

Pengembangan *Monitoring* Volume Oksigen Dilengkapi Dengan Deteksi Kerusakan Regulator untuk Safety Pasien Berbasis IoT

Dwi SitiNurhayati[#], Bambang Guruh Irianto, Abd. Kholiq
Jurusan Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes, Surabaya
Jl. Pucang Jajar Timur No. 10, Surabaya, 60245, Indonesia

#dwisitnurhayati1@gmail.com, bgi_dha@poltekkesdepkes-sby.ac.id, Abd22@poltekkesdepkes-sby.ac.id

Abstract -Damage to the oxygen regulator can cause the distribution of oxygen to the patient's body to be obstructed so that the safety of the patient is safe. The purpose of this study is to make it easier for users to detect damage to regulators. The contribution of this research is to design a device for monitoring the volume of oxygen that is equipped with detecting damage to the regulator, as well as a central system and data storage to make it easier for users to document. To detect damage to regulators quickly, a regulator detection system was created. The way this module works uses a level sensor in the form of a photodiode and infrared to check the difference between the flowmeter sensor value and the sensor level reading. Furthermore, the value comparison between the level sensor and the flowmeter sensor is used for regulator error from the device or transmitter the data will be sent to the receiver wirelessly using a wifi connection, which will then be received to the PC to be displayed on the Internet of Things (IoT) webserver. Testing of this device is done by comparing the flow of the sensor reading the value with a standard measuring instrument. Based on the test results, the highest error is 5.4% with a sensor level of 10 Lpm. For error detection, it displays error 1 and error 2 which is conditioned by clogging the regulator used, and error 3 which is conditioned by closing the faucet in the oxygen reservoir slowly. The results of this study can be implemented in an oxygen regulator as a patient safety for regulator damage.

Keywords: Oxygen Regulator, Safety, Flow Sensor, Level Sensor

Abstrak -Kerusakan pada regulator oksigen dapat menyebabkan distribusi oksigen pada tubuh pasien terhambat sehingga membahayakan keselamatan pasien. Tujuan dari penelitian ini untuk memudahkan user dalam mendeteksi kerusakan regulator. Kontribusi dari penelitian ini adalah mendesain sebuah alat untuk monitoring volume oksigen yang dilengkapi dengan deteksi kerusakan regulator, serta dilengkapi dengan system sentral dan penyimpanan data sehingga memudahkan user dalam pendokumentasian. Agar kerusakan regulator dapat diketahui dengan cepat maka dibuat sistem deteksi regulator. Cara kerja modul ini menggunakan sensor level berupa photodiode dan infrared untuk mendeteksi perbedaan nilai sensor flowmeter dengan pembacaan sensor level. Selanjutnya perbandingan nilai antara sensor level dengan sensor flowmeter digunakan untuk mendeteksi kerusakan regulator, dari alat atau transmitter akan dikirim datanya menuju receiver secara *wireless* dengan menggunakan koneksi *wifi*, yang selanjutnya akan diterima ke PC untuk di tampilkan di *webserver Internet of Things (IoT)*. Pengujian alat ini dilakukan dengan membandingkan pembacaan nilai sensor flow dengan alat ukur standar. Berdasarkan dari hasil pengujian, error tertinggi 5.4% dengan sensor level 10 Lpm. Untuk deteksi error menampilkan error 1 dan error 2 yang dikondisikan dengan cara melakukan penyumbatan pada regulator yang digunakan, dan error 3 yang dikondisikan dengan cara melakukan penutupan kran yang ada ditabung oksigen secara perlahan. Hasil penelitian ini dapat di implementasikan pada alat regulator oksigen sebagai safety pasien akibat kerusakan regulator.

Kata Kunci: Regulator Oksigen, Safety, Sensor Flow, Sensor Level

I. PENDAHULUAN

Pernapasan adalah proses penting yang terjadi pada makhluk hidup, pada pernapasan terjadinya pertukaran gas antara paru-paru dan atmosfer [1]. Pernapasan di bagi menjadi

2 yaitu pernapasan dalam dan pernapasan luar. Pernapasan dalam adalah pertukaran oksigen dan karbondioksida antar darah secara "sistemik kapiler" dan sel-sel melalui cairan interstisial, sedangkan pernapasan luar adalah pertukaran oksigen dan karbon dioksida antara paru-paru dan darah di

