

Analisis Keakuratan Hasil Kalibrasi Pada Rancang Bangun Alat Kalibrator Gas Flowmeter Menggunakan *TFT LCD*

Meving Oktheresia Yolanda[#], Triana Rahmawati, Moch. Prastawa A.T.P

Jurusan Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes, Surabaya
Jl. Pucang Jajar Timur No. 10, Surabaya, 60245, Indonesia

[#Lynatimothy@gmail.com](mailto:Lynatimothy@gmail.com), Triana@poltekkesdepkes-sby.ac.id, prast77@poltekkesdepkes-sby.ac.id

Abstract— In patients undergoing oxygen therapy, oxygen administration is determined by the titration flow required for adequate SPO₂ and oxygen delivery based on flowmeter readings. This study aimed to develop an oxygen gas flow measurement range of up to 15 LPM according to a flowmeter for adult patients. This research uses Arduino Mega while the gas flow sensor is used, namely the SFM4100 sensor, then the results are returned to the TFT LCD. The gas flow rate is controlled using a flowmeter (Biomedix). Meanwhile, the comparison tool used to measure the gas flow rate, namely Oxygen Analyzer (Maxtec) and a 1 m³ oxygen gas cylinder. In the testing phase, the sensor reading value on the tool module that appears on the TFT LCD is compared with the results from a comparator with measurements of 1 LPM to 15 LPM 6 times at each point. Based on measurements on the flowmeter from the hospital, the error rate (%) is 4.16%. The conclusion from these results is that the calibrator tool module has a relative error (error value) which is still within the allowable tolerance limit, which is $\pm 10\%$. The design of the gas flow meter calibrator is portable and is made to be used in hospital agencies as a support for the maintenance of gas flow meters.

Keywords—Oxygen, Flowmeter, Oxygen Flow, Calibration

Abstrak— Pada pasien yang melakukan terapi oksigen, pemberian oksigen ditentukan oleh titrasi aliran yang diperlukan untuk SPO₂ yang memadai dan pengiriman oksigen berdasarkan menurut pembacaan flowmeter. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan jangkauan pengukuran laju aliran gas oksigen hingga 15 LPM sesuai dengan flowmeter untuk pasien dewasa. Penelitian ini menggunakan Arduino Mega sedangkan sensor aliran gas yang digunakan, yaitu sensor SFM4100, kemudian hasilnya ditampilkan pada TFT LCD. Laju aliran gas di atur menggunakan flowmeter (Biomedix). Sedangkan alat pembanding yang digunakan untuk mengukur laju aliran gas, yaitu Oxygen Analyzer (Maxtec) dan satu tabung gas oksigen ukuran 1 m³. Pada tahap pengujian, nilai pembacaan sensor pada modul alat yang tampil pada TFT LCD di bandingkan dengan hasil dari alat pembanding dengan rentang pengukuran 1 LPM sampai dengan 15 LPM sebanyak 6 kali pada tiap titik. Berdasarkan pengukuran pada flowmeter dari rumah sakit maka di peroleh tingkat rata-rata kesalahan (error (%)) adalah 4,16%. Kesimpulan dari hasil tersebut bahwa modul alat kalibrator memiliki kesalahan relatif (nilai error) masih dalam batas toleransi yang diijinkan, yaitu $\pm 10\%$. Desain kalibrator gas flowmeter ini portable dan dibuat untuk dimanfaatkan pada instansi rumah sakit sebagai penunjang pemeliharaan gas flowmeter.

Kata Kunci—Oksigen, Flowmeter, Aliran Oksigen, Kalibrasi

I. PENDAHULUAN

Oksigen merupakan suatu kebutuhan hidup yang sangat jarang dipikirkan meskipun memiliki nilai yang sangat tinggi bagi manusia. Sistem pernapasan kita secara langsung mengambil asupan oksigen dari udara sekitar baik disadari atau tidak. Tanpa perlu diperintah, tubuh kita memiliki sistem regulasi pernapasan yang memastikan kebutuhan oksigen kita dari waktu ke waktu selalu terpenuhi selama oksigen tersedia di udara sekitar. Akan tetapi, bagi beberapa orang dengan masalah sistem pernapasan, sistem ini tidak dapat berjalan dengan baik. Untuk memastikan tubuh mendapatkan asupan oksigen yang cukup, mereka membutuhkan pasokan oksigen dari tabung dan regulator oksigen untuk mengatur aliran oksigen ke dalam tubuh dengan jumlah yang dibutuhkan [1].

