

## PERANCANGAN *AUTO VENTILATOR* MELALUI PENGELOLAAN DATA *SPIROMETER* OLEH MIKROKONTROLER DENGAN METODE *PID CONTROLLER* UNTUK MEMBANTU PENDERITA GANGGUAN PERNAPASAN

Ahmad Nurul Husen<sup>1</sup>, Lilik Subiyanto<sup>2</sup>, Rini Indarti<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Program Studi Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal  
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya  
Jalan Teknik Kimia, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
E-mail : *Ahusen20@student.ppnns.ac.id*

### Abstrak

Pada saat pandemi virus Covid-19 ini, *ventilator* merupakan alat yang sangat dibutuhkan bagi pasien yang mengalami gangguan pernapasan, Namun kenyataannya masih sering kita jumpai *Ventilator* paru-paru yang masih beroperasi secara manual. Hal ini bisa berpengaruh terhadap kurang efektifnya kinerja *ventilator* karena cara kerjanya masih disesuaikan secara manual dengan cara observasi. Dengan keadaan seperti ini, peneliti bertujuan untuk membantu petugas medis dengan membuat prototipe alat *Ventilator* yang bisa bekerja secara otomatis melalui pengelolaan data. Data yang dikelola berupa Tekanan udara, debit aliran udara, dan pola pernapasan. Prinsip kerja alat ini dengan cara pengambilan data pernapasan melalui *spirometer*, lalu data tersebut dikelola oleh mikrokontroler dengan penggunaan metode PID untuk mengontrol *valve* sebagai pengendali aliran udara dari *ventilator*. Kelebihan dari pengotomatisan *ventilator* ini berupa kinerja *ventilator* yang otomatis berdasarkan data pernapasan pasien. Dari hasil pengujian kali ini didapati 5 pola pernapasan berdasarkan umur dengan kinerja *ventilator Newborn*(Ekshalasi = 1,58 L/681ms - Inhalasi = 0,24 L/681ms), *Infant*(Ekshalasi = 1,89 L/600ms - Inhalasi = 0,23 L/600ms), *Toddler*(Ekshalasi = 1,97 L/1200ms - Inhalasi = 0,24 L/1200ms), *Children*(Ekshalasi = 1,51 L/1500ms - Inhalasi = 5,22 L/1500ms), *Adult*(Ekshalasi = 2,78 L/2727ms - Inhalasi = 5,81 L/2727ms). Data pernapasan bisa dimonitoring melalui LCD *graphic*.

Kata kunci : Pernapasan, Oksigen, *Ventilator*, *Spirometer*, *PID Controller*.

### 1. PENDAHULUAN

Saat ini pandemi Covid-19 atau penyakit menular yang disebabkan oleh virus corona tengah melanda negara-negara di Dunia, bahkan di Indonesia. Orang yang terpapar virus ini akan mengalami gangguan pernapasan yang akhirnya perlu dirawat dengan alat bantu pernapasan, untuk kasus yang parah akan digunakan terapi oksigen berupa *ventilator*.

Dikarenakan pandemi ini semakin memburuk dan jumlah pasien yang mengalami kesulitan bernapas meningkat, maka kebutuhan alat bantu pernapasan (*ventilator*) pun juga ikut meningkat.

*Ventilator* adalah mesin yang menyediakan ventilasi mekanis agar dapat bernapas dengan memindahkan udara yang dapat keluar dan masuk dari paru-paru, untuk menghantarkan napas pada pasien yang secara fisik tidak dapat bernapas, atau bernapas dengan tidak memadai. *Ventilator* memungkinkan pernapasan buatan melalui

alat bantu mekanis dan Oksigen dibawah periode tekanan dan volume yang ditentukan (yaitu pola *ventilasi*) [1].

Namun pada saat ini *ventilator* masih jarang sekali ditemui *ventilator* yang cara kerjanya otomatis dan data yang dapat dibaca masih banyak yang berupa data analog, kebanyakan masih bekerja secara *independent*. Dengan semakin berkembangnya zaman, diharapkan semua serba otomatis. demikian penelitian ini bermaksud untuk mengotomatiskan alat *ventilator* ini melalui pengukuran volume udara pernapasan yang dapat dihitung lewat pernapasan inspirasi(suplementer) dan pernapasan ekspirasi(komplementer) dan dalam pengendalian *ventilator* agar bisa bekerja secara otomatis dilengkapi dengan metode *PID Controller*.

