

Rancang Bangun *High Flow Nasal Cannula* dengan Parameter *Flow Rate*

Rachmat Setio Utomo

Program Studi D3 Teknologi Elektro-medis Program Vokasi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jln. Brawijaya, Kasihan, Bantul, Yogyakarta, Indonesia 55183
Email : rachmat.setio.vokasi18@mail.umy.ac.id

INFO ARTIKEL

Alamat Web Artikel:

<https://journal.umy.ac.id/index.php/mt/article/view/13844>

DOI:

<https://doi.org/10.18196/mt.v3i2.13844>

Data Artikel:

Diterima:
02 Februari 2022
Direview:
24 Maret 2022
Direvisi :
21 April 2022
Disetujui :
22 April 2022

Korespondensi:

rachmat.setio.vokasi18@mail.umy.ac.id

ABSTRAK

Rancang bangun *High Flow Nasal Cannula* (HFNC) dengan parameter *flow rate* merupakan sebuah alat distribusi oksigen untuk dapat membantu pasien yang mengalami gangguan pada sistem pernapasan. Alat dengan parameter konsentrasi oksigen serta *flow rate* (aliran udara) yang dapat diatur sesuai dengan kebutuhan user. Prinsip kerja alat yang menggunakan sistem pecampuran oksigen pada *chamber* untuk mendapatkan konsentrasi oksigen yang dibutuhkan dalam terapi dan *flow rate* yang dapat diatur secara manual. Alat ini menggunakan sensor oksigen Figaro KE-25 untuk konsentrasi oksigen (FiO₂), FS300A untuk sensor *flow rate* serta sensor tekanan MPX 7500AP untuk mengukur tekanan yang ada pada *chamber*. Data yang dihasilkan dari sensor kemudian diolah oleh *Minimum System Arduino ATmega 328p*. Sedangkan pada pengaturan mekanik alat menggunakan driver MOSFET IRF520 untuk mengaktifkan *valve pneumatic* yang diperintah oleh *Minimum System Arduino Nano* kemudian untuk hasil yang diperoleh akan ditampilkan ke *display LCD*. Metode pengujian yang dilakukan yaitu dengan membandingkan hasil yang didapatkan oleh modul alat dengan alat pembanding *fluke VT305 gas flow analyzer*. Dari pengujian sebanyak 10 kali setiap mode setting baik konsentrasi oksigen dari 20%-100% serta *flow rate* dari 10L/Min sampai 60L/Min didapatkan hasil yang masih dalam batas toleransi yaitu $\pm 5\%$.

Kata Kunci: Flow Rate, HFNC, Konsentrasi Oksigen (FiO₂)

ABSTRACT

The design of High Flow Nasal Cannula (HFNC) with flow rate parameters is an oxygen distribution tool to be able to help patients who have problems with the respiratory system. The module with parameters of oxygen concentration and flow rate (airflow) can be adjusted according to user needs. The working principle of the tool uses an oxygen mixing system in the chamber to get the oxygen concentration needed in therapy, and the flow rate can be adjusted manually. This module uses the Figaro KE-25 oxygen sensor for oxygen concentration (FiO₂), the FS300A for the flow rate sensor and the MPX 7500AP pressure sensor for measuring the pressure in the chamber. The data generated from the sensor is then processed by the Minimum System Arduino ATmega 328p, while the mechanical settings of the tool use the MOSFET IRF520 driver to activate the pneumatic valve commanded by the Arduino Nano Minimum System. After that, the results will be displayed on the LCD display. The test is conducted to compare the results obtained by the tool module with a comparison tool fluke VT305 gas flow analyzer. From the 10 times testing for each setting mode, both oxygen concentration of 20%-100% and flow rate of 10L/Min to 60L/Minute were still within the tolerance limit of $\pm 5\%$.

Keywords: Flow Rate, HFNC, Oxygen Concentration (FiO₂)

1. PENDAHULUAN

Gagal nafas merupakan suatu kondisi dimana terjadi gangguan serius pada sistem pernapasan tubuh manusia, sehingga menyebabkan tubuh kekurangan oksigen. Kondisi seperti ini memerlukan bantuan alat medis serta penanganan yang tepat, karena jika tidak, maka dapat menyebabkan kematian [1]. Gagal nafas juga ditandai sebagai gejala utama dari penyakit Coronavirus dengan kondisi pasien gejala berat. Bersamaan disaat pandemi covid 19 yang menyebar secara global

selama kurang lebih 1,5 tahun terakhir ini sekitar 5 % dari pasien yang terkonfirmasi positif Covid 19 memerlukan perawatan ICU untuk dilakukan intubasi dan ventilasi mekanis.

Kurangnya kapasitas ICU serta ventilator menyebabkan kebutuhan ventilasi non-invasif menjadi sangat penting [2][3]. Dalam kondisi seperti ini, maka penggunaan alat terapi oksigen HFNC (*High Flow Nasal Cannula*) sangat diperlukan. [4][5] HFNC juga dapat berfungsi untuk menangani pasien yang mengalami hipoksia yaitu kekurangan oksigen.[6][7][8][9][10][11]

HFNC merupakan alat terapi ventilasi non invasif yang berhasil dikembangkan oleh para ilmuwan Indonesia di beberapa tahun terakhir ini [12][13]. Alat yang berfungsi untuk membantu pernapasan dengan memanfaatkan oksigen aliran tinggi melalui selang canula hidung maupun nasal canula. Prinsip kerja HFNC sendiri yaitu mengalirkan udara dengan kadar oksigen tinggi (21 hingga 100 persen) dengan debit aliran sampai 60 liter per menit. [14][15][16][17] Oleh sebab itu pentingnya parameter konsentrasi oksigen diperlukan serta debit aliran yang digunakan dalam alat HFNC membutuhkan pengoperasian serta pemantauan otomatis sesuai yang diinginkan [18]. Karena jika penggunaannya tidak tepat maka dapat menyebabkan efek depresi ventilasi bahkan keracunan oksigen [3].

