat atau nutrisi ke dalam tubuh pasien secara teratur dengan mengatur kecepatan tetesan infus menggunakan data volume infus. Metode yang digunakan penulis pada penelitian ini ialah eksperimen dan pengujian berulang pada variabel uji (target volume cairan, jumlah step motor, output cairan, akurasi, presisi, presentase error) dan jenis uji (akurasi, presisi, mekanik, stabilitas waktu). Hasil penelitian menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam hal akurasi dan stabilitas dengan tingkat presisi 93,88%, akurat 93,52% serta presentase error 5,12%. Penelitian ini mendukung hasil studi sebelumnya [3] yang melaporkan akurasi 94,91% dan rata-rata waktu deteksi alarm sekitar 7 menit menggunakan metode kontrol laju tetesan cairan pada sistem serupa [4].

Kata kunci: arduino uno, infus *pump*, mikrokontroler, *syringe pump*, volume obat

ABSTRACT

Infusion is a medical tool that is widely used in the health sector, and the number of infusions installed in Indonesian hospitals is almost 70%. Currently, most infusion pump devices do not use infusion volume data in their operation. This Syringe Pump was created to help medical personnel inject medicinal or nutritional fluids into the patient's body regularly by regulating the speed of the infusion drip using infusion volume data. The method used by the author in this research is experimentation and repeated testing. The research results show quite good performance in terms of accuracy and stability with a precision level of 93,88%, accuracy of 93,52% and an error percentage of 5,12%. This research supports the results of previous research [1] which reported an accuracy of 94,91% and an average alarm detection time of around 7 minutes using the liquid drip rate control method in a similar system [2].

Keywords: arduino uno, infusion pump, microcontroller, syringe pump, drug volume.

1. PENDAHULUAN

Infus memiliki peran penting dalam terapi pasien. Pompa infus (*syringe pump*) digunakan untuk memantau proses pemberian obat kemoterapi intravena melalui cairan infus[5][6]. Pada pasien yang kritis, ketidakseimbangan cairan bisa sangat berbahaya [7]. Dalam hal ini, keterbatasan tenaga medis serta kebutuhan cairan infus pasien yang cukup banyak menjadi masalah pada penggunaan infus *pump* secara manual [8]. Di rumah sakit, cairan infus sudah umum digunakan untuk pengobatan dan perawatan pasien. Penggunaan cairan infus perlu penanganan yang khusus karena jumlah tetesan cairan infus dalam satuan menit yang diberikan kepada pasien harus tepat, sehingga mencegah adanya gelembung udara atau darah naik pada selang infus dan juga penggantian cairan infus tidak boleh terlambat [9][3].

Ketika infus habis, pasien atau keluarga harus segera memberi tahu kepada perawat. Hal ini membebani keluarga yang harus terus memantau pasien tanpa cukup istirahat udara[10][11]. Solusi yang dibutuhkan untuk permasalahan ini adalah monitoring infus otomatis yang memudahkan perawat untuk memantau tetesan infus dari monitor serta diharapkan dapat memudahkan perawat dalam pemantauan penggantian cairan intravena serta mengurangi risiko keterlambatan penggantian cairan intravena bagi pasien [12].



Gambar 1. Model Portable Syringe Pump

Model *portable syringe pump* seperti pada **Gambar 1** menunjukkan desain sederhana yang memungkinkan fleksibilitas penggunaan dalam berbagai kondisi [13]. Prinsip pemberian obat sepuluh benar [13] merupakan standar prosedur yang wajib dipatuhi oleh tenaga kesehatan untuk menjamin keselamatan dan keamanan pasien, yang meliputi ketepatan obat dan dosis untuk memastikan terapi berjalan efektif, verifikasi identitas pasien dan rute pemberian obat sebagai pencegahan kesalahan yang berakibat fatal. Dengan pengkajian, evaluasi dan dokumentasi yang baik, tenaga kesehatan bisa memantau respons pasien serta mencegah komplikasi.