Penelitian ini akan berfokus pada pengolahan data *spirometer* berupa data tekanan udara, debit aliran udara, dan durasi pernapasan inhalasi / ekshalasi untuk

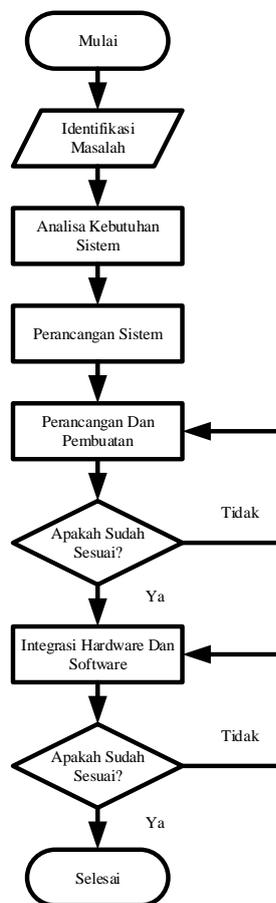
pengotomatisan *Ventilator*.

Prototipe *Ventilator* yang dirancang diterapkan proses otomatis dengan pembagian kelas, yakni *Newborn, Infant, Toddlers, Children, dan Adult*.

Keluaran dari penelitian ini diharapkan dapat membuat alat yang dapat membantu proses pernapasan manusia yang kedepannya diharapkan dapat memperingan kinerja tenaga medis melalui perkembangan teknologi alat *Ventilator*.

## 2. METODE

Sistematika alur penelitian ini direpresentasikan pada **Gambar 2.1** berikut:



**Gambar 2.1** Flowchart Alur Penelitian

Berdasarkan *flowchart* alur penelitian pada **Gambar 2.1**, penjelasan secara rinci dijelaskan pada sub-bab berikut:

### 2.1 Studi Literatur

Pada tahap ini, studi literatur meliputi mempelajari, memahami dan menganalisa materi yang terkait dengan penelitian ini, seperti Sistem Pernapasan (respirasi) [2], Volume *Ventilatory* dan *Spirometer* [3], *Ventilator* [4], Saturasi Oksigen [5], Metode

*PID Controller* [6] dan ATmega128a yang menjadi *Microchip Controller* dari prototipe *Ventilator*.

### 2.2 Observasi

Pada tahap ini dilakukan observasi dengan pengumpulan data berdasarkan topik yang diperoleh dari berbagai sumber (seperti jurnal, buku, dan perpustakaan lainnya).

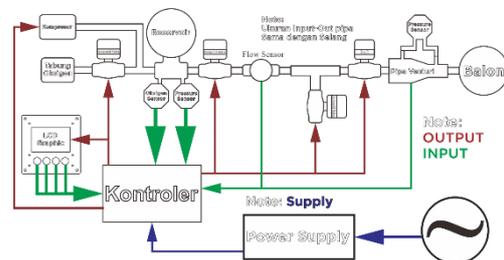
### 2.3 Analisa Kebutuhan

Analisa Kebutuhan sistem adalah tahap di mana persyaratan untuk melakukan penelitian dipertimbangkan. Alat atau bahan yang dibutuhkan dituliskan pada tahap ini. Ketersediaan alat dan bahan akan memudahkan proses perancangan dan pembuatan sistem. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. IC Atmega128a
2. Sensor O2 KE-25
3. Sensor Tekanan Udara SKU237545
4. Sensor Tekanan Udara MPX5700DP
5. *Solenoid Valve 2 way*
6. Motor Stepper
7. Tabung Oksigen
8. Kompresor
9. LCD *Graphic 128\*64*
10. Pipa Venturi
11. Kantong Reservoir
12. Selang Pernapasan
13. *Power Supply 12V 10A*

### 2.4 Perancangan Hardware

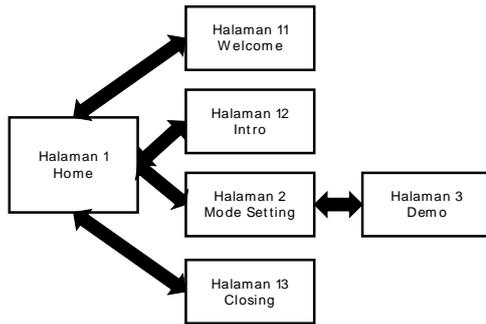
Perancangan *hardware* meliputi pembuatan desain alat yang disesuaikan dengan kebutuhan sistem beserta perancangan *wiring* dari seluruh komponen yang digunakan. Pada **Gambar 2.2** merupakan desain Prototipe *Ventilator* yang akan dibuat:



