

# Rancang Bangun Alat Kalibrator Gas Flowmeter

Rustiana<sup>#</sup>, Triana Rahmawati, Sumber

Jurusan Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes, Surabaya

Jl. Pucang Jajar Timur No. 10, Surabaya, 60245, Indonesia

<sup>#</sup>panalove.rustiana@gmail.com, triana.tekmed@gmail.com, sumberrani@gmail.com,

**Abstrak**—Oksigen merupakan komponen utama bagi kehidupan manusia. Penggunaan gas oksigen di rumah sakit merupakan bagian yang menjadi penunjang dan akan sangat menentukan dalam proses pemulihan kondisi kesehatan pasien. Dokter dalam memberikan jumlah oksigen pada pasien (liter/menit) disesuaikan dengan hasil pengukuran saturasi oksigen pada pasien dan kondisi pasien [1]. Karena itu keakuratan sistem pengiriman aliran oksigen penting[4]. Tujuan dari penelitian ini, alat kalibrasi gas flowmeter bisa dimanfaatkan pada instansi rumah sakit sebagai penunjang pemeliharaan gas flowmeter. Alat ini menggunakan sensor aliran gas MCS100A120, kemudian ditampilkan pada LCD karakter 16 x 2. Penelitian ini menggunakan metode pre-eksperimental dengan jenis penelitian yaitu After Only Design. Berdasarkan pengukuran pada flowmeter di rumah sakit maka di peroleh tingkat rata-rata kesalahan (error (%)) adalah -8,326%.

**Kata Kunci**—Flowmeter; Oksigen; laju aliran oksigen; Arduino Uno; Kalibrasi

## I. PENDAHULUAN

Oksigen merupakan komponen utama bagi kehidupan manusia. Penggunaan gas oksigen di rumah sakit merupakan bagian yang menjadi penunjang dan akan sangat menentukan dalam proses pemulihan kondisi kesehatan pasien. Pihak rumah sakit sebagai penyedia pelayanan kesehatan tentunya selalu menyediakan gas oksigen sehingga apabila sewaktu-waktu ada pasien yang membutuhkan gas oksigen telah siap pakai. Tujuan utama pemberian terapi oksigen adalah untuk mempertahankan  $PaO_2 > 60$  mmHg atau  $SaO_2 > 90\%$  dan mencegah dan mengatasi hipoksia jaringan dan beban kerja kardiorespirasi yang berlebih (Perry & Potter, 2006). Dokter dalam memberikan jumlah oksigen pada pasien (liter/menit) disesuaikan dengan hasil pengukuran saturasi oksigen pada pasien dan kondisi pasien [1]. Pasien yang menerima terapi oksigen terus menerus memiliki flow meter dan sumber gasnya berubah. Meskipun laju alir oksigen diatur sama seperti sebelumnya. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi nilai pelepasan aliran oleh flow meter adalah tekanan gas dari outlet dinding, maka dibutuhkan katup pereduksi untuk mempertahankan tekanan konstan pada 50 psi, menurut rekomendasi pabrikan. Namun, meskipun ada kepatuhan penuh terhadap semua rekomendasi pabrikan, mungkin ada menjadi variabilitas luas di saturasi oksigen untuk aliran yang sama [2].

Tubuh manusia normalnya melakukan metabolisme aerob yang membutuhkan glukosa dan oksigen. Berbeda dengan glukosa, oksigen tidak dapat disimpan dalam tubuh dan harus disediakan secara terus menerus ke jaringan tubuh. Pengiriman oksigen ke jaringan (oxygen delivery) dipengaruhi oleh kadar hemoglobin (Hb), saturasi oksigen ( $SaO_2$ ), dan curah jantung (cardiac output, CO). Curah jantung dipengaruhi oleh frekuensi denyut jantung dan isi sekuncup (stroke volume). Isi sekuncup dipengaruhi oleh preload (volume darah di jantung sebelum kontraksi/sistolik), kontraktilitas miokard, dan afterload (tahanan yang dihadapi saat jantung kontraksi/sistolik). Berdasarkan anatomi, penelusuran gangguan akut secara klinis akan dimulai dari jalan napas (airway) sebagai saluran

