



Rancang Bangun Neopuff Berbasis Arduino Uno

Aprianus Pilis^{1*}, Patrisius Kusi Olla², Bayu Wahyudi³

¹⁻³ Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Semarang, Indonesia

*Penulis korespondensi: aprianuspilis@stikessemarang.ac.id¹

Abstract. Neonatal asphyxia is a critical emergency condition in newborns characterized by the failure to initiate or maintain spontaneous and regular breathing, leading to hypoxemia, hypercapnia, and acidosis. One of the primary interventions to manage this condition is positive pressure ventilation using a resuscitation device such as a T-piece resuscitator or Neopuff. The Neopuff device has advantages over manual methods because it can provide stable and controlled Peak Inspiratory Pressure (PIP) and Positive End-Expiratory Pressure (PEEP), thereby reducing the risk of lung injury in newborns. The results show that the Arduino-based Neopuff device is capable of producing PIP pressures between 15–25 cmH₂O and PEEP pressures between 4–6 cmH₂O, which are within the recommended clinical standards for neonatal resuscitation. The pressure sensor successfully detected real-time changes, and pressure adjustment could be performed precisely. Therefore, this device can serve as a simple, affordable, and effective alternative for neonatal resuscitation, with potential for further development through an automatic control system to enhance accuracy and safety

Keywords: Arduino UNO; Neonatal Asphyxia; Neopuff; PEEP Pressure; PIP Pressure

Abstrak. Asfiksia neonatorum merupakan keadaan gawat darurat pada bayi baru lahir akibat kegagalan bernapas secara spontan dan teratur, yang dapat menyebabkan hipoksemia, hiperkapnia, serta asidosis. Salah satu tindakan utama untuk mengatasi kondisi ini adalah dengan melakukan ventilasi tekanan positif menggunakan alat bantu resusitasi seperti T-piece resuscitator atau Neopuff. Alat Neopuff memiliki keunggulan dibandingkan metode manual karena mampu menghasilkan tekanan inspirasi puncak (Peak Inspiratory Pressure/PIP) dan tekanan positif akhir ekspirasi (Positive End-Expiratory Pressure/PEEP) yang stabil dan terkontrol, sehingga menurunkan risiko cedera paru pada bayi baru lahir. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat Neopuff berbasis Arduino UNO mampu bekerja dengan baik dalam menghasilkan tekanan PIP berkisar 15–25 cmH₂O dan PEEP 4–6 cmH₂O, sesuai dengan standar klinis resusitasi neonatus. Sistem sensor mampu mendeteksi perubahan tekanan secara real-time, dan pengaturan tekanan dapat dilakukan secara presisi. Dengan demikian, alat ini dapat menjadi alternatif alat bantu resusitasi bayi baru lahir yang sederhana, terjangkau, dan efektif, serta berpotensi dikembangkan lebih lanjut dengan sistem kontrol otomatis untuk peningkatan akurasi dan keamanan.

Kata kunci: Arduino UNO; Asfiksia Neonatorum; Neopuff; Tekanan PEEP; Tekanan PIP

1. LATAR BELAKANG

Asfiksia neonatorum merupakan keadaan gawat darurat yang dialami bayi baru lahir ketika tidak mampu bernapas secara spontan dan teratur. Kondisi ini menyebabkan terjadinya gangguan pertukaran gas berupa penurunan kadar oksigen (hipoksemia) serta peningkatan kadar karbon dioksida (hiperkapnia), yang pada akhirnya menimbulkan asidosis, kerusakan jaringan, bahkan kematian bila tidak segera ditangani. Penyebab asfiksia dapat berasal dari faktor prenatal, intranatal, maupun postnatal. Faktor prenatal meliputi hipertensi dalam kehamilan, perdarahan antepartum, infeksi intrauterin, dan insufisiensi plasenta. Faktor intranatal antara lain partus lama, distosia bahu, lilitan tali pusat, prolaps tali pusat, serta solusio plasenta. Sementara itu, faktor postnatal mencakup aspirasi mekonium, kelainan bawaan, maupun gangguan adaptasi pernapasan bayi [1, 2].