**Gambar 2.2** Desain Hardware

### 2.5 Perancangan Software

Perancangan *software* meliputi pembuatan tampilan pada LCD *Graphic* sebagai menu *Settings*:

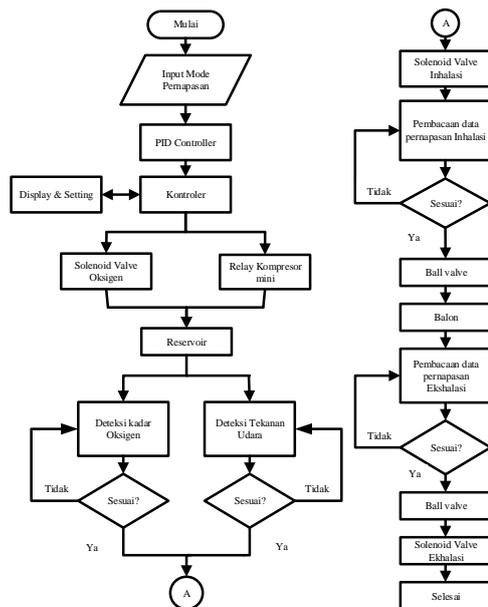


**Gambar 2.3** Rancangan tampilan menu

1. Halaman 1  
Berisikan tampilan awal (*Home*) dan terdapat 4 Menu *Item* untuk masuk ke tampilan berikutnya.
2. Halaman 11  
Berisikan tampilan selamat datang untuk pembuat.
3. Halaman 12  
Berisikan tampilan pembukaan dengan pengenalan diri.
4. Halaman 2  
Berisikan tampilan Menu *Setting*.
5. Halaman 3  
Berisikan tampilan Demo Prototipe.
6. Halaman 4  
Berisikan tampilan penutup dengan ucapan terimakasih.

**2.6 Uji Coba**

Pada tahap ini dilakukan pengujian prototipe dengan mengoperasikan keseluruhan sistem berdasar *flowchart* sistem:



**Gambar 2.4** Flowchart System

Pengujian yang dilakukan pada tahap ini

yakni pengujian secara keseluruhan sesuai dengan *flowchart* sistem.

**2.7 Analisis Data**

Pada tahap ini dilakukan analisis data dari data-data yang telah diperoleh pada tahap uji coba. Hasil analisa data pada tahap ini akan digunakan untuk menarik kesimpulan dari penelitian ini.

**2.8 Pembuatan Laporan Akhir**

Penyusunan laporan akhir bertujuan sebagai bentuk tanggung jawab dan otentik atas terselenggaranya penelitian ini.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Perancangan Mekanik**

Rancangan Mekanik dalam tugas akhir ini menggunakan Box Panel Listrik *Indoor* 40X30X20 cm Tebal 1mm Cat *Coating* sebagai ruang kemasan komponen prototipe. Desain dari rancangan mekanik tersebut dibentuk kotak dengan beberapa bagian yang digunakan sebagai tempat reservoir, circuit PCB, valve, dan pompa serta sebuah lubang jalur kabel, selang dan lubang untuk tampilan lcd beserta tombol pengaturannya.



**Gambar 3.1** prototipe tampak depan



**Gambar 3.2** Prototipe tampak belakang

### 3.2 Pengujian Interface

Pada penelitian ini, penulis menggunakan LCD *Graphic* 128x64 ST7920 sebagai tampilan dan IC ATmega128a sebagai kontrolernya.

1. Halaman 1



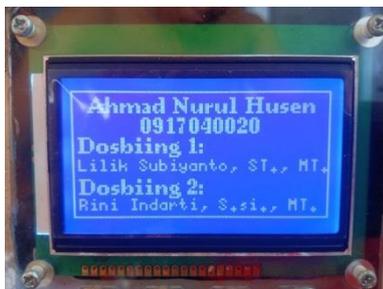
Gambar 3.3 tampilan *display* halaman awal