'Kapiler paru' melalui cairan interstitial. Manusia membutuhkan *supply* oksigen secara terus menerus untuk respirasi sel dengan membuang kelebihan karbon dioksida [2]. Oksigen merupakan komponen utama bagi kehidupan manusia. Penggunaan gas oksigen di Rumah Sakit menjadi penunjang dan penentu dalam proses pemulihan kondisi kesehatan pasien [3]. Adapun faktor-faktor yang menentukan, konsumsi oksigen (O_2) maksimal (VO_2 max) adalah Jantung, paru-paru dan pembuluh darah [4]. Kekurangan oksigen dapat beresiko pada kerusakan organ-organ penting dalam tubuh [5]. Kadar oksigen yang rendah dalam darah dapat menyebabkan hipoksia yaitu suatu kondisi di mana jaringan tidak menerima oksigen yang cukup untuk menjalani aktivitas metabolik yang diperlukan. Salah satu metode pemberian terapi oksigen melibatkan penggunaan masker wajah sederhana untuk mengalirkan udara medis yang kaya oksigen [6]. Selain itu, Sindrom Gangguan Pernafasan (RDS), hipoksia terkait intra-partum, Sindrom Aspirasi Mekonium, dan pneumonia juga penyebab utama gangguan pernapasan, sehingga mereka harus menggunakan terapi oksigen [7]. Dalam sistem suplai oksigen, regulator oksigen merupakan komponen penting untuk mengatur tekanan dalam masker oksigen ke tingkat yang ditentukan, yang dapat memastikan kenyamanan dan keamanan pengguna [8]. Pada umumnya terapi oksigen di rumah sakit diberikan melalui instalasi oksigen terpusat yang terpasang di dalam kamar pasien, dimana penghitungan pemakaian gas dilakukan dengan cara mengalirkan *flow rate* oksigen yang diberikan ke pasien dengan waktu pemakaian oksigen [9]. Berdasarkan dilapangan, pada Rumah Sakit Paru Dungsu mendapati sejumlah kasus kerusakan regulator oksigen yang terdeteksi maupun yang tidak pada saat melakukan *setting* awal pemakaian. Regulator oksigen di *setting* maksimal yang seharusnya menunjukkan 15 lpm tetapi indikator hanya terbaca hingga 4 lpm, kemudian pada saat proses pemakaian berlangsung indikator regulator oksigen mengalami penurunan secara tiba-tiba sedangkan oksigen tetap mengalir, serta indikator oksigen mengalami penurunan namun tidak ada oksigen yang mengalir melalui regulator. Kerusakan regulator bisa terjadi karena kerusakan filter, indikator level regulator oksigen kotor, regulator oksigen tersumbat karena aktifitas hewan seperti semut, Hal ini sangat membahayakan untuk *safety* pasien terutama pasien yang mengalami gangguan pernafasan karena dapat menyebabkan hypoxia atau hypoxemia, padahal kecepatan dan ketepatan dalam pengambilan keputusan dan tindakan merupakan hal penting dalam penanganan pasien. Semakin cepat dan tepat dalam penanganan pasien akan mengurangi dampak negatif yang muncul dari penyakit yang dialami pasien. Salah satu cara untuk menjawab persoalan tersebut adalah otomatisasi peralatan medis yang juga berdampak pada kemudahan dan efisiensi penggunaannya [10].

Pada penelitian Frederic dkk tahun 2014, melakukan penelitian tentang akurasi pengukur aliran oksigen medis [11]. Namun pada penelitian tersebut hanya mengukur tingkat keakuratan aliran oksigen dan belum dilengkapi deteksi kerusakan regulator. Selanjutnya tahun 2015 Sugondo dkk

membuat penelitian tentang implementasi regulator oksigen otomatis berdasarkan tingkat pernapasan menggunakan logika fuzzy [10]. Namun, pada penelitian tersebut belum dilengkapi dengan *safety* regulator, sehingga tidak dapat mengetahui regulator yang digunakan masih laik digunakan atau tidak. Kemudian tahun 2017 Hanif dkk membuat penelitian mengenai alat ukur pendeteksi besaran volume penggunaan gas medis oksigen sebagai dasar penentuan tarif [3]. Penelitian tersebut mengukur *volume* total oksigen dengan menggunakan microcontroller ATMEGA 16 dan sensor *flow water*. Namun pada penelitian tersebut belum dilengkapi dengan baterai dan masih belum tersentral ke PC perawat karena terbatas pada tampilan lcd selain itu penelitian tersebut belum dilengkapi dengan *safety* regulator. Perancangan *prototipe low cost early warning system* untuk gas medis via sms berbasis arduino uno oleh Handoko Rusiana Iskandar dkk tahun 2017 [12], namun penelitian ini dirasa kurang efektif apabila diterapkan karena hanya *user* tertentu yang akan menerima pesan. Pada tahun yang sama Muhammad Khosyi'in dkk membuat penelitian penghitung *volume* dan *timer* penggunaan oksigen. Alat ini memiliki kekurangan belum dilengkapi dengan *safety* regulator [8]. Penelitian Moh. Amin Nasrullah dkk telah dibuat pusat pemantauan *Volume* penggunaan gas medis oksigen berbasis komputer pada tahun 2019. Akan tetapi pada penelitian tersebut belum *wireless* dikarenakan alat atau transmitter akan dikirim datanya menuju receiver melalui kabel LAN yang selanjutnya akan dikirim ke PC sebagai pengiriman terakhir, selain itu pada penelitian ini pengiriman data pada PC belum secara *real-time* dan penelitian ini belum dilengkapi dengan *safety* regulator [13].