Dari permasalahan yang ada maka penulis bermaksud membuat alat “Rancang Bangun *High Flow Nasal Cannula* dengan Parameter *Flow Rate*” yang merupakan sebuah alat terapi oksigen. Dengan memanfaatkan sensor oksigen KE-25 dan *flow* sensor FS300A sebagai distribusi oksigen serta aliran udara yang digunakan sesuai dengan kebutuhan pasien yang mengalami gagal nafas.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Diagram Alir Program

Diagram alir program merupakan serangkaian simbol tertentu yang menggambarkan dari sebuah urutan proses dari alat Rancang Bangun *High Flow Nasal Cannula* Dengan Parameter *Flow Rate*. Dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



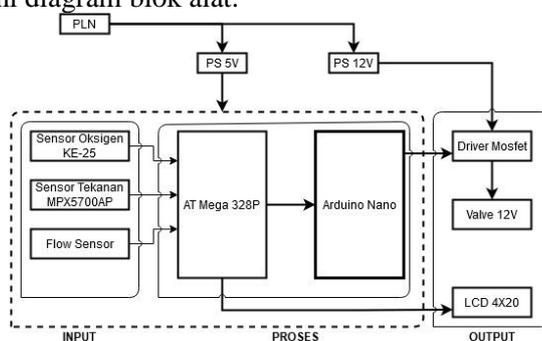
Gambar 1. Diagram Alir Program

Berdasarkan Gambar 1 diatas dapat dilihat awal mula proses ketika alat dijalankan atau mulai bekerja maka proses yang akan terjadi yaitu alat akan menginisialisasi semua program yang telah diberikan seperti melakukan inisialisasi sensor oksigen, sensor tekanan, sensor *flow* maupun LCD pada modul alat. Proses selanjutnya sensor oksigen akan membaca berapa besar nilai konsentrasi O₂ pada alat kemudian sensor *flow* juga akan membaca aliran udara yang ada pada modul alat. Kemudian sensor tekanan akan membaca besaran tekanan yang ada pada *chamber* alat. Pada modul alat dapat dilakukan setting konsentrasi oksigen dimana proses penyettingan dilakukan dengan cara manual yaitu membuka putaran katup oksigen yang ada pada alat sesuai kebutuhan. Proses akan dilanjutkan dengan melakukan penyettingan *flow rate* yang dilakukan dengan cara manual juga

yaitu membuka putaran katup *flow rate* yang ada pada alat sesuai kebutuhan. Nantinya seberapa besar settingan bukaan katup yang telah disetting maka proses akan diteruskan dengan menampilkan hasil pembacaan oksigen maupun hasil pembacaan *flow rate* yang telah dihasilkan oleh alat pada *display* LCD. Jika proses penampilan hasil pembacaan sudah berhasil maka proses telah selesai.

2.2. Diagram Blok

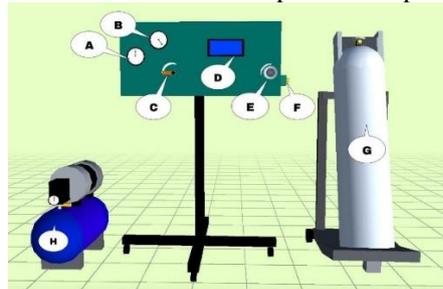
Pada diagram blok terdiri dari beberapa blok tertentu yang memiliki fungsi masing-masing dimana satu sama lain saling terintegrasi sehingga menciptakan alat yang sesuai serta dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Berikut dapat dilihat pada Gambar 2 Diagram blok dibagi menjadi 3 yaitu terdapat bagian input, bagian proses, dan bagian output. Bagian input terdapat sensor oksigen sebagai masukan pendeteksi kadar oksigen, sensor tekanan sebagai masukan pendeteksi tekanan yang ada pada *chamber*, sensor flow sebagai masukan pendeteksi aliran udara. Bagian proses terdapat rangkaian ATmega 328p serta Arduino Nano yang berfungsi untuk menjalankan alat. Dimana bagian proses ini penulis memakai 2 *minimum system* yaitu ATmega 328p yang berfungsi untuk mengolah data-data yang dihasilkan oleh sensor untuk dapat ditampilkan pada LCD, sedangkan untuk Arduino Nano berfungsi untuk menjalankan perintah mekanik dimana perintah yang digunakan untuk *safety chamber* pada alat. Dengan hasil pembacaan sensor tekanan yang ada pada *chamber* alat yaitu ketika tekanan didapati hasil lebih dari 1,5 Bar maka Arduino Nano akan memberikan perintah untuk menjalankan *driver* MOSFET agar mengaktifkan *valve pneumatic* yang dapat menutup aliran udara yang menuju ke *chamber*. Sedangkan pada bagian *output* terdapat *driver* MOSFET yang berfungsi sebagai saklar untuk mengaktifkan *valve pneumatic*, pada bagian ini juga terdapat LCD sebagai penampil perintah yang diberikan. Pada *chamber* alat yang telah digunakan oleh penulis disini menggunakan sistem tabung venturi dimana berfungsi sebagai pencampuran gas untuk mendapatkan konsentrasi oksigen serta agar dapat mencapai aliran udara atau *flow rate* yang diinginkan. Sedangkan *output* pada *chamber* alat disini penulis membatasi tekanan sebesar 1,5 Bar agar tekanan yang ada pada *chamber* tidak kelebihan (*overload*), sehingga *chamber* tidak mengalami kerusakan (pecah). Berikut dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini diagram blok alat.



Gambar 2. Diagram Blok

2.3. Diagram Mekanis

Diagram mekanis alat adalah suatu gambaran fisik dari bentuk alat Rancang Bangun *High Flow Nasal Cannula* Dengan Parameter *Flow Rate* dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Diagram Mekanis

Keterangan :

- A : Barometer indikator *inputan* tekanan kompresor.
- B : Barometer indikator *inputan* tekanan tabung oksigen.
- C : Pengaturan setting konsentrasi oksigen.
- D : *Display* LCD.
- E : Pengaturan setting *flow rate*.
- F : Outputan modul alat.
- G : Tabung Oksigen.
- H : Kompresor Angin.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian yang diperoleh dilakukan untuk mengetahui hasil keberhasilan dari kinerja alat yaitu dengan parameter yang diuji adalah konsentrasi oksigen serta *flow rate*.

