



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 5 Nomor 4 Tahun 2025 Page 10567-10580

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

## Rancang Bangun *Suction Pump Portable* dengan Tampilan *Digital* Menggunakan *Arduino Uno R3 328p*

Suci Imani Putri<sup>1</sup>, Ade Firdaus<sup>2</sup>, Rahmalisa Suhartina<sup>3✉</sup>, Samsul Mujakar<sup>4</sup>

Akademi Teknik Elektromedik Andakara

Email: [rlisast@gmail.com](mailto:rlisast@gmail.com)<sup>3✉</sup>

### Abstrak

Penelitian Dalam bidang medis, penggunaan alat kesehatan yang tepat sangat penting untuk menunjang tugas tenaga medis dalam memberikan pelayanan yang optimal. Modul rancang bangun suction pump portable dengan tampilan digital ini dirancang untuk mempermudah pengaturan dan monitoring tekanan hisap selama prosedur medis. Penelitian diawali dengan studi pustaka, pendataan, dan analisis kebutuhan alat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa suction pump ini mampu menampilkan nilai tekanan hisap secara real-time sesuai pengaturan pengguna dan memenuhi standar tekanan hisap yang dianjurkan untuk berbagai kebutuhan medis, termasuk bayi baru lahir, anak-anak, dan dewasa. Pengujian dengan Digital Pressure Meter membuktikan bahwa alat ini memiliki tingkat akurasi rata-rata sebesar 92,52% dengan nilai error sebesar 4,43%. Temuan ini menunjukkan bahwa alat suction pump portable ini dapat diandalkan untuk penggunaan klinis dalam batas toleransi standar internasional serta mendukung pemakaian di berbagai kondisi medis yang memerlukan daya hisap dengan presisi tinggi.

Kata Kunci: *Suction Pump Portable, Tekanan Hisap, Arduino Uno, Digital Display*

## Abstract

This In the medical field, the use of appropriate medical devices is essential to support healthcare personnel in providing optimal services. This portable suction pump module with a digital display is designed to facilitate the adjustment and monitoring of suction pressure during medical procedures. The study began with a literature review, data collection, and needs analysis. Test results indicate that the suction pump can display real-time suction pressure according to user settings and meets the recommended suction pressure standards for various medical needs, including newborns, children, and adults. Testing with a Digital Pressure Meter demonstrated that the device has an average accuracy rate of 92.52% with an error value of 4.43%. These findings indicate that this portable suction pump is reliable for clinical use within international standard tolerance limits and supports usage in various medical conditions requiring high-precision suction power.

Keywords: *Portable Suction Pump, Suction Pressure, Arduino Uno, Digital Display*

## PENDAHULUAN

Dalam bidang medis kini semakin banyak alat kesehatan yang dapat membantu dan mempermudah para tenaga medis dalam menjalankan tugasnya. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengadaan peralatan medis dan sarana lainnya untuk meningkatkan pelayanan kesehatan, khususnya pada peralatan elektromedik. Menurut Depkes RI (2008), penyediaan sarana dan prasarana alat kesehatan merupakan salah satu elemen penting dalam sistem pelayanan kesehatan yang efektif, efisien, dan terjangkau. Sementara itu, menurut Wahyuni (2015), pengadaan alat kesehatan yang modern dan sesuai perkembangan teknologi akan mendukung percepatan diagnosis serta terapi pasien, sehingga meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan secara menyeluruh.

Untuk meningkatkan pelayanan kesehatan yang merupakan dasar dalam pembangunan nasional, diperlukan alat-alat medis yang maju dan sesuai dengan perkembangan zaman. Hal ini akan sangat membantu dan memberikan kemudahan bagi tenaga medis maupun operator (*user*). Menurut Fadhilah (2017), modernisasi alat kesehatan dapat mempercepat proses tindakan medis, mengurangi beban kerja tenaga medis, serta meningkatkan keselamatan pasien. Salah satu alat medis bedah yang sangat diperlukan dalam proses operasi adalah suction pump.

