



Pengembangan Dan Desain Otomatis Ventilator Mekanik

Imanuel Jefri B.S¹, Yola Errisa M.A², Zulfikar N.H³

Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Semarang^{1,2,3}

imanueljbssetiawan@gmail.com¹

Informasi Artikel

Diterima :25-10-2022

Direview :10-11-2022

Diterbitkan :25-11-2022

Kata Kunci

Ventilator
Mekanik, Covid-19, dan
Gangguan pernafasan.

Abstrak

Pandemi yang disebabkan oleh wabah Penyakit Coronavirus 2019 (COVID-19) telah mendorong para peneliti di seluruh dunia beralih ke ventilator tipe darurat sumber terbuka sebagai tanggapan dan untuk membantu mengurangi permintaan akan perangkat penyelamat ini. Inovasi ini diperuntukkan untuk pasien yang berada dalam tahap tiga atau tahap paling kritis yang dimana pasien mengalami difungsi pada pernafasan yang tidak bisa bernafas dengan normal. Ventilator menjadi salah satu alat kesehatan yang sedang dibutuhkan sebagai alat bantu pernafasan bagi pasien COVID-19 yang mengalami gangguan pernafasan. Ventilator mekanik ini merupakan suatu system pemompaan mekanik sebagai peyuplai udara dimana intake tabung oksigen di pompa menggunakan pengaturan dari Arduino uno. Peneliti memutuskan untuk membuat ventilator mekanik portabel dan mudah digunakan oleh para tenaga medis maupun non medis yang sangat membutuhkan alat bantuan pernafasan ini karena didalam alat ini sudah terdapat beberapa parameter yang akan ditampilkan dilayar LCD yaitu Volume Tidal, Respiration Rate, Rasio I:E, Air flow meter, dan Oksigen. Ventilator ini agar menajmin agar pertukaran O₂ dan CO₂ yang terjadi pada paru-paru yang normal dengan adanya uji fungsi ini agar ventilator mekanik ini dapat digunakan dengan sempurna sebelum di terjunkan oleh peneliti.

1. PENDAHULUAN

Pandemi yang disebabkan oleh wabah Penyakit Coronavirus 2019 (COVID-19) telah mendorong para peneliti di seluruh dunia beralih ke ventilator tipe darurat sumber terbuka sebagai tanggapan dan untuk membantu mengurangi permintaan akan perangkat penyelamat ini. Perangkat ini diperkirakan akan digunakan sebagai alternatif oleh rumah sakit dan fasilitas medis selama kekurangan ventilator tingkat ICU. [1]

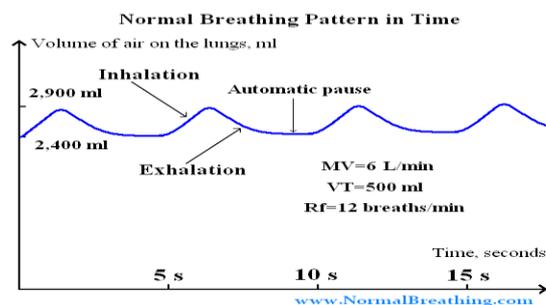
Dalam kasus di Indonesia di mana saat ini sudah ada hampir 6.744.873 dalam 235 Negara dari kasus COVID-19, semakin banyak pasien COVID-19 parah yang menunggu untuk mendapatkan akses ke ventilator karena masih kekurangan sangat banyak di Indonesia terutama di daerah pedesaan dan provinsi. Ventilator mekanik merupakan alat bantuan pernafasan bertekanan positif atau negative yang menghasilkan aliran udara terkontrol pada jalan napas pasien sehingga mampu mempertahankan ventilasi dan pemberian oksigen dalam jangka waktu lama (Purnawan & Saryono, 2010). Dalam penelitian oleh Dr. Yazdi I. Jenie, dkk (2020) yang mengembangkan Ventilator berbasis Ambu-Bag Airgency. Ventilator portabel berdimensi 22x24x37 cm untuk pasien COVID-19 ini menggunakan teknologi ambu-bag (kantong udara) yang diotomatisasi. Sehingga tidak perlu lagi dipompa secara manual sebagaimana alat pada umumnya. [2] Penelitian berikutnya oleh Muhamad Rofi'i, Mohamad Sofie dan Patrisius Kusi Olla (2022) yang berjudul "Pengembangan Bag Valve Mask Otomatis". Penelitian ini dibuat untuk memperhatikan portabilitas, estetika dan kemudahan dalam manufaktur, sehingga ambubag