Berdasarkan hasil observasi dan uraian identifikasi permasalahan diatas maka peneliti akan menyempurnakan alat dari sisi teknologi dan modernisasi sistem yang lebih baik, peneliti membuat alat dengan judul "Pengembangan Monitoring Volume Oksigen Dilengkapi Dengan Deteksi Kerusakan Regulator Untuk Safety Pasien Berbasis IoT". Pengembangan monitoring gas medis yang akan peneliti buat dapat mengirimkan hasil *monitoring* ke PC secara *wireless* berbasis IOT ke perawat, sehingga memudahkan perawat atau user dalam memantau pasien secara jarak jauh dan *real-time*. Selain itu alat dilengkapi dengan sistem *safety* alarm regulator oksigen dengan cara membandingkan nilai *error* yang didapat dari hasil perbandingan antara nilai sensor flow dengan nilai sensor level, apabila terjadi ketidak sesuaian nilai maka alarm deteksi regulator akan berbunyi. Deteksi kerusakan regulator sangat penting sekali untuk keselamatan pasien, dengan adanya deteksi kerusakan regulator ini memudahkan *user* atau perawat dapat mengetahui kondisi baik atau buruknya regulator yang digunakan oleh pasien. Alat juga dilengkapi dengan penyimpanan data secara langsung melalui *platform thinger.io*. Penyimpanan data dilakukan secara *real-time*.

II. BAHAN-BAHAN DAN METODE

A. Setting Percobaan

Penelitian ini menggunakan tabung oksigen sebagai simulasi dari gas sentral yang ada di rumah sakit lalu dihubungkan ke regulator oksigen dan juga pada modul. Responden dipilih secara acak.

1) Bahan dan Alat

Pada penelitian ini menggunakan *photodiode* yang digunakan untuk sensor level. untuk pemrosesan data menggunakan modul ESP32 (*Airflow*, SFM4100), ESP32 digunakan untuk memproses data yang sudah terbaca oleh sensor lalu akan dikirimkan ke PC melalui jaringan internet(*wifi*) dalam membandingkan nilai *output* sensor dengan *setting* regulator menggunakan alat standart yaitu Thermal Mass Flowmeter(TSI, 41433) .

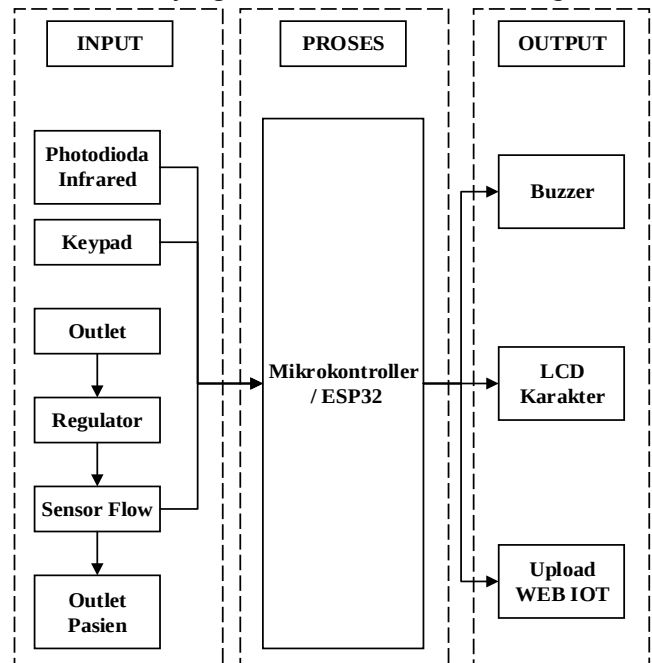
2) Eksperimen

Pada penelitian ini dilakukan dengan mengatur regulator pada beberapa LPM sehingga menghasilkan nilai sensor level, sensor *flowmeter* dan waktu. Sensor flow akan memulai melakukan pembacaan adanya gas oksigen yang mengalir, selanjutnya akan diolah datanya oleh mikrokontroler, dan di tampilkan pada display LCD. Pada tampilan LCD menampilkan nilai flow, waktu total volume, total harga, sensor level, dan erorsecara real-time. Selanjutnya dari alat atau transmitter akan dikirim datanya menuju receiver secara *wireless* dengan menggunakan koneksi *wifi*, yang selanjutnya akan diterima ke PC untuk di tampilkan di *webserver Internet Of Things (IoT)*[14]. Untuk mengetahui program deteksi kerusakan regulator berfungsi dilakukan simulasi dengan cara melakukan penyumbatan pada filter regulator yang digunakan untuk mengetahui *error 1* dan *error 2*, untuk mengetahui *error 3* berfungsi dengan baik dapat melakukan penutupan knop pada tabung oksigen secara perlahan.

