

Ventilator

by Seflahir Dinata

Submission date: 28-May-2022 03:22PM (UTC+0700)

Submission ID: 1845843161

File name: Hidayat_ventilator.docx (214.15K)

Word count: 3172

Character count: 19774



PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI VENTILATOR FRIENDLY SEBAGAI ALAT BANTU PERNAPASAN

Hidayat¹, Iman Satria², Arnita³, Seflahir Dinata⁴

^{1,2,3}Universitas Bung Hatta, ⁴Universitas Pamulang

^{1,2,3}Padang, 25135, Indonesia

⁴Tangerang Selatan, 15310 Indonesia

¹hidayat@bunghatta.ac.id

²imansatria@bunghatta.ac.id

³arnita@bunghatta.ac.id

⁴dosen01138@unpam.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

diajukan : xxxx
revisi : xxxx
diterima : xxxx
dipublish : xxxx

ABSTRAK

Makalah ini menyajikan perancangan, pembuatan dan implementasi ventilator yang ramah pada pasien disebut *Ventilator Friendly* sebagai alat bantu pernapasan. Ventilator yang dikembangkan tipe ventilasi tekanan positif, *the controlled mechanical ventilation method (CMV) and cycled volume mode* dengan konstruksi simple dan bersahabat. Pemantauan dan pengoperasiannya dapat dilakukan menggunakan remote, sehingga menghindarkan kontak langsung dengan pasien. Teknologi yang digunakan adalah *ambu bag* dengan cara mengatur besaran dan siklus tekanannya. Perancangan dan pembuatan meliputi sistem mekanis penekan *ambu bags* dan sistem kontrol berbasis mikrokontroler arduino. Beberapa parameter dapat dikontrol secara remote atau dengan mode layer sentuh. Hal ini bertujuan untuk memberikan kemudahan dan menghindari tenaga medis dari penularan Covid-19. Nilai BPM dapat diatur mulai 5-20, nilai IER diatur dari 1:1 hingga 1:4 serta persentase TV diatur mulai 40-100%. Hasil pengujian menunjukkan respon yang baik.

Kata kunci : ventilator, friendly, ambu bag, remote

ABSTRACT

This paper presents the design, construction and implementation of a patient-friendly ventilator called Ventilator Friendly as a breathing apparatus for patients who are experiencing shortness of breath. The ventilator developed is positive pressure ventilation type, volume cycle mode and controlled mechanical ventilation (CMV) method with simple and friendly construction. Monitoring and operation can be done using a remote, thus avoiding direct contact with patients. The ambu bag technologies using by adjusting the mount and pressure cycle. The design and manufacture includes the mechanical system for suppressing the ambu bags and the control system based on the Arduino microcontroller. The parameters BPM, IER and TV can be controlled via the touch screen or remotely using a mobile phone. This is intended to facilitate and avoid the transmission of Covid-19 to medical personnel. BPM can be set from 5-20 BPM, IER from 1:1 to 1:4



and TV from 40-100%. The test results on the ventilator show a good response

Keywords : ventilator, friendly, ambu bag, remote

PENDAHULUAN

Ventilator merupakan alat bantu pernapasan yang menjadi perhatian khusus sejak dimulainya pandemi ditingkat nasional dan tingkat internasional. Isu tersebut adalah terbatasnya ventilator sebagai alat untuk perawatan pasien yang terinfeksi Corona Virus (Covid-19). Di negara Jepang, penyebab utama kematian pasien corona adalah disebabkan oleh kekurangan ventilator. Pemerintah Jepang telah mendesak peningkatan produksi ventilator kepada seluruh pabrik yang produksi alat ini dan mempermudah administrasi sehingga masyarakat mudah untuk mendapatkannya. Jumlah pasien yang terinfeksi corona (Covid-19) kurang lebih sebanyak 8.057 dan sebanyak 2,73 juta orang di seluruh dunia. Ketika seseorang terinfeksi Covid-19 akan menyebabkan penderitanya mengalami gangguan pernapasan yang diawali gangguan ringan hingga berat akibat infeksi paru-paru sehingga menjadi penyebab utama kematian penderita yang terinfeksi. Dalam beberapa kasus, paru-paru pasien yang terjangkit virus corona akan menjadi rusak sehingga mengakibatkan berkurangnya kadar oksigen dalam pasien yang berujung pada sulitnya bernafas pasien tersebut. Kesulitan bernafas tersebut dalam ilmu kedokteran dapat dibantu melalui alat bantu pernafasan yang disebut dengan Ventilator.