yang awalnya digunakan secara manual dapat digunakan secara manual dapat digunakan secara otomatis seperti penelitian Dr.Yazdi

Ventilator Mekanik bertujuan untuk memanipulasi ventilasi alveolar (VA) dan PaCO₂ dengan meningkatkan saturasi oksigen dalam arteri (SaO₂) dan konsentrasi oksigen dalam darah arteri (PaO₂) dengan meningkatkan kapasitas residual fungsional, meningkatkan volume respirasi rate -pada paru-paru, meningkatkan VA, dan meningkatkan fraksi oksigen inspirasi (FiO₂), menurunkan kerja system pernafasan, menstabilkan dinding dada agar tidak terjadi cedera dada yang parah (Bartsen dan soni, 2009). [4] Perbandingan Rasio I:E ada nilai TI atau TE yang harus diteliti yang mana memiliki nilai yaitu 3-5x waktu constant, peningkatan rate akan meningkatkan waktu volume dan menurunkan PaCO₂. Jadi nilai Respirasi Rate juga dapat diubah sedikit menjadi 60 TCT jika seseorang bernafas dengan pola Tarik napas 5 detik dan dibuang napas 5 detik maka kita dapat menghitung nilai RR dengan Total Cycle Time (TCT) yaitu : $60 / (5+5) + 6x$ permenit. Rasio inspiasi dan ekspirasi yang normal adalah 1:2-4 dalam pemanjangan relative waktu inspirasi yang sering digunakan untuk memperbaiki pertukaran gas pada pasien dengan oksigenasi kurang. Biasanya rasio disetting 1:2 yang merupakan nilai yang normal bagi fisiologi inspirasi dan ekspirasi, fase inspirasi yang sama atau lebih lama dibandingkan ekspirasi untuk menaikkan PaO₂. [5] Dalam volume udara pernafasan setiap orang berbeda-beda dengan kisaran antara 500cc udara yang dapat dihirup dalam keadaan biasa, tetapi yang bisa sampai pada gelembung paru-paru adalah 350cc, sedangkan 150cc yang lainnya pada saluran pernafasan saja. Volume pada tidal juga memiliki tipikal adalah 00 sampai 800 mL udara dan tipikal laju pernafasan adalah 10 sampai 12 pernafasan per menit untuk dewasa dan 20 pernafasan permenit untuk bayi. [6]

2. .METODOLOGI

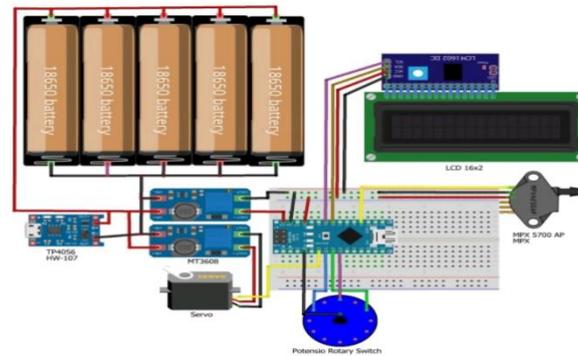
Dalam penelitian Ventilator Mekanik kali ini peneliti memiliki cara untuk menentukan tingkat keakurasian dengan metode penelitian terapan yang mana peneliti melakukan cara dengan menerapkan teori-teori yang didapatkan kedalam sebuah praktik



