

Rancang Bangun Infusion Device Analyzer Dilengkapi Tampilan Suhu dan Kelembapan Ruangan Berbasis Arduino

Muhammad Sofie^{1*}, Siti Rahmawati², Bayu Wahyudi³

¹⁻³Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Semarang, Indonesia

*Penulis korespondensi: muhammadsofie@stikessemarang.ac.id¹

Abstract. *Infusion Device Analyzer is a tool for testing the performance of an infusion pump and Syringe Pump. This tool measures flow and occlusion provided by the infusion pump and syringe pump. So a tool is needed to calibrate the infusion pump and syringe pump according to applicable standards so that swelling does not occur in the patient. The design of this calibration tool can also be used as student learning material so that students can understand and comprehend the working principles of the Infusion Device Analyzer. This tool is made using the Arduino Uno control system and there is an occlusion and flow measurement display along with room temperature and humidity which will be displayed on the Nextiton 4'3 Inch LCD. Accompanied by an optocoupler sensor as a liquid flow detector and an MPX5700AP sensor as a liquid pressure detector which is equipped with a DHT22 sensor as a room temperature and humidity meter. This calibrator tool is also equipped with a solenoid valve to regulate the entry of fluid to be measured between flow or occlusion measurements. The function test results show that the flowrate measurement of 10 is 12ml/h, 50 is 54ml/h, 100 is 105ml/h while the occlusion with a rate of 100 is 2.66 psi and the tolerance value for the parameters is appropriate. Therefore, the tool created is close to the desired plan and can be used as a suitable comparison of whether a Syringe Pump or Infusion Pump tool is suitable after repairs or during maintenance. This tool can also be used in learning for students to understand the parts of the working principle of this tool.*

Keywords: *Arduino Uno; DHT22; IDA; MPX5700AP; Optocoupler*

Abstrak. Infusion Device Analyzer adalah suatu alat untuk menguji unjuk kerja suatu alat infusio pump dan Syringe Pump. Alat ini mengukur flow dan occlusion yang diberikan alat infusio pump dan syringe pump. Maka dibutuhkan alat untuk mengkalibrasi agar infus pump dan syringe pump sesuai standar yang berlaku supaya tidak terjadi pembengkakan pada pasien. Rancang bangun alat kalibrasi ini dapat juga digunakan sebagai bahan pembelajaran mahasiswa agar mahasiswa dapat mengerti dan memahami prinsip kerja dari Infusion Device Analyzer. Pembuatan alat ini menggunakan sistem kontrol arduino uno dan terdapat tampilan pengukuran occlusion dan flow disertai suhu dan kelembapan ruangan akan ditampilkan di LCD Nextiton 4'3 Inch. Disertai dengan sensor optocoupler sebagai pendeteksi aliran cairan dan sensor MPX5700AP sebagai pendeteksi adanya tekanan cairan yang dilengkapi dengan sensor DHT22 sebagai pengukur suhu dan kelembapan ruangan. Alat kalibrator ini juga dilengkapi dengan solenoid valve sebagai pengatur masuknya cairan yang akan diukur antara pengukuran flow atau occlusion. Hasil uji fungsi menunjukkan pengukuran flowrate 10 adalah 12ml/h, 50 adalah 54ml/h, 100 adalah 105ml/h sedangkan occlusion dengan rate 100 adalah 2,66 psi dan nilai toleransi pada parameter sudah sesuai. Maka dari itu, alat yang dibuat ini sudah mendekati perencanaan yang diinginkan dan dapat digunakan sebagai pembanding yang layak tidaknya suatu alat Syringe Pump maupun Infus Pump setelah perbaikan maupun pada saat pemeliharaan. Alat ini juga dapat digunakan dalam pembelajaran bagi mahasiswa untuk mengetahui bagian-bagian dari prinsip kerja alat ini.

Kata kunci: Arduino Uno; DHT22; IDA; MPX5700AP; Optocoupler

1. LATAR BELAKANG

Alat infus merupakan dasar pelayanan kesehatan primer, yaitu untuk memberikan obat-obatan, nutrisi, dan hidrasi kepada pasien. Salah satu alat infus adalah syringe pump dan infus pump. Perangkat ini sangat penting untuk membantu volume dan aliran itu memasuki tubuh pasien, terutama dalam situasi yang berhubungan dengan neonatologi atau pengobatan kanker (Ramdan, 2017). Alat infus digunakan untuk memberikan pengobatan terus menerus dan tepat sangat diperlukan dalam anestesi dan pengobatan perawatan kritis (Millizia, 2018).

Terapi infus perangkat dapat dikontrol secara elektronik untuk memberikan yang benar dan dosis terukur pada pengaturan yang ditentukan secara tepat. Tingkat aliran pengontrol disediakan untuk mengatur laju aliran obat terhubung ke pasien dengan penggerak motor sehingga laju aliran menjadi konstan dan meminimalkan atau mencegah peningkatan laju aliran. Namun, penggerak motor dikontrol secara elektronik memiliki potensi untuk menyebabkan efek fisiologis karena tidak cocok hasil laju aliran yang digunakan, terutama pada aliran rendah pengaturan kecepatan.

Oleh karena itu, kalibrasi infus perangkat sangat penting. Ada beberapa fungsi dari alat infus yang harus diuji keamanannya, salah satunya yang merupakan flow rate atau laju aliran keluar dari alat infus (Ulina,2024). Selain itu, menurut Keputusan Menteri Kesehatan No.54 Tahun 2015 yang menyatakan bahwa alat kesehatan wajib dikalibrasi berkala minimal sekali dalam setahun. Pompa jarum suntik dan alat kalibrasi pompa infus adalah Infusion Device Analyzer (IDA) yang digunakan untuk mengukur laju aliran dan oklusi alat. Pengukuran laju alir menggunakan Infusion Device Analyzer (IDA) disertakan dalam mengukur kinerja alat dalam kalibrasi pompa infus dan pompa jarum suntik. Kejutan kalibrasi laju aliran pompa infus dan pompa jarum suntik diperlukan untuk mengukur mengalir dari output pompa jarum suntik dan pompa infus yang kemudian akan dibandingkan dengan standar nasional untuk satuan ukuran dan keakuratan output dengan instrumen pengaturan. Sesuai latar belakang diatas maka penulis tertarik untuk membuat sebuah penelitian yang dituangkan dalam bentuk jurnal yang berjudul Rancang Bangun Infusion Device Analyzer Dilengkapi Tampilan Suhu Dan Kelembapan Ruangan Berbasis Arduino.