Terapi oksigen adalah cara pemberian oksigen dengan takaran konsentrasi yang lebih besar daripada oksigen di udara sekitar, dengan maksud penanganan atau pencegahan gejala dan munculnya hipoksia [2]. Konsentrasi oksigen untuk diberikan seorang pasien ditentukan oleh titrasi aliran yang diperlukan untuk SPO₂ yang memadai. Setelah itu, pengiriman oksigen didasarkan menurut pembacaan flowmeter [3]. Flowmeter oksigen biasanya mengukur aliran gas oksigen dalam satuan liter per menit (LPM). Tingkat aliran umumnya dikirimkan oleh alat ini berkisar dari 0 hingga 15 LPM [4]. Flowmeter oksigen menjadi peralatan yang penting, karena dengan flowmeter bisa diketahui secara pasti besarnya aliran dari oksigen ke pasien [5]. Keakuratan sistem pengiriman aliran oksigen ke pasien ini sangat tinggi, sehingga perlu dilakukan kalibrasi untuk menentukan kebenaran nilai penunjukkan alat ukur dan alat dinyatakan laik pakai.

Berdasarkan metode kerja pengujian flowmeter yang dimaksudkan untuk melakukan pengujian dan/atau kalibrasi flowmeter dengan rentang ukur 0 – 20 LPM dan atau satuan (unit) yang setara [6].

Pada penelitian sebelumnya, Kaur dan Kumar tahun 2008, membuat Desain dan Pengembangan Sistem Pengukuran Aliran Gas Berdasarkan Termistor untuk Anaestesi Ventilator [7], sensor yang digunakan adalah termistor yang masih terpengaruh oleh suhu lingkungan, sehingga apabila terjadi perubahan suhu lingkungan yang signifikan akan mempengaruhi hasil pembacaan pengukuran. Davidson, Claudia, Torres, Jardim, & Nascimento tahun 2012, membuat Presisi dan Akurasi Meter Aliran Oksigen Digunakan di Pengaturan Rumah Sakit [3], mereka melakukan 3 kali pengukuran berulang pada laju aliran 1, 3, 5 dan 10 LPM, pada pengukuran tersebut mereka mendapatkan hasil bahwa flowmeter yang diuji menunjukkan presisi yang baik dan akurasi yang buruk. Hanif Zakki tahun 2017, membuat Alat Ukur Pendeteksi Besaran Volume Penggunaan Gas Medis Oksigen Sebagai Dasar Penentuan Tarif [8], alat yang dirancang telah berhasil menentukan jumlah volume gas yang dipakai oleh pasien sebagai dasar menentukan tarif di rumah sakit. Alat ini memiliki kelemahan menggunakan sensor air sebagai pendeteksi volume oksigen dan mengukur gas minimal 2LPM dan pada pengukuran 2LPM terdapat kesalahan sebesar 13,5%. Muhammad Khosyi'in tahun 2017, membuat Alat Penghitung Volume dan Timer Penggunaan Oksigen [9], pada penelitian ini dilengkapi dengan timer untuk menghitung volume total penggunaan oksigen pada pasien, Alat ini mengukur laju aliran oksigen pada pengukuran 0 – 10 LPM dalam waktu satu menit dan ditampilkan pada LCD Karakter 16x2. Jalu. A. Prakoso tahun 2018, membuat Desain dan Simulasi Katup Kontrol Otomatis untuk Gas Flowmeter Kalibrator dari Bell Prover [10], pada penelitian ini mengukur laju aliran gas pada pengukuran 250 – 1200 LPM. Dalam penelitian ini tidak mengukur laju aliran gas yang memiliki range rendah seperti yang dimiliki pada flowmeter oksigen untuk pasien. Yunaifi Niswatul Firdaus tahun 2019, membuat Alat Ukur Konsentrasi dan Flow Oksigen pada Ventilator [11], penelitian ini mengukur kadar oksigen dan kecepatan aliran oksigen dengan interface LCD karakter untuk menampilkan hasil pembacaan, penelitian ini mengukur laju aliran gas pada pengukuran 0 – 10 LPM. Rustiana tahun 2019, membuat Rancang Bangun Alat Kalibrator Gas Flowmeter [12], alat ini telah berhasil mengukur aliran gas oksigen dengan menggunakan sensor aliran gas MCS100A120. Namun alat ini hanya mampu mengukur aliran laju oksigen 0 – 10 LPM, kemudian ditampilkan pada LCD karakter 16 x 2.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, pengembangan peralatan yang akan digunakan oleh penulis menggunakan sensor aliran gas SFM4100 untuk menambah jangkauan pengukuran aliran laju oksigen hingga 15 LPM sesuai dengan flowmeter untuk pasien dewasa, kemudian akan ditampilkan hasilnya dalam bentuk