masuknya oksigen, pernapasan (breathing) sebagai proses masuknya oksigen dan keluarnya karbondioksida dari sistem pernapasan, dan sirkulasi (circulation) sebagai proses terikatnya oksigen pada hemoglobin untuk kemudian didistribusikan ke jaringan atau sel-sel. Sebelum tahun 1920 suplementasi oksigen dievaluasi oleh Baruch dkk dan akhirnya pada tahun 1920 ditetapkan suatu konsep bahwa oksigen dapat digunakan sebagai terapi. Dua penelitian dasar di awal tahun 1960an memperlihatkan adanya bukti membaiknya kualitas hidup pada pasien penyakit paru obstruksi kronik (PPOK) yang mendapat suplemen oksigen. Dalam pemberian oksigen harus dipertimbangkan apakah pasien benar-benar membutuhkan oksigen, apakah dibutuhkan terapi oksigen jangka pendek (Short-term Oxygen Therapy) atau terapi oksigen jangka panjang (Long-term Oxygen Therapy). Indikasi untuk pemberian oksigen harus jelas. Oksigen yang diberikan harus diatur dalam jumlah yang tepat, dan harus dievaluasi agar mendapat manfaat terapi dan menghindari toksisitas. Terapi oksigen jangka pendek merupakan terapi yang dibutuhkan pada pasien-pasien dengan keadaan hipoksemia akut, diantaranya pneumonia, PPOK dengan eksaserbasi akut, asma bronkial, gangguan kardiovaskular, emboli paru. Pada keadaan tersebut, oksigen harus segera diberikan dengan adekuat. Pemberian oksigen yang tidak adekuat akan menimbulkan cacat tetap dan kematian [3].

Untuk pasien dengan penyakit paru obstruktif kronis atau pasien dengan atelektasis oleh oksigenasi, risiko asidosis respiratori meningkat ketika oksigen diberikan sebasnya tanpa terukur. Untuk menghindari asidosis ini, saturasi oksigen harus dijaga antara 88% dan 92%. Namun, ketika alat analisa gas darah arteri tersedia, kisaran ini dapat diperpanjang hingga 94% - 98% dan laju aliran oksigen kemudian diadaptasi sesuai dengan evolusi tekanan arteri  $CO_2$ . Diperkirakan bahwa 2000 - 4000 kematian dapat dihindari setiap tahun di Inggris jika laju aliran oksigen lebih tepat. Karena itu keakuratan sistem pengiriman aliran oksigen penting[4].

Sebelumnya Hanif Zakki membuat Alat Ukur Pendeteksi Besaran Volume Penggunaan Gas Medis Oksigen Sebagai Dasar Penentuan Tarif tahun 2017, alat yang dirancang telah berhasil menentukan jumlah volume gas yang dipakai oleh pasien sebagai dasar menentukan tarif di rumah sakit. Alat yang digunakan menggunakan sensor air sebagai pendeteksi volume oksigen yang memiliki kelemahan mengukur gas minimal 2LPM dan pada pengukuran 2LPM terdapat kesalahan sebesar 13,5% [1]. Desi Widaningrum tahun 2017, Rancang Bangun Alat Deteksi Laju Aliran Gas Respirasi Menggunakan Sensor Aliran YF-S201 Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno, pada penelitian ini mengukur gas flowrate pada range pengukuran 100 lpm sampai 1700 lpm. Dalam penelitian ini tidak mengukur gas flowrate yang memiliki range rendah seperti yang dimiliki pada flowmeter oksigen untuk pasien [5]. Jaspreet Kaur dkk tahun 2008, membuat Desain dan Pengembangan Sistem Pengukuran Aliran Gas Berdasarkan Termistor untuk Anaesthesi Ventilator, sensor yang digunakan adalah termistor yang masih terpengaruh oleh suhu lingkungan, sehingga apabila terjadi perubahan suhu lingkungan yang signifikan akan mempengaruhi hasil pembacaan pengukuran [6];

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, tujuan dari penelitian ini adalah agar alat kalibrasi gas flowmeter bisa dimanfaatkan pada instansi rumah sakit sebagai penunjang pemeliharaan gas flowmeter.