Saat ini banyak dikembangkan inovasi alat infus *pump* yang dibekali alarm pengingat bagi tenaga medis tentang ketersediaan cairan infus dan memudahkan dalam pengontrolan [8]. Pada penelitian rancang bangun kontrol cairan infus dengan kecepatan sebagai parameternya masih memiliki kekurangan yang belum bisa dituntaskan, yaitu keterbatasan dalam akses data karena masih satu alat saja dan mekanisme kontrol kecepatan tetesan infus menggunakan motor servo masih kurang efisien [12]. Lain halnya pada penelitian terdahulu mengenai deteksi cairan dan kontrol kecepatan laju aliran pada infus *pump* yang dimana memiliki tingkat akurasi sebesar 94,91% dan rata-rata waktu yang diperlukan untuk mendeteksi *alarm empty* ketika sensor tetes tidak mendeteksi adanya tetesan selama 30 detik 7 menit. Namun, pada alat ini belum dilengkapi dengan *setting drop* yang dapat melakukan *setting* menggunakan perhitungan tetes per menit (TPM) [3]. Selain itu, alat *syringe pump* yang sudah ada di pasaran seperti Terumo atau Nesco umumnya mahal dan tidak fleksibel untuk penggunaan skala kecil.

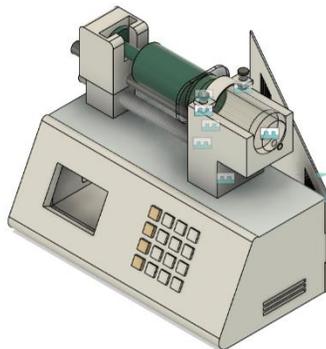
Untuk riset ataupun penelitian, *syringe pump* perlu ditempatkan di ruang terkondisi, sementara pengendaliannya di luar ruangan. Ini memungkinkan peneliti mengubah pengaturan tanpa mengubah kondisi ruang, sehingga diperlukan *syringe pump* dengan bagian pendorong dan pengendali yang terpisah [14]. Berbeda dengan alat yang sudah ada di pasaran, alat yang dirancang dalam penelitian ini lebih terjangkau, mudah dirakit dan dirancang khusus untuk *syringe* 20 ml, sehingga mengurangi potensi kesalahan mekanik. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan tombol reset multifungsi untuk efisiensi dalam pengoperasian. Pada

penelitian ini, tujuan yang hendak dicapai penulis adalah untuk meningkatkan efisiensi kerja tenaga medis terkhusus penginjeksian obat dan nutrisi pada pasien, serta memudahkan tenaga medis dalam melakukan pemberian obat secara otomatis dengan benar dan teratur sesuai dengan kebutuhan pasien dengan meningkatkan akurasi dan presisi serta mengurangi error yang mungkin terjadi.

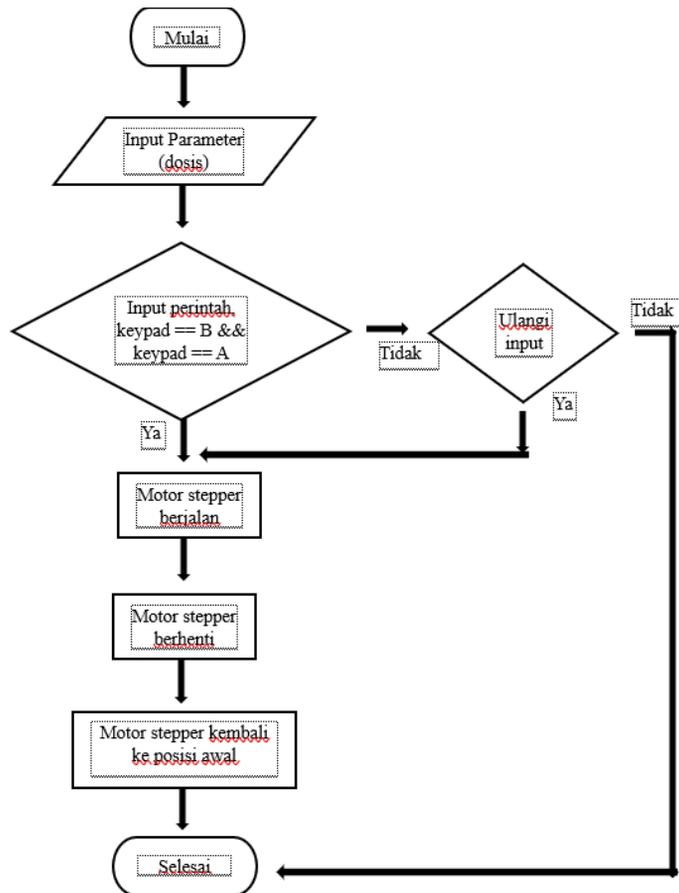
2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Konsep Desain Alat