Minimnya jumlah alat Ventilator di rumah sakit adalah salah satu

permasalahan penanganan pasien yang terjangkit corona di seluruh dunia dan Indonesia. Selain minimnya jumlah yang tersedia, salah satu aspek penghambat adalah harganya yang mahal. Hal inilah yang mendorong institusi pendidikan dan bermacam universitas dalam negeri maupun luar negeri untuk merancang ventilator yang siap pakai, praktis, dan ekonomis. ITB telah menghasilkan Vent-I-nya, Robot Ventilator yang dihasilkan ITS, UNS, UGM, UI, ESDM, dan BPPT juga melakukan Penelitian dan Pengembangan dan sebagainya (Syarif, 2020). Demikian juga dengan universitas luar negeri, MIT di Amerika Serikat, Rice University, Oxford University. Pada level industri multinasional dilakukan juga pengembangan Ventilator seperti industri otomotif, PT. LEN, PT. Pindad, dan lain-lain. Karena begitu mendesaknya ventilator akhir-akhir ini, maka karya-karya ventilator tersebut dipublikasikan oleh para peneliti dan diperbolehkan melakukan pengembangan tanpa izin terlebih dahulu. Dr. Saud Anwar di Amerika telah berhasil menciptakan Ventilator yang mampu menangani 7 pasien secara bersamaan. Dr. Saud Anwar secara terbuka telah menyampaikan bahwa bersedia menerima korespondensi bagi mereka yang tertarik dalam pengembangan ventilator yang ia temukan (JawaPos.com, 2020).

Umumnya ventilator yang ada sangat kompleks dan tampilannya menakutkan bagian pasien. Disamping itu, pengoperasiannya relatif rumit, sehingga



tenaga operator ventilator haruslah harus punya sertifikat kompetensi untuk bisa mengoperasikan ventilator. Pada penelitian mekanik ventilator dirancang secara kompak, ringan, hemat energi, biaya rendah, memenuhi estetika dan ramah sehingga mudah digunakan bagi pasien.

TEORI

Ventilasi mekanik atau disebut juga dengan ventilator merupakan upaya bantuan napas bagi pasien yang mengalami sesak napas dengan menggunakan alat bantu pernapasan mekanik yang berfungsi sebagai pengganti pompa dada ketika mengalami kegagalan atau kelelahan. Ventilasi mekanik berguna untuk menggantikan napas spontan yang diaplikasikan dengan alat khusus yang dapat mendukung fungsi ventilasi dan memperbaiki oksigenasi melalui penggunaan gas dengan konten tinggi oksigen dan tekanan positif. Dewasa ini, perkembangan alat bantu napas mekanik tidak saja digunakan sebagai pengganti fungsi pompa dada, namun aplikasinya dikembangkan untuk mengatasi gangguan ventilasi-perfusi paru, sehingga alat bantu napas ini disepakati sebagai alat penolong kelangsungan kehidupan pasien kritis yang memerlukan terapi secara intensif. Tujuan yang paling utama penggunaan ventilasi ini adalah menjamin penguatan 4 ventilasi-oksigenasi, mengurangi kerja napas, dan memperbaiki gangguan pertukaran oksigen di alveoli. Ventilator berfungsi untuk mengembangkan paru-paru selama proses inspirasi, pengaturan waktu dari inspirasi ke ekspirasi, mencegah penguncupan paru-paru saat ekspirasi, serta mengatur lamanya waktu dari fase ekspirasi ke fase inspirasi. Semua ventilator mekanik canggih dilengkapi oleh monitor pengukur tekanan

(*pressure gauge*), pembatas tekanan untuk mencegah paru dari barotrauma (*pressure limiting device*), pengaman (*alarm*) tekanan tinggi dan rendah, serta pengatur volume paru (*spirometer*).