B. Diagram Blok

Diagram Blok alat dapat dilihat pada (**Gambar. 1**) Ketika alat sudah terpasang pada *outlet* ruang pasien. Selanjutnya akan dilakukan pengaturan harga oksigen per liter menggunakan keypad, ketika telah selesai dilakukan pengaturan tekan *enter* maka dilakukan pengaturan laju aliran oksigen liter/menit pada regulator oksigen. Sensor flow akan memulai melakukan pembacaan adanya gas oksigen yang mengalir, selanjutnya akan diolah datanya oleh mikrokontroler, dan di tampilkan pada display LCD. Pada tampilan LCD menampilkan nilai flow, waktu total volume, total harga,

sensor level, dan eror (apabila terjadi ketidak sesuaian antara sensor level dengan sensor flow) secara real-time. Selanjutnya dari alat atau transmitter akan dikirim datanya menuju receiver secara *wireless* dengan menggunakan koneksi *wifi*, yang selanjutnya akan diterima ke PC untuk di tampilkan di *webserver IoTyaitu thinger.io*. Pengiriman data dari alat ke PC secara *real-time*. Pada PC juga dilengkapi penyimpanan data secara *real-time* yang dilakukan oleh *webserver thinger.io*.

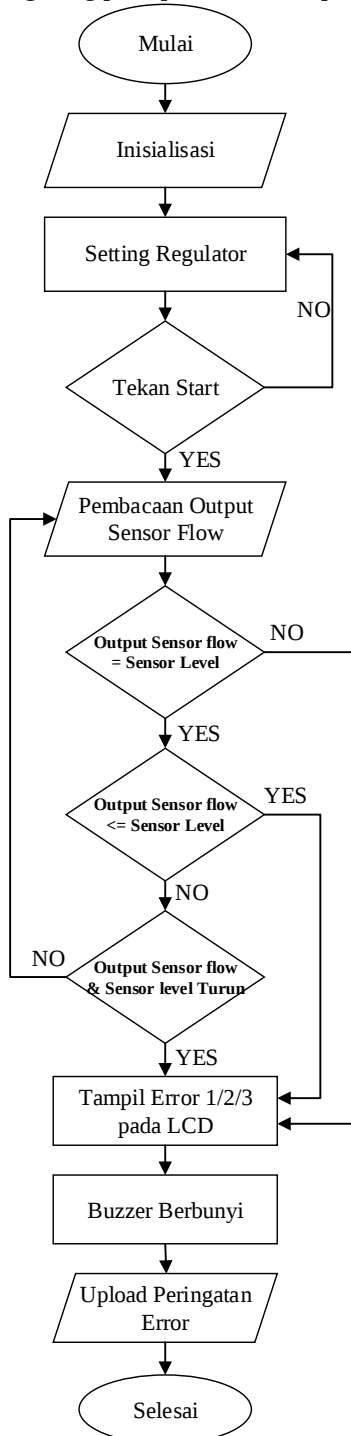


Gambar 1. Blok dari Pengembangan Monitoring Volume Oksigen

C. Diagram Alir

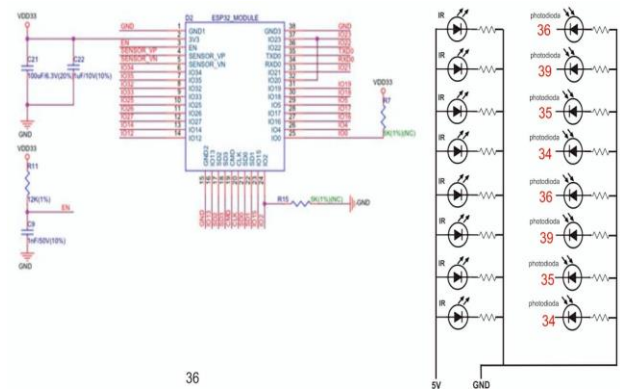
Diagram alir alat dapat dilihat pada (**Gambar.2**) Tombol ON di tekan maka akan terjadi inisialisasi program setelah inisialisasi program selesai setting volume input pengaman sebagai refrensi ketika output oksigen tidak sesuai, setelah itu Sensor flow akan memulai melakukan pembacaan adanya gas oksigen yang mengalir, selanjutnya akan diolah datanya oleh mikrokontroler, dan di tampilkan pada display LCD. Pada tampilan LCD menampilkan nilai flow, waktu total volume, total harga, sensor level, dan erorsecara real-time. Ketika output sensor tidak sama dengan setting maka selanjutnya dari alat atau transmitter akan dikirim datanya menuju receiver secara *wireless* dengan menggunakan koneksi *wifi*, yang selanjutnya akan diterima ke PC untuk di tampilkan di *webserver Internet of Things (IoT)* buzzer akan berbunyi dan memberikan notifikasi pada perawat bahwa output tidak sesuai dengan setting, ketika output sensor sama dengan setting maka proses akan berlanjut. Saat proses berlangsung ketika output secara tiba-tibatidak sesuai dengan setting / turun dibawah setting pengaman makadari alat atau transmitter akan dikirim datanya menuju receiver secara *wireless* dengan menggunakan koneksi

wifi, yang selanjutnya akan diterima ke PC untuk di tampilkan di *webserver Internet Of Things(IOT)* buzzer akan berbunyi dan memberikan peringatan pada perawat bahwa output secara tiba-tiba tidak sesuai, ketika output sudah sama dengan setting maka program akan mengulang pada pembacaan output *flowmeter*.