## II. BAHAN-BAHAN DAN METODE

### A. Setting Percobaan

Penelitian ini menggunakan satu tabung gas oksigen ukuran 6 m<sup>3</sup>, regulator oksigen sebagai penurun tegangan dari tabung ke flowmeter dan flowmeter, dimana pengukuran dilakukan sebanyak 6 kali.

#### 1) Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan Arduino Uno sedangkan sensor aliran gas yang digunakan yaitu sensor MCS100A120. Sensor tekanan ditempatkan secara seri pada instalasi outlet flowmeter (C&U). Sedangkan alat ukur yang digunakan untuk mengukur tegangan yaitu multimeter digital (Aditec, A-830).

#### 2) Eksperimen

Dalam penelitian ini, setelah desain mekanik tabung gas oksigen dipasang regulator oksigen dan flowmeter sebagai pengatur laju aliran gas. Pada tahap pengujian, nilai pembacaan sensor dibandingkan dengan hasil dari alat pembanding dengan rentang pengukuran (1 LPM sampai dengan 10 LPM).

### B. Diagram Balok

Berikut ini adalah diagram blok alat kalibrator gas flowmeter dilengkapi dengan sensor gas flow:

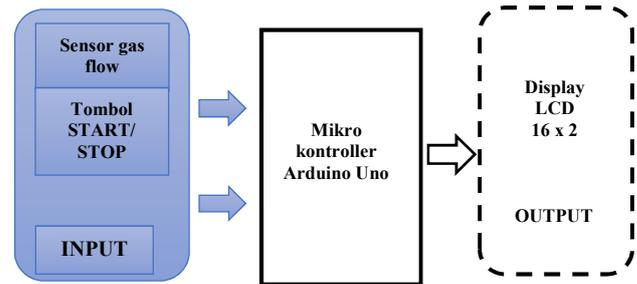


Fig. 1. Blok Diagram Sistem

Ketika modul mendapatkan tegangan dari baterai maka akan mengaktifkan semua rangkaian dan sensor. Mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat pengendali data input dan output. IC ini akan bekerja berdasarkan data input yang masuk kedalam IC mikrokontroler ini. Data input yang masuk pada mikrokontroler yaitu tegangan output sensor aliran gas MCS100A120. Untuk tombol START/STOP untuk memulai dan memberhentikan alat pada saat pembacaan pengukuran. Tombol RESET digunakan untuk mereset hasil pembacaan pengukuran apabila kurang jelas. Sensor aliran gas akan mengirim data ke Arduino uno untuk diolah menjadi nilai dalam satuan liter per menit (lpm). Setelah melakukan pembacaan mikrokontroler tersebut akan menampilkan pembacaan data ke display LCD.

### C. Diagram Alir

Saat modul mendapatkan tegangan dari baterai maka akan mengaktifkan semua rangkaian dan sensor, mikrokontroler akan melakukan inialisasi LCD. Kemudian untuk pembacaan data dari sensor gas flow tertampil pada LCD sesuai dengan setting gas flow pada flowmeter. Untuk pengukuran ulang tekan tombol RESET.