Sistem kerja yang dirangkai pada *flowchart* seperti dalam **Gambar 3** menunjukkan gambaran lengkap proses injeksi mulai dari input data hingga pengaturan ulang sistem. *Syringe pump* yang terdapat pada **Gambar 2** ini memiliki 4 tombol kontrol yaitu *start* untuk memulai injeksi, *stop* untuk menghentikan kerja *syringe pump*, *reset value* dan *reset motor* untuk mengembalikan posisi motor *syringe pump* ke posisi awal. Ketika *syringe pump* diberikan catu daya maka sistem *syringe pump* akan menyala dan menampilkan informasi dosis, kecepatan, serta nilai injeksi. Informasi dosis dan kecepatan akan tampil pada LCD I2C 20x4 ketika dosis dan kecepatan telah diinputkan. Untuk menginputkan dosis, tekan angka yang ada pada *keypad*. Setelah dosis dan kecepatan diinputkan maka untuk memulai proses injeksi tekan tombol *start* yang mana pada *keypad* disimbolkan dengan huruf "D". Ketika tombol "D" ditekan maka motor stepper akan berputar hingga mencapai *step* yang telah ditentukan berdasarkan perhitungan antara dosis dan kecepatan atau bisa dikatakan *motor stepper* akan berhenti ketika dosis tercapai. Pada saat motor stepper berputar, nilai injeksi akan ditampilkan dan terus berubah-ubah setiap 1 ml. Jika pada pertengahan injeksi obat terdapat masalah atau hal tertentu maka tenaga medis atau pengguna dapat menghentikan proses injeksi secara paksa dengan menekan tombol *stop*, sehingga motor stepper akan berhenti dan LCD akan menampilkan informasi bahwa proses injeksi telah dihentikan.



Gambar 2. Konsep Desain Alat



Gambar 3. Flowchart system kerja syringe pump

Setelah tombol *stop* ditekan maka *syringe pump* harus direset dan dikembalikan ke posisi awal yaitu dengan menekan tombol *reset value* yang disimbolkan sebagai huruf “C” pada *keypad*, dengan menekan *reset value* ini maka nilai dosis, kecepatan dan injeksi akan dikembalikan ke posisi awal atau 0 dan untuk mengembalikan posisi motor stepper ke posisi awal tekan tombol *reset motor* yang disimbolkan “#” pada *keypad*. Selain itu tombol *reset motor* dan *reset value* tidak hanya dapat digunakan pada saat setelah menekan tombol *stop* saja, namun pada saat kondisi awal maka tenaga medis dapat mengembalikan motor stepper ke posisi awal dengan menekan tombol “#” pada *keypad* dan dapat mengembalikan nilai dosis, kecepatan dan injeksi ke posisi awal yaitu 0. Tombol *reset value* dapat ditekan pada saat kondisi awal, dimaksudkan agar tenaga medis dapat melakukan konfigurasi ulang apabila terdapat inputan yang salah sebelum *syringe pump* memulai injeksi. Sedangkan untuk tombol *reset motor* dapat ditekan pada kondisi awal, dimaksudkan agar *syringe pump* dapat digunakan untuk mengisi ulang cairan yang ada pada suntikan.