3.1. Hasil Pengujian Konsentrasi Oksigen

Pengujian konsentrasi oksigen merupakan hasil percampuran dari oksigen dan udara bebas dimana satuan dari konsentrasi oksigen yaitu %, pada modul alat konsentrasi oksigen dapat diatur dari 20%-100% oleh sebab itu pengujian kali ini menggunakan setting dengan kelipatan persepuluh yaitu mulai 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, dan 100%.

a. Hasil Pengujian Pada Setting 20%

Pada pengukuran pertama menggunakan nilai setting 20% dan dilakukan 10 kali, dapat dilihat yang didapatkan pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Setting 20%

No.	Alat Rancang Bangun HFNC	Alat Pembanding
1.	20.4%	20.0%
2.	20.8%	20.2%
3.	21.1%	20.5%
4.	22.4%	22.4%
5.	22.8%	23.2%
6.	21.7%	22.0%
7.	22.3%	22.8%
8.	20.8%	21.2%
9.	21.6%	22.0%
10.	22.2%	22.9%
Rata-rata	21.61%	21.72%
Error	0.5%	

Berdasarkan hasil data pada Tabel 1 diatas dapat diketahui bahwa pengujian pada modul alat HFNC dengan nilai tertinggi yaitu 22.8% dipengujian ke-5 dan dengan nilai terendah pada pengujian ke-1 yaitu sebesar 20.4%, sedangkan pada alat pembanding pengujian dengan nilai terbesar yaitu 20.9% dipengujian ke-10 dan nilai terendah pada pengujian ke 1, 6, dan 9 dengan nilai yang sama yaitu sebesar 20.0%. Oleh sebab itu dapat dianalisis dalam pengambilan data pada setting 20% dengan dibandingkan alat pembanding *fluke VT305 gas flow analyzer* yang dilakukan sebanyak 10 kali maka menghasilkan rata-rata sebesar 21.61% dari modul alat HFNC dan 21.72% dari alat pembanding serta memiliki nilai error sebesar 0.5%.

b. Hasil Pengujian Pada Setting 30%

Pada pengukuran kedua menggunakan nilai setting 30% dan dilakukan 10 kali, dapat dilihat yang didapatkan pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Hasil Pengujian Setting 30%

No.	Alat Rancang Bangun HFNC	Alat Pembanding
1.	30.5%	30.3%
2.	32.2%	30.9%
3.	29.3%	29.6%
4.	34.1%	31.7%
5.	29.6%	30.8%
6.	31.7%	30.7%
7.	30.9%	30.5%
8.	33.2%	31.2%
9.	29.8%	30.0%
10.	31.4%	31.4%
Rata-rata	31.27%	30.71%
Error	1.82%	

Sedangkan pada tabel diatas dapat dilihat merupakan tabel hasil pengujian konsentrasi oksigen dengan nilai setting 30%, dimana pengujian yang dilakukan sebanyak 10 kali. Berdasarkan hasil data pada Tabel 2 diatas dapat diketahui bahwa pengujian pada modul alat HFNC dengan nilai tertinggi yaitu sebesar 34.1% dipengujian ke-4 dan dengan nilai terendah pada pengujian ke-3 yaitu sebesar 29.3%, sedangkan pada alat pembanding pengujian dengan nilai terbesar yaitu 31.7% dipengujian ke-4 juga dan nilai terendah pada pengujian ke-3 dengan nilai sebesar 29.6%. Oleh sebab itu dapat dianalisis dalam pengambilan data pada setting 30% dengan dibandingkan alat pembanding *fluke VT305 gas flow analyzer* yang dilakukan sebanyak 10 kali maka menghasilkan nilai rata-rata sebesar 31.27% dari modul alat HFNC dan 30.71% dari alat pembanding serta memiliki nilai error sebesar 1.82%.

c. Hasil Pengujian Pada Setting 40%

Pada pengukuran ketiga menggunakan nilai setting 40% dan dilakukan 10 kali, dapat dilihat yang didapatkan pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Hasil Pengujian Setting 40%

No.	Alat Rancang Bangun HFNC	Alat Pembanding
1.	40.2%	40.4%
2.	40.9%	41.5%
3.	41.4%	42.1%
4.	42.5%	43.2%
5.	41.3%	42.1%
6.	40.6%	40.8%
7.	44.1%	43.7%
8.	40.4%	40.6%
9.	42.2%	43.0%
10.	40.8%	41.2%
Rata-rata	41.44%	41.86%
Error	1%	

Pada Tabel 3 diatas dapat dilihat merupakan tabel hasil pengujian konsentrasi oksigen dengan nilai setting 40%, dimana pengujian yang dilakukan juga sebanyak 10 kali. Dan berdasarkan hasil data pada Tabel 3 diatas dapat diketahui bahwa pengujian pada modul alat HFNC dengan nilai tertinggi yaitu sebesar 44.1% dipengujian ke-7 dan dengan nilai terendah pada pengujian ke-1 yaitu sebesar 40.2%, sedangkan pada alat pembanding pengujian dengan nilai terbesar yaitu 43.7% dan terdapat dipengujian ke-7 juga sedangkan untuk nilai terendah pada

pengujian ke-1 dengan nilai sebesar 40.2%. Oleh sebab itu dapat dianalisis dalam pengambilan data pada nilai setting 40% dengan dibandingkan alat pembanding *fluke VT305 gas flow analyzer* yang dilakukan sebanyak 10 kali maka menghasilkan nilai rata-rata yaitu sebesar 41.44% dari modul alat HFNC dan nilai rata-rata sebesar 41.86% dari alat pembanding serta didapati nilai error sebesar 1%.