2. KAJIAN TEORITIS

Teori Penunjang

Kalibrasi

Kalibrasi adalah kegiatan penetapan nilai kebenaran dan pengecekan serta pengaturan akurasi dari alat ukur dengan standar nasional dan/atau standar internasional (Kuniarsih, 2023). Cara mengetahui nilai kebenarannya adalah membandingkannya dengan standar atau tolak ukur. Kegiatan ini sangat diperlukan guna memastikan keakuratan pengukuran secara konsisten (tetap) dengan instrumen yang lainnya. Jika hasil pengukuran menunjukkan penyimpangan atau tidak konsisten maka akan berpengaruh terhadap kualitas produk yang dikeluarkan perusahaan dan dapat membahayakan konsumen.

a. Tujuan Kalibrasi

Ada beberapa tujuan yang akan Anda dapatkan dengan melakukan kalibrasi, diantaranya adalah (Muhaemin, 2022) :

- 1) Untuk menentukan deviasi kebenaran yang ada pada suatu nilai konvensional. Nilai tersebut didapatkan dari alat ukur yang sudah ditentukan sebelumnya.
- 2) Untuk menjamin hasil pengukuran, sehingga sesuai dengan standar yang berlaku. Jika dilakukan pada suatu objek, diharapkan objek tersebut dapat dihitung secara menyeluruh tanpa adanya kesalahan.
- 3) Untuk menjamin ketelitian, sehingga mendukung upaya untuk meningkatkan mutu pelayanan atau objek dalam jangka waktu mendatang.
- 4) Untuk mendukung sistem mutu yang diterapkan pada suatu objek atau aktivitas dan mengukur apakah sebuah alat masih layak pakai atau tidak.
- 5) Untuk mencapai kondisi layak pakai, sehingga objek bisa digunakan secara optimal.

Dengan melakukan kalibrasi, maka dapat diketahui sejauh mana perbedaan yang sedang terjadi menggunakan alat ukur yang sudah ditentukan.

b. Prinsip Dasar

Dalam menjalankan prosedur kalibrasi hal yang pertama harus diketahui adalah prinsip-prinsip dasarnya yaitu:

Memperhatikan obyek ukur, standar ukur yang mengacu pada standar kalibrasi internasional harus sudah teruji.

Memiliki operator atau teknisi yang bersertifikat resmi, dan

Lingkungan dengan kondisi baik.

c. Syarat

Tidak hanya prinsip dasar yang mengacu pada prosedur utama, aktivitas kalibrasi juga memiliki persyaratan yang harus dipenuhi antara lain:

Standar acuan dapat ditelusuri sampai ke standar nasional atau internasional.

Metode kalibrasi yang digunakan telah diakui baik dalam skala nasional maupun internasional. Kalibrator adalah Peralatan atau bahan ukur yang dijadikan sebagai pembandingan (acuan komparasi) dalam kegiatan pengerjaan kalibrasi (Legowo, 2020).

Infus Pump

Infus pump merupakan alat medis yang digunakan untuk memberikan cairan atau obat ke dalam tubuh pasien melalui pembuluh intravena. Alat ini berfungsi mengontrol dan memonitoring pemberian cairan atau obat kepada pasien. Tampilan infus pump ditunjukkan pada gambar 1 (Nugraha, 2020).



Gambar 1. Infus Pump.

Metode kerja yang digunakan dalam pengambilan data mengikuti Keputusan Direktur Jendral Pelayanan Kesehatan No. HK.02.02/V5771/2018 tentang metode kerja pengujian dan atau kalibrasi alat kesehatan.

Syringe Pump

Syringe pump merupakan peralatan life Support yang berfungsi untuk membantu memasukan obat ke tubuh pasien yang juga merupakan alat monitoring kecepatan obat yang akan dimasukan ke tubuh pasien. Jadi syringe pump ini digunakan bersamaan dengan alat lain yaitu syringe disposable atau yang sering disebut dengan istilah spuit. Terdapat 3 hal penting yang harus selalu dipantau terus menerus yaitu: konsentrasi, dosis dan juga kecepatan. Hal tersebut harus selalu dimonitor dikarenakan alat ini difungsikan dalam waktu yang relative lama dan memerlukan keakurasian yang tinggi (Abadi, 2019). Gambar 2 merupakan tampilan gambar Syringe pump.



Gambar 2. Syringe Pump.

Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah 16 MHz osilato kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler. Hanya dengan menghubungkannya ke sebuah komputer melalui USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah

dapat membuanya bekerja. Gambar 3 merupakan tampilan gambar Arduino Uno (Mochtiarsa, 2020).



Gambar 3. Arduino Uno.

Arduino Uno dapat diaktifkan melalui koneksi USB (Universal Serial Bus) atau dengan catu daya eksternal (otomatis). Eksternal (non-USB) daya dapat berasal baik dari AC-ke adaptor-DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan menancapkan plug jack pusat-positif ukuran 2.1 mm konektor power. Ujung kepala dari baterai dapat dimasukkan kedalam Gnd dan Vin pin header dari konektor power. Kisaran kebutuhan daya yang disarankan untuk board Uno adalah 7 sampai dengan 12 volt, jika diberi daya kurang dari 7 volt kemungkinan pin 5v Uno dapat beroperasi tetapi tidak stabil kemudian jika diberi daya lebih dari 12V, regulator tegangan bisa panas dan dapat merusak board Uno.

Sensor Tekanan MPX5700AP

Sensor MPX5700 adalah sensor tekanan silikon monolitik yang canggih yang dirancang untuk berbagai aplikasi, tetapi khususnya aplikasi tersebut menggunakan mikrokontroler atau mikroprosesor dengan input A /D. Elemen tunggal transduser menggabungkan teknik mesin mikro canggih, metalisasi film tipis, dan pemrosesan bipolar untuk memberikan sinyal keluaran analog tingkat tinggi yang akurat yang sebanding dengan tekanan yang diberikan. Gambar 4 merupakan tampilan gambar Sensor MPX5700AP (Wijaya, 2019).



Gambar 4. Sensor MPX5700AP.