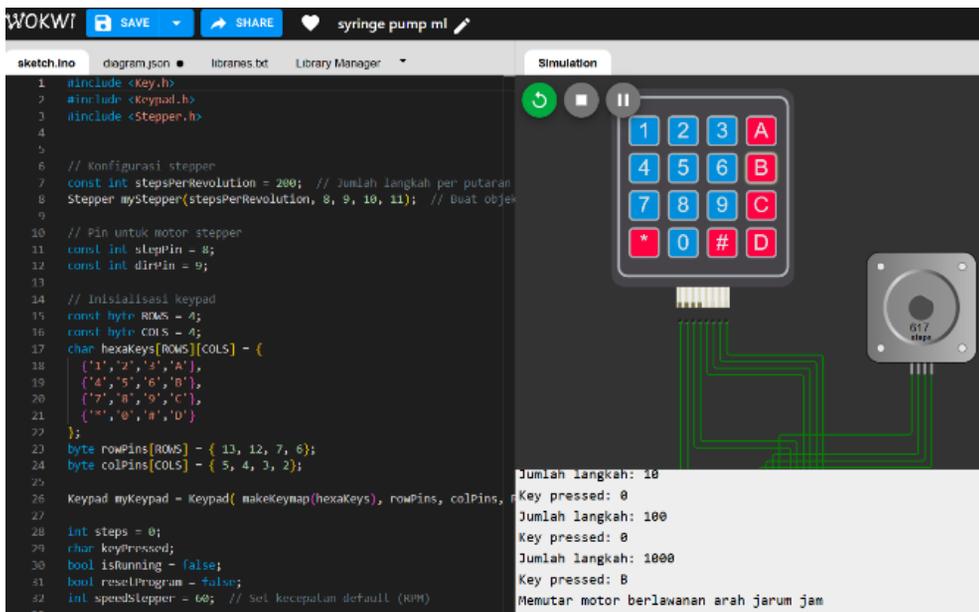
2.2 Rancangan Hardware dan Mechanical

Mikrokontroler yang digunakan pada alat *syringe pump* adalah Arduino Uno berbasis ATmega328P. *Keypad* memiliki *interface* 4x4 matrix dengan daya tahan tinggi untuk operasi yang presisi. Motor stepper kompatibel dengan driver A4988, mendukung tegangan operasi 8-35V. Desain *syringe pump* dirancang sederhana dan hemat tempat, memudahkan mekanisme kerja serta perawatan. Komponen utama terdiri dari wadah motor stepper, penyangga ujung spuit, tatakan badan spuit dan penopang selang untuk mengurangi beban. *Lead screw* berfungsi sebagai poros utama untuk mendorong atau menarik spuit, sedangkan *stainless steel* sebagai poros kedua untuk menjaga stabilitas dan menjaga kelurusan operasi, terutama saat menerima beban berat pada ujung spuit.

2.3 Rancangan Software

2.3.1 Wokwi

Digunakan untuk membuat skematik dan simulasi kode program arduino seperti **Gambar 4**. *Software* ini dapat disimulasikan dan *fleksible* karena tidak perlu instalasi, sehingga mempermudah pengecekan secara berulang dalam proses pengerjaan, tanpa bongkar pasang ataupun mengubah program terlalu sering pada arduino. Wokwi juga menyediakan antarmuka yang intuitif, serta memungkinkan pengguna mengoperasikan komponen dengan mudah seperti menarik atau melepaskan arduino, LED dan sensor ke dalam skematik [4]. Salah satu fitur unggulan Wokwi adalah simulasi real-time, yang memungkinkan untuk melihat bagaimana rangkaian berfungsi secara langsung saat melakukan perubahan [15].



Gambar 4. Tampilan pada wokwi

2.3.2 Arduino IDE

Digunakan sebagai platform yang mendukung beberapa bahasa pemrograman untuk *syringe pump*, dan juga sebagai mikrokontroler seperti Arduino uno dan ESP32. Arduino IDE memudahkan untuk mengembangkan dan mengunggah kode ke berbagai jenis papan Arduino seperti Uno, Mega, dan Nano [16]. Mendukung berbagai tipe data dan logika pemrograman seperti Bahasa C dan C++, sintaks dasar dari C dan C++ sehingga mudah dipahami serta struktur utama terdiri dari *setup()* yang digunakan untuk inisialisasi dan *loop()* yang berfungsi menjalankan program secara berulang [17]. Pada **Gambar 5** memuat sebagian kode program yang digunakan pada penelitian ini.

```

myStepper.setSpeed(speedStepper);

Serial.println("Stepper Motor dengan Keypad");
Serial.println("Tekan angka untuk jumlah langkah");
Serial.println("Tekan A untuk putar searah jarum jam");
Serial.println("Tekan B untuk putar berlawanan arah jarum jam");
Serial.println("Tekan C untuk set kecepatan");
Serial.println("Tekan D untuk menghentikan motor");
}

void loop() {
  keyPressed = myKeypad.getKey(); // Baca input dari keypad

  if (keyPressed) {
    Serial.print("Key pressed: ");
    Serial.println(keyPressed);

    // Cek jika tombol angka ditekan
    if (keyPressed >= '0' && keyPressed <= '9') {