angka pada LCD TFT (Thin Film Transistor). Tujuan dari penelitian ini adalah agar dapat 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 1 m³, regulator oksigen sebagai penurun tegangan dari tabung ke flowmeter dan flowmeter, dimana pengukuran dilakukan sebanyak 6 kali pada tiap titik.

1) Bahan dan Alat

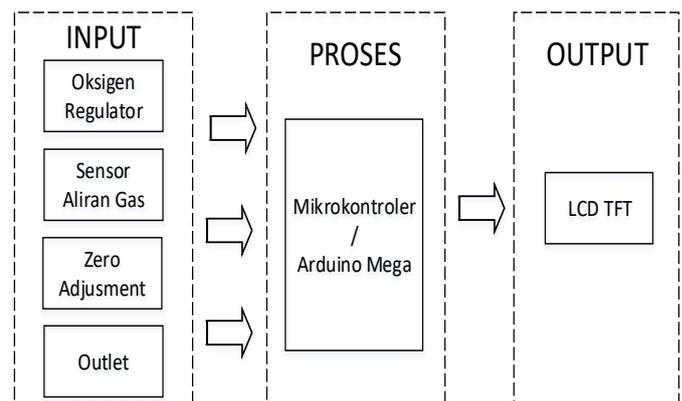
Penelitian ini menggunakan Arduino Mega sedangkan sensor aliran gas yang digunakan, yaitu sensor SFM4100. Laju aliran gas di atur menggunakan flowmeter (Biomedix). Sedangkan alat pembanding yang digunakan untuk mengukur laju aliran gas, yaitu Oxygen Analyser (Maxtec).

2) Eksperimen

Dalam penelitian ini, setelah instalasi mekanisme pengukuran tabung gas oksigen dipasang regulator oksigen dan flowmeter sebagai pengatur laju aliran gas. Pada tahap pengujian, nilai pembacaan sensor pada modul alat di bandingkan dengan hasil dari alat pembanding dengan rentang pengukuran (1 LPM sampai dengan 15 LPM).

B. Diagram Balok

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

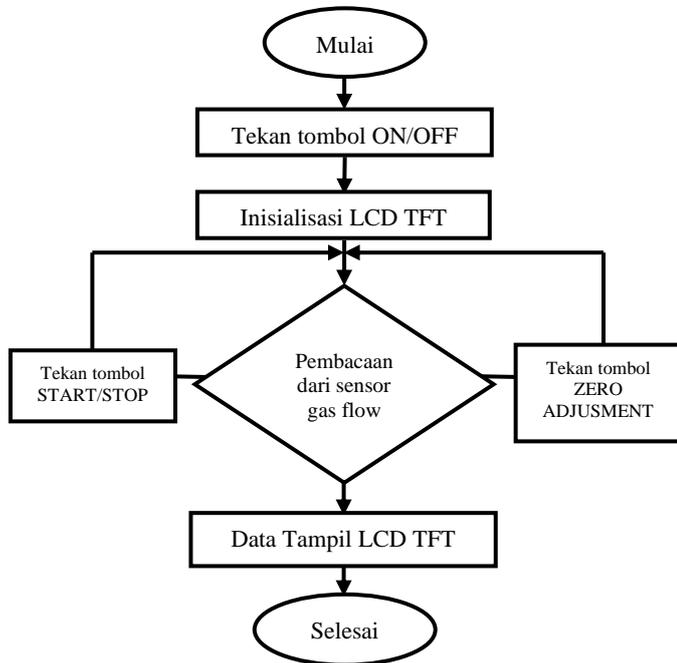


Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Terlihat pada gambar 1, ketika modul mendapatkan tegangan dari baterai maka akan mengaktifkan semua rangkaian dan sensor. Mikrokontroler Arduino Mega sebagai pusat pengendali data input dan output. IC ini akan bekerja berdasarkan kode program yang di masukkan kedalam IC mikrokontroler. Data input yang masuk pada mikrokontroler yaitu Sensor Aliran Gas SFM4100, tombol START/STOP digunakan untuk memulai dan memberhentikan alat pada saat

pembacaan data hasil pengukuran. Tombol Zero Adjustment digunakan untuk data hasil pembacaan pengukuran. Sensor gas flow akan mengirim data digital ke Arduino Mega untuk diolah menjadi nilai dalam satuan liter per menit (LPM). Setelah melakukan pembacaan mikrokontroler tersebut akan menampilkan pembacaan data ke display LCD TFT