Suction dalam bidang medis digunakan untuk mengambil atau mengalirkan cairan keluar dari tubuh. Penggunaan suction sudah ada sejak tahun 1933 (Djawas, 2012). Penggunaan suction secara profesional dapat digunakan untuk menghilangkan darah dari daerah yang dioperasi, memungkinkan ahli bedah untuk melihat dan bekerja pada daerah yang akan dioperasi tersebut. Alat ini sering digunakan pada ruang operasi dan Intensive

Care Unit (ICU) (Othman, 2013). Menurut Purwanto (2016), suction pump merupakan alat vital dalam proses pembedahan dan perawatan intensif karena membantu menjaga area operasi tetap bersih dan meminimalkan risiko infeksi.

Suction pump adalah alat medis yang berfungsi untuk menghisap dan membuang cairan yang tidak diperlukan saat proses operasi pembedahan pada tubuh pasien. Menurut Handayani dan Rahmawati (2020), alat ini juga memiliki peranan penting dalam tindakan pertolongan pertama seperti pada kasus asfiksia neonatal maupun penanganan saluran napas tersumbat.

Pengaturan tekanan pada suction pump biasanya dilakukan setelah vakum berjalan. Hal ini akan menghambat penggunaan yang dilakukan user. User akan kesulitan dalam menentukan tekanan yang digunakan karena tampilan masih berupa manometer berbentuk jarum. Sedangkan pada kegiatan tertentu, user diperlukan untuk mengetahui daya hisap yang dikeluarkan oleh suction pump. Hal tersebut dikarenakan adanya penggunaan suction untuk pasien trakeostomi dan bayi baru lahir. Munandar (2018) menegaskan bahwa keterbatasan tampilan analog pada alat suction menyebabkan user tidak dapat mengetahui perubahan tekanan secara real-time, yang dapat membahayakan pasien jika tidak ditangani dengan cepat.

Ketika bayi baru lahir tidak dapat bernapas dengan baik dalam beberapa menit, maka bayi akan mengalami asfiksia. Cara menanggulangi hal tersebut adalah dengan penggunaan suction. Namun, tekanan yang tinggi sangat berbahaya bagi jalan napas bayi. WHO menerbitkan rekomendasi tekanan negatif untuk bayi baru lahir adalah 80–100 mmHg. Selain itu, ISO merekomendasikan suction memiliki tekanan negatif kurang dari 150 mmHg (Prमितasari, 2019). Widodo (2015) menambahkan bahwa tekanan yang tidak sesuai dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan lunak bayi dan menimbulkan komplikasi serius seperti perdarahan atau edema.

American Association for Respiratory Care menganjurkan untuk selalu melakukan pengaturan tekanan sebelum proses penghisapan dilakukan dengan cara menutup ujung selang yang menghubungkan kateter suction dengan tempat penampung, kemudian tekanan yang dianjurkan adalah -100 mmHg hingga -150 mmHg yang diatur dengan memutar pengaturan tekanan (*vacuum regulator*) yang terdapat pada alat suction control. Penggunaan tekanan suction yang berlebihan (> -150 mmHg) dapat menyebabkan penurunan saturasi oksigen, trauma pada jalan napas hingga menyebabkan kolaps alveoli (WHO, 2016). Menurut Kurniawan (2014), pengaturan tekanan yang tidak tepat juga dapat menghambat proses penyembuhan luka dan memperpanjang masa perawatan.

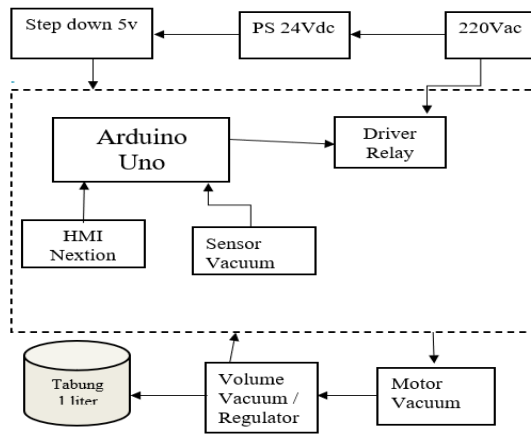
Berdasarkan penelitian Rizki Agung Nugroho, permasalahan yang sering terjadi pada saat menggunakan alat suction pump adalah tidak adanya menu *stand by* pada alat ini, sehingga motor suction bekerja terus menerus dan tidak bisa dihentikan tanpa menekan switch ON-OFF. Hal ini mengakibatkan konsumsi daya yang lebih tinggi (Nugroho, 2012). Sementara itu, Yuliana (2019) menyatakan bahwa konsumsi daya yang tinggi tidak hanya meningkatkan biaya operasional rumah sakit, tetapi juga berpotensi menyebabkan kerusakan dini pada komponen alat.