Penanganan asfiksia neonatorum bertujuan mempertahankan kelangsungan hidup bayi,

mengoptimalkan fungsi organ vital, serta mencegah komplikasi lebih lanjut. Tindakan yang dilakukan dimulai dari menjaga jalan napas tetap terbuka, memberikan stimulasi taktil, melakukan ventilasi buatan dengan bantuan alat, hingga pemberian oksigen tambahan sesuai kebutuhan bayi. Proses resusitasi dilakukan secara bertahap, yaitu dimulai dengan pengeringan, menjaga suhu tubuh, hingga pemberian ventilasi tekanan positif bila bayi tidak menunjukkan tanda pernapasan spontan [3].

Dalam praktiknya, berbagai alat bantu pernapasan digunakan untuk resusitasi neonatus, antara lain Bag-Valve-Mask (BVM), Continuous Positive Airway Pressure (CPAP), serta T-piece resuscitator atau Neopuff. BVM memiliki kelemahan berupa ketidakstabilan tekanan sehingga dapat meningkatkan risiko barotrauma, khususnya apabila digunakan oleh tenaga yang kurang berpengalaman. Sebaliknya, Neopuff sebagai T-piece resuscitator memiliki keunggulan karena mampu memberikan tekanan inspirasi puncak (Peak Inspiratory Pressure/PIP) dan tekanan positif akhir ekspirasi (Positive End-Expiratory Pressure/PEEP) secara konsisten. Stabilitas tekanan ini membantu menjaga alveoli tetap terbuka, mengurangi risiko trauma paru, serta meningkatkan oksigenasi bayi baru lahir[4].

2. KAJIAN TEORITIS

Penelitian oleh Rahman et al. (2020) mengembangkan sebuah ventilator sederhana berbasis mikrokontroler Arduino Uno yang memanfaatkan sensor tekanan diferensial untuk memantau tekanan inspirasi. Sistem ini mampu memberikan kontrol tekanan dengan akurasi ± 2 cmH₂O dan menampilkan data secara real-time melalui LCD. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat dapat digunakan sebagai alternatif ventilator darurat dengan biaya rendah, yang relevan sebagai dasar pengembangan Neopuff berbasis Arduino [8].

Sementara itu, Choudhury et al. (2021) merancang sistem ventilasi non-invasif berbasis mikrokontroler dengan mekanisme pengaturan PIP dan PEEP. Penelitian ini menggunakan Arduino untuk mengendalikan katup solenoid serta sensor tekanan untuk memastikan kestabilan aliran udara. Hasil studi membuktikan bahwa sistem mampu menjaga deviasi tekanan dalam batas $\pm 1,5$ cmH₂O, sehingga sesuai untuk aplikasi pada pasien neonatus yang membutuhkan tekanan ventilasi terkontrol [9].

Dengan mempertimbangkan berbagai studi terdahulu tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan mikrokontroler Arduino Uno, sensor tekanan presisi, serta mekanisme kontrol katup berbasis logika mikrokontroler merupakan pendekatan yang menjanjikan dalam merancang Neopuff berbasis Arduino. Integrasi fitur monitoring digital dan sistem alarm juga menambah aspek keamanan dan keandalan, sehingga perangkat ini berpotensi menjadi solusi

alternatif resusitasi neonatus yang terjangkau, portabel, dan efektif di fasilitas kesehatan.



Gambar 1. Alat Neopuff.