Gambar 2. Flowchart Program Arduino

D. Rangkaian Keseluruhan



Gambar 3. Rangkaian Keseluruhan

(Gambar. 3) Infrared dan photodiode di posisikan pada posisi sejajar masing masing di berikan tegangan 5V dari arduino. Kaki anode pada photodiode di sambungkan pada analogread esp sehingga ketika bola flow meter berada di posisi sejajar dengan photodiode dan infrared maka perubahan nilai tegangan akan bisa dibaca oleh esp, sehingga bisa di jadikan acuan perubahan LPM ada flow meter

III. HASIL

A. Hasil Pembuatan Modul

Pada penelitian ini dilakukan simulasi pengambilan data dapat dilihat (Gambar. 4) untuk mengetahui kondisi regulator laik pakai atau tidak. Apabila muncul error pada LCD maka kondisi regulator tidak laik pakai. Selain itu juga dilakukan pengambilan data *output sensor flowmeter* yang dibandingkan dengan Thermal Mass Flowmeter



Gambar 4. Modul ketika dioperasikan

B. Listing Program IR photodiode untuk flow level

```
a = analogRead(34); b = analogRead(35);
c = analogRead(32); d = analogRead(33);
e = analogRead(25); f = analogRead(26);
g = analogRead(27); h = analogRead(14);

//if (a < hold) { if (i == 0) { lpm = 0; } }
if (a > hold) { i = 1; lpm = 1; }
if (a < hold) { if (i == 1 && naik1 == 0) { lpm = 2; i = 0;
naik1 = 1; } if (i == 1 && naik1 == 1) { lpm = 0; naik1 = 0;
i = 0; } }
if (b > hold) { j = 1; lpm = 3; }
if (b < hold) { if (j == 1 && naik2 == 0) { lpm = 4; j = 0;
naik2 = 1; } if (j == 1 && naik2 == 1) { lpm = 2; naik2 = 0;
j = 0; } }
if (c > hold) { k = 1; lpm = 5; }
if (c < hold) { if (k == 1 && naik3 == 0) { lpm = 6; k = 0;
naik3 = 1; } if (k == 1 && naik3 == 1) { lpm = 4; naik3 =
0; k = 0; } }
if (d > hold) { l = 1; lpm = 7; }
if (d < hold) { if (l == 1 && naik4 == 0) { lpm = 8; l = 0;
naik4 = 1; } if (l == 1 && naik4 == 1) { lpm = 6; naik4 = 0;
l = 0; } }
if (e > hold) { m = 1; lpm = 9; }
if (e < hold) { if (m == 1 && naik5 == 0) { lpm = 10; m =
0; naik5 = 1; } if (m == 1 && naik5 == 1) { lpm = 8; naik5
= 0; m = 0; } }
if (f > hold) { n = 1; lpm = 11; }
if (f < hold) { if (n == 1 && naik6 == 0) { lpm = 12; n = 0;
naik6 = 1; } if (n == 1 && naik6 == 1) { lpm = 10; naik6 =
0; n = 0; } }
if (g > hold) { o = 1; lpm = 13; }
if (g < hold) { if (o == 1 && naik7 == 0) { lpm = 14; o = 0;
naik7 = 1; } if (o == 1 && naik7 == 1) { lpm = 12; naik7 =
0; o = 0; } }
if (h > hold) { lpm = 15; }
Serial2.write(lpm);
Serial.println(lpm);
```

Prinsip dari program pembacaan sensor IR Photodiode yaitu ketika pembagian tegangan *photodiode* berada pada level diatas hold maka mikrokontroler akan membacanya sebagai aliran flow sesuai dengan urutannya.

C. Listing Program Error

```
void terima() {
  if (Serial2.available()) {
    int tetap;
    int tetap1;
    LPM = Serial2.read();
    werror = millis();

    float batas = O2_Slm - LPM;
    float batas2 = LPM * 10 / 100;
```

```
if (werror <= 90000) {
  while ((batas > 1.5) || (batas < -1.5)) {
    char key = keypad.getKey();
    if (key == '*'){ reset1();};
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Error1Error1Error1Error1");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Error1Error1Error1Error1");
    Serial.println("erroru");
    digitalWrite(15, HIGH);
    //werror2 = millis();

    thing["ErrorNotice"] >> [](pson & out) {
      out = "ERROR1";
    };delay(1000);
    thing.handle();

    mulai2 = 0;
    error = 1;
    Perror = 1;
    reset2 = 1;
  }
}
```