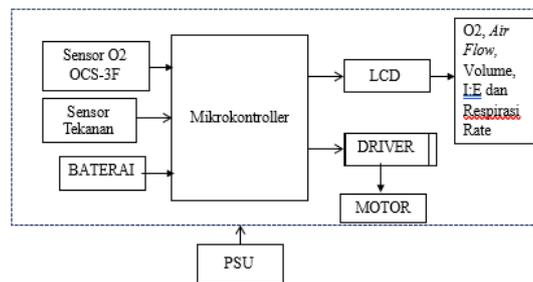
Gambar 1 Normal Pernafasan

langsung dan akan dibandingkan dengan peneleti yang sebelumnya dengan berbagai peneliti. Peneliti juga menepatkan waktu dan tempat untuk mengukur tingkat kesetabilan dalam alat Ventilator Mekanik yang sudah dirancang, yang mana peneliti menggunakan 1 tempat untuk meneliti tingkat nilai yang sudah di terapkan yaitu di Laboratorium STIKES Semarang.

Dalam perancangan alat peneliti juga melakukan dua thap yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak dan perakitan perangkat keras. Perangkat keras terdiri dari rangkaian LCD, rangkaian baterai, rangkaian sensor MPXHZ5700AP, rangkaian sensor airflow dan Oksigen, dan terakhir adalah rangkaian motor servo.



Gambar 2 Rangkaian alat



Gambar 3 Blok Diagram

Penjelasan dalam blok diagram diatas adalah dimana baterai menjadi sumber tegangan untuk rangkaian. Kemudian Arduino nano berfungsi sebagai pengontrol alat. Jika alat diatur dengan 30 BPM, maka Arduino nano akan memberi sinyal ke motor servo dan akan menekan ambubag sebanyak 30x per menit dan rasio I:E juga disetting dengan perbandingan 1:2 dan airflow, oksigen akan mengeluarkan berapa tekanan yang akan di kelurkan pada pola pernafasan. Setelah data yang masuk diproses oleh mikrokontroler selanjutnya data seluruhnya akan ditampilkan pada layar LCD berupa mode yang sudah diatur keseluruhannya.

Penelitian selanjutnya akan dilihat dalam diagram alir yang sudah dirancang oleh peneliti yaitu sebagai berikut :



Gambar 4 Diagram Alir

Dalam diagram alir ini peneliti juga mengumpulkan beberapa data dan spesifikasi alat yang telah menentukan pada tema alat tersebut dikarenakan alat yang telah di rancang oleh peneliti ini Sebagian sudah banyak di buat oleh peneliti sebelumnya akan tetapi alat yang peneliti ini buat adalah lebih spesifikasi dan lebih akurat nantinya dengan adanya beberapa parameter yang sudah ditentukan oleh peneliti dan dibuat dengan nyaman dan protable bentuknya agar mudah digunakan oleh para tenaga medis maupun non medis nantinya. Selanjutnya peneliti juga merancang hardware dan software alat Ventilator mekanik. Pengujian alat tersebut nantinya bekerja atau tidak setelah dinyatakan bekerja dilakukan pengambilan data keseluruhan kepada pasien dengan tingkat keakuratannya dan pengambilan data dapat dianalisa dan peneliti dapat memberikan kesimpulan yang cukup jelas.

Pengambilan data akan dilakukan dengan mengukur tegangan pada rangkain, besarnya tegangan pada titik pengukuran yang akan diukur menggunakan Voltmeter dan multimeter digital

1. Titik Pengukuran 1 (TP 1) Peneliti melakukan pada Output baterai yang dihubungkan ppada modul stepup.
2. Titik Pengukuran 2 (TP 2) Pengukuran tegangan pada input sensor MPXHZ5700AP.
3. Titik Pengukuran 3 (TP3) Pengukuran tegangan pada input motor servo
4. Titik Pengukuran 4 (TP 4) Pengukuran pada keluaran tegangan sensor OSC-3F.
5. Uji Fungsi alat peneliti akan mengukur keseluruhan dengan DPM (Digital Pressure Gauge).