```

invalid library found in C:\Program Files (x86)\Arduino\libraries\examples: no headers f

Gambar 5. Tampilan pada Arduino IDE

2.4 Tahap Pengujian

2.4.1 Uji mekanik

Pada tahap ini, dilakukan pengujian mencakup aspek mekanik, perangkat keras dan perangkat lunak. Pengujian perangkat keras (*hardware*) pada *syringe pump* difokuskan pada setiap rangkaian pendukung yang ada. Memastikan mekanisme penjepit *syringe (holder)* sesuai dengan dimensi *syringe* 20 ml sehingga tidak ada goyangan atau slip saat alat bekerja. Serta memastikan jarak *travel plunger* agar bisa menjangkau seluruh kapasitas *syringe* (0-20ml). Menyesuaikan motor stepper dan perintah *software* untuk menghasilkan *flow rate* yang optimal berdasarkan kapasitas *syringe* 20ml. Melakukan uji alat dengan *syringe* 20 ml untuk waktu yang lama guna memastikan mekanisme tetap stabil dan *syringe* tidak rusak karena tekanan atau friksi yang berlebihan. Yang terakhir adalah mengimplementasikan batas gerakan mekanik yang spesifik untuk *syringe* 20 ml agar tidak terjadi *overtravel*.

2.4.2 Akurasi dan Presisi

Pengujian presisi dan akurasi dilakukan dengan *syringe* 20 ml untuk memastikan bahwa volume yang dihasilkan selalu sesuai dengan perintah. Jika alat yang diatur untuk mengeluarkan 5 ml, maka pastikan hasilnya mendekati angka tersebut dengan error yang minimal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengimplementasikan rancangan *hardware* dan *mechanical* diatas dengan detail spesifikasi antara lain, arduino uno dengan *board mikrokontroller* berbasis ic Atmega328P, memiliki spesifikasi *operating voltage* 5V, *input voltage* (recommended) 7-12V, *input voltage* (limit) 6-20V, DC *Curent per I/O Pin* 20 mA, dan DC *Current for 3.3V Pin* 50 mA. *Keypad* dengan *interface 8-pin acces to 4x4 matrix*; *circuit rating* 35VDC (MAX) 100Ma; *contact resistance of insulation resistance* 100M; *insulation resistance* 100M 100V; *dielectric strength* 250VRms (50-60Hz 1min); *life span tactile type one million times*; *dimensions keypad* 6.9 x 7.6 cm; *keypad operating force* 150-200N; *rebound time* 1(ms); *life of 100 million (times)*; dan *operating temperature* 32 to 122 F (0 to 50C). Motor stepper B01619-23MM Nema17, dengan *Rated Voltage*: DC 3.6V, *Rated Current*: DC 1.5A/Phase, *weight* 140 gr dan cocok digunakan untuk *stepper motor driver* A4988 tegangan operasi 8-35V sampai 2A per koil. Pemilihan *lead screw* sebagai penggerak utama cocok karena kemampuannya untuk menghasilkan gerakan *linear* dengan presisi tinggi. Material *stainless steel* tahan terhadap korosi menjaga stabilitas *structural* alat bahkan di lingkungan yang keras. Berfungsi juga untuk menjaga kelurusan operasi menunjukkan perhatian pada detail desain untuk mempertahankan akurasi.