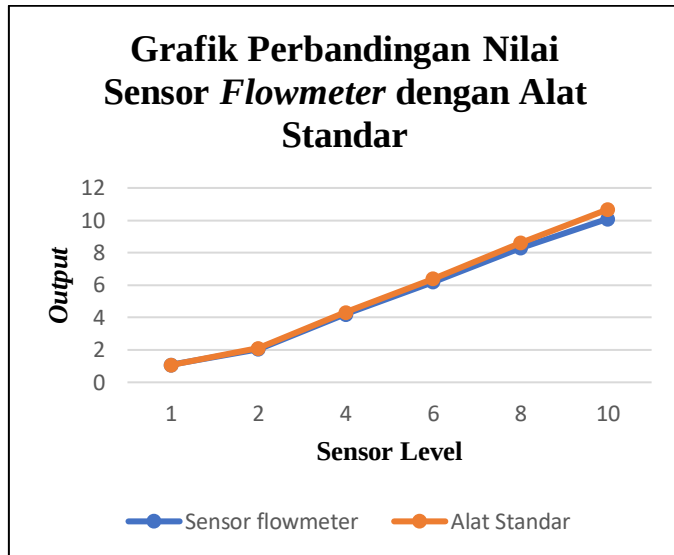
Prinsip dari program error adalah ketika sensor *photodiode* dan sensor *flowmeter* memiliki perbedaan lebih dari yang telah ditentukan maka *error* akan tampil pada tampilan dan *buzzer* akan berbunyi dan juga alat akan otomatis berhenti bekerja.

D. Data Perbandingan antara Sensor Flowmeter dengan Alat Pembanding

TABLE I. Data Perbandingan antara Sensor Flowmeter dengan Alat Standar

Sensor Level (Lpm)	Alat	Rata	SD	U	Error (%)
1	Sensor Flow	1.09	0.07	0.035	1.8
	Alat Standar	1.07	0.01	0.005	
2	Sensor Flow	2.05	0.04	0.02	2.8
	Alat Standar	2.11	0.02	0.01	
4	Sensor Flow	4.2	0.18	0.09	2.7
	Alat Standar	4.32	0.01	0.005	
6	Sensor Flow	6.2	0.17	0.085	3.1

8	Alat Standar	6.4	0.01	0.005	3.6
	Sensor Flow	8.3	0.17	0.085	
10	Alat Standar	8.61	0.1	0.005	5.4
	Sensor Flow	10.1	0.07	0.035	
	Alat Standar	10.68	0.02	0.01	



Gambar 5. Grafik Perbandingan nilai Sensor Flowmeter dengan Alat Standar

Pada (TABEL I.) (Gambar. 5) merupakan hasil perbandingan sensor flowmeter dengan alat standar. Alat standar yang digunakan sebagai pembanding yaitu Thermal Mass Flowmeter dengan merek TSI model 41433. Pada sensor level 1Lpm didapatkan sedikit perbedaan nilai pembacaan antara sensor flowmeter dengan alat standar sehingga didapatkan error terendah 1.8%. Pada sensor level 10Lpm didapatkan error tertinggi yaitu 5.4% dikarenakan didapatkan banyak perbedaan nilai pembacaan antara sensor flowmeter dengan alat standar.

E. Data Deteksi Error

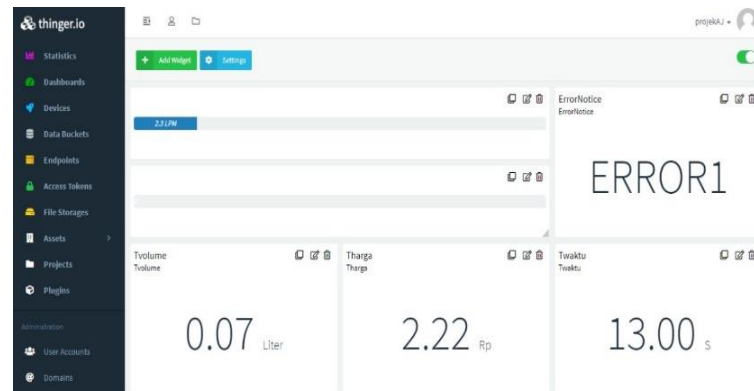
TABLE II. Data Deteksi Error

	Error 1	Error 2	Error 3
Sensor Level (Lpm)	4	10	0.99
Sensor Flow (Lpm)	2.13	11.52	1
Waktu (Second)	14	171	76

Pada (TABEL II) merupakan data ketika terjadi error pada alat untuk mendeteksi kondisi regulator, apabila pada alat

berbunyi alarm dan muncul tulisan *error* maka terjadi masalah pada regulator yang sedang digunakan.

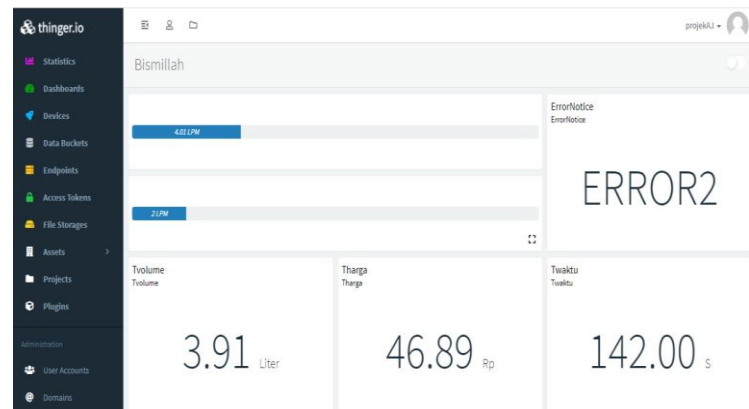
1) Error 1



Gambar 6. Tampilan pada PC untuk Error 1

Pada (Gambar. 6) merupakan tampilan pada PC dengan menggunakan *webserverthinger.io* saat terjadi Error 1. Nilai sensor level menunjukkan 4Lpm dan nilai sensor flowmeter menunjukkan 2.13Lpm, dengan waktu 14s. Ketika terjadi perbedaan lebih dari 15% pada 1,5 menit pertama penggunaan alat maka alarm pada alat akan berbunyi dan pada tampilan LCD dan PC menunjukkan terjadinya error 1 pada alat.

