

Pengembangan Monitoring Volume Oksigen Sebagai Dasar Penentu Tarif dengan Waktu Real Time Berbasis IOT

Miasih¹, Bambang Guruh Irianto², Abd. Kholiq³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes, Surabaya

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

Email: nevira84@gmail.com, bgi_dha@poltekkesdepkes-sby.ac.id, Abd22@poltekkesdepkes-sby.ac.id

Abstract— *The use of oxygen gas in the hospital is support and determinant in the process of restoring the patient's health condition. The purpose of this study was to produce a tariff calculation that was following the volume used by the patient, equipped with a central system and data storage, while the contribution of this study was to make it easier for the hospital to calculate oxygen so that it would not harm the patient or the hospital. The way this module works is by setting the regulator and rates then the data from the flow sensor will be processed using a microcontroller so that it produces the value displayed on the LCD and WEB with real-time delivery speed. Testing of this tool is to compare the module with standard measuring instruments where this tool produces the largest error value, namely 7.87%. Besides, the rate generated by the module is compared to the hospital rate. The results showed that the tool is feasible to use because the allowable deviation value in the flow meter accuracy is $\pm 10\%$. Meanwhile, the relevant tariff calculation is based on the volume of oxygen usage, not the hours of use. This research can be implemented in patients who are undergoing oxygen therapy at the hospital so that the costs incurred are by the volume of oxygen used.*

Kata Kunci— *Oxygen Therapy; Rate; Volume; Flow Meter*

Abstrak— *Penggunaan gas oksigen di Rumah Sakit menjadi penunjang dan penentu dalam proses pemulihan kondisi kesehatan pasien. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan perhitungan tarif yang sesuai dengan volume yang dipakai pasien dilengkapi dengan system sentral dan penyimpanan data, sedangkan kontribusi dari penelitian ini adalah untuk memudahkan Rumah Sakit dalam melakukan perhitungan oksigen sehingga tidak merugikan pasien maupun Rumah Sakit. Cara kerja modul ini adalah dengan melakukan setting regulator dan tarif kemudian data dari sensor flow akan diolah menggunakan mikrokontroler sehingga menghasilkan nilai yang ditampilkan pada LCD dan WEB dengan kecepatan pengiriman real time. Pengujian alat ini adalah dengan membandingkan modul dengan alat ukur standar dimana alat ini menghasilkan nilai error terbesar yaitu 7.87% selain itu, tarif yang dihasilkan oleh modul dibandingkan dengan tarif rumah sakit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat laik digunakan karena nilai penyimpangan yang diizinkan dalam akurasi flow meter adalah $\pm 10\%$. Sedangkan untuk perhitungan tarif yang relevan adalah berdasarkan volume penggunaan oksigen bukan berdasarkan jam pemakaian. Penelitian ini dapat diimplementasikan pada pasien yang sedang menjalani terapi oksigen di Rumah Sakit sehingga biaya yang dikeluarkan sesuai dengan volume oksigen yang digunakan.*

Kata Kunci— *Terapi Oksigen; Tarif; Volume; Flow Meter*

I. PENDAHULUAN

Pernapasan adalah proses penting yang menyediakan pertukaran gas antara paru-paru dan atmosfer [1]. 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]. 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 flowrate oksigen yang diberikan ke pasien dengan waktu pemakaian oksigen [8]. Terapi oksigen dapat mengurangi morbiditas dan mortalitas pada pasien dengan penyakit paru-paru kronis baik yang sedang menjalani rawat jalan maupun rawat inap dan terapi oksigen merupakan sumber daya terapi penting yang dapat digunakan untuk pasien dengan hipoksemia. Biasanya, oksigen yang