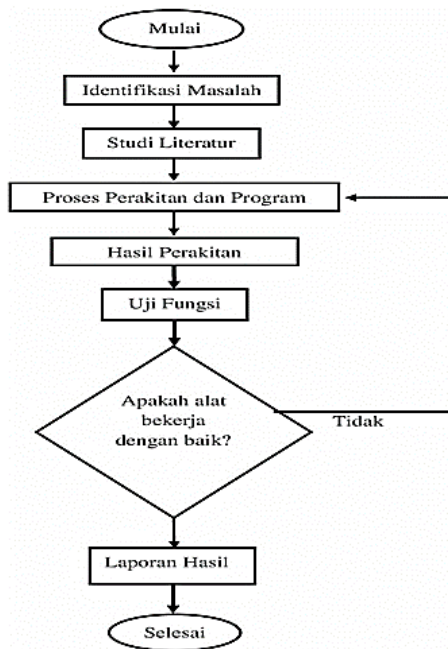
LCD Nextion 4'3 Inch

Nextion adalah solusi Human Machine Interface (HMI) tanpa batas yang menyediakan antarmuka kontrol dan visualisasi antara manusia dan proses, mesin, aplikasi, atau peralatan. Selanjutnya terutama diterapkan pada IoT atau bidang elektronik konsumen. Ini adalah solusi terbaik untuk menggantikan LCD tradisional dan tabung Nixie LED. Dengan software Nextion Editor (Official Download), pengguna dapat membuat dan mendesain sendiri antarmuka untuk tampilan Nextion. (Rizky, 2019). Gambar 5 merupakan tampilan gambar LCD Nextion 4'3 Inch.



Gambar 5. LCD Nextion 4'3 Inch.

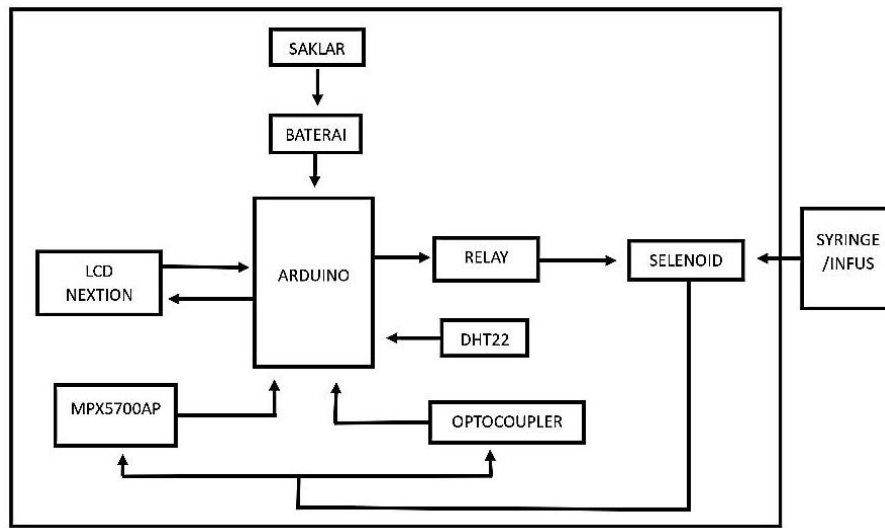
3. METODE PENELITIAN



Gambar 6. Flowchart penelitian.

Berikut merupakan Gambar diatas Diagram Alir Penelitian yang peneliti lakukan dijelaskan pada flowchart diatas

Blok Diagram Alat

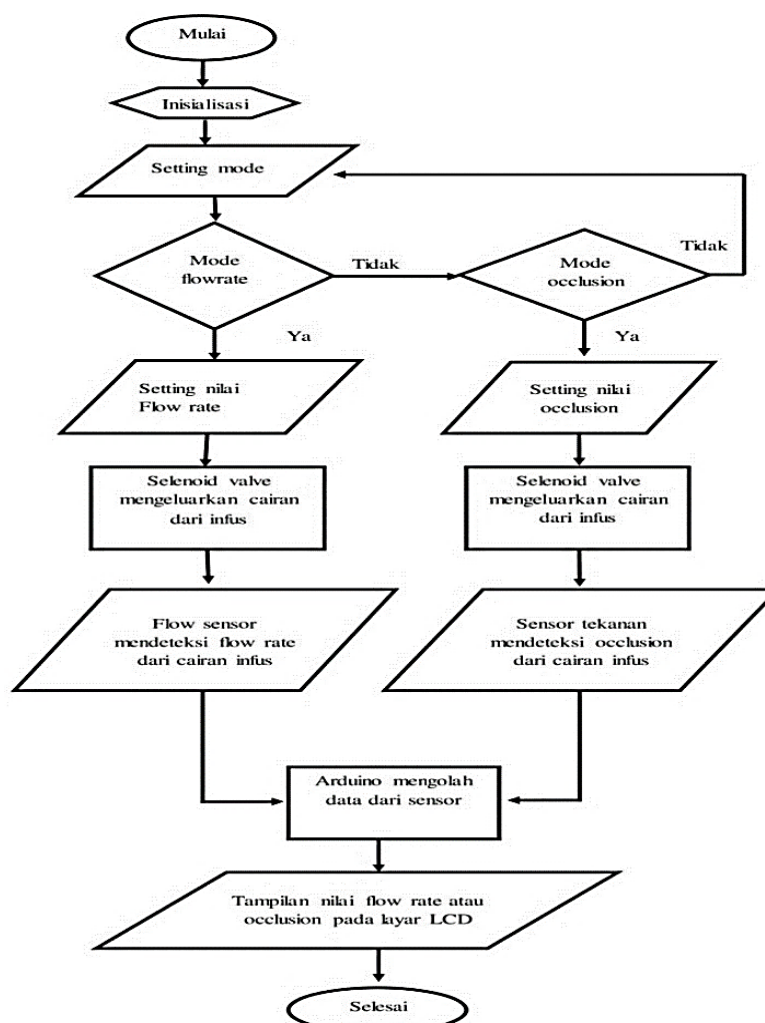


Gambar 7. Blok Diagram Alat.

Prinsip Kerja :

Saat saklar ditekan tegangan baterai sebesar 7,4VDC masuk ke dalam rangkaian, tegangan tersebut akan menuju step up ,dan step down yang dimana step up mengubah tegangan menjadi 12V dari tegangan AC menjadi DC untuk menyuplai Relay dan Solenoid Valve. Selanjutnya step down mengubah tegangan menjadi 5VDC dari tegangan AC menjadi DC sebagai penyuplai Optocoupler, DHT22, relay, Nextion, dan MPX5700AP. Lalu Arduino mendapat input dari sensor MPX5700AP sebagai pembacaan tekanan sumbatan, pada cairan dan sensor optocoupler sebagai pembacaan flowrate pada cairan infus. Sedangkan sensor DHT22 sebagai pembacaan suhu dan kelembapan ruangan. Solenoid Valve akan terbuka apabila pengukuran flowrate dan akan menutup Ketika pengukuran occlusion dan hasil dari input sensor ditampilkan di LCD Nextion 4'3. LCD Nextion juga sebagai inputan untuk setting pemilihan pengukuran occlusion atau tekanan yang nanti di olah oleh Arduino Uno

Dalam rancangan alat Infusion Device Analyzer ini penulis membuat Flowchart Alat. Gambar 3.4 berikut merupakan Diagram Alir rancangan Infusion Device Analyzer.