2. Halaman 11



Gambar 3.4 tampilan halaman ucapan selamat datang pada pengguna

3. Halaman 12



Gambar 3.5 tampilan *display* halaman pengenalan peserta sidang

4. Halaman 2



Gambar 3.6 tampilan *display* halaman *mode setting*

5. Halaman 3



Gambar 3.7 tampilan *display* halaman demo

6. Halaman 13



Gambar 3.8 tampilan *display* halaman penutup

### 3.3 Pengujian *Fuzzy Decision*

Pada pengujian *Fuzzy Decision* akan dilakukan perbandingan hasil *Fuzzy* antara perbandingan hasil *Fuzzy* menggunakan *Toolbox Fuzzy* pada *software* Matlab dengan hasil *Fuzzy* pada sistem menggunakan *library python*. Tabel 3.1 merupakan tabel perbandingan hasil pengujian *Fuzzy Decision* antara perhitungan Matlab dengan sistem yang telah dibuat menggunakan *library Python* dan juga dilakukan perbandingan *Fuzzy* pada sistem dengan *Fuzzy* perhitungan manual untuk melihat tingkat akurasi *Fuzzy* yang dirancang pada sistem.

Dari data pengujian pada tabel dibawah dapat disimpulkan bahwa *Fuzzy Decision* yang telah dirancang menggunakan *library Python* pada penelitian ini sudah cukup akurat. Hal tersebut dikarenakan rata-rata *error* yang didapatkan dalam pengujian ini yaitu sebesar 0,103 %.

Tabel 3.1 Data Perbandingan Pengujian Fuzzy Decision Sistem dengan Matlab

No	Data (Input Fuzzy)			Output Fuzzy (Matlab)	Output Fuzzy (Sistem)	Error (%)
	Availability	Performance	Quality			
1.	79.946	62.709	72.0	27.8 (Sangat Buruk)	28.04288 (Sangat Buruk)	0.866
2.	91.071	98.039	97.5	93.5 (Baik)	93.226 (Baik)	0.293
3.	83.333	90.0	90.0	70 (Buruk)	70 (Buruk)	0
4.	93.333	66.964	80.0	37.9 (Sangat Buruk)	38.188 (Sangat Buruk)	0.756
5.	96.666	76.064	100.0	76.8 (Buruk)	76.526 (Buruk)	0.357
6.	95.989	94.011	95.555	89.4 (Baik)	89.088 (Baik)	0.349
<b>Rata-rata Error (%)</b>						<b>0.103</b>

**Tabel 3.2** merupakan tabel perbandingan perhitungan *fuzzy* secara manual dengan perhitungan *fuzzy* pada sistem. Berdasarkan perbandingan *fuzzy* tersebut, *fuzzy* pada sistem yang dirancang pada Tugas Akhir ini dapat

dikatakan cukup akurat dalam mengambil keputusan hasil OEE. Hal tersebut dikarenakan *error* yang didapatkan hanya sebesar 0,32 %.

Tabel 3. 2 Data Perbandingan Pengujian Fuzzy Decision Sistem dengan Perhitungan Manual Fuzzy

No	Data (Input Fuzzy)			Output Fuzzy (Matlab)	Output Fuzzy (Sistem)	Error (%)
	Availability	Performance	Quality			
1.	79.946	62.709	72.0	28,055 (Sangat Buruk)	28.04288 (Sangat Buruk)	0.04
2.	91.071	98.039	97.5	93,22 (Baik)	93.22 (Baik)	0
3.	83.333	90.0	90.0	70 (Buruk)	70 (Buruk)	0
4.	93.333	66.964	80.0	38,75 (Sangat Buruk)	38.188 (Sangat Buruk)	1,45
5.	96.666	76.064	100.0	76,55 (Buruk)	76.526 (Buruk)	0,03
6.	95.989	94.011	95.555	88,715 (Baik)	89.088 (Baik)	0.4
<b>Rata-rata Error (%)</b>						<b>0.32</b>

### 3.4 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pada pengujian ini dilakukan selama 3 kali percobaan dengan jumlah *Output* yang berbeda dan berat isi botol yang sama. **Tabel 3.3** merupakan tabel data OEE yang diperoleh secara *real time* dari sistem yang dijalankan. Berdasarkan tabel dibawah dapat disimpulkan

bahwa sistem yang dirancang memiliki kinerja yang cukup buruk. Hal tersebut dikarenakan hasil OEE menunjukkan persentase yang kurang dari 85% yang merupakan nilai minimum OEE yang memiliki kinerja yang baik [8].