d. Hasil Pengujian Pada Setting 50%

Pada pengukuran keempat menggunakan nilai setting 50% dan dilakukan 10 kali, dapat dilihat yang didapatkan pada Tabel 4 berikut :

Tabel 4. Hasil Pengujian Setting 50%

No.	Alat Rancang Bangun HFNC	Alat Pembanding
1.	50.4%	50.5%
2.	51.2%	51.8%
3.	49.7%	50.4%
4.	52.8%	52.9%
5.	53.6%	52.5%
6.	51.4%	51.6%
7.	50.8%	51.1%
8.	52.2%	52.5%
9.	49.8%	50.2%
10.	51.8%	52.2%
Rata-rata	50.37%	51.57%
Error	2,32%	

Dapat dilihat pada Tabel 4 diatas yang merupakan tabel hasil pengujian konsentrasi oksigen dengan nilai setting 50%, dimana pengujian yang dilakukan juga sebanyak 10 kali. Dan berdasarkan hasil data pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa pengujian pada modul alat HFNC dengan nilai tertinggi yaitu sebesar 53.6% dipengujian ke-5 dan dengan nilai terendah pada pengujian ke-3 yaitu sebesar 39.7%, sedangkan untuk alat pembanding pengujian dengan nilai terbesar yaitu 52.9% dan terdapat dipengujian ke-4 sedangkan untuk nilai terendah pada pengujian ke-9 dengan nilai sebesar 50.2%. Pada pengujian ke-5 dan 8 dari alat pembanding mendapati hasil yang sama yaitu sebesar 52.5%. Oleh sebab itu dapat dianalisis dalam pengambilan data pada nilai setting 50% dengan dibandingkan alat pembanding *fluke VT305 gas flow analyzer* yang dilakukan sebanyak 10 kali maka menghasilkan nilai rata-rata yaitu sebesar 50.37% dari modul alat HFNC dan nilai rata-rata sebesar 51.57% dari alat pembanding serta didapati nilai error sebesar 2.32%.

e. Hasil Pengujian Pada Setting 60%

Pada pengukuran kelima menggunakan nilai setting 60% dan dilakukan 10 kali, dapat dilihat yang didapatkan pada Tabel 5 berikut :

Tabel 5. Hasil Pengujian Setting 60%

No.	Alat Rancang Bangun HFNC	Alat Pembanding
1.	61.4%	60.8%
2.	59.7%	60.2%
3.	62.3%	61.6%
4.	60.2%	59.8%
5.	61.6%	62.2%
6.	60.8%	60.6%
7.	59.4%	60.1%
8.	63.6%	62.0%
9.	62.2%	61.6%
10	60.4%	60.2%
Rata-rata	61.16%	60.91%
Error	0.41%	

Pada hasil pengujian konsentrasi oksigen 60% dapat dilihat pada Tabel 5 diatas, dimana pengujian yang dilakukan sebanyak 10 kali. Dan berdasarkan hasil data pada Tabel 5 dapat diketahui bahwa pengujian pada modul alat HFNC dengan nilai tertinggi yaitu sebesar 63.6% dipengujian ke-8 dan dengan nilai terendah pada pengujian ke-7 yaitu sebesar 59.4%, sedangkan untuk alat pembanding pengujian dengan nilai terbesar yaitu 62.2% dan terdapat dipengujian ke-5 sedangkan untuk nilai terendah pada pengujian ke-4 dengan nilai sebesar 59.8%. Kemudian pada pengujian ke-2 dan 10 dari alat pembanding mendapati hasil yang sama yaitu sebesar 60.2% serta dipengujian 3 dan 9 dari alat pembanding mendapati hasil yang sama juga yaitu sebesar 61.6%. Oleh sebab itu dapat dianalisis dalam pengambilan data pada nilai setting 60% dengan dibandingkan alat pembanding *fluke VT305 gas flow analyzer* yang dilakukan sebanyak 10 kali maka menghasilkan nilai rata-rata yaitu sebesar 61.16% dari modul alat HFNC dan nilai rata-rata sebesar 60.91% dari alat pembanding serta didapati nilai error sebesar 0.41%.

f. Hasil Pengujian Pada Setting 70%-100%

Sedangkan pada pengujian nilai setting 70% sampai 100% dilakukan selama 10 kali juga tetapi pada pengujian kali ini tidak dibandingkan dengan alat pembanding *fluke VT305 gas flow analyzer*. Karena pada alat pembanding *fluke VT305 gas flow analyzer* hanya bisa mengukur konsentrasi oksigen sampai 60% saja. Berikut dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini :

Tabel 6. Hasil Pengujian Setting 70%-100%

No.	Alat Rancang Bangun HFNC
1.	70.2%
2.	71.4%
3.	69.8%
4.	71.9%
5.	72.2%
6.	70.8%
7.	70.4%
8.	72.7%
9.	73.1%
10.	70.6%
Rata-rata	71.29%
No.	Alat Rancang Bangun HFNC
1.	81.3%
2.	80.8%
3.	82.1%
4.	79.2%
5.	83.2%
6.	80.4%
7.	82.2%
8.	81.6%
9.	79.8%
10.	80.7%
Rata-rata	81.13%
No.	Alat Rancang Bangun HFNC
1.	92.1%
2.	88.8%
3.	91.6%
4.	93.2%
5.	90.8%
6.	92.8%
7.	90.2%
8.	89.8%
9.	92.2%

10	92.4%
Rata-rata	91.39%
No.	Alat Rancang Bangun HFNC
1.	100%
2.	100%
3.	100%
4.	100%
5.	100%
6.	100%
7.	100%
8.	100%
9.	100%
10.	100%
Rata-rata	100%

Sedangkan pada hasil pengujian konsentrasi oksigen dengan nilai setting dari 70% sampai dengan 100% dapat dilihat pada Tabel 6 diatas, dimana pengujian yang dilakukan sebanyak juga 10 kali. Tetapi yang membedakan pada pengujian kali ini yaitu hanya mengukur hasil yang telah dikeluarkan oleh modul alat dan tidak dibandingkan dengan alat pembanding *fluke VT305 gas flow analyzer*. Karena alat pembanding hanya dapat mengukur konsentrasi oksigen sampai 60% saja. Dan berdasarkan hasil data pada tabel dapat diketahui bahwa pengujian pada modul alat HFNC dengan nilai setting 70% menghasilkan nilai tertinggi yaitu sebesar 73.1% dipengujian ke 9 dan dengan nilai terendah pada pengujian ke 3 yaitu sebesar 69.8%, sehingga dapat dianalisis pengujian pada setting 70% yang dilakukan sebanyak 10 kali memiliki nilai rata-rata sebesar 71,9%.