Gambar 8. Flowchart alat.

Nextion Editor

Untuk membuat tampilan LCD Nextion, Anda dapat menggunakan Nextion Editor, sebuah aplikasi resmi dari Nextion yang dirancang khusus untuk membuat desain antarmuka pengguna untuk layar Nextion. Berikut langkah-langkah umum untuk menggunakan Nextion Editor:

a. Buka Nextion Editor:

Setelah diinstal, buka aplikasi Nextion Editor.

b. Buat Proyek Baru:

Pilih opsi "New Project" atau "Create New Project" untuk membuat proyek baru.

c. Pilih Model Layar:

Pilih model layar Nextion NX4827T043 ketika diminta.

d. Desain Antarmuka:

Nextion Editor menyediakan antarmuka grafis yang intuitif untuk merancang tampilan layar. Tambahkan elemen-elemen seperti teks, tombol, gambar, variabel, dan instruksi khusus sesuai dengan kebutuhan proyek Anda.

e. Konfigurasi Elemen:

Setiap elemen pada layar dapat dikonfigurasi melalui properti-properti yang tersedia. Misalnya, atur teks pada label, atribut warna, tindakan saat tombol ditekan, dan sebagainya.

f. Simulasi:

Nextion Editor menyediakan fitur simulasi yang memungkinkan Anda melihat seberapa baik tampilan akan bekerja sebelum diimplementasikan di perangkat fisik. Anda dapat mensimulasikan interaksi pengguna dan melihat hasilnya.

g. Upload ke Layar Nextion:

Setelah Anda puas dengan desain tampilan, Anda dapat mengupload proyek ke layar Nextion menggunakan kabel USB atau melalui kartu microSD (tergantung pada model Nextion dan metode yang Anda pilih).

h. Implementasikan dengan Kode Mikrokontroler:

Sesudah proyek diunggah ke layar nextion, implementasikan kode di mikro kontroler. Kode tersebut harus ditulis untuk berkomunikasi dengan layar Nextion melalui komunikasi serial (software Serial atau Hardware Serial)

i. Testing dan Pemeliharaan:

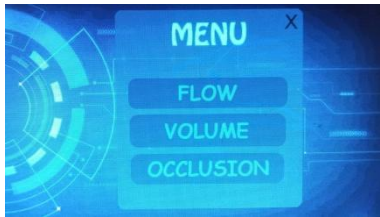
Uji tampilan pada perangkat fisik dan lakukan pemeliharaan jika diperlukan. Pastikan bahwa tampilan berfungsi sesuai kebutuhan.



Gambar 9. Tampilan Awal.



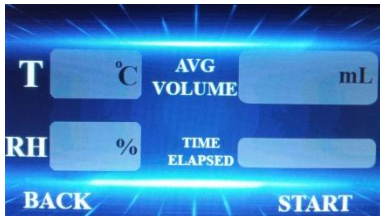
Gambar 10. Tampilan Sebelum ke Pemilihan.



Gambar 11. Tampilan Pemilihan.



Gambar 12. Tampilan Pengukuran Flowrate.



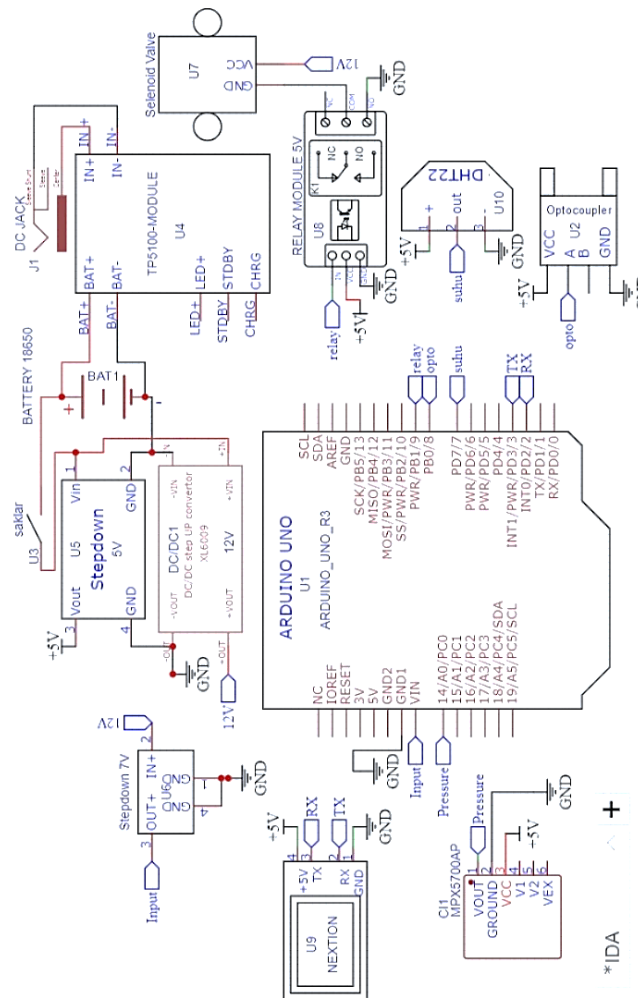
Gambar 13. Tampilan Pengukuran Volume.



Gambar 14. Tampilan Pengukuran Occlusion.

Rangkaian Keseluruhan

Pada perancangan alat Infusion Device Analyzer dilengkapi Suhu dan Kelembapan Ruangan berbasis Arduino ini menggunakan sistem program untuk menjalankan rangkaian dan alat.



Gambar 15. Rangkaian Keseluruhan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran merupakan data tentang pengukuran dari masing-masing titik pengukuran yang telah di tentukan untuk mengetahui apakah hasil rangkaian yang di buat sesuai dengan hasil perencanaan. Pada bab ini penulis akan melaksanakan pengukuran pada rangkaian alat dan mengamati beberapa titik pengukuran (TP) dengan penjelasan sebagai berikut :

Hasil Pengukuran TP 1

Pada titik pengukuran ini dilakukan pengukuran pada *output* dari Selenoid Valve yang masuk pada rangkaian menggunakan multimeter analog. Sebelum melakukan pengukuran, penulis menempatkan selector DCV. Berikut hasil pengukuran TP1 dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 1. Hasil Pengukuran TP1.

Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran (Volt DC)			Rata-Rata	Referensi
	1	2	3		
TP1	12	12	12	12	12V

$$\% \text{Kesalahan} = \left| \frac{\text{Hasil Ukur} - \text{Hasil Teori}}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100\%$$

$$\text{Hasil Teori}$$

$$= \left| \frac{12 - 12}{12} \right| \times 100\%$$

$$= |0| \times 100\%$$

$$= 0\%$$

$$= 0\%$$

Jadi, analisis hasil pengukuran TP1 presentase kesalahan sebesar 0%. Hasil presentase kesalahan ini didapat dari hasil ukur dan hasil teori pengukuran yang sudah dilakukan. Referensi yang saya dapatkan diambil dari *output* tegangan Selenoid valve yang saya gunakan yaitu sebesar 12V berfungsi dengan baik. Berikut hasil pengukuran ditunjukkan pada gambar 4.1



Gambar 16. Pengukuran TP1.

Hasil Pengukuran TP2

Pada titik pengukuran ini dilakukan pengukuran pada *input* Optocoupler. Sebelum melakukan pengukuran penulis menempatkan selector pada VDC. Berikut hasil pengukuran TP2 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Hasil Pengukuran TP2.

Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran (Volt DC)			Rata-Rata	Referensi
	1	2	3		
TP2	4,8	4,8	4,8	4,8	5 V

$$\% \text{Kesalahan} = \left| \frac{\text{Hasil Ukur} - \text{Hasil Teori}}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100\%$$

$$\text{Hasil Teori}$$

$$= \left| \frac{4,8 - 5}{5} \right| \times 100\%$$

$$5$$

$$= |0,04| \times 100\%$$

$$= 0,04\%$$

Jadi, analisis hasil pengukuran TP2 presentase kesalahan sebesar 0,04%. Hasil presentase kesalahan ini didapat dari hasil ukur dan hasil teori pengukuran yang sudah dilakukan. Referensi yang saya dapatkan diambil dari *input* tegangan Otocoupler yang saya gunakan yaitu sebesar 5V berfungsi dengan baik. Berikut hasil pengukuran ditunjukkan pada gambar 17.

**Gambar 17.** Pengukuran TP2.

Hasil Pengukuran TP3

Pada titik pengukuran ini dilakukan pengukuran pada *input* MPX5700AP. Sebelum melakukan pengukuran penulis menempatkan selector pada VDC. Berikut hasil pengukuran TP3 dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 3. Hasil Pengukuran TP3.

Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran (Volt DC)			Rata-Rata	Referensi
	1	2	3		
TP3	4,8	4,8	4,8	4,8	5 V

$$\begin{aligned}\%Kesalahan &= \left| \frac{\text{Hasil Ukur} - \text{Hasil Teori}}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{4,8 - 5}{5} \right| \times 100\% \\ &= |0,04| \times 100\% \\ &= 0,04\%\end{aligned}$$

Jadi, analisis hasil pengukuran TP3 presentase kesalahan sebesar 0,04%. Hasil presentase kesalahan ini didapat dari hasil ukur dan hasil teori pengukuran yang sudah dilakukan. Referensi yang saya dapatkan diambil dari *input* tegangan MPX5700AP yang saya gunakan yaitu sebesar 5V berfungsi dengan baik. Berikut hasil pengukuran ditunjukkan pada gambar 18.



Gambar 18. Pengukuran TP3.

Hasil Pengukuran TP4

Pada titik pengukuran ini dilakukan pengukuran pada *output* Baterai. Sebelum melakukan pengukuran penulis menempatkan selektor pada VDC. Berikut hasil pengukuran TP4 dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran TP4.

Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran (Volt DC)			Rata-Rata	Referensi
	1	2	3		
TP4	7	7	7	7	7,4 V

$$\begin{aligned}\%Kesalahan &= \left| \frac{\text{Hasil Ukur} - \text{Hasil Teori}}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{7 - 7,4}{7,4} \right| \times 100\% \\ &= |0,054| \times 100\% \\ &= 0,054\%\end{aligned}$$

Jadi, analisis hasil pengukuran TP4 presentase kesalahan sebesar 0,054%. Hasil presentase kesalahan ini didapat dari hasil ukur dan hasil teori pengukuran yang sudah dilakukan. Referensi yang saya dapatkan diambil dari *output* tegangan Baterai yang saya gunakan yaitu sebesar 7,4V berfungsi dengan baik. Berikut hasil pengukuran ditunjukkan pada gambar 19.



Gambar 19. Pengukuran TP4.

Hasil Pengukuran TP5

Pada titik pengukuran ini dilakukan pengukuran pada *input* DHT22. Sebelum melakukan pengukuran penulis menempatkan selector pada VDC. Berikut hasil pengukuran TP5 dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengukuran TP5.

Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran (Volt DC)			Rata-Rata	Referensi
	1	2	3		
TP5	4,8	4,8	4,8	4,8	5V

$$\% \text{Kesalahan} = \left| \frac{\text{Hasil Ukur} - \text{Hasil Teori}}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
 &= \left| \frac{4,8 - 5}{5} \right| \times 100\% \\
 &= |0,04| \times 100\% \\
 &= 0,04\%
 \end{aligned}$$

Jadi, analisis hasil pengukuran TP5 presentase kesalahan sebesar 0,04%. Hasil presentase kesalahan ini didapat dari hasil ukur dan hasil teori pengukuran yang sudah dilakukan. Referensi yang saya dapatkan diambil dari *input* tegangan DHT22 yang saya gunakan yaitu sebesar 5V berfungsi dengan baik. Berikut hasil pengukuran ditunjukkan pada gambar 20.



Gambar 20. Pengukuran TP5.

Hasil Pengukuran TP6

Pada titik pengukuran ini dilakukan pengukuran pada *input* LCD Nextion 4'3 Inch. Sebelum melakukan pengukuran penulis menempatkan selector pada VDC. Berikut hasil pengukuran TP6 dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengukuran TP6.

Titik Pengukuran	Hasil Pengukuran (Volt DC)			Rata-Rata	Referensi
	1	2	3		
TP6	4,6	4,6	4,6	4,6	5V

$$\% \text{Kesalahan} = \left| \frac{\text{Hasil Ukur} - \text{Hasil Teori}}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100\%$$

$$\text{Hasil Teori}$$

$$= \left| \frac{4,6 - 5}{5} \right| \times 100\%$$

$$5$$

$$= |0,08| \times 100\%$$

$$= 0,08\%$$

Jadi, analisis hasil pengukuran TP6 presentase kesalahan sebesar 0,08%. Hasil presentase kesalahan ini didapat dari hasil ukur dan hasil teori pengukuran yang sudah dilakukan. Referensi yang saya dapatkan diambil dari *input* tegangan LCD yang saya gunakan yaitu sebesar 5V berfungsi dengan baik. Berikut hasil pengukuran ditunjukkan pada gambar 21.