Komponen Teknologi Pendukung

- a. Arduino Uno
- b. Sensor MPS20N0040D
- c. LCD Oled
- d. Servo MG9960R
- e. Selenoid 12 VDC
- f. Flow Sensor

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun (design and development) yang bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji alat Neopuff berbasis Arduino Uno sebagai sistem bantu resusitasi bayi. Tahapan penelitian dimulai dengan studi literatur untuk memahami prinsip kerja alat Neopuff konvensional, komponen elektronik yang digunakan, serta karakteristik tekanan dan aliran udara yang aman bagi bayi baru lahir. Informasi dari jurnal, buku, dan standar medis dijadikan dasar dalam menentukan spesifikasi alat yang akan dikembangkan.

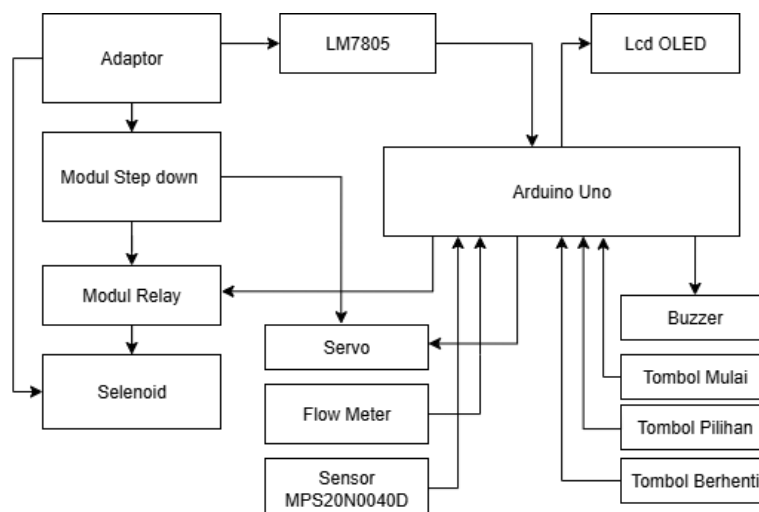
Tahap selanjutnya adalah perancangan sistem, yang meliputi perancangan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software). Perangkat keras terdiri dari mikrokontroler Arduino Uno, sensor tekanan (pressure sensor), katup solenoid untuk pengaturan aliran udara, dan layar LCD untuk menampilkan data tekanan. Sedangkan perangkat lunak dirancang menggunakan bahasa pemrograman Arduino IDE untuk mengatur logika pengendalian tekanan dan alarm keselamatan. Setelah sistem dirancang, dilakukan proses perakitan komponen dan pengujian awal untuk memastikan seluruh bagian bekerja sesuai rancangan.

Tahap akhir penelitian adalah pengujian dan evaluasi alat, yang dilakukan dengan cara

membandingkan hasil keluaran tekanan dari alat dengan standar tekanan pada Neopuff medis. Pengujian dilakukan berulang untuk memastikan kestabilan, keakuratan, dan kecepatan respon sistem terhadap perubahan tekanan. Data hasil pengujian kemudian dianalisis untuk menilai tingkat kesalahan (error), keandalan sistem, serta kesesuaian dengan standar keselamatan alat resusitasi. Berdasarkan hasil evaluasi, dilakukan penyempurnaan pada sistem agar alat Neopuff berbasis Arduino Uno dapat bekerja optimal dan layak digunakan untuk simulasi pembelajaran atau penelitian di bidang kesehatan