Prinsip Kerja dan Parameter Ventilator

Ventilator dalam bentuknya yang paling dasar adalah mesin yang membantu mengalirkan udara ke dan dari paru-paru. Pada dasarnya, ventilator adalah perangkat khusus untuk memindahkan volume udara yang memiliki kemampuan dapat berinteraksi dengan pasien untuk menyesuaikan pengaturan seperti laju atau tekanan udara yang dipindahkan. Parameter standar ventilator yang menjadi acuan untuk pasien antara lain;

a) Laju Pernafasan (*Respiratory Rate*), mengacu pada berapa banyak napas yang diberikan dalam satu menit. Untuk ARDS, biasanya sekitar 10 hingga 14 napas per menit. Frekuensi pernapasan harus berkisar antara 6 hingga 36 napas per menit dengan kenaikan 2.

b) Volume Tidal (*Tidal Volume, VT*), merupakan volume udara yang masuk menuju paru-paru. Biasanya sekitar 400 hingga 600mL. Volume tidal harus berkisar dari 250 hingga 750mL dengan penambahan 50.

c) Rasio Inspirasi terhadap Ekspirasi (*Inspiratory to Expiratory Ratio, IE*), merupakan rasio jumlah waktu yang dihabiskan untuk mengeluarkan napas dibandingkan dengan menarik napas. Perlu dua kali lebih lama untuk menghembuskan napas.

d) *Peak End Expiratory Pressure (PEEP)*, merupakan jumlah tekanan di paru-paru

setelah menghembuskan napas. Paru-paru seperti balon yang diisi dengan lem dan cairan lengket. Jika balon benar-benar mengempis, semua bahan itu menempel di dinding, membuatnya lebih sulit untuk mengembang lagi. Karena tujuan ventilasi adalah memasukkan udara menuju paru-paru dan menarik udara keluar paru-paru berulang kali, maka perlu ada cara untuk mencegah lem menempel di dinding. Solusinya adalah jangan pernah membiarkan balon mengempis sepenuhnya. Itulah PEEP, dengan cara meninggalkan beberapa tekanan di paru-paru sehingga tidak menempel pada dirinya sendiri

e) Tekanan Puncak (*Peak Pressure*) merupakan jumlah tekanan maksimum dalam sistem. Besarannya berubah tergantung pada apakah ada PEEP. Karena ventilator menggunakan sistem tertutup, jika pasien batuk akan terjadi peningkatan tekanan yang cepat yang dapat mengakibatkan paru-paru meletus. Ini tidak bagus. Solusinya adalah menggunakan katup pelepas tekanan yang terbuka ketika tekanan sistem menjadi terlalu tinggi. Besarannya harus disesuaikan antara 30cm H₂O dan 60cm H₂O.

Klasifikasi ventilator

a) *Negative Pressure Tank Respiratory Support* (Ventilasi Bertekanan Negatif), mekanisme penggunaannya adalah dengan meletakkan penderita di dalam sebuah tabung yang memiliki tekanan udara *sub-atmosfer* (tekanan negatif). Hal ini akan mengakibatkan pengembangan dada dan menjadikan tekanan jalan napas negatif

b) *Positive Pressure Ventilation* (Ventilasi Bertekanan Positif), dengan ventilator ini maka dada dan paru-paru akan

mengembang pada fase inspirasi karena tekanan positif yang diberikan ventilator di atas tekanan atmosfer, selanjutnya tekanan akan sama dengan tekanan atmosfer pada akhir inspirasi sehingga pada fase ekspresi udara akan keluar secara pasif. Selama ventilasi bertekanan positif, inflasi paru dicapai dengan secara berkala menerapkan tekanan positif ke saluran napas bagian atas melalui masker ketat (ventilasi mekanik non-invasif) atau melalui endotrakeal tube atau trakeostomi.

Mode ventilator

Mode ventilator dibagi berdasarkan *cycling* (perubahan dari inspirasi ke ekspirasi), antara lain:

a) *Pressure Limited/Pressure cycled*, dimana siklus tekanan ventilator berjalan ke fase ekspirasi ketika tekanan udara mencapai tingkat yang telah ditentukan sebelumnya. VT (tidal volume) dan waktu inspirasi bervariasi, yang terkait dengan resistensi saluran napas dan paru serta kompliansi sirkuit. Dalam penerapannya, ventilator ini lebih dengan mudah dapat dipacu oleh napas pasien. namun karena adanya penurunan daya paru atau regang dada pasien maka mengakibatkan terjadinya penurunan volume tidal dan volume per menit.

b) *Time cycled*, waktu siklus ventilator masuk ke fase ekspirasi setelah interval yang telah ditentukan yang dihitung dari awal inspirasi. VT adalah produk dari waktu inspirasi dan laju aliran inspirasi. Ventilator *time-cycled* umumnya digunakan pada ruang operasi dan *neonates*.