Tabel 1. Data Hasil Akurasi dan Presisi

Ukuran (ml)	1		5		15		20	
Jumlah Step	400		1800		6000		7500	
Output (ml)	1,2	1,2	5,6	4,9	17,6	15	19,2	19,6
	1	1,2	5,5	4,9	14,6	15	20	20,12
	1,1	1,1	5,4	5,5	16,5	16	20	20
	1	1,1	4,2	4,9	15,5	18,25	20	20,2
	1,1	1	5,3	5	16,4	16,6	20	20

Data dalam **Tabel 1** menyajikan hasil pengujian akurasi dan presisi alat yang menunjukkan Tingkat error rendah pada berbagai volume, dengan performa terbaik pada kapasitas maksimum 20 ml. Pada target volume 1 ml rata-rata yang dihasilkan adalah 1,1 ml, standar deviasi 0,0816 ml, akurasi 90% dan presisi 92,58%. Pada target volume 5 ml diperoleh rata-rata 5,12 ml, standar deviasi 0,4264 ml, akurasi 93% dan presisi 91,67%. Target volume 15ml memiliki rata-rata 16,145 ml, standar deviasi 1,1734 ml, tingkat akurasi 91,83% dan presisi 92,73%. Terakhir pada target volume 20ml mempunyai rata-rata output 19,912 ml dengan standar deviasi 0,2938, tingkat akurasi 99,24% dan 98,52% presisi. Sehingga dapat diperoleh rata-rata hasil dari pengujian volume diatas yaitu tingkat akurasi 93,52%, 93,88% presisi dan presentase srror atau kesalahan sebesar 5,12%. Data ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan akurasi 94,91% [3] pada sistem serupa [3]. Penelitian ini tidak menggunakan titik uji atau target volume 10 ml dikarenakan pada spuit 20 ml parameter yang tercetak jelas ialah angka 1, 5, 15 dan 20, sehingga untuk memudahkan dalam penelitian serta perhitungan, maka titik uji 10ml tidak digunakan. Target volume 10 ml ini juga tidak digunakan untuk menghindari kemungkinan bias yang disebabkan oleh posisi tengah dari rentang kapasitas spuit (1 ml hingga 20 ml), yang dapat menghasilkan performa berbeda dibandingkan volume ekstrem. Selain itu, pengambilan pada data volume yang lebih kecil (1 ml, 5 ml) dan lebih besar (15 ml, 20 ml) dirasa sudah cukup mewakili variasi performa spuit. *Syringe pump* menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam hal akurasi dan stabilitas pada volume kecil hingga sedang, tetapi akurasi menurun pada volume yang lebih besar (15 ml). Meski begitu, performa pada volume maksimum (20 ml) kembali menunjukkan stabilitas yang baik. Hal ini mungkin mengindikasikan adanya optimasi pada desain mekanik atau pengaturan *step motor* untuk menangani volume yang lebih besar.

4. KESIMPULAN

Penelitian “Desain *Syringe Pump* Terprogram Menggunakan Arduino” ini berhasil mengembangkan *syringe pump* yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi dengan akurasi dalam pemberian cairan infus sebesar 93,52%. Keunggulan utama alat ini adalah pemantauan volume otomatis yang tidak dimiliki pompa infus konvensional, sehingga dapat meminimalisir risiko kesalahan dosis. Inovasi alat ini menawarkan solusi hemat tempat, ekonomis, dan *fleksible* untuk kebutuhan medis skala kecil dibandingkan alat serupa di pasaran. Penelitian lanjutan disarankan untuk menguji alat di lingkungan klinis dan mengembangkan algoritma cerdas guna mengatur laju aliran secara *real-time*, sehingga dapat meningkatkan layanan kesehatan dan keselamatan pasien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Dabukke, S. Sijabat, P. Studi Teknologi Elektro-medis, and F. Pendidikan Vokasi Universitas Sari Mutiara Indonesia, “Sosialisasi Pemeliharaan Korektif Pada Syringe Pump Di Rumah Sakit Umum Sari Mutiara Lubuk Pakam,” 2023. [Online]. Available: <http://e-journal.sari-mutiara.ac.id/index.php/JAM>.
- [2] K. Abdillah *et al.*, “ANALISA PEMELIHARAAN KOREKTIF TERHADAP INFUS PUMP MINDRAY BENEFUSION VP5,” 2021.
- [3] S. Wati, “Deteksi Tetesan Cairan Dan Kontrol Kecepatan Laju Aliran Pada Infus Pump,” Universitas Widya Husada, Semarang, 2023.