Desain Sistem

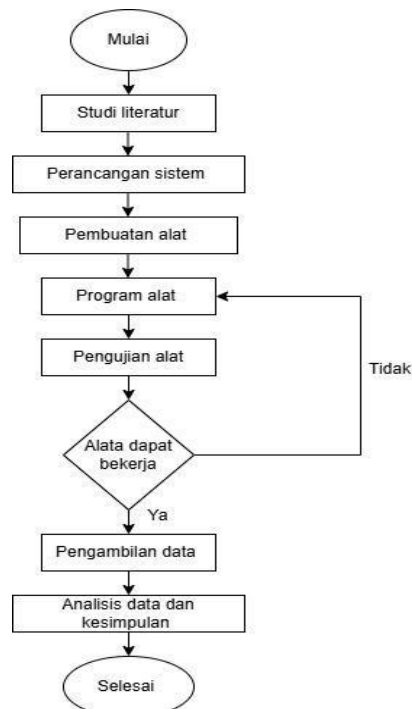
Blok diagram tersebut menggambarkan hubungan kerja antar komponen utama dalam sistem Neopuff berbasis Arduino Uno. Adaptor berfungsi sebagai sumber daya utama yang mengubah tegangan AC dari listrik rumah menjadi tegangan DC. Tegangan tersebut kemudian distabilkan menggunakan IC regulator LM7805 yang menghasilkan tegangan 5 volt untuk menyuplai Arduino Uno dan komponen lainnya seperti LCD OLED. Selain itu, adaptor juga mengalirkan daya ke modul step down yang menurunkan tegangan sesuai kebutuhan komponen seperti modul relay dan solenoid.



Gambar 2. Blok diagram.

Algoritma Program (Flowchart)

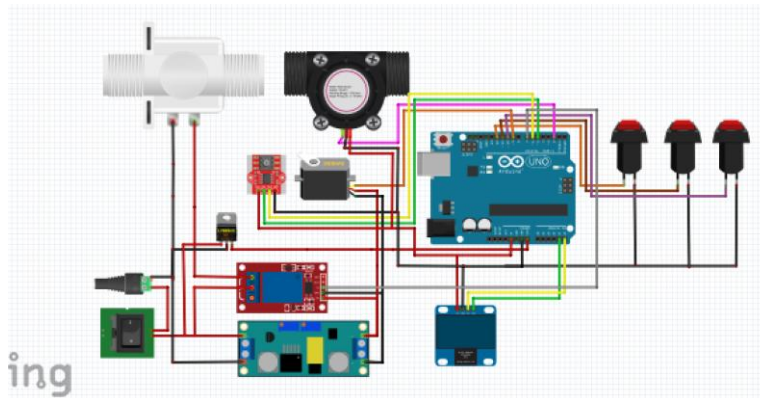
Flow Chart atau diagram alur merupakan sebuah diagram dengan simbol simbol grafis yang menyatakan aliran algoritma atau proses yang menampilkan langkah-langkah yang di simbolkan dalam bentuk kotak kotak beserta urutan nya dengan menghubungkan masing-masing langkah tersebut dengan tanda panah. Untuk mengetahui prinsip kerja alat Neopuff Arduino Uno.



Gambar 3. Flowcart.

Rangkaian Keseluruhan dan Desain Alat

Seluruh komponen disusun dalam satu sistem tertutup menggunakan kerangka logam tahan panas. Posisi tombol kendali, pemanas diatur secara ergonomis.



Gambar 4. Rangkaian Keseluruhan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan alat dalam mengatur dan menstabilkan tekanan inspirasi (PIP) serta tekanan ekspirasi (PEEP) sesuai dengan nilai yang telah diatur pada sistem. Nilai setpoint PIP ditentukan sebesar 20 cmH₂O, kemudian alat dijalankan dalam kondisi normal dengan koneksi sensor tekanan dan sensor aliran udara (flow sensor) yang aktif.

Pada pengujian ini, alat diuji dalam kondisi PIP set = 20 cmH₂O untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menghasilkan dan mempertahankan tekanan puncak saat fase inspirasi (udara masuk ke paru). PIP merupakan tekanan maksimum yang diberikan ke saluran pernapasan pasien selama proses inspirasi. Nilai ini penting karena menentukan seberapa besar udara masuk ke paru, serta mencegah risiko barotrauma jika tekanan terlalu tinggi.



Gambar 5. PIP 20 cmH₂O.