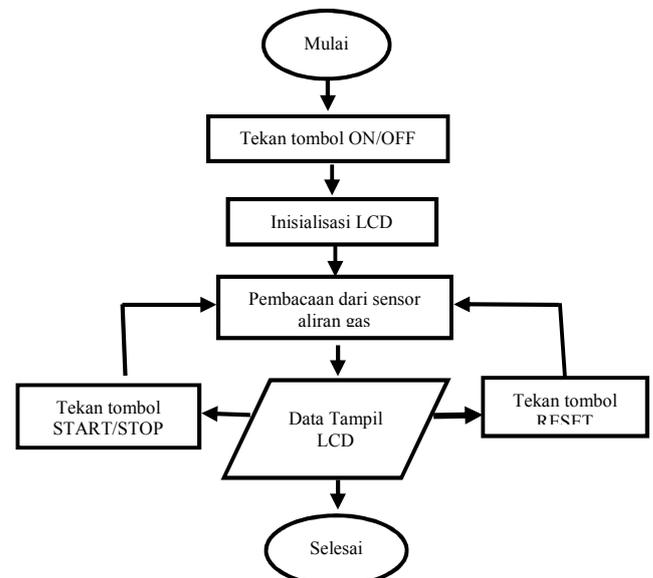


Fig. 2. Diagram Alir

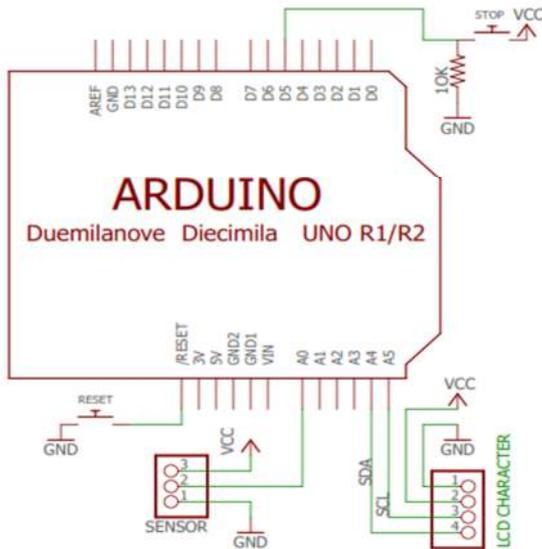


Fig. 3. Rangkaian sensor MCS100 A120 dengan pin A0 mikrokontroler Arduino uno

Untuk pembacaan pada satu titik tertentu

maka tekan tombol STOP dan untuk melanjutkan pembacaan pada titik-titik pengukuran berikutnya sesuai setting maka tekan tombol START.

**D. Rangkaian Analog**

Bagian terpenting dalam penelitian ini adalah hubungan antara sensor aliran gas dengan Arduino Uno. Rangkaian ini digunakan untuk memproses output sensor aliran gas MCS100A120 kemudian akan dilakukan pengolahan digital menggunakan mikrokontroler Arduino Uno.

**III. HASIL**

Pada penelitian ini, modul alat kalibrator gas flowmeter diuji menggunakan alat pembanding gas flow analyzer dan flowmeter C&U .



Fig. 4. Desain Modul Alat Kalibrator Gas Flowmeter

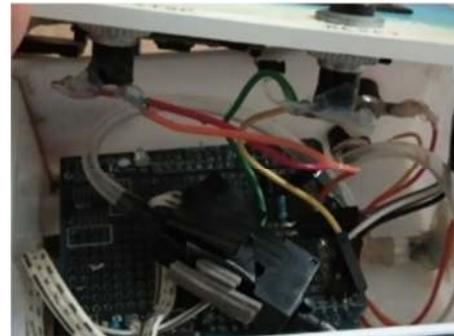


Fig. 5. Desain Rangkaian Alat Kalibrator Gas Flowmeter

1) *Rancang Bangun Holter ECG*

Gambar 4 menunjukkan desain dari modul alat kalibrator gas flowmeter dan gambar 5 menunjukkan rangkaian keseluruhan dari sensor MCS100A120 dan mikrokontroler Arduino uno.