Tabel 3.3 Data Pengujian Keseluruhan Sistem

No	Berat (Gram)	Jumlah Input Botol	Availability (%)	Performance (%)	Quality (%)	OEE (%)	Fuzzy Decision
1.	388	30	96.4516	85.2843	83.33	69.33 (Buruk)	70 (Buruk)
2.		50	97.125	92.911	88.0	79.41 (Buruk)	78.5 (Buruk)
3.		70	98.463	84.397	92.857	77.2 (Buruk)	77.9 (Buruk)

#### 4. PENUTUP

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan percobaan yang telah dilaksanakan pada Tugas Akhir yang berjudul “Perancangan *Auto Ventilator* Melalui Pengelolaan Data *Spirometer* Oleh Mikrokontroler Dengan Metode *PID Controller* Untuk Membantu Penderita Gangguan Pernapasan” didapat kesimpulan sebagai berikut:

Didapati data 5 pola pernapasan berdasarkan umur dengan hasil kinerja *ventilator*:

- a. *Newborn*  
 Ekshalasi = 1,58 L/681ms  
 Inhalasi = 0,24 L/681ms
- b. *Infant*  
 Ekshalasi = 1,89 L/600ms  
 Inhalasi = 0,23 L/600ms
- c. *Toddler*  
 Ekshalasi = 1,97 L/1200ms  
 Inhalasi = 0,24 L/1200ms
- d. *Children*  
 Ekshalasi = 1,51 L/1500ms  
 Inhalasi = 5,22 L/1500ms
- e. *Adult*  
 Ekshalasi = 2,78 L/2727ms  
 Inhalasi = 5,81 L/2727ms

##### 4.2 Saran

Berdasarkan percobaan yang telah dilaksanakan pada Tugas Akhir yang berjudul “Perancangan *Auto Ventilator* Melalui Pengelolaan Data *Spirometer* Oleh Mikrokontroler Dengan Metode *PID Controller* Untuk Membantu Penderita Gangguan Pernapasan” didapat saran sebagai berikut:

Untuk pembacaan aliran udara dengan sensor aliran udara mekanik disarankan menggunakan sensor tekanan udara yang mempunyai pembacaan data tekanan udara bernilai lebih rendah dari 700 kpa.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

[1] A. A. Malik, T. Masood, and R. Kousar, “Reconfiguring and ramping-up

*ventilator production in the face of COVID-19: Can robots help?,” J. Manuf. Syst., 2020, doi: 10.1016/j.jmsy.2020.09.008.*

- [2] V. V. Tipparaju *et al.*, “Respiration pattern recognition by wearable mask device,” *Biosens. Bioelectron.*, vol. 169, no. August, p. 112590, 2020, doi: 10.1016/j.bios.2020.112590.
- [3] M. Chyliński and M. Szmajda, “Design and Implementation of an Embedded System for Respiratory Rate Examinations,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 52, no. 27, pp. 341–346, 2019, doi: 10.1016/j.ifacol.2019.12.684.
- [4] A. A. Laitupa and M. Amin, “Ventilasi dan Perfusi, serta Hubungan antara Ventilasi dan Perfusi,” *J. Respirasi*, vol. 2, no. 1, p. 29, 2019, doi: 10.20473/jr.v2-i.1.2016.29-34.
- [5] B. A. B. Ii and A. S. Oksigen, “TINJAUAN PUSTAKA Saturasi Oksigen,” *Stud. Deskriptif Pemberian Oksigen dengan Head Box Terhadap Peningkatan Saturasi Oksigen pada Neonates di Ruang Perinatol. Rumah Sakit Islam Kendal*, pp. 7–17, 2007, [Online]. Available: <http://digilib.unimus.ac.id/files/disk1/152/jtptunimus-gdl-anatriwija-7592-3-babiis-a.pdf>.
- [6] K. Rosada, “Sistem Kontrol Pompa Air Menggunakan Kontroler PID Berbasis Raspberry PI,” *Skripsi*, p. 49, 2017, [Online]. Available: <http://repository.its.ac.id/2420/>.
- [7] K. Krachangchan and N. Thawesaengskulthai, “Loss time reduction for improve Overall Equipment Effectiveness (OEE),” in *2018 5th International Conference on Industrial Engineering and Applications, ICIEA 2018*, Jun. 2018, pp. 396–400, doi:

10.1109/IEA.2018.8387132.

[8] Leanproduction.com, “OEE Measures Improvements in Productivity” .