Pada dasarnya peneliti juga memiliki desain tersendiri yang lebih detail dan sangat portable untuk digunakan dalam desain Ventilator Mekanik ini :



Gambar 5 Desain Alat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan perencanaan, perancangan dan pembuatan alat maka peneliti akan melakukan pengukuran pada hardware untuk menunjang dan membandingkan hasil uji coba dengan menyajikan data-data dan titik pengukuran hardware. Peneliti juga akan membandingkan beberapa hasil dan persisi pada penelitian sebelumnya dengan berbagai banyak data yang sudah didapatkan dan peneliti juga menggunakan dalam pendataan nantinya. Sebelum melakukan pengambilan data dan menganalisa peneliti mempersiapkan peralatan-peralatan sebagai berikut :

Table 1 Peralatan Instrumen

NO.	Peralatan
1.	Voltmeter
2.	Multimeter Digital
3.	Digital Pressure Gauge

Setelah segala persiapan dan peralatan yang terpenuhi maka peneliti akan memulai pengambilan data dengan melakukan pengukuran pada tiap-tiap titik pengukuran (TP).

A. Titik Pengukuran 1 (TP 1)

Pengukuran dimulai pada rangkaian baterai yang sudah terhubung oleh module MT3608 dengan tegangan keluaran dan peneliti mendapatkan hasil sebagai berikut :

No.	Hasil Pengukuran (Volt)	Rata-Rata (Volt)	Datasheet (Volt)
	A	B	Up to 28V
1.	7,2	5	7,2 5
2.	7,2	5	
3.	7,2	5	

Pada step up A keluarannya dibuat 7,2 volt sedangkan step up B keluarannya dibuat 5 volt. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan voltmeter. Pada pengukuran step up A didapatkan hasil 7,2 volt, sedangkan step up B didapatkan hasil 5 volt.

B. Titik Pengukuran 2 (TP2) Sensor MPX5700AP

No.	Hasil Pengukuran (Volt)	Rata-Rata (Volt)	Datasheet (Volt)
1.	5		
2.	4,9	4,97	5
3.	5		

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

$$\% \text{Kesalahan} = \left| \frac{4,97 - 5}{5} \right| \times 100\%$$

$$= 0,6 \%$$

C. Titik Pengukuran 3 Motor Servo

No	Hasil Pengukuran (Volt)	Rata-Rata (Volt)	Datasheet (Volt)
1.	7,2		
2.	7,2	7,17	4,8-7,2
3.	7,1		

Tegangan yang dibutuhkan untuk menjalankan motor servo pada datasheet mempunyai rentang 4,8-7,2 Volt. Pengukuran dilakukan pada inputan motor servo menggunakan voltmeter.

D. Titik Pengukuran 4 (TP 4) Sensor OCS-3F

Pengukuran	Hasil Pengukuran		Referensi
	Tegangan Volt	Rata-rata	
1	4,86 VDC		5 Volt DC
2	4,87 VDC	4,87 VDC	
3	4,87 VDC		

Pada TP 4 input dari sensor OCS-3F sebesar 5 volt Dc, kemudian untuk perhitungan persentase kesalahannya sebagai berikut :

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

$$\% \text{Kesalahan} = \left| \frac{4,87 - 5}{5} \right| \times 100\%$$

$$\% \text{Kesalahan} = \left| \frac{-0,13}{5} \right| \times 100\%$$

$$\% \text{Kesalahan} = 2,6 \%$$

E. Hasil Pengukuran Titik 5 Uji fungsi Keseluruhan



Gambar 6 Uji Fungsi Alat

No.	Hasil Pengukuran (mmHg)	Cm H2O	Rata-Rata (cmH2O)	Datasheet (cmH2O)
1.	32	43,52	40,8	40±5
2.	28	38,08		
3.	30	40,80		

4.KESIMPULAN

Dari hasil pada penelitian maka alat Ventilator Mekanik ini sudah teruji fungsi untuk layak digunakan disaat darurat dengan berbagai hasil pada parameter yang sudah ditentukan oleh peneliti. Berdasarkan hasil pengujian tekanan udara menggunakan digital pressure gauge, dapat nilai tekanan tertinggi 43,52 cmH2O sedangkan nilai terendah 38,08 cmH2O. Hasil dari keseluruhan bahwa Ventilator Mekanik dapat digunakan dengan banyak percobaan yang sudah di ujikan oleh peneliti kepada pasien.