Berdasarkan pengalaman penulis saat bekerja di PT Jenco Mulia Teknologi, saat ingin melakukan kalibrasi internal alat suction pump menggunakan alat kalibrasi Digital Pressure Meter (DPM), terdapat kesulitan dalam menentukan besar tekanan daya hisap yang diatur. Saat menggunakan alat Suction Pump dengan tampilan manometer tidak bisa melihat apabila ada perubahan tekanan saat pengoperasian secara detail. Saputra (2021) dalam studi kalibrasi alat elektromedis menyatakan bahwa tampilan digital sangat membantu dalam proses kalibrasi karena memberikan akurasi lebih tinggi dibandingkan manometer analog.

Berdasarkan pengalaman di atas, maka penelitian berencana membuat alat rancang bangun suction pump portable dengan tampilan digital dan menggunakan Arduino Uno R3 328P untuk menampilkan nilai daya hisap. Tujuannya adalah agar mempermudah user dan kalibrator dalam memastikan daya hisap yang dihasilkan serta memudahkan perawat dan user melihat tekanannya apabila berubah-ubah saat pengoperasian. Selain itu, dengan desain yang portable, alat ini akan lebih fleksibel dan efisien untuk digunakan di berbagai ruang pelayanan medis. Setiawan (2020) menyatakan bahwa alat kesehatan yang bersifat portable sangat diminati di fasilitas pelayanan kesehatan karena mudah dibawa, dioperasikan, dan disimpan, serta mendukung mobilitas tinggi dalam tindakan darurat.

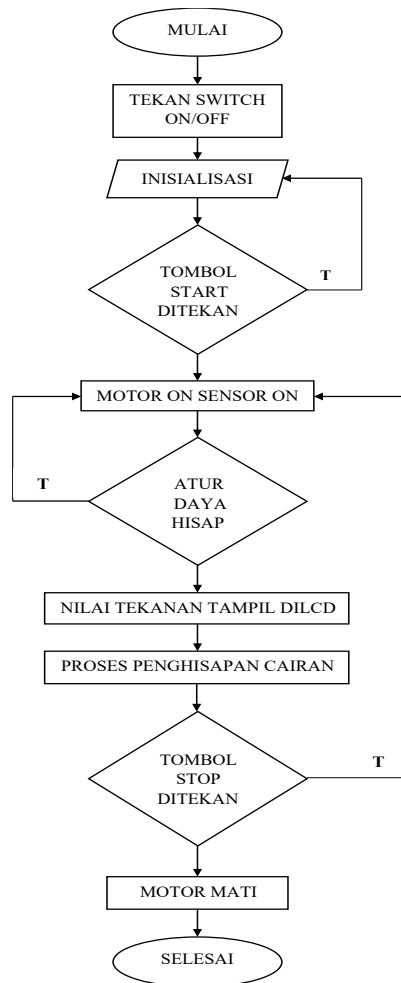
## METODE PENELITIAN

Sistem yang dirancang berdasarkan diagram blok pada Gambar 1. Dimana fungsi dari diagram blok ini untuk menunjukkan hubungan antara komponen utama dengan komponen pendukung, seperti sensor tekanan, motor vakum, dan mikrokontroler. Diagram ini juga membantu mendefinisikan alur data dalam sistem.



Gambar 1. Blok Diagram Suction Pump

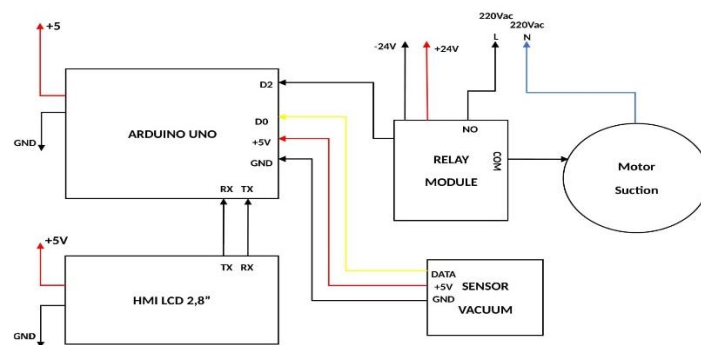
Flowchart atau Diagram alir cara kerja sistem dimulai dari pengaktifan alat hingga proses penghisapan cairan, serta menunjukkan fungsi utama dari setiap komponen yang terlibat. Diagram ini bertujuan untuk mempermudah pemahaman terhadap cara kerja suction pump secara keseluruhan.