c) Volume cycled, keunggulan Ventilator ini adalah menghasilkan volume pada nilai yang dapat disesuaikan dengan keadaan penderita. Jika volume yang dituju sudah tercapai, maka hal tersebut akan meakhiri fase inspirasi. Banyak ventilator untuk pasien dewasa menggunakan volume-cycled tapi dilengkapi dengan batas sekunder pada tekanan inspirasi untuk melindungi paru-paru dari baro trauma. Jika tekanan inspirasi melebihi batas tekanan, siklus mesin berlanjut ke ekspirasi bahkan jika volume yang dipilih belum disampaikan.

d) Flow cycled, fase inspirasi akan berganti menjadi ekspirasi ketika aliran udara jatuh ke level tertentu. Ventilator flow-cycle memiliki sensor tekanan dan aliran yang memungkinkan ventilator untuk memantau aliran inspirasi pada tekanan inspirasi yang ditentukan sebelumnya; ketika aliran ini mencapai tingkat yang telah ditentukan.

Metode Ventilator

Metode-metode yang sering digunakan dalam perancangan ventilator antara lain;

a) *Controlled Mechanical Ventilation* (Ventilasi Mekanik Terkontrol, CMV), siklus ventilator berubah dari ekspirasi ke inspirasi setelah interval waktu yang telah ditetapkan, karena pasien tidak dapat memicu pernapasan sendiri. Ventilasi jenis ini hanya dapat digunakan untuk pasien dengan kondisi tidak lagi memiliki usaha napas sendiri atau pada saat diberikan ventilasi, pengontrolan sepenuhnya harus dilakukan pada pasien (*time-triggered inspiration*).

b) *Assist-Control (AC)* Ventilasi, penggabungan sensor tekanan di sirkuit pernapasan, upaya inspirasi dari pasien dapat digunakan untuk memicu inspirasi.

Pernapasan pasien dapat dipicu dengan laju yang lebih cepat akan tetapi pada tiap napas volume preset atau tekanan tetap diberikan.

c) *Intermittent Mandatory Ventilation (IMV)*, ventilator ini dirancang untuk memberikan bantuan ventilasi secara parsial. Metode ini merupakan kombinasi antara periode ventilasi *assist-control* dengan periode pernapasan spontan pasien. Melalui periode pernapasan spontan, pencegahan auto PEEP dan hiperinflasi paru pada pasien-pasien dapat dilakukan dengan pernapasan yang cepat.

d) *Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation (SIMV)*, *SIMV* merupakan ventilator yang memiliki keunggulan pada kenyamanan pasien. Ventilator ini memiliki napas cadangan yang dapat digunakan pada saat pasien lelah.

e) *Mandatory Minute Ventilation (MMV)*, Ventilator ini, pernapasan pasien dapat dilakukan secara spontan dan dapat juga menerima napas secara mekanik, kemudian mesin akan memonitor ventilasi satu menit yang dihembuskan.

f) *Pressure Support Ventilation (PSV)*, Ventilator jenis ini menggunakan metode untuk memperkuat sistem penapasan secara spontan, namun bantuan napas keseluruhan tidak diberikan. Selain itu, metode PSV ini digunakan untuk mengatasi hambatan pernapasan melalui sirkuit ventilator. Metode ini bertujuan untuk pengurangan waktu *work of breathing* selama proses penyapihan (*weaning*) dari ventilator.

g) *Pressure Control Ventilation /ventilasi pressure-control (PCV)*, Ventilator jenis ini menerapkan metode paru-paru

dikembangkan melalui tekanan konstan. Jenis ini kurang diminati karena ketidakseimbangan volume pengembangan paru-paru. Akan tetapi tetap dapat digunakan pada pasien yang mengalami resiko cedera paru-paru yang disebabkan oleh ventilator yang lebih kecil dari mode ini. Ventilasi jenis PCV diatur oleh ventilator, di mana pasien tidak ikut serta (*ventilasi assistcontrol*).