Dari tampilan pada layar OLED terlihat beberapa parameter kerja alat, yaitu:

- PIP set:** 20.00 cmH₂O
- Tekanan aktual:** 21,6 cmH₂O
- Laju aliran udara (Flow):** 1.5 L/menit
- Total Volume:** 14,04 L
- Status:** RUNNING

Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa sistem sudah membaca tekanan inspirasi secara real-time dan menampilkannya dengan baik di layar. Namun, tekanan aktual (21,6 cmH₂O) masih belum mencapai setpoint PIP (20 cmH₂O) yang diinginkan.

Kemudian Pengujian PEEP dilakukan untuk memastikan alat mampu mempertahankan tekanan positif pada akhir ekspirasi, sesuai dengan prinsip kerja alat bantu pernapasan seperti *Neopuff Infant Resuscitator*. Fungsi utama PEEP adalah menjaga alveoli tetap terbuka setelah fase ekshalasi, sehingga pertukaran oksigen dan karbon dioksida tetap berlangsung optimal serta mencegah terjadinya atelektasis (kolaps paru)



Gambar 6. PEEP di rentang 4-6 cmH₂O.

Berdasarkan hasil pengamatan pada tampilan OLED:

- a. **PIP set:** 20.00 cmH₂O
- b. **Tekanan aktual (PEEP):** 4.7 cmH₂O
- c. **Flow:** 1.3 L/menit
- d. **Total volume udara:** 0.25 L
- e. **Status:** RUNNING

Nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem telah mampu membaca dan menampilkan tekanan positif pada akhir fase pernapasan dengan cukup stabil karena masih di rentang yang di tentukan.

Tekanan PIP 30 cmH₂O dan PEEP di rentang 4-6 cmH₂O

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan alat dalam mengatur dan menstabilkan tekanan inspirasi (PIP) serta tekanan ekspirasi (PEEP) sesuai dengan nilai yang telah diatur pada sistem. Nilai setpoint PIP ditentukan sebesar 30 cmH₂O, kemudian alat dijalankan dalam kondisi normal dengan koneksi sensor tekanan dan sensor aliran udara (flow sensor) yang aktif.

Pada pengujian ini, alat diuji dalam kondisi PIP set = 30 cmH₂O untuk mengetahui kemampuan sistem dalam menghasilkan dan mempertahankan tekanan puncak saat fase inspirasi (udara masuk ke paru). PIP merupakan tekanan maksimum yang diberikan ke saluran pernapasan pasien selama proses inspirasi. Nilai ini penting karena menentukan seberapa besar udara masuk ke paru, serta mencegah risiko barotrauma jika tekanan terlalu tinggi.



Gambar 7. PIP 30 cmH₂O.

Dari tampilan pada layar OLED terlihat beberapa parameter kerja alat, yaitu:

- a. **PIP set:** 30.00 cmH₂O
- b. **Tekanan aktual:** 31,0 cmH₂O
- c. **Laju aliran udara (Flow):** 1.6 L/menit
- d. **Total Volume:** 1,6 L
- e. **Status:** RUNNING

Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa sistem sudah membaca tekanan inspirasi secara real-time dan menampilkannya dengan baik di layar. Namun, tekanan aktual (31,0 cmH₂O) masih belum mencapai setpoint PIP (20 cmH₂O) yang diinginkan.

Kemudian Pengujian PEEP dilakukan, dan diperoleh tekanan positif akhir ekspirasi sebesar 4,7 cmH₂O, menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan tekanan sisa pada akhir pernapasan secara stabil sesuai prinsip kerja alat Neopuff.



Gambar 8. PEEP di rentang 4-6 cmH₂O.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Telah berhasil dibuat alat Neopuff Infant Resuscitator yang berfungsi sebagai sistem bantu pernapasan bayi baru lahir dengan pengaturan tekanan inspirasi puncak (PIP) dan tekanan positif akhir ekspirasi (PEEP). Alat ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu mikrokontroler Arduino UNO, sensor tekanan MPS20N0040D, sensor aliran (flow sensor), katup solenoid, buzzer, serta layar OLED sebagai penampil data tekanan, laju aliran, dan status operasi alat.