Gambar 21. Pengukuran TP6.

Uji Fungsi Alat

Penulis telah melakukan uji fungsi kalibrator dengan cara membandingkan nilai *occlusion* dan *flow* pada alat kalibrator penulis dan alat kalibrator asli menggunakan syringe pump dan syringe pump.

Berikut hasil uji fungsi Infusion Device Analyzer pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Fungsi *Flowrate* Syringe Pump.

No.	Parameter	Set Rate Alat	Pembacaan Standar Flow Rate (ml/h)	Kesalahan yang diijinkan
		(ml/h)	Alat Pembanding	
1.	<i>Flowrate</i> Alat (ml/h)	10	Hasil Alat	
			12	11,56
			12	11,54
			12	11,44
			12	11,41
			12	11,38
			12	11,38
		50	45	56,36
			45	55,03
			45	54,23
			45	54,09
			48	52,04
			48	54,23
			90	107,6
		100	90	108,41
			90	103,76
			90	110,06
			90	101,44
			90	105,55

Perhitungan *Flowrate* syringe pump:

- a. Rata-rata untuk *setting* 10 ml/h

$$\text{Rata - rata \% Kesalahan} = \frac{\text{Jumlah Data}}{\text{Jumlah Data}}$$

$$x = \frac{12 + 12 + 12 + 12 + 12}{6}$$

$$= 12$$

$$x = \frac{11,56 + 11,54 + 11,44 + 11,41 + 11,38 + 11,38}{6}$$

$$= 11,451$$

$$\% \text{Kesalahan Hasil Alat} = \left| \frac{\text{Hasil Alat} - \text{Hasil Teori}}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{12 - 10}{10} \right| \times 100 = \left| \frac{2}{10} \right| \times 100\%$$

$$= 20\%$$

$$\% \text{Kesalahan Hasil IDA} = \left| \frac{\text{Hasil Alat} - \text{Hasil Teori}}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{11,451 - 10}{10} \right| \times 100\% = \left| \frac{0,1451}{10} \right| \times 100\%$$

$$= 14,51\%$$

% Kesalahan hasil alat (modul) 20% $\geq$ dari % kesalahan hasil alat IDA 14,51%.

b. Rata-rata untuk *setting* 50 ml/h

$$\text{Rata - rata \% Kesalahan} = \frac{\text{Jumlah Data}}{\text{Jumlah Data}}$$

$$x = \frac{45 + 45 + 45 + 45 + 48 + 48}{6}$$

$$= 46$$

$$x = \frac{56,36 + 55,03 + 54,23 + 54,09 + 52,04 + 54,23}{6}$$

$$= 54,33$$

$$\% \text{Kesalahan Hasil Alat} = \left| \frac{\text{Hasil Alat} - \text{Hasil Teori}}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{46 - 50}{50} \right| \times 100\% = \left| \frac{-4}{50} \right| \times 100\%$$

$$= 8\%$$

$$\% \text{Kesalahan Hasil IDA} = \frac{\text{Hasil Alat} - \text{Hasil Teori}}{\text{Hasil Teori}} \times 100\%$$

$$= \left| \frac{54,33 - 50}{50} \right| \times 100\% = \left| \frac{4,33}{50} \right| \times 100\%$$

$$= 8,66\%$$

% Kesalahan hasil alat (modul) 8% $\leq$ dari % kesalahan hasil alat IDA 8,66%.

c. Rata-rata untuk *setting* 100 ml/h

$$\text{Rata - rata \% Kesalahan} = \frac{\text{Jumlah Data}}{\text{Jumlah Data}}$$

$$x = \frac{90 + 90 + 90 + 90 + 90 + 90}{6}$$

$$= 90$$

$$x = \frac{107,6 + 108,41 + 103,76 + 110,06 + 101,44 + 105,55}{6}$$

$$= 106,13$$

$$\% \text{Kesalahan Hasil Alat} = \left| \frac{\text{Hasil Alat} - \text{Hasil Teori}}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{90 - 100}{100} \right| \times 100\% = \left| \frac{-10}{100} \right| \times 100\%$$

$$= 10\%$$

$$\% \text{Kesalahan Hasil Alat} = \left| \frac{\text{Hasil Alat} - \text{Hasil Teori}}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{106,136 - 100}{100} \right| \times 100\% = \left| \frac{6,13}{100} \right| \times 100\%$$

$$= 6,13\%$$

% Kesalahan hasil alat (modul) 10% $\geq$ dari % kesalahan hasil alat IDA 6,13%.

Pada perhitungan *flowrate* syringe pump di rate 10 menunjukkan % Kesalahan hasil alat (modul) 20% $\geq$ dari % kesalahan hasil alat IDA 14,51%. Pada rate 50 menunjukkan % Kesalahan hasil alat (modul) 8% $\leq$ dari % kesalahan hasil alat IDA 8,66%. Pada rate 100, % Kesalahan hasil alat (modul) 10% $\geq$ dari % kesalahan hasil alat IDA 6,13%. Dapat dikatakan bahwa % kesalahan hasil alat (modul) lebih kecil dari pada hasil IDA. Berikut hasil uji fungsi *occlusion* Infusion Device Analyzer pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Fungsi *Occlusion*.

No.	Parameter	Set Rate Alat (ml/h)	Pembacaan standar (psi)		Kesalahan maksimal yang diijinkan
			Hasil Alat	Alat Pembanding	
1.	Pressure (psi)	100	3.21	9,22	≤ 20 psi
			2.99	9,24	
			2,44	9,28	
			3.10	9,29	
			3.15	9,20	
			2,66	9,22	

Perhitungan *Occlusion* syringe pump Rate 100 ml/h

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata \% Kesalahan} &= \frac{\text{Jumlah Data}}{\text{Jumlah Data}} \\ x &= \frac{3,21 + 2,99 + 2,44 + 3,10 + 3,15 + 2,66}{6} \\ &= 2,925 \\ x &= \frac{9,22 + 9,24 + 9,28 + 9,29 + 9,20 + 9,22}{6} \\ &= 9,241 \end{aligned}$$

Rata-rata *occlusion* hasil alat (modul) adalah 2,925 psi dan rata-rata *occlusion* hasil IDA 9,241 psi.

Tabel 9. Hasil Uji Fungsi *Flowrate* Infus Pump.