DAFTAR PUSTAKA

Jurnal Rodriguez-Molinero A, Narvaiza L, Ruiz J, Galvez-Barron C. (December 2013). "Normal respiratory rate and peripheral blood oxygen saturation in the elderly population". *Journal of the American Geriatrics Society* 61(12); 2238-40,

M. Rofi'i, dkk. 2022. *Pengembangan Bag Valve Mask (BVM) Otomatis*. (Online), Vol. 14, No.1, (Pengembangan Bag Valve Mask (BVM) Otomatis | Rofi'i | *Elektrika* (usm.ac.id), Adi Permana, 2020, *Ventilator Ambu-Bag Airgency ITB Lolos Uji BPFK*. (Online), (<https://itb.ac.id/berita/ventilator-ambu-bag-airgency-itb-lolos-uji-bpfbk/57488>,

Fan Ruizhen, 2022 Transformer-Based Deep Learning Method for the Prediction of Ventilator Pressure (<https://ieeexplore.ieee.org/document/9828926/>)

Jason Española, *Edwin Calilung, Elmer Dadios, Alvin Culaba, Edwin Sybingco, Argel Bandala, Ryan Rhay Vicerra, Alma Bella Madrazo, Laurence Gan Lim, Robert Kerwin Billones, Dino Dominic Ligutan, Julius Palingcod, and Carl John Patrick Castillo NEURONMEK Corporation (Calibration and Testing of the Integrated Ventilator Scalar Measurement Module for a Bag-Valve-MaskBased Emergency Ventilator) <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9400118>

Edwin Calilung, Jason Española, Elmer Dadios, Alvin Culaba, Edwin Sybingco, Argel Bandala, Ryan Rhay Vicerra, Alma Bella Madrazo, Laurence Gan Lim, Robert Kerwin Billones, Siegfred Lopez, Dino Dominic Ligutan, Julius Palingcod, and Carl John Patrick Castill (Design and Development of an Automated Compression Mechanism for a Bag-Valve-Mask - Based Emergency Ventilator) <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9400150>

Scream Y. SISTEM KERJA VALVE DALAM PENGATURAN ALIRAN UDARA PADA SISTEM PNEUMATIK VENTILATOR HAMILTON C2. <https://www.academia.edu/13061846/SISTEM>

Saragih, Roydo Putra. (2019). RANCANG BANGUN SIMULASI PENGUKURAN TEKANAN UDARA PADA BAN KENDARAAN DENGAN SENSOR TEKANAN MPX5700AP BERBASIS MIKROKONTROL RT ARDUINO. <https://repositori.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/22665/162411034.PDF?sequence=1&isAllowed=y>

Anonim. (2017) Cara mengisi ulang baterai Lithium-Ion Type 18650 Menggunakan modul Charger TP-4056. <https://www.caratekno.com/cara-mengisi-ulang-baterai-lithium-ion/>

Pranggono, Emmy Hermiyanti. (2022). Ventilasi Mekanik. http://pustaka.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2011/03/ventilasi_mekanik.pdf.

Ranatan, C (2021) Terapi Oksigen. <http://www.alomedika.com/pemberian-oksigen-yang-tidak-pada-tempatnya-meningkatkan-mortalitas-pasien>.

Winpower (2021). Sensor Ocs-3f. http://www.winpower.com.cn/en/products_show.asp?cid=613&aid=2447.