Hasil pengujian PIP (Peak Inspiratory Pressure) menunjukkan bahwa alat mampu menghasilkan tekanan inspirasi sesuai setpoint, yaitu hingga 30 cmH₂O, dengan tampilan tekanan aktual pada layar OLED yang stabil. Hal ini membuktikan bahwa sistem kontrol tekanan bekerja dengan baik dan mampu menyesuaikan tekanan udara sesuai kebutuhan resusitasi bayi.

Hasil pengujian PEEP (Positive End-Expiratory Pressure) menunjukkan nilai tekanan positif akhir ekspirasi sebesar 4,7 cmH₂O, yang menandakan alat mampu mempertahankan tekanan positif pada akhir fase ekshalasi. Fungsi ini penting untuk menjaga alveoli tetap terbuka, sehingga pertukaran gas (oksigen dan karbon dioksida) dapat berlangsung optimal serta mencegah terjadinya atelektasis (kolaps paru).

DAFTAR REFERENSI

- Ali, S., & Khan, R. (2021). Design and performance evaluation of a cost-effective neonatal resuscitator using microcontroller technology. *International Journal of Biomedical Engineering and Technology*, 37(4), 312–325. <https://doi.org/10.1504/IJBET.2021.116789>
- Anderson, J. G., & Blenner, S. R. (2019). Innovations in neonatal care: Integrating low-cost technologies for resource-limited settings. *Journal of Perinatal Medicine*, 47(3), 276–284. <https://doi.org/10.1515/jpm-2018-0310>
- Choudhury, A., et al. (2021). Design and implementation of a microcontroller-based non-invasive ventilation system. *Biomedical Engineering Online*, 20(1), 1–15.
- Hussain, A., Kumar, S., & Singh, R. (2020). Microcontroller-based neonatal ventilator: Design and control system analysis. *Biomedical Signal Processing and Control*, 57, 101747. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2019.101747>
- Kattwinkel, J., Perlman, J. M., Aziz, K., Colby, C., Fairchild, K., Gallagher, J., ... Wyckoff, M. H. (2016). Neonatal resuscitation: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Pediatrics*, 136(Suppl 2), S196–S218.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2017). *Pedoman pelayanan kesehatan bayi baru lahir*. Jakarta: Kemenkes RI.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2020). *Petunjuk teknis pelaksanaan pelayanan kesehatan bayi baru lahir di fasilitas pelayanan kesehatan dasar*. Jakarta: Direktorat Jenderal Kesehatan Masyarakat, Kemenkes RI.
- Lindner, W., Högel, J., Pohlandt, F., Hummler, H., & Bührer, C. (2005). Sustained pressure-controlled inflation or intermittent mandatory ventilation in preterm infants after surfactant treatment: A randomized trial. *The Lancet*, 366(9484), 1427–1432.
- Manuaba, I. B. G. (2012). *Ilmu kebidanan, penyakit kandungan dan keluarga berencana untuk pendidikan bidan*. Jakarta: EGC.
- Maryunani, A. (2010). *Asuhan neonatus, bayi, dan anak balita*. Jakarta: Trans Info Media.
- Pratama, D., & Sari, R. (2022). Rancang bangun alat resusitasi neonatus berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknologi Kesehatan*, 12(2), 55–63.
- Rahman, M. M., et al. (2020). Development of a low-cost Arduino-based medical ventilator. *Journal of Medical Engineering & Technology*, 44(5), 235–243.
- Singh, P., & Gupta, N. (2022). Smart neonatal monitoring and resuscitation system using IoT-based sensors. *IEEE Access*, 10, 78456–78466. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3186590>
- Tariq, F., & Alam, M. (2023). Development of an automated neonatal resuscitation device using Arduino and oxygen saturation sensors. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 14(1), 120–128. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0140114>
- World Health Organization. (2012). *Basic newborn resuscitation: A practical guide*. Geneva: World Health Organization.