No.	Parameter	Set Rate Alat	Pembacaan Standar Flow Rate (ml/h)		Kesalahan yang diijinkan
			Hasil Alat	Alat Pembanding	
1.	Flowrate Alat (ml/h)	10	12	10,4	±10%
			12	10,3	
			12	10,2	
			12	10,2	
			12	10,4	
			12	10,2	
		50	48	51	
			45	53	
			45	52	
			102	103	
		100	87	107	
			81	104	
			87	101,13	
			87	102	
		500	399	496	
			366	492	
			366	488	

Perhitungan *flowrate* infus pump :

a. Rata-rata *setting* 10 ml/h

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata \% Kesalahan} &= \frac{\text{Jumlah Data}}{\text{Jumlah Data}} \\ x &= \frac{12 + 12 + 12 + 12 + 12}{6} \end{aligned}$$

$$= 12$$

$$x = \frac{10,4 + 10,3 + 10,2 + 10,2 + 10,4 + 10,2}{6}$$

$$= 10,28$$

$$\%Kesalahan Hasil Alat (modul) = \left| \frac{Hasil Alat - Hasil Teori}{Hasil Teori} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{12 - 10}{10} \right| \times 100\% = \left| \frac{2}{10} \right| \times 100\%$$

$$= 20\%$$

$$\%Kesalahan Hasil IDA = \left| \frac{Hasil Alat - Hasil Teori}{Hasil Teori} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{10,28 - 10}{10} \right| \times 100\% = \left| \frac{0,28}{10} \right| \times 100\%$$

$$= 2,8\%$$

% Kesalahan hasil alat (modul) 20% $\geq$ dari % kesalahan hasil alat IDA 2,8%.

b. Rata-rata setting 50 ml/h

$$Rata - rata \% Kesalahan = \frac{Jumlah Data}{Jumlah Data}$$

$$x = \frac{48 + 45 + 45}{3}$$

$$= 46$$

$$x = \frac{51 + 53 + 52}{3}$$

$$= 52$$

$$\%Kesalahan Hasil Alat (modul) = \left| \frac{Hasil Alat - Hasil Teori}{Hasil Teori} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{46 - 50}{50} \right| \times 100\% = \left| \frac{-4}{50} \right| \times 100\%$$

$$= 8\%$$

$$\%Kesalahan Hasil IDA = \left| \frac{Hasil Alat - Hasil Teori}{Hasil Teori} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{52 - 50}{50} \right| \times 100\% = \left| \frac{2}{50} \right| \times 100\%$$

$$= 4\%$$

% Kesalahan hasil alat (modul) $8\% \geq$ dari % kesalahan hasil alat IDA 4% .

c. Rata-rata *setting* 100ml/h

$$\text{Rata - rata \% Kesalahan} = \frac{\text{Jumlah Data}}{\text{Jumlah Data}}$$

$$x = \frac{102 + 87 + 81 + 87 + 87}{5}$$

$$= 87,6$$

$$x = \frac{103 + 107 + 104 + 101,13 + 102}{5}$$

$$= 103,426$$

$$\% \text{Kesalahan Hasil Alat (modul)} = \left| \frac{\text{Hasil Alat} - \text{Hasil Teori}}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{87 - 100}{100} \right| \times 100\% = \left| \frac{-13}{100} \right| \times 100\%$$

$$= 13\%$$

$$\% \text{Kesalahan Hasil IDA} = \left| \frac{\text{Hasil Alat} - \text{Hasil Teori}}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{103,426 - 100}{100} \right| \times 100\% = \left| \frac{3,426}{100} \right| \times 100\%$$

$$= 3,426\%$$

% Kesalahan hasil alat (modul) $13\% \geq$ dari % kesalahan hasil alat IDA $3,426\%$.

d. Rata-rata *setting* 500ml/h

$$\text{Rata - rata \% Kesalahan} = \frac{\text{Jumlah Data}}{\text{Jumlah Data}}$$

$$x = \frac{399 + 366 + 366}{3}$$

$$= 377$$

$$x = \frac{496 + 492 + 488}{3}$$

$$= 492$$

$$\% \text{Kesalahan Hasil Alat (modul)} = \left| \frac{\text{Hasil Alat} - \text{Hasil Teori}}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100\%$$

$$= \left| \frac{377 - 500}{500} \right| \times 100\% = \left| \frac{-123}{500} \right| \times 100\%$$

$$= 0,246 \times 100\%$$

$$= 24,6\%$$

$$\begin{aligned}\% \text{Kesalahan Hasil IDA} &= \left| \frac{\text{Hasil Alat} - \text{Hasil Teori}}{\text{Hasil Teori}} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{492 - 500}{500} \right| \times 100\% = \left| \frac{-8}{500} \right| \times 100\% \\ &= 0,016 \times 100\% \\ &= 1,6\%\end{aligned}$$

% Kesalahan hasil alat (modul) 24% $\geq$ dari % kesalahan hasil alat IDA 1,6%.

Pada perhitungan *flowrate* infus pump di *rate* 10 menunjukkan % kesalahan hasil alat (modul) 20% $\geq$ dari % kesalahan hasil alat IDA 2,8%. Pada *rate* 50 menunjukkan % kesalahan hasil alat (modul) 8% $\geq$ dari % kesalahan hasil alat IDA 4%. Pada *rate* 100, % kesalahan hasil alat (modul) 13% $\geq$ dari % kesalahan hasil alat IDA 3,426%. Dan pada *rate* 500 menunjukkan % kesalahan hasil alat (modul) 24,6% $\geq$ dari % kesalahan hasil alat IDA 1,6%. Dapat dikatakan bahwa % kesalahan hasil alat (modul) lebih besar dari pada hasil IDA.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan Rancang Bangun Infusion Device Analyzer dilengkapi suhu dan Kelembapan Ruangan Berbasis Arduino, mulai dari studi Pustaka, perencanaan, percobaan sampai pendataan dan analisis data. Maka penulis dapat menyimpulkan bahwa :

Rancang bangun Infusion Device Analyzer dilengkapi suhu dan Kelembapan Ruangan Berbasis Arduino ini memakai Sensor MPX5700AP sebagai pembaca tekanan dan Optocoupler sebagai pembacaan *flowrate* cairan dari Infus Pump dan Syringe Pump. Alat ini menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler yang mengatur jalannya alat. Untuk penutup dan pembukanya jalan cairan diatur oleh Selenoid Valve dan untuk mendeteksi suhu serta kelembapan sekitar menggunakan sensor DHT22. Dan semua pembacaan sensor ditampilkan pada LCD Nextion 4'3 Inch. Alat ini digunakan untuk mengkalibrasi Infus Pump dan Syringe Pump dengan cara membandingkan nilai occlusion dan flow pada Infus Pump dan syringe Pump dengan nilai yang telah disetting pada alat.