Sedangkan untuk pengujian pada setting 80% dapat dilihat pada tabel hasil pengujian diatas dimana hasil pada pengujian ke-5 didapati hasil dengan nilai terbesar yaitu 83.2% yang dihasilkan oleh alat modul HFNC. Dan pengujian dengan nilai terendah yaitu pada pengujian ke 4 yaitu 79.2%, sehingga dapat dianalisis pengujian pada nilai setting 80% yang dilakukan tanpa menggunakan alat pembanding *fluke VT305 gas flow analyzer* yang dilakukan sebanyak 10 kali maka menghasilkan nilai rata-rata yaitu sebesar 81.13%.

Selanjutnya untuk pengujian pada nilai setting 90% dapat dilihat pada tabel hasil pengujian diatas dimana didapati hasil dengan nilai terbesar yaitu 93.2% pada pengujian ke 4 yang dihasilkan oleh alat modul HFNC. Dan pengujian dengan nilai terendah yaitu pada pengujian ke 2 yaitu 88.8%, sehingga dapat dianalisis pengujian pada nilai setting 90% yang dilakukan tanpa menggunakan alat pembanding *fluke VT305 gas flow analyzer* yang dilakukan sebanyak 10 kali maka menghasilkan nilai rata-rata yaitu sebesar 91.39%.Kemudian pada pengujian terakhir konsentrasi oksigen yaitu untuk pengujian pada nilai setting 100% dapat dilihat pada tabel hasil pengujian setting 100% diatas dimana hasil kali ini didapati nilai yang sama yaitu sebesar 100%. Nilai tersebut merupakan nilai maksimal dari modul alat HFNC, sehingga dapat dianalisis pengujian pada nilai setting 100% yang dilakukan tanpa menggunakan alat pembanding *fluke VT305 gas flow analyzer* sebanyak 10 kali maka menghasilkan nilai rata-rata yaitu sebesar 100%.

3.2. Hasil Pengujian Flow Rate

Pengujian kedua yang dilakukan kali ini yaitu mengenai parameter aliran udara atau *flow rate*, dimana *flow rate* adalah hasil aliran udara yang telah dikeluarkan oleh alat dengan cara mengatur bukaan kran katup *flow* yang sesuai dengan nilai setting. Satuan dari *flow rate* disini yaitu liter/menit, pada modul alat *flow rate* dapat diatur dari 10 L/Menit sampai 60 L/Menit, oleh sebab itu pada pengujian kali ini menggunakan nilai setting persepuluh yaitu 10, 20, 30, 40, 50, 60 liter/menit dengan pengukuran sebanyak 10 kali.

a. Hasil Pengujian Pada Setting 10 L/Menit

Pada pengukuran pertama menggunakan nilai setting 10 L/Menit dan dilakukan 10 kali, dapat dilihat yang didapatkan pada Tabel 7 berikut :

Tabel 7. Hasil Pengujian Setting 10 L/Menit

No.	Alat Rancang Bangun HFNC	Alat Pembanding
1.	10.0 L/Menit	10.6 L/Menit
2.	10.0 L/Menit	9.2 L/Menit
3.	10.0 L/Menit	8.8 L/Menit
4.	10.0 L/Menit	10.1 L/Menit
5.	10.0 L/Menit	10.4 L/Menit
6.	10.0 L/Menit	9.6 L/Menit
7.	10.0 L/Menit	10.2 L/Menit
8.	10.0 L/Menit	8.9 L/Menit
9.	10.0 L/Menit	10.0 L/Menit
10.	10.0 L/Menit	10.8 L/Menit
Rata-rata	10.0 L/Menit	9.86 L/Menit
Error	1.41 L/Menit	

Dapat dilihat pada Tabel 7 diatas yang merupakan tabel hasil pengujian parameter *flow rate* pada modul alat HFNC dengan dibandingkan alat pembanding *fluke VT305 gas flow analyzer*. Pada pengujian pertama kali ini menggunakan setting 10 L/Menit, dimana pengujian yang dilakukan sebanyak 10 kali. Berdasarkan hasil data yang diperoleh pada Tabel 3.7 diatas dapat diketahui bahwa pengujian pada modul alat HFNC didapati nilai yang sama dari pengujian ke-1 sampai ke-10 yaitu 10.0 L/Menit. Sedangkan pada alat pembanding pengujian dengan nilai terbesar yaitu 10.8 L/Menit dipengujian ke-10 dan nilai terendah pada pengujian ke-3 dengan nilai sebesar 8.8 L/Menit. Oleh sebab itu, dapat dianalisis dalam pengambilan data pada parameter *flow rate* pada setting 10 L/Menit dengan dibandingkan alat pembanding *fluke VT305 gas flow analyzer* yang dilakukan sebanyak 10 kali maka menghasilkan rata-rata sebesar 10.0 L/Menit dari modul alat HFNC dan 9.86 L/Menit dari alat pembanding serta memiliki nilai error sebesar 1.41 L/Menit.

b. Hasil Pengujian Pada Setting 20 L/Menit

Pada pengukuran kedua menggunakan nilai setting 20 L/Menit dan dilakukan 10 kali, dapat dilihat yang didapatkan pada Tabel 8 berikut :