C. Diagram Alir

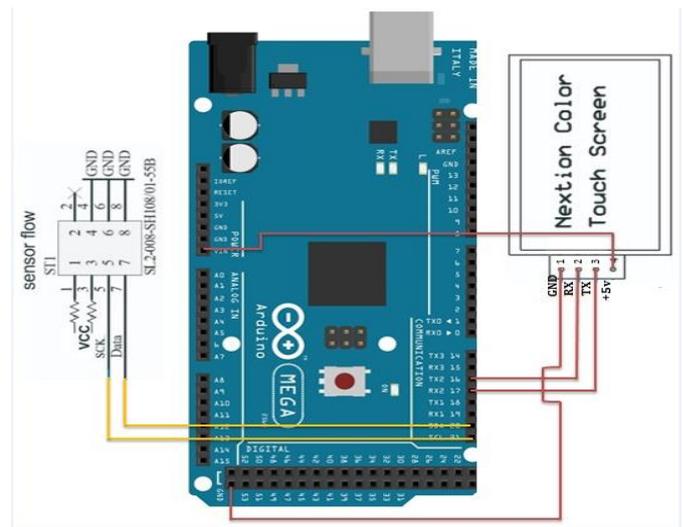


Gambar 2. Diagram Alir

Terlihat pada gambar 2, saat modul mendapatkan tegangan dari baterai maka akan mengaktifkan semua rangkaian dan sensor, mikrokontroler akan melakukan inisialisasi LCD. Kemudian untuk pembacaan data dari sensor gas flow tertampil pada LCD TFT sesuai dengan setting aliran gas pada flowmeter. Untuk pengukuran ulang tekan tombol Zero Adjustment. 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 Mega. Rangkaian ini digunakan untuk memproses output sensor aliran gas SFM4100 yang berupa sinyal digital dan di kelola melalui Arduino Mega menjadi bentuk pembacaan Liter per menit kemudian hasil nya tampil pada LCD TFT.



Gambar 3. Rangkaian Arduino Mega dan Sensor Aliran Gas SFM4100 Tampil LCD TFT

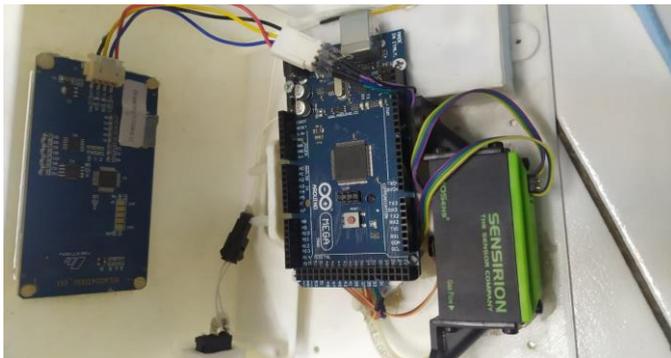
Terlihat pada gambar 3, keluaran tegangan dari sensor SFM4100 berupa tegangan digital dimana tegangan keluar dari sensor sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3 dihubungkan pada pin 20 dan 21 Arduino Mega. Pada LCD TFT dihubungkan pada pin 16 dan 17 Arduino Mega.

III. HASIL

Pada penelitian ini, modul alat kalibrator gas flowmeter diuji menggunakan alat pembanding oxygen analyzer Maxtex dan flowmeter Biomedix.



Gambar 4. Desain Modul Alat Kalibrator Gas Flowmeter



Gambar 5. Desain Rangkaian Alat Kalibrator Gas Flowmeter

1) Rancang Bangun Modul Kalibrator Gas Flowmeter

Gambar 4 menunjukkan desain dari modul alat kalibrator gas flowmeter dan gambar 5 menunjukkan rangkaian keseluruhan dari sensor SFM4100 dan mikrokontroler Arduino Mega.