Gambar 2. Flowchart

Alat dihidupkan dengan menekan Switch ON/OFF setelah itu alat akan melakukan inialisasi HMI, inialisasi selesai tekan tombol power lalu motor dan sensor akan bekerja setelah itu atur daya hisap yang dibutuhkan, setelah mengatur daya hisap akan dibaca oleh sensor negative pressure PSS-V01V-R1/8, setelah terbaca oleh sensor akan tampil di HMI, jika YA maka akan ready untuk proses penghisapan, jika NO atur kembali daya hisapnya, setelah proses penghisapan, hasilnya akan ditampung pada tabung, setelah selesai digunakan alat dimatikan dengan menekan tombol power lalu tekan switch ON/OFF.

Berikut adalah wiring diagram yang berisi rangkaian elektronika yang dirancang pada penelitian ini. Blok diagram ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Wiring Diagram

Rangkaian Motor AC adalah rangkaian yang berfungsi untuk menghidupkan Motor *vakum*. Saat motor *vakum* sudah menyala motor akan melakukan daya hisap yang sudah di atur, Sensor yang digunakan adalah sensor PSS V-10V adalah rangkian ini sebagai pembaca kapasitas daya hisap / pengubah tekanan menjadi sinyal listrik dan akan mengirim sinyal listrik pada arduino, LCD yang terhubung adalah rangkaian untuk menampilkan daya hisap dari motor dan start/stop sesuai perintah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Uji Parameter Hasil Penelitian

Untuk mengetahui secara keseluruhan sumber tegangan dan keluaran yang ada pada alat, serta untuk mengetahui fungsi alat ini, maka penulis melakukan pengukuran dan pengujian alat ini :

#### a. Persiapan Alat

Sebagai penunjang dalam pengujian dan peralatan, penulis menggunakan beberapa peralatan tambahan sebagai berikut :

## 1. Avometer Digital

Berikut adalah penjelasan mengenai pengukuran alat menggunakan avometer digital. Pengukuran ini dilakukan untuk memeriksa tegangan, arus, dan resistansi pada alat yang digunakan dalam penelitian. Penggunaan avometer digital memungkinkan hasil pengukuran yang lebih akurat dan mudah dibaca, sehingga memastikan bahwa kondisi kelistrikan alat berfungsi sesuai dengan standar yang diperlukan



Gambar 4. Mengukur Tegangan

Berikut adalah tabel pengukuran tegangan kerja pada masing-masing komponen yang digunakan pada alat suction pump pada tabel 1.

Tabel 1. Pengukuran Tegangan Kerja Alat

| NO | NAMA ALAT                | P1       | P2       | P3       | $\Sigma x$ |
|----|--------------------------|----------|----------|----------|------------|
| 1  | Power Suply              | 24Vdc    | 24,03Vdc | 24,06Vdc | 24,03Vdc   |
| 2  | Pompa Vacuum             | 227,3Vac | 227,9Vac | 227,3Vac | 227,5Vac   |
| 3  | Arduino                  | 5,3Vdc   | 5,2Vdc   | 5,3Vdc   | 5,2Vdc     |
| 4  | Step Down                | 5,2Vdc   | 5,3Vdc   | 5,2Vdc   | 5,2Vdc     |
| 5  | HMI LCD Display          | 4,73Vdc  | 4,80Vdc  | 4,70Vdc  | 4,74Vdc    |
| 6  | Rangkaian Relai          | 4,72Vdc  | 4,73Vdc  | 4,72Vdc  | 4,72Vdc    |
| 7  | Sensor Negatife Pressure | 27,28    | 27,27    | 27,29    | 27,28      |

Dari hasil pengukuran maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

### 1. Tegangan Masukan

Nilai sebenarnya = 220 VAC

Nilai terukur = 228 VAC

Selisih = 8 V

$$\begin{aligned}\text{Nilai error} &= \frac{\text{nilai terukur}}{\text{nilai seharusnya}} \times 100\% \\ &= \frac{228}{220} \times 100\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 1\% \\
 \text{Nilai akurasi} &= 100\% - \left(\frac{228}{220} \times 100\%\right) \\
 &= 100\% - 1\% \\
 &= 99\%
 \end{aligned}$$