2) *Listing Program untuk Arduino Holter Monitor*

Apabila buttonPin di beri sinyal LOW maka ada proses pembacaan hasil pengukuran. Apabila buttonPin di beri sinyal HIGH proses pembacaan hasil pengukuran berhenti.

```
tombol = digitalRead(buttonPin);
if (tombol == HIGH)
```

Pada program ini tegangan merupakan sensor MCS100A120. Tegangan output dari sensor yang masih tegangan analog masuk ke Pin A0 Arduino uno. Tegangan analog kemudian dikonversikan menjadi bentuk sinyal digital. Dari sinyal digital dikonversikan menjadi bentuk pembacaan Liter per menit .

```
analog_value = analogRead(A0);
tegangan = (analog_value * 5.0) / 1023.0;//
flow = (-0.0518 * pow(tegangan, 5)) + (0.7509 *
pow(tegangan, 4)) - (3.8787 * pow(tegangan, 3)) + (9.6483 *
pow(tegangan, 2)) - (10.819 * tegangan) + 4.3595;
```

3) *Data Pengukuran Tegangan Output Sensor MCS100A120*

Pada Tabel 4.1 merupakan data hasil pengukuran Tegangan Output sensor MCS100A120 terhadap laju aliran gas oksigen mulai 1 LPM sampai dengan 10 LPM. Pengukuran tegangan menggunakan multimeter digital.

TABLE I. TABEL 1 . DATA PENGUKURAN TEGANGAN OUTPUT SENSOR MCS100A120.

Aliran Gas Oksigen (LPM)	Hasil Pengukuran Vout Sensor MCS100A120 (V)					
	I	II	III	IV	V	VI
1	2,45	2,48	2,48	2,46	2,46	2,47
2	2,87	2,92	2,89	2,91	2,85	2,91
3	3,26	3,21	3,29	3,21	3,24	3,26
4	3,49	3,45	3,50	3,48	3,47	3,54
5	3,72	3,72	3,72	3,72	3,69	3,70
6	3,86	3,86	3,87	3,86	3,85	3,88
7	4,04	4,03	4,03	4,05	4,06	4,05
8	4,17	4,18	4,17	4,17	4,20	4,18
9	4,30	4,30	4,32	4,31	4,30	4,30

#### 4) Pengolahan Data Hasil Pengukuran

Pada Gambar 6. menunjukkan perbandingan hasil nilai koreksi pengukuran laju aliran gas oksigen. Pada alat perbandingan nilai terkoreksi pada tiap – tiap titik pengukuran tidak melebihi batas toleransi yang diijinkan, sedangkan pada modul alat kalibrator nilai koreksi tertinggi pada titik ukur 1 LPM yaitu 0,21 LPM.

Laju Aliran Gas (LPM)	Rata-rata (LPM)		Standar Deviasi (LPM)		Koreksi		Koreksi (LPM)	Error (%)	Ketidakpastian U95 (±)	
	Standar	Modul	Standar	Modul	Standar	Modul			Standar	Modul
1	1,10	1,31	0,00	0,01	0,10	0,31	-0,21	18,94	0,01	0,01
2	2,14	2,12	0,02	0,08	0,14	0,12	0,02	0,86	0,01	0,06
3	3,11	3,18	0,01	0,14	0,11	0,18	-0,07	2,14	0,01	0,12
4	4,09	4,09	0,00	0,08	0,09	0,09	0,00	0,00	0,01	0,07
5	5,17	5,18	0,01	0,09	0,17	0,18	-0,01	0,19	0,01	0,08
6	6,01	6,10	0,01	0,06	0,01	0,09	-0,08	1,36	0,01	0,05
7	6,83	7,19	0,01	0,13	-0,17	0,19	-0,37	5,37	0,01	0,11
8	7,72	8,09	0,01	0,07	-0,28	0,09	-0,38	4,88	0,01	0,06
9	8,58	9,14	0,00	0,10	-0,42	0,14	-0,56	6,47	0,01	0,08
10	9,21	10,07	0,00	0,07	-0,79	0,07	-0,86	9,30	0,01	0,06

Fig. 6. Pengolahan Data Hasil Pengukuran

#### IV. PEMBAHASAN

Untuk mengetahui akurasi dan presisi dari alat kita, maka harus dibandingkan dengan alat gas flow analyzer yang sudah terkalibrasi.