Tabel 8. Hasil Pengujian Setting 20 L/Menit

No.	Alat Rancang Bangun HFNC	Alat Pembanding
1.	19.9 L/Menit	19.0 L/Menit
2.	23.0 L/Menit	21.7 L/Menit
3.	19.4 L/Menit	18.9 L/Menit
4.	20.0 L/Menit	19.7 L/Menit
5.	21.2 L/Menit	20.4 L/Menit
6.	22.4 L/Menit	23.2 L/Menit
7.	20.2 L/Menit	20.6 L/Menit
8.	19.8 L/Menit	20.2 L/Menit
9.	20.8 L/Menit	21.0 L/Menit
10.	21.6 L/Menit	22.1 L/Menit
Rata-rata	20.83 L/Menit	20.68 L/Menit
Error	0.72 L/Menit	

Pada pengujian kedua dapat dilihat pada Tabel 8 diatas yang merupakan tabel hasil pengujian parameter *flow rate* pada modul alat HFNC dengan dibandingkan alat pembanding *fluke VT305 gas flow analyzer*. Pada pengujian kedua kali ini menggunakan setting 20 L/Menit, dimana pengujian yang dilakukan juga sebanyak 10 kali. Berdasarkan hasil data yang diperoleh pada tabel diatas dapat diketahui bahwa pengujian pada modul alat HFNC didapati nilai terbesar yaitu pada pengujian ke-2 sebesar 23.0 L/Menit dan nilai terendah sebesar 19.4 L/Menit pada pengujian ke-3. Sedangkan pada alat pembanding pengujian dengan nilai terbesar yaitu 23.2 L/Menit dipengujian ke-6 dan nilai terendah pada pengujian ke-3 dengan nilai sebesar 18.9 L/Menit. Oleh sebab itu

dapat dianalisis dalam pengambilan data pada parameter *flow rate* pada setting 20 L/Menit dengan dibandingkan alat pembanding yaitu *fluke VT305 gas flow analyzer* yang dilakukan sebanyak 10 kali maka menghasilkan rata-rata sebesar 20.83 L/Menit dari modul alat HFNC dan 20.68 L/Menit dari alat pembanding serta memiliki nilai *error* sebesar 0.72 L/Menit.

c. Hasil Pengujian Pada Setting 30 L/Menit

Pada pengukuran ketiga menggunakan nilai setting 30 L/Menit dan dilakukan 10 kali, dapat dilihat yang didapatkan pada Tabel 9 berikut :

Tabel 9. Hasil Pengujian Setting 30 L/Menit

No.	Alat Rancang Bangun HFNC	Alat Pembanding
1.	32.2 L/Menit	31.7 L/Menit
2.	30.4 L/Menit	29.6 L/Menit
3.	30.1 L/Menit	29.2 L/Menit
4.	29.8 L/Menit	30.2 L/Menit
5.	31.7 L/Menit	30.4 L/Menit
6.	30.8 L/Menit	31.1 L/Menit
7.	32.3 L/Menit	32.4 L/Menit
8.	30.4 L/Menit	30.8 L/Menit
9.	31.6 L/Menit	32.0 L/Menit
10.	33.2 L/Menit	33.7 L/Menit
Rata-rata	31.25 L/Menit	31.11 L/Menit
Error	0.45 L/Menit	

Selanjutnya pada pengujian ketiga dapat dilihat pada Tabel 9 diatas yang merupakan tabel hasil pengujian parameter *flow rate* pada modul alat HFNC dengan dibandingkan alat pembanding *fluke VT305 gas flow analyzer*. Pada pengujian kali ini menggunakan setting 30 L/Menit, dimana pengujian yang dilakukan juga sebanyak 10 kali. Berdasarkan hasil data yang diperoleh pada Tabel 3.9 diatas dapat diketahui bahwa pengujian pada modul alat HFNC didapatkan nilai terbesar yaitu pada pengujian ke-10 sebesar 33.2 L/Menit dan nilai terendah sebesar 29.8 L/Menit pada pengujian ke-4. Pada pengujian ini juga didapatkan nilai yang sama besarnya yaitu pada pengujian ke-2 dan ke-8 dengan nilai 30.4 L/Menit. Sedangkan pada alat pembanding pengujian dengan nilai terbesar yaitu 33.7 L/Menit dipengujian ke-10 dan nilai terendah pada pengujian ke-3 dengan nilai sebesar 29.2 L/Menit. Oleh sebab itu dapat dianalisis dalam pengambilan data pada parameter *flow rate* pada setting 30 L/Menit dengan dibandingkan alat pembanding yaitu *fluke VT305 gas flow analyzer* yang dilakukan sebanyak 10 kali maka menghasilkan rata-rata sebesar 31.25 L/Menit dari modul alat HFNC dan 31.11 L/Menit dari alat pembanding serta memiliki nilai error sebesar 0.45 L/Menit.

d. Hasil Pengujian Pada Setting 40 L/Menit

Pada pengukuran keempat menggunakan nilai setting 40 L/Menit dan dilakukan 10 kali, dapat dilihat yang didapatkan pada Tabel 10 berikut :

Tabel 10 Hasil Pengujian Setting 40 L/Menit

No.	Alat Rancang Bangun HFNC	Alat Pembanding
1.	41.0 L/Menit	40.6 L/Menit
2.	40.7 L/Menit	40.4 L/Menit
3.	39.8 L/Menit	39.3 L/Menit
4.	39.2 L/Menit	40.0 L/Menit
5.	43.0 L/Menit	41.2 L/Menit
6.	40.8 L/Menit	41.1 L/Menit
7.	41.6 L/Menit	41.9 L/Menit
8.	40.4 L/Menit	40.2 L/Menit
9.	42.3 L/Menit	42.6 L/Menit
10.	40.2 L/Menit	40.8 L/Menit
Rata-rata	40.9 L/Menit	40.81 L/Menit
Error	0.22 L/Menit	