## 2. Tegangan Power Supply

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai sebenarnya} &= 24 \text{ VDC} \\
 \text{Nilai terukur} &= 24,2 \text{ VDC} \\
 \text{Selisih} &= 0,2 \text{ VDC} \\
 \text{Nilai } error &= \frac{24,2}{24} \times 100\% \\
 &= 1\% \\
 \text{Nilai akurasi} &= 100\% - \left(\frac{228}{220} \times 100\%\right) \\
 &= 100\% - 1\% \\
 &= 99\%
 \end{aligned}$$

## 3. Tegangan Motor AC

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai sebenarnya} &= 220 \text{ VAC} \\
 \text{Nilai terukur} &= 227,5 \text{ VAC} \\
 \text{Selisih} &= 7,5 \text{ VAC} \\
 \text{Nilai } error &= \frac{227,5}{220} \times 100\% \\
 &= 1\% \\
 \text{Nilai akurasi} &= 100\% - \left(\frac{228}{220} \times 100\%\right) \\
 &= 100\% - 1\% \\
 &= 99\%
 \end{aligned}$$

## 4. Tegangan Arduino Uno R3

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai sebenarnya} &= 5 \text{ VDC} \\
 \text{Nilai terukur} &= 5,3 \text{ VDC} \\
 \text{S Selisih} &= 0,3 \text{ VDC} \\
 \text{Nilai } error &= \frac{5,3}{5} \times 100\% \\
 &= 1\% \\
 \text{Nilai akurasi} &= 100\% - 1\% \\
 &= 99\%
 \end{aligned}$$

## 5. Tegangan HMI LCD 2,8"

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai sebenarnya} &= 5 \text{ VDC} \\
 \text{Nilai terukur} &= 4,74 \text{ VDC} \\
 \text{Selisih} &= 0,26 \text{ VDC}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai } error &= \frac{5,3}{5} \times 100\% \\ &= 1\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai akurasi} &= 100\% - 1\% \\ &= 99\% \end{aligned}$$

#### 6. Tegangan Sensor PSS V-01V

$$\text{Nilai sebenarnya} = 8-30\text{V VDC}$$

$$\text{Nilai terukur} = 27,28\text{VDC}$$

$$\text{Selisih} = 2,72\text{ VDC}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai } error &= \frac{27,28}{30} \times 100\% \\ &= 1\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai akurasi} &= 100\% - 1\% \\ &= 99\% \end{aligned}$$

#### 2. Digital Pressure Meter (DPM)

Berikut adalah prosedur pengukuran daya hisap menggunakan *Digital Pressure Meter (DPM)*. Pengukuran ini dilakukan untuk memastikan kekuatan hisap alat sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan, sehingga dapat berfungsi optimal dalam prosedur medis yang memerlukan penghisapan cairan.



Gambar 5. Pengukuran Daya Hisap Dengan DPM

Berikut adalah tabel pengukuran daya hisap pada suction pump yang menggunakan *digital pressure meter* pada tabel 3.





Tabel 2. Pengukuran Daya Hisap

| No | Titik Ukur (-mmHg) | Pembacaan DPM (-mmHg) |        | Hasil Pengukuran |    |
|----|--------------------|-----------------------|--------|------------------|----|
|    |                    | Naik                  | Turun  | OK               | NG |
|    |                    | 1.                    | 0      | -4               | -2 |
| 2. | -100               | -125,5                | -124,8 | √                |    |
| 3. | -200               | -220                  | -199   | √                |    |
| 4. | -300               | -320,3                | -310   | √                |    |
| 5. | -400               | -413                  | -410,1 | √                |    |

Berikut adalah tabel dokumentasi pengukuran daya hisap pada suction pump yang menggunakan *digital pressure meter* pada tabel 3.