METODOLOGI

Ventilator yang dikembangkan adalah tipe *Positive Pressure Ventilation* (Ventilasi Bertekanan Positif), *mode Volume cycled dan metode Controlled Mechanical Ventilation* (Ventilasi Mekanik Terkontrol, CMV). Teknologi yang digunakan adalah ambu bag. Desain dan pembuatan meliputi Ambu Bag otomatis yang ditekan oleh sistem mekanik dan sistem kontrol yang bangun dari Mikrokontroler Arduino. Perancangan mekanik ventilator dirancang kompak, bobot yang ringan, memiliki estetika dan mudah digunakan sehingga menjadikannya menarik dan menghilangkan ketakutan pada pasien. Nilai IER, BPM dan TV terkontrol melalui (*touch screen*) layar sentuh/jarak jauh (*remote*) dengan bantuan *hand phone* melalui 4 tombol dari jarak jauh untuk memudahkan dan menjaga tenaga medis dari penularan Covid-19. Nilai BPM dapat diatur pada rentang 5-20 BPM, IER pada 1:1 sampai 1:4 dan TV dari 40-100%. Dipilih nya teknologi ambu-bag dikarenakan minimnya biaya dan kemudahan dalam produksi massal. Ventilator ini memiliki nilai efisiensi biaya yang jauh lebih hemat dibandingkan ventilator lain yang memiliki harga ratusan juta rupiah.

Tahapan perancangan

a) Identifikasi Permasalahan, berdasarkan fenomena yang berkembang akhir-akhir ini ditemukan bahwa pembuatan ventilator ini sangat penting, apalagi ditengah wabah Covid-19 dimana diperbagai negara terjadi kekurangan Ventilator untuk menangani pasien Covid-19. Untuk kesederhanaan sistem yang dirancang maka teknologi yang digunakan Ambu Bag.

b) *Brain Storming* dengan Ahli, dalam rangka menggali kebutuhan ventilator dan karakteristik ventilator yang sangat mendesak diperlukan.

c) Perancangan dan implementasi

Kapasitas daya komponen penggerak lengan diperhitungkan sedemikian rupa dengan tujuan meminimalisasi konsumsi daya alat. Rancangan posisi penekan Ambu Bag dan bentuk lengan dibuat mengikuti permukaan Ambu Bag untuk memaksimalkan volume tidal. Penstabilan posisi Ambu Bag yang cenderung terjadi pemendekan pada saat ditekan dilakukan dengan memasang motor untuk mengendalikan posisi Ambu Bag sehingga gerakannya sama dengan motor yang menekan Ambu Bag.

Spesifikasi perancangan; menggunakan Ambu Bags, Respiratory rate (RR) = 5-20 breaths per minute (bpm), Inspiratory: Expiratory time ratio (I:E ratio) = 1:1 s/d 1:4, Tidal volume (VT) = volume of gas (ml) delivered during inspiration : 250-800 , pengesetan dengan Touch Screen dan Hand Phone.

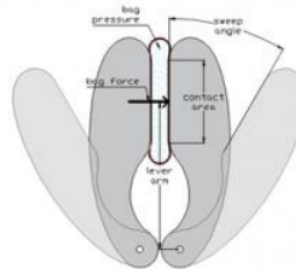
Penentuan Daya Motor

Sistem mekanik penekan Ambu Bag direncanakan memiliki gripper dengan dua buah motor yang masing-masing terpisah ketika proses menekan dan melepas. Sehingga perhitungan daya masing-masing motor mengacu pada spesifikasi Ventilator yaitu, tekanan maksimum pada jalan nafas (airway) : $Pairway,max = 40 \text{ cm H}_2\text{O}$, maximum respiration rate: $RRmax = 20 \text{ bpm}$, minimum inhale/exhale ratio adalah 1:4: $I\text{Eratio}, min = 4$, maximum volume output: $Vmax = 800 \text{ cm}^3$. Dalam kasus terburuk, aliran udara yang dihasilkan pada tekanan $40 \text{ cm H}_2\text{O}$, dalam waktu 0.3 second . $T = 60 \text{ sec}/RRmax$: waktu dalam 1 bpm, $tinhale =$ waktu penekanan, $tinhale = T / (1 + I\text{Eratio})$, $tinhale = 60 \text{ sec} / RRmax / (1+I\text{Eratio})$, Volumetric flow rate yang dibutuhkan dalam kondisi terburuk (peak), $Qairway = Vmax / tinhale = 0.0027 \text{ m}^3/\text{s}$

Daya output (dalam bentuk aliran volume bertekanan di jalan nafas (airways) adalah: $powerairway = Pairway,max Qairway = 10.46 \text{ W}$. Namun, sebagian daya yang digunakan untuk menekan Ambu Bag akan hilang (deformasi ambu bag, gesekan, dll.), dan diperkirakan 50% dikonversi menjadi aliran volume bertekanan. Dengan mempertimbangkan efisiensi, daya yang diperlukan oleh gripper adalah: $Powergripper = 2 Powerairway = 20.92 \text{ W}$