Hasil nilai koreksi pengukuran laju aliran gas oksigen dimana pengambilan data dilakukan sebanyak 6 kali dengan alat perbandingan dan modul alat kalibrator. Pada alat perbandingan nilai terkoreksi pada tiap – tiap titik pengukuran tidak melebihi batas toleransi yang diijinkan, sedangkan pada modul alat kalibrator nilai koreksi tertinggi pada titik ukur 1 LPM yaitu 0,21 LPM.

Nilai dari standar deviasi pada pengukuran menggunakan alat perbandingan nilai tertinggi sebesar 0,02 LPM pada titik ukur 2 LPM, dan nilai terendah sebesar 0 LPM pada titik ukur 1 LPM, 4 LPM, 9 LPM dan 10 LPM. Sedangkan dari modul alat kalibrator nilai tertinggi sebesar 0,14 LPM di titik ukur 3 LPM, dan nilai terendah sebesar 0,01 LPM di titik ukur 1 LPM.

Nilai error tertinggi sebesar -18,94% pada titik ukur 1 LPM dan nilai terendah sebesar 0% pada titik ukur 4 LPM.

Nilai ketidakpastian pengukuran pada alat perbandingan pada titik ukur 1 LPM sampai dengan 10 LPM stabil dengan nilai sebesar ± 0,01 LPM, sedangkan pada modul alat kalibrator nilai tertinggi ketidakpastian pengukuran pada titik ukur 3 LPM sebesar ± 0,12 LPM dan nilai terendah pada titik 1 LPM sebesar ± 0,01 LPM.

#### V. KESIMPULAN

This Dari hasil analisa yang dibuat dapat disimpulkan bahwa:

1. Rangkaian Arduino Uno dapat menjalankan program dengan baik, sehingga sesuai dengan hapan.

2. Hasil pengukuran aliran gas mendapatkan nilai error tertinggi pada titik ukur 1 LPM sebesar -18,94% sedangkan error terendah pada titik ukur 4 LPM sebesar 0%. Adanya error didapat dari nilai rata – rata hasil pengukuran menggunakan alat perbandingan dan modul alat kalibrator. Untuk hasil ketidakpastian pengukuran untuk pengukuran menggunakan alat perbandingan ketidakpastiannya stabil pada setiap titik – titik pengukuran yaitu sebesar ±0,01 LPM, sedangkan pengukuran menggunakan modul alat kalibrator gas flowmeter nilai tertinggi di titik ukur 3 LPM sebesar ±0,12 LPM dan nilai terendah sebesar ±0,01 LPM di titik ukur 1 LPM. Semakin kecil ketidakpastian pengukuran, semakin baik alat yang diukur tersebut..

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hanif Zakki, “Alat Ukur Pendeteksi Besaran Volume Penggunaan Gas Medis Oksigen Sebagai Dasar Penentuan Tarif”, 2017
- [2] Philip Kristanto, “Alat Ukur dan Teknik Pengukuran”, 2018
- [3] Syahban Rangkuti, “Arduino & Proteus Simulasi Dan Praktek, 2016
- [4] Josy Davidson PT PhD dkk, “Precision and Accuracy of Oxygen Flow Meters Used at Hospital Settings”, 2017
- [5] Editor Siti Setiati dkk, “Buku ajar Ilmu Penyakit Dalam Edisi VI”, 2014
- [6] Desi Widaningrum tahun, “Rancang Bangun Alat Deteksi Laju Aliran Gas Respirasi Menggunakan Sensor Aliran YF-S201 Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno”, 2017
- [7] Integrated Device Technology, Inc. July 20, “Gas and Liquid Flow Sensor Module, MCS100A120”, 2017
- [8] <https://www.fres.co.id/flowmeter/>
- [9] <https://www.idt.com/document/dst/MCS100A120-datasheet>