Tabel 3. Foto Pengukuran Daya Hisap

| NO | Titik Ukur (mmhg) | Dokumentasi  |
|----|-------------------|--|
| 1  | 0 mmhg            |   |
| 2  | 100 mmhg          |  |

|   |          |  |
|---|----------|--|
| 3 | 200 mmhg |    |
| 4 | 300 mmhg |    |
| 5 | 400 mmhg |   |
| 5 | 500 mmhg |  |

### 3. Pengukuran Kebisingan (Desibel) Alat dengan DB Meter

Berikut adalah pengukuran tingkat kebisingan alat menggunakan DB Meter (*desibel meter*). Pengukuran ini dilakukan untuk memastikan bahwa tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh alat berada dalam batas yang aman dan sesuai dengan standar yang berlaku, guna menjaga kenyamanan dan keselamatan pengguna.

Tabel 4. Pengukuran kebisingan (Desibel)

| No. | Titik Ukur       | Pembacaan Desibel Meter (dB) | Toleransi  | Hasil Pengukuran |    |
|-----|------------------|------------------------------|------------|------------------|----|
|     |                  |                              |            | OK               | NG |
| 1.  | Mesin kondisi ON | 54,5                         | Max. 60 dB | √                |    |

## A. Pengukuran 100 mmHg

$$\begin{aligned} \text{Rata-Rata} &= \frac{\text{pengukuran 1} + \text{pengukuran 2} + \dots + \text{pengukuran 10}}{\text{jumlah pengukuran}} \\ &= \frac{117,5 + 115,8 + 119,5 + 109,8 + 108,3 + 102,3 + 116,7 + 118,7 + 103,4 + 105,5}{10} = \frac{1117,5}{10} \\ &= 111,75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Error} &= \frac{\bar{x}_{Ref} - \bar{x}_{Modul}}{\bar{x}_{Modul}} \times 100\% = \frac{116,75 - 100}{100} \times 100\% \\ &= 11,75\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keakurasian} &= 100\% - \text{error} \\ &= 100\% - 16,75\% \\ &= 83,25\% \end{aligned}$$

Kesimpulan dari percobaan pengukuran tekanan sebesar 100 mmHg memiliki keakurasian 83,25 % dengan nilai error yaitu 11,75 %.

## B. Pengukuran 200 mmHg

$$\begin{aligned} \text{Rata-Rata} &= \frac{\text{pengukuran 1} + \text{pengukuran 2} + \dots + \text{pengukuran 10}}{\text{jumlah pengukuran}} \\ &= \frac{201,5 + 213 + 210 + 202,8 + 203,6 + 201,4 + 202,6 + 205,6 + 203,4 + 199,7}{10} = \frac{2043,6}{10} \\ &= 204,36 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Error} &= \frac{\bar{x}_{Ref} - \bar{x}_{Modul}}{\bar{x}_{Ref}} \times 100\% = \frac{204,36 - 200}{200} \times 100\% \\ &= 4,36\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keakurasian} &= 100\% - \text{error} \\ &= 100\% - 0,0218\% \\ &= 99,97\% \end{aligned}$$

Kesimpulan dari percobaan pengukuran tekanan sebesar 200 mmHg memiliki keakurasian 99,97 % dengan nilai error yaitu 0,218 %

## C. Pengukuran 300 mmHg

$$\begin{aligned} \text{Rata-Rata} &= \frac{\text{pengukuran 1} + \text{pengukuran 2} + \dots + \text{pengukuran 10}}{\text{jumlah pengukuran}} \\ &= \frac{634,2 + 617,1 + 611,3 + 599,4 + 590,6 + 601,7 + 622,8 + 590,7 + 601,3 + 610,7}{10} = \frac{6079,8}{10} \\ &= 607,98 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Error} &= \frac{\bar{x}_{Ref} - \bar{x}_{Modul}}{\bar{x}_{Ref}} \times 100\% = \frac{607,98 - 600}{600} \times 100\% \\ &= 1,33\% \end{aligned}$$

$$\text{Keakurasian} = 100\% - \text{error}$$

$$= 100 \% - 1,33 \%$$

$$= 98,67 \%$$

Kesimpulan dari percobaan pengukuran tekanan sebesar 300 mmHg memiliki keakurasian 98,67 % dengan nilai error yaitu 1,33 %