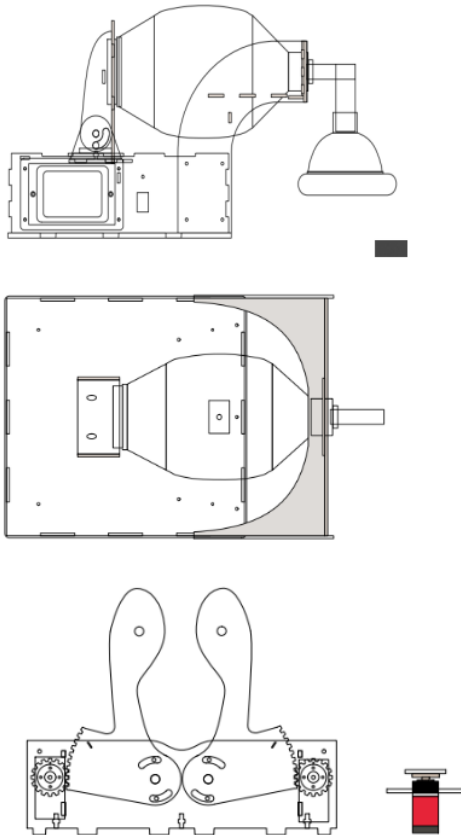
Daya aktual yang dibutuhkan untuk motor akan lebih tinggi, tergantung pada desain mekanik dan listrik. Dengan asumsi setengah dari output daya motor hilang ke inefisiensi mekanik dan listrik (roda gigi, disipasi termal, dll.), Output daya yang diperlukan dari motor diberikan oleh: $Powermotor = 2 Powergripper = 41.84 \text{ W}$

Kebutuhan daya untuk desain 2 finger, alternatif untuk menghitung daya dengan desain penjepit 2 finger, ditunjukkan pada Gambar 1. Pendekan langsung dapat digunakan untuk desain, dengan besaran berikut dapat diukur Area kontak Ambu Bag, Panjang lengan tuas, Sweep angle. Untuk prototipe yang umum, diketahui bahwa area kontak Ambu Bag maksimum : $Abag = 90 \text{ mm} \times 115 \text{ mm}$. Panjang lengan tuas : $finger = 12 \text{ cm}$. Sweep angle : $asweep = 30^\circ$



Gambar 1. Gripper Penekan Ambu Bag dengan 2 Finger

Kekuatan maksimum Ambu Bag satu finger (ketika ditekan sepenuhnya) adalah, menggunakan efisiensi transmisi t_{4} 50% yang sama seperti sebelumnya: $F_{finger} = 2 Abag Pairway,max = 81.199 \text{ N}$. Torsi maksimum yang dibutuhkan pada setiap finger adalah: $finger = F_{finger} l_{finger} = 9.74 \text{ N.m}$. Dengan demikian dapat dihitung daya yang diperlukan untuk gripper dua finger menggunakan laju sudut sweep (dalam 0,3 detik): $P_{gripper} = 2 \times finger W_{finger} = 34.01 \text{ W}$ Total daya untuk motor (dengan asumsi motor tunggal) dengan tambahan 50% dan efisiensi gearbox yang sama, didapatkan: $P_{motor} = 2 \times P_{gripper} = 68.03 \text{ W} \sim 70 \text{ W}$.



Gambar 2. Gambar Teknik Ventilator



Gambar 3. Ventilator

Pengujian ventilator yang sudah dirancang dilakukan dengan menggunakan peralatan sebagai berikut, yaitu komputer, stopwatch, bejana dan gelas ukur. Tahap pengujian teknis diberikan nilai RR, IER dan TV, mencatat waktu penekanan (Inspirasi, T_i) melepaskan (Ekspirasi, T_e) ambu bag, mencatat nilai BPM, mengukur volume berdasarkan banyaknya air yang tumpah dan menghitung nilai IER. Pengujian pertama diberikan nilai setting BPM = 15, IER = 1:1 dan TV = 80%, kemudian ventilator diaktifkan. Hasil yang didapat adalah BPM = 15, IER = 1:1 dan TV = 80%. Hal ini menunjukkan bahwa ventilator dapat merespon sesuai dengan nilai yang diberikan pada ventilator. Kemudian dilakukan pengujian kedua yaitu BPM = 15, IER = 1:2 dan TV = 80%, kemudian ventilator diaktifkan. Hasil yang didapat adalah BPM = 15, IER = 1:2 dan TV = 80%. Hal ini menunjukkan bahwa ventilator dapat merespon sesuai dengan seting nilai yang diberikan. Dari hasil pengujian terlihat bahwa ventilator mampu merespon nilai setting yang diberikan secara cepat. Hasil pengujian untuk parameter lainnya dapat dilihat pada Tabel 1. Perubahan parameter pengujian juga dapat dilakukan secara jarak jauh melalui handpone.