- [4] M. Fathurahman, "Wokwi: Revolusi Simulasi Elektronika untuk Pembelajaran dan Prototipe Online," <https://kumparan.com/muhamad-fathurahman-1727529094038351926/wokwi-revolusi-simulasi-elektronika-untuk-pembelajaran-dan-prototipe-online-23c6OMaNBHG>. 2024
- [5] H. Ajiyanti, "Internet of Things for Monitoring Infusion Fluids in Intravenous Chemotherapy Patients: Literature Review," *Indonesian Journal of Sport Management and Physical Education*, vol. 1, no. 1, pp. 49–58, 2022.
- [6] R. Maharani, A. Muid, and U. Ristian, "Sistem Monitoring Dan Peringatan Pada Volume Cairan Intravena (Infus) Pasien Menggunakan Arduino Berbasis Website," *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, vol. 7, no. 03, 2019.
- [7] A. Lodong, "Rancang Bangun Alat Syringe Pump," Universitas Widya Husada, Semarang, 2022.
- [8] D. K. Abadi, A. 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, 2019.
- [9] A. E. Prasetyo, A. Arifia, F. Amaluddin, and A. Haryoko, "MONITORING ALIRAN INFUS PASIEN MACET DI RUANG PERAWAT MENGGUNAKAN NRF WIRELESS COMMUNICATION," *Jurnal RESTIKOM: Riset Teknik Informatika dan Komputer*, vol. 2, no. 3, pp. 127–142, 2020.
- [10] K. Hidayati and R. B. Barwaqah, "JISA (Jurnal Informatika dan Sains) Monitoring Cairan Infus Secara Realtime," vol. 01, no. 02, 2018.
- [11] L. T. Y. Tampubolon, I. Gunawan, Z. M. Nasution, S. Sumarno, and H. S. Tambunan, "Rancang Bangun Alat Pemantau Infus Menggunakan Modul 433 Mhz dan Sensor Load Cell Berbasis Arduino Uno," *Jurnal Penelitian Inovatif*, vol. 1, no. 2, pp. 107–118, Nov. 2021, doi: 10.54082/jupin.16.
- [12] S. Youda and J. Sardi, "Rancang bangun kontrol kecepatan cairan infus berbasis arduino uno," *Ranah Research*, vol. 5, No.1, Nov. 2022.
- [13] S. M. C. Nursery, "Hubungan karakteristik perawat dengan kepatuhan prinsip benar pemberian obat secara intravena di ruang rawat inap rumah sakit swasta Kota Banjarmasin," *Jurnal Keperawatan Suaka Insan (JKSI)*, vol. 8, no. 1, pp. 1–7, 2023.
- [14] F. Rangga Halim and E. Asep Suhendi, "RANCANG BANGUN SYRINGE PUMP MENGGUNAKAN MOTOR STEPPER BERBASIS ARDUINO DESIGNING AND REALIZING AN ARDUINO BASED SYRINGE PUMP WITH STEPPER MOTOR," *e-Proceeding of Engimeering*, vol. Vol.3, No. 2, pp. 2078–2085, Aug. 2016.
- [15] R. Prasetyo Tulodo, R. I. Fitria, A. Sofyan, and E. Budiraharjo, "PENGUNAAN SIMULATOR WOKWI UNTUK MENINGKATKAN LITERASI PEMROGRAMAN MIKROKONTROLER DALAM PROYEK INTERNET OF THINGS," *Sains dan Teknologi*, vol. 12, no. 1, pp. 2025–72, 2025, doi: 10.47668/edusaintek.v12i1.1442.
- [16] J. Arifin, L. Zulita, and Hermawansyah, "PERANCANGAN MUROTTAL OTOMATIS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ARDUINO MEGA 2560," *Media Infotama*, vol. 12, No.1, Feb. 2016.
- [17] L. Hanif, "Dasar Pemrograman Arduino IDE," <https://wiki.rdd-tech.com/index.php/knowledge-base/dasar-pemrograman-arduino-ide/>. 2020.