2) Listing Program untuk Arduino Mega

Program ini untuk mengaktifkan tombol START/STOP serta Zero Adjustment dan coding penampilan LCD TFT.

```
void loop() {
  if (!readSFM4100()) {
    Serial.println("Failed to read SFM4100 data.");
  }
  else {
    Serial.println(number);
    Serial.println(tahan);
    if (number == 1) {
      Serial.println(O2_Slm);
      //n0.setValue(O2_Slm);
      Serial2.print("t2.txt=\");
      Serial2.print(0);
      Serial2.print("\");
      Serial2.write(0xff);
      Serial2.write(0xff);
      Serial2.write(0xff);
      delay(1000);
      number = 0;
    }
    if (number == 0) {
      if (tahan == 1) {
        if (O2_Slm < 0.5) {
          Serial.println(O2_Slm);
          //n0.setValue(O2_Slm);
          Serial2.print("t2.txt=\");
          Serial2.print(0);
          Serial2.print("\");
          Serial2.write(0xff);
        }
      }
    }
  }
}
```

```
Serial2.write(0xff);
Serial2.write(0xff);
}
if (O2_Slm > 0.5) {
  Serial.println(O2_Slm, 2);
  //n0.setValue(O2_Slm);
  Serial2.print("t2.txt=\");
  Serial2.print(O2_Slm, 2);
  Serial2.print("\");
  Serial2.write(0xff);
  Serial2.write(0xff);
  Serial2.write(0xff);
}
}
}
//Wait to do it again
delay(1000);
nexLoop(nex_listen_list);
}
```

Berikut adalah program untuk memerintahkan sensor SFM4100 untuk mengirimkan data ke arduino dan mengolah data yang diterima arduino sehingga dapat ditampilkan pada TFT LCD :

```
boolean readSFM4100() {
  uint8_t flowData[2];
  uint8_t checksum;
  //Request a measurement
  Wire.beginTransmission(_SFM4100_I2C_ADDR_);
  //Request data
  Wire.write(_SFM4100_DATAREQ_);
  //Close the request
  Wire.endTransmission();
  //Now read a response
  Wire.requestFrom(_SFM4100_I2C_ADDR_, 3);
  flowData[0] = Wire.read();
  flowData[1] = Wire.read();
  checksum = Wire.read();
  //Do the checksum
  if (checkCRC(flowData, 0x02, checksum)) {
    int H2int = flowData[1] | (flowData[0] << 8);
    sensirionCal ((double)H2int, pressure);
  }
  else {
    Serial.println("Invalid data received from the SFM4100!");
    return false;
  }
  return true;
}
void sensirionCal (double measurement)
{
  O2_Slm = (measurement / 850);
}
```

3) *Data Pengukuran Laju Aliran Gas Antara Modul Kalibrator dengan Alat Pembanding*

Pada Tabel I merupakan data hasil pengukuran laju aliran gas antara modul kalibrator dengan alat pembanding mulai 1 LPM sampai dengan 15 LPM sebanyak 6 kali pengukuran pada tiap titik.

Tabel I. Data Pengukuran Laju Aliran Antara Modul Kalibrator dengan Alat Pembanding

Aliran Gas (LPM)	Hasil Pengukuran Pembacaan Data (LPM)											
	Modul						Alat Pembanding					
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1.00	1.01	1.00	1.02	1.00	1.05	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0
2	2.13	2.16	2.09	2.13	2.08	2.11	2.1	2.1	2.0	2.0	2.1	2.0
3	3.12	3.15	3.10	3.20	3.17	3.18	3.1	3.0	3.0	3.1	3.2	3.0
4	4.15	4.21	4.17	4.21	4.22	4.18	4.1	4.0	4.1	4.2	4.2	4.1
5	5.24	5.22	5.23	5.19	5.17	5.22	5.0	4.9	4.8	5.0	5.1	4.9
6	6.25	6.21	6.26	6.19	6.15	6.21	6.1	6.4	6.2	6.3	6.4	6.3
7	7.34	7.29	7.21	7.30	7.25	7.31	7.2	7.4	7.4	7.5	7.4	7.3
8	8.32	8.20	8.30	8.29	8.31	8.25	8.3	8.2	8.3	8.3	8.4	8.2
9	9.27	9.30	9.40	9.28	9.35	9.29	9.4	9.3	9.2	9.4	9.5	9.3
10	10.39	10.28	10.29	10.51	10.41	10.35	10.3	10.5	10.8	10.4	10.6	10.4
11	11.38	11.30	11.40	11.50	11.35	11.29	11.4	11.3	11.3	11.6	11.5	11.3
12	12.89	12.90	12.88	12.48	12.75	12.89	12.9	12.9	12.8	12.6	12.8	12.7
13	13.65	13.80	13.50	13.40	13.81	13.65	13.8	13.7	13.9	13.6	13.8	13.8
14	14.68	14.50	14.40	14.41	14.35	14.62	14.8	14.6	14.7	14.4	14.6	14.7
15	15.72	15.63	15.52	15.75	15.65	15.78	15.6	15.7	15.6	15.8	15.5	15.4