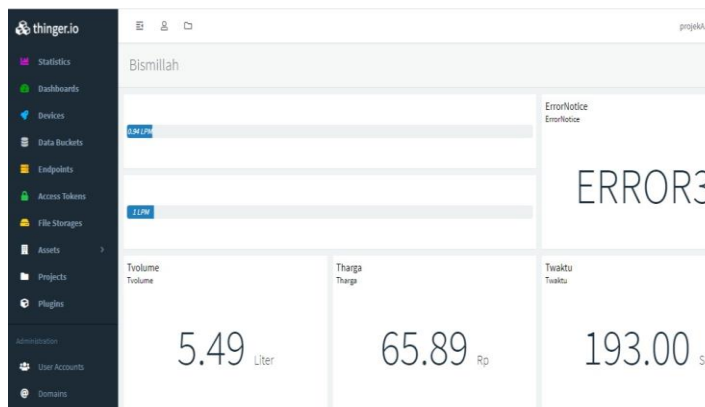
2) Error 2



Gambar 7. Tampilan pada PC untuk Error 2

Pada (Gambar. 7) merupakan tampilan pada PC dengan menggunakan *webserverthinger.io* saat terjadi Error 2. Nilai sensor level menunjukkan 10Lpm dan nilai sensor flowmeter menunjukkan 11,52Lpm, dengan waktu 171s. Error 2 terjadi perbedaan antara nilai sensor level dengan nilai sensor flowmeter setelah 1,5 menit pengoperasian alat atau pada saat alat sudah dilakukan *setting* dan alat sudah bekerja, maka alarm pada alat akan berbunyi dan pada tampilan LCD dan PC menunjukkan terjadinya error 2 pada alat.

3) Error 3



Gambar 8. Tampilan pada PC untuk Error 3

Pada (**Gambar. 8**) merupakan tampilan pada PC dengan menggunakan *webserverthinger.io* saat terjadi Error 3. Nilai sensor level menunjukkan 1Lpm dan nilai sensor *flowmeter* menunjukkan 0,99Lpm, dengan waktu 58s. Error 3 terjadi apabila nilai sensor level dengan nilai sensor *flowmeter* mengalami penurunan ≤ 1 Lpm, maka alarm pada alat akan berbunyi dan pada tampilan LCD dan PC menunjukkan terjadinya error 3 pada alat.

F. Data perbandingan pembacaan antara alat dengan webserver thinger.io

TABLE III. Data perbandingan pembacaan antara alat dengan *webserver thinger.io*

Data	Setting Regulator (lpm)	sensor level		sensor flow		Delay (s)
		LCD	PC	LCD	PC	
1.	1	1	1	1.17	1.17	1.07
2.	2	2	2	2.05	2.05	0.95
3.	3	3	3	3.2	3.2	1.19
4.	4	4	4	4.2	4.2	1.26
5.	5	5	5	5.1	5.1	1.03
6.	6	6	6	6.2	6.2	1.26
7.	7	7	7	7.4	7.4	0.99
8.	8	8	8	8.3	8.3	1.19
9.	9	9	9	9.4	9.4	1.03
10.	10	10	10	10.1	10.1	0.93
11.	11	11	11	11.4	11.4	1.26
12.	12	12	12	12.02	12.02	1.09
13.	13	13	13	13.4	13.4	1.07
14.	14	14	14	14.12	14.12	1.06
15.	15	15	15	15.75	15.75	1.36

Berdasarkan (**TABEL. III**) nilai perbandingan antara LCD dan WEB pada setting sensor level dan sensor flow menggunakan settingan regulator 1-15 Lpm merupakan hasil perbandingan pembacaan sensor level dan sensor *flowmeter*

pada tampilan LCD dan PC dengan *setting* regulator didapatkan *delay* yang berbeda-beda. Pembacaan dibandingkan menggunakan *stopwatch*. Berdasarkan pengambilan data yang ada pada TABEL. III dengan *setting* regulator 1 – 15 Lpm *delay* yang paling lama dibutuhkan untuk mengirim data dari LCD ke PC 1.36s pada *setting* regulator 15 Lpm. Pengiriman data dari alat ke PC secara *real time* sehingga nilai yang muncul pada LCD dan PC sama hanya terdapat sedikit *delay* pengiriman kurang lebih 1 detik.