Tabel 1. Hasil Pengujian untuk Berbagai Nilai Setting

HASIL DAN PEMBAHASAN



DAFTAR PUSTAKA

N	Nilai Setting			Nilai Aktul					
	BP	IE	TV	BP	Ti	Te(IER	TV(
1	15	1:1	80%	15	2	2	1:1	80%	Abdul M.A, etc (2010) Design and Prototyping of a Low-cost Portable Mechanical Ventilator, Proceedings of the 2010 Design of Medical Devices Conference DMD2010 April 13-15, 2010, Minneapolis, MN, USA
2	15	1:2	80%	15	1,3	2,60	1:2	80%	
3	12	1:2	80%	12	1,6	3,30	1:2	80%	Ait-Khaled N, Enarson D, Bousquet J (2001) Chronic respiratory diseases in developing countries: the burden and strategies for prevention and management, Bulletin of the World Health Organization, 79 (10)
4	10	1:2	80%	12	2	4	1:2	80%	
5	15	1:1	60%	15	2	2	1:1	60%	
6	15	1:2	60%	15	1,3	2,60	1:2	60%	
7	12	1:2	70%	12	1,6	3,30	1:2	70%	Hariz Barak (2020), Jepang Kewalahan Hadapi Lonjakan Kasus Baru Corona COVID-19, Minim Ventilator dan ICU, Liputan6, 19 April 2020
8	10	1:2	70%	12	2	4	1:2	70%	

KESIMPULAN

Ventilator didesain sangat bersahabat dari segi performa dan tampilan fisik tidak menakutkan Perubahan parameter pengujian juga dapat dilakukan dari jarak jauh melalui handpone. Setiap perubahan parameter yang diberikan, ventilator dapat merespon dan bekerja sesuai keinginan. Pengujian ventilator akan dilanjutkan ke tahap pengujian di Badan Penjaminan Fasilitas Kesehatan Medan yang merupakan lembaga yang memberikan jaminan alat kesehatan yaitu BPFK Medan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Rektor Universitas Bung Hatta Prof. Dr. Tafdil Husni, S.E., MBA yang telah mendukung pendanaan penelitian ini, juga kepada Kepala Bagian ICU dr. Emilson , Sp. An (K), Catur Suharinto, M.Kom Ahli Peralatan Kesehatan dan 2 orang perawat ICU RSUP M. Jamil Padang.

JawaPos.com (2020), Selamatkan Banyak Pasien Covid-19, Dr Saud Anwar Disebut Pahlawan, 15 April, 2020

Jeffrey Ebib, MD (2020) Global Ventilator Projects

Klein KR, Nagel NE (2007) Mass medical evacuation: Hurricane Katrina and nursing experiences at the New Orleans airport. Disaster Manag Response. 2007 Apr-Jun;5(2):56-61

Syarif H (2020), Ventilator Portabel Indonesia, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika ITB, 30 Maret 2020

Ventilator

ORIGINALITY REPORT

20%

SIMILARITY INDEX

14%

INTERNET SOURCES

5%

PUBLICATIONS

12%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universitas Pamulang Student Paper	11%
2	Hidayat, J Saiful, S Iman, Suprpto, I Aidil, S Eddy. "Design and Implementation of Ventilator for Breathing Apparatus", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020 Publication	3%
3	bunghatta.ac.id Internet Source	2%
4	e-vent.mit.edu Internet Source	1%
5	iopscience.iop.org Internet Source	1%
6	www.scribd.com Internet Source	1%
7	openjournal.unpam.ac.id Internet Source	<1%
8	teknologiterbaru4u.blogspot.com Internet Source	

<1 %



www.batamnews.co.id

Internet Source

<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On