4) *Pengolahan Data Hasil Pengukuran*

Pada Tabel 2, menunjukkan perbandingan hasil nilai error pengukuran laju aliran gas oksigen. Pada alat pembanding nilai error pada tiap-tiap titik pengukuran tidak melebihi batas toleransi yang diijinkan, sedangkan pada alat kalibrator nilai error tertinggi pada titik ukur 12 LPM, yaitu 6,65%.

Tabel 2. Data Pengolahan Hasil Pengukuran

Laju Aliran Gas (LPM)	Rata-rata (LPM)		Standar Deviasi (LPM)		Error %		Ketidak Pastian Pengukuran (UA)	
	Pembanding	Modul	Pembanding	Modul	Pembanding	Modul	Pembanding	Modul
1	1.0	1.01	0.05	0.02	1.33	1.33	0.02	0.01
2	2.1	2.12	0.05	0.03	2.50	5.83	0.02	0.01
3	3.1	3.15	0.08	0.04	2.22	5.11	0.03	0.02
4	4.1	4.19	0.08	0.03	2.92	4.75	0.03	0.01
5	5.0	5.21	0.10	0.03	0.60	4.23	0.04	0.01
6	6.3	6.21	0.12	0.04	4.72	3.53	0.05	0.02
7	7.4	7.28	0.10	0.05	5.24	4.05	0.04	0.02
8	8.3	8.28	0.08	0.05	3.54	3.48	0.03	0.02
9	9.4	9.32	0.10	0.05	3.89	3.50	0.04	0.02
10	10.5	10.37	0.18	0.09	5.49	3.72	0.07	0.03
11	11.4	11.37	0.13	0.08	3.64	3.36	0.05	0.03
12	12.8	12.80	0.11	0.17	6.33	6.65	0.05	0.07
13	13.8	13.64	0.10	0.16	5.90	4.88	0.04	0.07
14	14.6	14.49	0.14	0.13	4.52	3.52	0.06	0.05
15	15.6	15.68	0.14	0.10	4.00	4.50	0.06	0.04

IV. PEMBAHASAN

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

Hasil nilai error pengukuran laju aliran gas oksigen dimana pengambilan data dilakukan sebanyak 6 kali dengan alat pembanding dan modul alat kalibrator. Pada alat pembanding nilai error pada tiap-tiap titik pengukuran tidak melebihi batas toleransi yang diijinkan, sedangkan pada alat kalibrator nilai error tertinggi pada titik ukur 12 LPM, yaitu 6,65%.

Nilai dari standar deviasi pada pengukuran menggunakan alat pembanding nilai standar deviasi tertinggi sebesar 0,18 pada titik ukur 10 LPM dan nilai terendah sebesar 0,05 pada titik ukur 1 LPM dan 2 LPM. Sedangkan hasil pengolahan data dari modul alat kalibrator nilai standar deviasi tertinggi sebesar 0,17 LPM di titik ukur 12 LPM dan nilai terendah sebesar 0,02 LPM dititik ukur 1 LPM.

Nilai ketidakpastian pengukuran pada alat pembanding nilai tertinggi pada titik ukur 10 LPM dengan nilai sebesar $\pm 0,16$ dan nilai terendah pada titik ukur 1 LPM dan 2 LPM dengan nilai sebesar $\pm 0,07$, sedangkan pada modul alat kalibrator nilai tertinggi ketidak pastian pengukuran pada pada titik ukur 12 LPM sebesar $\pm 0,14$ dan nilai terendah pada titik 1 LPM dengan nilai sebesar $\pm 0,02$.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dibuat dapat disimpulkan bahwa :