IV. PEMBAHASAN

Pada tahun 2019 Amin dkk membuat penelitian mengenai pusat pemantauan *volume* penggunaan gas medis oksigen berbasis komputer. Penelitian tersebut membuat central monitoring pendeteksi besar *volume* penggunaan gas medis oksigen sebagai dasar penentuan tarif tampil PC[13]. Akan tetapi pada penelitian tersebut belum *wireless* dikarenakan alat atau transmitter akan dikirim datanya menuju receiver melalui kabel LAN yang selanjutnya akan dikirim ke PC sebagai pengiriman terakhir. Selain itu penelitian tersebut belum dilengkapi dengan deteksi kerusakan regulator dan deteksi regulator habis. Oleh karena itu penulis menyempurnakan penelitian itu dengan tampilan WEB dan *wireless* serta pengirimannya *real time* dengan *delay* pengiriman 1 detik (**TABEL III.**), selain itu juga dilengkapi dengan deteksi kerusakan regulator dan deteksi regulator habis. (**TABEL II.**).

V. KESIMPULAN

Pada penelitian ini menghasilkan bahwa kerusakan pada regulator dapat dideteksi dengan adanya perbedaan nilai *output* antara sensor level dengan sensor *flowmeter* yang lebih dari 15%. Pada penelitian selanjutnya, peneliti menyarankan dalam penggunaan sensor deteksi kerusakan untuk tidak menggunakan sensor *photodiode*, karena ketika terjadi perbedaan nilai *output* sensor level dengan sensor *flowmeter* kurang dari 15% maka modul tidak dapat mendeteksi kondisi regulator yang sedang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. I. Molokov *et al.*, "A Closed-Loop Model of the Respiratory System : Focus on Hypercapnia and Active Expiration," vol. 9, no. 10, 2014, doi: 10.1371/journal.pone.0109894.
- [2] N. M. B. P. Ed, M. A. History, and M. P. Ed, "Physiology of Respiration," vol. 2, no. 3, pp. 16–17, 2015, doi: 10.9790/6737-0231617.
- [3] J. Teknik, E. Politeknik, K. Surabaya, G. Oksigen, and L. Belakang, "Seminar Tugas Akhir Mei 2017 ALAT UKUR PENDETEKSI BESARAN VOLUME PENGGUNAAN GAS MEDIS OKSIGEN SEBAGAI DASAR PENENTUAN TARIF Seminar Tugas

- Akhir,” p. 9, 2017.
- [4] I. K. Sudiana, “Dampak adaptasi lingkungan terhadap perubahan fisiologis,” pp. 211–218, 2013.
- [5] O. S. Non-invasive and P. Y. Mallo, “Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Hemoglobin dan Oksigen Dalam Darah dengan Sensor Oximeter Secara Non-Invasive,” *E-Journal Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 1, no. 1, 2012.
- [6] J. Dion, E. P. Sosnowski, and T. Mirembé, “Assessment of Air-Oxygen Blender and Flow Meter Setup in Neonatal Intensive Care Units,” *Proc. Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. EMBS*, vol. 2020-July, pp. 5154–5157, 2020, doi: 10.1109/EMBC44109.2020.9176561.
- [7] B. K. Mukkundi *et al.*, “Implementation of Conventional Air - Oxygen Blending in Multi-Powered Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) Device,” *2019 11th Int. Conf. Commun. Syst. Networks, COMSNETS 2019*, vol. 2061, pp. 807–812, 2019, doi: 10.1109/COMSNETS.2019.8711392.
- [8] P. Tan and Z. Chen, “Modeling and Simulation of an Electronic Oxygen Regulator Based on All- Coefficient Adaptive Control,” vol. 138, no. August 2016, pp. 1–7, 2017, doi: 10.1115/1.4033413.
- [9] J. D. Pt, C. G. Pt, L. C. T. Pt, R. Jardim, and O. A. Nascimento, “Precision and Accuracy of Oxygen Flow Meters Used at Hospital Settings,” pp. 1071–1075, 2012, doi: 10.4187/respcare.01230.
- [10] F. I. Terapan, U. Telkom, F. T. Elektro, and U. Telkom, “Implementasi Regulator Oksigen Otomatis berdasarkan Tingkat Pernapasan menggunakan Logika Fuzzy,” vol. 3, no. 1, pp. 52–63, 2015.
- [11] 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.
- [12] H. R. Iskandar, Y. Permadi, and M. Andrianto, “PERANCANGAN PROTOTIPE LOW COST EARLY WARNING SYSTEM UNTUK GAS MEDIS VIA SMS BERBASIS ARDUINO UNO,” no. November, pp. 1–2, 2017.
- [13] M. A. Nasrullah, D. H. Andayani, E. Yulianto, C. Wilhelm, S. Carl, and W. Scheele, “Pusat Pemantauan Volume Penggunaan Gas Medis Oksigen Berbasis Komputer,” vol. 12, no. 2, pp. 50–58, 2019, doi: 10.35882/teknokes.v12i2.8.
- [14] T. Davies, “Internet of things,” *J. Inst. Telecommun. Prof.*, vol. 9, no. 4, p. 38, 2015.