## SIMPULAN

Modul rancang bangun *suction pump portable* dengan tampilan digital, dimulai dengan studi pustaka yang dilanjutkan dengan proses pendataan dan analisis. Berdasarkan hasil penelitian, beberapa kesimpulan dapat diambil terkait performa alat yang dirancang. Hasil penghisapan yang ditampilkan pada layar berfungsi sesuai dengan pengaturan selektor yang dilakukan oleh pengguna. Setiap bagian yang dirancang terbukti bekerja dengan baik berdasarkan hasil pemantauan selama proses pengujian. Uji hasil alat menggunakan Digital Pressure Meter menunjukkan bahwa tekanan yang dihasilkan alat ini memenuhi standar yang ditetapkan. Pengujian dilakukan pada beberapa skenario tekanan sesuai kebutuhan medis, seperti untuk bayi baru lahir, anak-anak, dan dewasa. Kesimpulan dari percobaan-percobaan dengan pengukuran tekanan sesuai prosedur menunjukkan bahwa alat ini memiliki tingkat akurasi rata-rata sebesar 92,52%, dengan nilai error sebesar 4,43%. Hal ini menunjukkan bahwa alat ini dapat diandalkan untuk penggunaan klinis dalam batas toleransi yang sesuai dengan standar internasional. Selain itu, keakurasian ini mendukung penggunaan alat dalam berbagai kondisi medis yang membutuhkan daya hisap dengan presisi tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andrian, D. K. (2020, Januari 12). *Hal yang perlu Anda ketahui tentang air liur*. Alodokter. <https://www.alodokter.com/pantau-kondisi-kesehatan-melalui-air-liur>
- Depkes RI. (2008). *Pedoman perencanaan kebutuhan alat kesehatan di rumah sakit*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Djawas, F. U., Indrato, T. B., & Makruf, M. R. (2012). Automatic suction pump continuous dilengkapi safety berbasis mikrokontroler. *Jurnal Teknik Elektromedik Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya*, 1(1), 1–9.
- Fadhilah, N. (2017). Inovasi alat kesehatan dan dampaknya terhadap pelayanan medis di rumah sakit. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9(2), 121–130.
- Handayani, L., & Rahmawati, D. (2020). Pemanfaatan suction pump dalam pertolongan pertama pada bayi asfiksia. *Jurnal Kebidanan dan Kesehatan Tradisional*, 5(1), 42–50.

- Kurniawan, A. (2014). Pengaruh tekanan negatif suction terhadap keamanan jalan napas pasien. *Jurnal Respirasi Indonesia*, 3(2), 75–81.
- Munandar, A. (2018). Analisa efektivitas penggunaan alat suction dengan tampilan analog dan digital di ICU. *Jurnal Teknik Elektromedik*, 6(1), 18–24.
- Nugroho, R. A. (2022). *Suction pump portable dengan tampilan digital* (1st ed.). Jakarta: Andakara KTI.
- Othman, F., Sadeghian, M. S., Ebrahimi, F., & Heydari, M. (2013). A study on sedimentation in Sefidroud Dam by using depth evaluation and comparing the results with USBR and FAO methods. *International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering*, 51(9), 6. <https://doi.org/10.7763/IPCBEE>
- Pramitasari, N. (2019). Perbandingan tindakan suction ..., Nia Pramitasari, Fakultas Ilmu Kesehatan UMP, 2019. pp. 13–29.
- Purwanto, R. (2016). Pentingnya alat suction dalam bedah dan ICU: Kajian teknis dan klinis. *Jurnal Kesehatan Prima*, 4(3), 55–62.
- Saputra, D. (2021). Analisis akurasi kalibrasi alat suction pump berbasis digital pressure meter (DPM). *Jurnal Teknologi Elektromedik*, 7(1), 30–36.
- Setiawan, B. (2020). Desain alat kesehatan portable berbasis mikrokontroler untuk mobilitas tinggi di fasilitas kesehatan. *Jurnal Teknik Kesehatan*, 8(2), 66–74.
- Wahyuni, T. (2015). Modernisasi peralatan medis dan pengaruhnya terhadap kinerja pelayanan rumah sakit. *Jurnal Administrasi Rumah Sakit*, 1(1), 11–20.
- Widodo, S. (2015). Risiko penggunaan suction dengan tekanan tinggi pada bayi baru lahir. *Jurnal Kesehatan Anak*, 2(2), 99–105.
- World Health Organization (WHO). (2016). *WHO technical specifications of neonatal resuscitation devices* (Vol. 3, No. 4, p. 80). World Health Organization Library Cataloguing-in-Publication Data.