1. Modul kalibrator gas flowmeter dapat menampilkan pengukuran hasil laju aliran gas pada TFT LCD dan digunakan untuk kalibrasi gas flowmeter sampai 15 LPM.
2. Modul kalibrator gas flowmeter diharapkan dapat di manfaatkan pada instansi rumah sakit sebagai penunjang pemeliharaan gas flowmeter.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <https://www.medicalogy.com/blog/mengontrol-asupan-oksigen-melalui-oksigen-regulator-dengan-aman/>, "Mengontrol Asupan Oksigen."
- [2] D. Lewis *et al.*, "AARC clinical practice guideline: Oxygen therapy in the acute care hospital," *Respir. Care*, vol. 36, no. 12, pp. 1410–1413, 1991.
- [3] J. Davidson, C. Gazzeta, L. C. Torres, J. R. Jardim, and O. A. Nascimento, "Precision and accuracy of oxygen flow meters used at hospital settings," *Respir. Care*, vol. 57, no. 7, pp. 1071–1075, 2012, doi: 10.4187/respcare.01230.
- [4] F. Duprez *et al.*, "Accuracy of Medical Oxygen Flowmeters: A Multicentric Field Study," *Health (Irvine, Calif.)*, vol. 06, no. 15, pp. 1978–1983, 2014, doi: 10.4236/health.2014.615232.
- [5] P. E. Raevis, "United States Patent (19) (11) Patent Number ;," no. 19, 1991.
- [6] A. Saguni, "Metode kerja ini digunakan untuk menentukan nilai batasan parameter pengukuran," vol. 70.
- [7] J. Kaur and J. Kumar, "Design and development of thermistor based gas flow measurement system for anaesthesia ventilator," *J. Sci. Ind. Res. (India)*, vol. 67, no. 5, pp. 366–370, 2008.
- [8] D. Zakki Hanif, "Pendeteksi Besaran Volume Penggunaan Gas Medis Oksigen Sebagai Dasar Penentuan Tarif, Seminar Tugas Akhir," *J. Teknokes*, vol., no., p., 2017.
- [9] E. S. Muhammad Khosyi'in , Agus Suprajitno, "Alat Penghitung Volume dan Timer Penggunaan Oksigen," *Alat Penghitung Vol. dan Timer Pengguna. Oksigen*, vol. d, pp. 1–8, 2017.
- [10] J. A. Prakosa and L. P. Kozlova, "Design and simulation of automatic control valve for gas flow meter calibrator of bell prover," *Proc. 2018 IEEE Conf. Russ. Young Res. Electr. Electron. Eng. ElConRus 2018*, vol. 2018-Janua, pp. 966–969, 2018, doi: 10.1109/ElConRus.2018.8317250.
- [11] Y. N. Firdaus, S. Syaifudin, and M. P. A. Tetra Putra, "Alat Ukur Konsentrasi Dan Flow Oksigen Pada Ventilator," *J. Teknokes*, vol. 12, no. 1, pp. 27–32, 2019, doi: 10.35882/teknokes.v12i1.5.
- [12] Rustiana, "Rancang Bangun Alat Kalibrator Gas Flowmeter," pp. 178–181, 2019.
- [13] Permenkes 54-2015 Kalibrasi Alat Kesehatan12, "Permenkes 54-2015 Kalibrasi Alat Kesehatan12," 2015.
- [14] B. R. O. Driscoll, L. S. Howard, A. G. Davison, and T. Society, "BTS guideline for emergency oxygen use in adult patients," vol. 63, no. fig 2, 2008, doi: 10.1136/thx.2008.102947.
- [15] I. P. ; Maya and I. G. Hartawan, "Terapi oksigen (o 2)," pp. 2–28, 2017.
- [16] G. R. Miller, "United States Patent (19) 11 Patent Number ;," no. 19, 1999.
- [17] P. Summary, "SFM4100 Series Low-cost Digital Mass Flow Meter for Gases Digital output (I 2 C) Multigas option available Calibrated and temperature compensated Excellent long-term stability Downmount or legris carstick fittings," no. January, pp. 1–9, 2013.
- [18] Datasheet ArduinoMega2560, "Datashet ArduinoMega2560pdf," 2014. [Online].Available: <https://www.coursehero.com/file/34906274/arduinomega2560datasheetp>

df/?justUnlocked=1#/doc/qa.

- [19] Nextion Datasheet, "NX4024K032 - Nextion." [Online]. Available: <https://nextion.tech/datasheets/nx4024k032/>.
- [20] <https://rumus.co.id/standar-deviasi/>, "Standar Deviasi (Variance).".