Perancangan Infusion Device Analyzer dilengkapi suhu dan Kelembapan Ruangan Berbasis Arduino memiliki presentase kesalahan pada titik pengukuran TP 1 sebesar 0%. TP2, TP3 dan TP5 0,04% hasil pengukuran masih dalam batas toleransi. TP4 0,054%, TP6 0,08% dan TP7 sebesar 0,028%. Uji fungsi yang dilakukan penulis memiliki pada perhitungan *flowrate* pada syringe pump di *rate* 10 menunjukkan % Kesalahan hasil alat (modul) 20% $\leq$ dari % kesalahan hasil alat IDA 26,16%. Pada *rate* 50 menunjukkan % Kesalahan hasil alat

(modul) $6,8\% \leq$ dari % kesalahan hasil alat IDA $7,44\%$. Pada rate 100 menunjukkan % Kesalahan hasil alat (modul) $3,8\% \geq$ dari % kesalahan hasil alat IDA $3,392\%$. Dan pada perhitungan flowrate pada infus pump di rate 10 menunjukkan % kesalahan alat (modul) $20\% \geq$ dari % kesalahan alat IDA $2,6\%$. Pada rate 50 menunjukkan % kesalahan alat (modul) $8\% \geq$ dari % kesalahan alat IDA 4% . Pada rate 100 menunjukkan % kesalahan alat (modul) $13\% \geq$ dari % kesalahan alat IDA $3,426\%$. Pada rate 500 menunjukkan % kesalahan alat (modul) $24,6\% \geq$ dari % kesalahan alat IDA $1,6\%$. Dapat dikatakan bahwa perhitungan pada syringe pump % kesalahan pada hasil alat (modul) lebih kecil dari pada hasil IDA dan perhitungan pada infus pump menunjukkan % kesalahan pada hasil alat (modul) lebih besar dari pada hasil IDA. Lalu perhitungan occlusion pada syringe pump menunjukkan rata-rata hasil alat (modul) $3,132 \text{ psi} \leq$ dari pada% kesalahan hasil rata-rata alat IDA $3,456 \text{ psi}$. Parameter occlusion dan flow pada alat yang dibuat (modul) masih dalam batas toleransi pada alat syringe pump dengan demikian dapat dikatakan bahwa alat yang dibuat oleh peneliti berhasil.

Saran

Secara umum, penelitian ini telah berjalan dengan baik. Namun beberapa hal yang perlu diperhatikan guna untuk pengembangan alat ini agar mendapatkan hasil yang maksimal. Saran penulis kedepannya agar alat dibuat dapat lebih baik lagi, diantaranya: Untuk pengembangan penelitian lebih lanjut, peneliti memiliki saran untuk menambahkan penyimpanan data. Mengganti komponen dengan yang lebih baik dan lebih akurat. Inovasi pengembangan dengan menambahkan draining agar cairan bisa mengisi selang dengan penuh dan mengosongkan selang secara otomatis. Menambahkan grafik agar hasil dapat terlihat apabila sudah stabil.

DAFTAR REFERENSI

- Alfian, R., & Maulana, D. (2020). Rancang bangun sistem kalibrasi tekanan darah digital berbasis mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektromedik Indonesia*, 2(2), 45–52.
- Andriani, T., & Yusuf, M. (2022). Pengujian akurasi alat ukur suhu digital berbasis mikrokontroler Arduino Nano. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 10(1), 33–40.
- Fitriyah, N., & Santoso, A. (2021). Desain sistem monitoring suhu dan kelembaban berbasis DHT22 menggunakan Arduino Uno. *Jurnal Elektronika dan Otomasi*, 9(2), 115–122.
- Hafidz, R., & Widiyanto, P. (2020). Penerapan metode PID pada sistem kontrol suhu alat medis menggunakan sensor LM35. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 5(3), 201–209.
- Hidayat, M., & Pratama, R. (2021). Pengembangan sistem monitoring suhu dan tekanan alat medis menggunakan sensor digital. *Jurnal Instrumentasi dan Otomasi Medik*, 5(1), 27–35.

- Iskandar, A., & Rahmawati, N. (2019). Sistem pemantauan infus otomatis berbasis mikrokontroler untuk peningkatan keselamatan pasien. *Jurnal Rekayasa Elektronika dan Informatika*, 4(3), 99–106.
- Kusnandar, D., & Siregar, F. (2022). Implementasi Internet of Things (IoT) untuk pemantauan alat medis di rumah sakit. *Jurnal Teknologi Kesehatan*, 8(1), 11–19. <https://doi.org/10.31227/osf.io/9khts>
- Lestari, F., & Suryana, D. (2020). Kalibrasi alat ukur suhu dan tekanan untuk peralatan medis menggunakan sistem otomatis berbasis Arduino. *Jurnal Sains dan Teknologi Terapan*, 18(2), 120–127.
- Naufal, M. R., & Putra, E. P. (2023). Pengembangan sistem kalibrasi digital untuk alat ukur tekanan darah berbasis Arduino. *Jurnal Aplikasi Teknologi dan Instrumentasi*, 2(2), 47–55.
- Naufal, R., & Hartanto, P. (2023). Desain sistem kalibrasi alat infus pump berbasis mikrokontroler ESP32. *Jurnal Teknologi dan Riset Elektromedik*, 3(2), 54–61.
- Pradana, I., & Rahayu, L. (2021). Sistem pemantauan suhu ruang steril rumah sakit menggunakan IoT berbasis NodeMCU. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 7(4), 289–296.
- Putri, A. D., & Wibowo, Y. (2021). Analisis efektivitas perawatan preventif peralatan medis di rumah sakit pemerintah. *Jurnal Kesehatan dan Keselamatan Kerja*, 10(2), 78–85.
- Setiawan, H., & Kurniawan, D. (2020). Pengujian performa alat infus otomatis berbasis Arduino dan sensor ultrasonik. *Jurnal Teknologi Kesehatan*, 6(2), 73–81.
- Wulandari, S., & Nugroho, A. (2022). Rancang bangun sistem kalibrasi alat kesehatan berbasis sensor digital dan Arduino. *Jurnal Ilmu Teknik dan Kesehatan*, 6(4), 134–142.
- Yulianto, B., & Fitria, S. (2019). Implementasi sistem kalibrasi suhu berbasis mikrokontroler untuk laboratorium klinik. *Jurnal Inovasi Teknologi dan Sains*, 4(1), 56–63.