Pengujian keempat dapat dilihat pada tabel 10 diatas yang merupakan tabel hasil pengujian parameter *flow rate* pada modul alat HFNC dengan dibandingkan alat pembanding *fluke VT305 gas flow analyzer*. Pada pengujian kedua kali ini menggunakan setting 40 L/Menit, dimana pengujian yang dilakukan sebanyak 10 kali. Dan berdasarkan hasil data yang diperoleh pada tabel diatas dapat diketahui bahwa pengujian pada modul alat HFNC didapati nilai terbesar yaitu pada pengujian ke-5 sebesar 43.0 L/Menit dan nilai terendah sebesar 39.2 L/Menit pada pengujian ke-4. Sedangkan pada alat pembanding pengujian dengan nilai terbesar yaitu 42.6 L/Menit dipengujian ke-9 dan nilai terendah pada pengujian ke-3 dengan nilai sebesar 39.3 L/Menit. Oleh sebab itu dapat dianalisis dalam pengambilan data pada parameter *flow rate* pada setting 40 L/Menit dengan dibandingkan alat pembanding yaitu *fluke VT305 gas flow analyzer* yang dilakukan sebanyak 10 kali maka menghasilkan rata-rata sebesar 40.9 L/Menit dari modul alat HFNC dan 40.81 L/Menit dari alat pembanding serta memiliki nilai error sebesar 0.22 L/Menit.

e. Hasil Pengujian Pada Setting 50 L/Menit

Pada pengukuran kelima menggunakan nilai setting 50 L/Menit dan dilakukan 10 kali, dapat dilihat yang didapatkan pada Tabel 11 berikut :

Tabel 11. Hasil Pengujian Setting 50 L/Menit

No.	Alat Rancang Bangun HFNC	Alat Pembanding
1.	51.6 L/Menit	51.4 L/Menit
2.	49.2 L/Menit	50.5 L/Menit
3.	51.2 L/Menit	51.8 L/Menit
4.	49.6 L/Menit	50.9 L/Menit
5.	50.6 L/Menit	51.0 L/Menit
6.	49.8 L/Menit	50.8 L/Menit
7.	53.1 L/Menit	52.1 L/Menit
8.	50.8 L/Menit	51.4 L/Menit
9.	52.3 L/Menit	52.2 L/Menit
10.	51.4 L/Menit	51.9 L/Menit
Rata-rata	50.96 L/Menit	51.4 L/Menit
Error	0.85 L/Menit	

Pada pengujian kelima dengan menggunakan setting 50 L/Menit dapat dilihat pada Tabel 11 diatas yang merupakan tabel hasil pengujian parameter *flow rate* pada modul alat HFNC dengan dibandingkan alat pembanding *fluke VT305 gas flow analyzer*. Dimana pengujian yang dilakukan sebanyak 10 kali, berdasarkan hasil data yang diperoleh pada Tabel 11 diatas dapat diketahui bahwa pengujian pada modul alat HFNC didapati nilai terbesar yaitu pada pengujian ke-7 sebesar 53.1 L/Menit dan nilai terendah sebesar 49.6 L/Menit pada pengujian ke-4. Sedangkan pada alat pembanding didapatkan pengujian dengan nilai terbesar yaitu 51.2 L/Menit dipengujian ke-9 dan nilai terendah pada pengujian ke-2 dengan nilai sebesar 50.5 L/Menit. Pada pengujian di alat pembanding ini juga didapati nilai yang sama besarnya yaitu pada pengujian ke-1 dan ke-8 dengan nilai 51.4 L/Menit. Oleh sebab itu, dapat dianalisis dalam pengambilan data pada parameter *flow rate* pada setting 50 L/Menit dengan dibandingkan alat pembanding yaitu *fluke VT305 gas flow analyzer* yang dilakukan sebanyak 10 kali maka menghasilkan rata-rata sebesar 50.96 L/Menit dari modul alat HFNC dan 51.4 L/Menit dari alat pembanding serta memiliki nilai error sebesar 0.85 L/Menit.

f. Hasil Pengujian Pada Setting 60 L/Menit

Pada pengukuran keenam menggunakan nilai setting 60 L/Menit dan dilakukan 10 kali, dapat dilihat yang didapatkan pada Tabel 12 berikut :

Tabel 12. Hasil Pengujian Setting 60 L/Menit

No.	Alat Rancang Bangun HFNC	Alat Pemanding
1.	61.2 L/Menit	61.4 L/Menit
2.	59.4 L/Menit	60.2 L/Menit
3.	59.8 L/Menit	60.6 L/Menit
4.	60.8 L/Menit	61.1 L/Menit
5.	60.2 L/Menit	60.8 L/Menit
6.	62.1 L/Menit	62.6 L/Menit
7.	60.6 L/Menit	60.9 L/Menit
8.	61.4 L/Menit	61.6 L/Menit
9.	60.3 L/Menit	60.7 L/Menit
10.	60.4 L/Menit	60.5 L/Menit
Rata-rata	60.62 L/Menit	61.09 L/Menit
Error	0.76 L/Menit	

Kemudian pada pengujian terakhir kali ini yaitu dapat dilihat pada Tabel 12 diatas yang merupakan tabel hasil pengujian parameter *flow rate* menggunakan setting 60 L/Menit pada modul alat HFNC dengan dibandingkan alat pembanding *fluke VT305 gas flow analyzer*. Dimana pengujian yang dilakukan sebanyak 10 kali, dan berdasarkan hasil data yang diperoleh pada Tabel 12 diatas dapat diketahui bahwa pengujian pada modul alat HFNC didapati nilai terbesar yaitu pada pengujian ke-6 sebesar 62.1 L/Menit dengan nilai terendah sebesar 59.4 L/Menit pada pengujian ke-2. Sedangkan pada alat pembanding pengujian dengan nilai terbesar yaitu 62.6 L/Menit di pengujian ke-6 dan untuk nilai terendah pada pengujian ke-2 dengan nilai sebesar 60.2 L/Menit. Maka dapat dianalisis dalam pengambilan data pada parameter *flow rate* pada setting 60 L/Menit dengan dibandingkan alat pembanding yaitu *fluke VT305 gas flow analyzer* yang dilakukan sebanyak 10 kali menghasilkan nilai rata-rata sebesar 60.62 L/Menit dari modul alat HFNC dan 61.09 L/Menit dari alat pembanding *fluke VT305 gas flow analyzer* sehingga memiliki nilai *error* sebesar 0.76 L/Menit.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan oleh penulis dalam pembuatan alat Rancang Bangun *High Flow Nasal Cannula Dengan Parameter Flow Rate*, maka dapat disimpulkan bahwa rancang Bangun *High Flow Nasal Cannula Dengan Parameter Flow Rate* dengan menggunakan sensor oksigen Figaro KE-25, sensor *flow rate* FS300A, serta sensor tekanan MPX5700ap yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik sesuai dengan hasil yang telah diperoleh. Pengujian yang dilakukan dengan membandingkan alat pembanding dari *fluke biomedical* dengan tipe *VT305 gas flow analyzer*. Dari hasil data yang diperoleh dengan pengujian konsentrasi oksigen serta *flow rate* sebanyak 10 kali setiap mode setting mendapatkan hasil yang masih dalam batas toleransi yaitu sebesar $\pm 5\%$ sesuai dengan Peraturan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alodokter, “Waspada!Gagal Napas Dapat Memicu Kerusakan Organ Tubuh,” 3 November, 2020.
- [2] E. Loniza and I. Syabani, “Portable Turbidimeter Dilengkapi Penyimpanan Data Berbasis Arduino,” *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 1, 2019, doi: 10.18196/mt.010103.
- [3] E. Loniza, H. Habiburrahman, and S. Ariwibowo, “Prototype Injeksi Insulin Pump Dengan Control Panel Arduino Uno,” *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–5, 2020, doi: 10.18196/mt.010206.
- [4] A. D. L. Evi Yunitasari, Riska Hediya Putri, “Wellness and Healthy Magazine(Penggunaan High-Flow Nasal Cannula (HFNC) pada penderita COVID (HFNC) pada penderita COVID-19),” *J. Wellnes*, vol. 3, no. February, pp. 309–313, 2020.
- [5] N. H. Wijaya, B. Untara, and I. Khoirunnisa, “Monitoring Tekanan Gas Medis Pada Instalasi Gas Medis Rumah Sakit,” *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 1,

- pp. 2–7, 2019, doi: 10.18196/mt.010104.
- [6] Alodokter, “Hipoksia,” *14 Juni*, 2020.
- [7] H. R. Fajrin, K. Muhammad, and W. Kusuma Wardana, “Monitoring of Incubator Parameters Using Android Applications,” in *2021 1st International Conference on Electronic and Electrical Engineering and Intelligent System (ICE3IS)*, Oct. 2021, pp. 154–159, doi: 10.1109/ICE3IS54102.2021.9649740.
- [8] E. Loniza, A. Utami, M. Safitri, and Y. Ermawati, “Simulation of ATMEGA8 Microcontroller-Based Schizophrenia Patient Detector,” *J. Electr. Technol. UMY*, vol. 4, no. 1, pp. 39–45, 2020.
- [9] N. H. Wijaya, Budimansyah, and D. Sukwono, “Wireless X-ray Machine Control Based on Arduino with Kv Parameters,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1430, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1430/1/012040.
- [10] N. H. Wijaya, Nurokhim, and B. Untara, “Centralization of Medical Gas Pressure Monitoring Based on ATMEGA328,” *Proceeding - 1st Int. Conf. Inf. Technol. Adv. Mech. Electr. Eng. ICITAMEE 2020*, pp. 204–208, 2020, doi: 10.1109/ICITAMEE50454.2020.9398487.
- [11] N. H. Wijaya, A. Yudhana, Robiyansah, and D. Sukwono, “X-Ray machine control with wireless based on mA parameters,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1088, no. 1, p. 012080, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1088/1/012080.
- [12] M. Safitri, W. D. Iswara, and T. Harjono, “Blood Bag Shaker Dilengkapi Pemilihan Kecepatan Motor,” *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 2, 2020, doi: 10.18196/mt.010208.
- [13] S. Widadi and H. R. Fajrin, “Design of Conceptual Architecture of Maintenance Medical Facilities Information Systems Case Study at PKU Muhammadiyah Gombong General Hospital,” vol. 199, no. ICoSITEA 2020, pp. 209–212, 2021.
- [14] I. Setiawan, E. Harijanto, A. C. Melati, D. Anestesiologi, R. S. Premier, and B. Tangerang, “Suplementasi Oksigen via High-Flow Nasal Kanul sebagai Tatalaksana Gagal Napas pada Pasien Kritis,” *Anest. dan Crit. Care*, vol. 37, no. 3, pp. 75–81, 2019.
- [15] H. R. Fajrin, K. M. Husodo, and K. Supriyadi, “Dental Unit Prototype With Electric Dental Chair and Dental Light Parameters,” *Proc. 4th Int. Conf. Sustain. Innov. 2020–Technology, Eng. Agric. (ICoSITEA 2020)*, vol. 199, no. ICoSITEA 2020, pp. 191–197, 2021.
- [16] E. Loniza and A. J. Saputra, “Ethanol Distillation Heating Mantle with Timer and Temperature Display,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1088, no. 1, p. 012059, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1088/1/012059.
- [17] M. Safitri, A. Pranaditya, B. Handoko, and S. Anggoro, “Design and implementation of automatic autoclave temperature and pressure data recording system,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1088, no. 1, p. 012081, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1088/1/012081.
- [18] H. R. Fajrin, U. Zakiyyah, and K. Supriyadi, “Alat Pengukur Ph Berbasis Arduino,” *Med. Tek. J. Tek. Elektromedik Indones.*, vol. 1, no. 2, 2020, doi: 10.18196/mt.010207.