diberikan kepada pasien ditentukan oleh proses titrasi dari aliran yang diperlukan untuk SpO₂ yang memadai, sehingga pengaturan penggunaan oksigen menjadi penting dilakukan [9]. Laju aliran oksigen harus dikontrol oleh dokter secara visual agar oksigen yang masuk ke tubuh pasien dapat dicatat dan sesuai kebutuhan pasien maka dari itu dibutuhkan flowmeter yang dapat digunakan sebagai penghitung volume oksigen [10]. Oksigen merupakan kekayaan dan aset negara yang pemakaiannya harus di catat sesuai penggunaan pasien dan pendokumentasiannya harus transparan sesuai peraturan yang ada [11]. Penelitian dilakukan di Rumah Sakit Paru Dungus Madiun dengan survey dilapangan. Diketahui bahwa kondisi di Rumah Sakit Paru Dungus Madiun untuk pendokumentasian pemakaian oksigen masih manual yaitu ketika pasien masuk dan menggunakan oksigen, maka perawat akan mencatat jam dan tanggal pemakaiannya di dalam buku manual billing dan memasukkan datanya kedalam system billing setiap pergantian shift, hal ini dilakukan sebagai data back up bila billing system mengalami masalah. Kemudian ketika pasien akan pulang, maka perawat akan menjumlahkan lamanya pasien menggunakan oksigen dan memasukkannya ke dalam biling system, kesalahan jam pemakaian akan mungkin terjadi karena pada saat pemakaian oksigen tidak langsung di dokumentasi hanya mengandalkan ingatan user, hal ini akan merugikan pasien maupun Rumah Sakit. Kemudian Rumah Sakit menggunakan jam sebagai penentuan tarif karena tidak adanya alat penghitung volume pemakaian oksigen, hal ini juga akan merugikan pasien karena pasien yang memakai oksigen dengan LPM tinggi dan pasien yang menggunakan oksigen dengan LPM rendah akan memiliki tagihan yang sama bila pemakaian perjamnya sama. Oleh karena itu sangat dibutuhkan alat untuk monitoring volume oksigen sebagai penentu tarif sehingga memudahkan dalam pemantauan pemakaian oksigen oleh pasien, yang mana akan menguntungkan pihak pasien maupun Rumah Sakit.

Pada penelitian sebelumnya, tahun 2014 Frederic dkk melakukan penelitian tentang akurasi pengukur aliran oksigen medis [12]. Namun pada penelitian tersebut hanya mengukur tingkat keakurasian aliran oksigen dan belum adanya tarif sesuai volume pemakaian oksigen. Selanjutnya tahun 2015 Sugondo dkk membuat penelitian tentang implementasi regulator oksigen otomatis berdasarkan tingkat pernapasan menggunakan logika fuzzy [13]. Namun, pada penelitian tersebut tidak menghitung tarif oksigen yang digunakan berdasarkan volume tetapi hanya melakukan pengujian dan analisis tentang pernafasan permenit dan volume oksigen permenit. Kemudian tahun 2017 Hanif dkk membuat penelitian mengenai alat ukur pendeteksi besaran volume penggunaan gas medis oksigen sebagai dasar penentuan tarif [3]. Namun pada penelitian tersebut belum dilengkapi dengan baterai dan masih belum tersentral ke PC perawat. Lalu, pada tahun 2017 Khosyi'in dkk membuat penelitian tentang alat penghitung volume dan timer penggunaan oksigen [8]. Namun pada penelitian tersebut belum dilengkapi dengan perhitungan tarif dan dalam pengujianya alat ini hanya menggunakan kapasitas 1-10 lpm serta tampilannya menggunakan LCD karena hanya ada di outlet pasien. Pada tahun yang sama Handoko dkk membuat penelitian tentang perancangan prototipe low cost early warning system untuk gas medis via sms berbasis arduino uno [14]. Namun pada penelitian ini hanya menjelaskan tentang

sistem peringatan dini ketersediaan gas medis pada tabung oksigen dan tidak dilengkapi dengan tarif dan banyaknya oksigen yang dipakai oleh pasien. Selanjutnya, 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 [15]. 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.

Berdasarkan hasil identifikasi masalah diatas penulis ingin membuat Pengembangan Monitoring Volume Oksigen Sebagai Dasar Penentu Tarif Dengan Waktu Real Time Berbasis IOT. Dibuatnya modul tersebut diharapkan dapat mengatasi kelemahan pada alat sebelumnya dengan menganalisis kesalahan error dan kesalahan relatif yang melebihi batas maksimal yang diizinkan. Penulis ingin menyempurnakan dan mengganti sensornya dengan menggunakan sensor yang lebih baik dari sensor flow water menjadi sensor air flow dengan kapasitas 1-15 lpm untuk mengurangi dan meminimalisir kesalahan error yang besar dan frekuensi output sensor yang lebih linear karena sensor sebelumnya kurang efisien dan kurang akurat dalam pembacaannya. Selanjutnya penulis akan menambahkan system penghitungan tarif yang realtime sesuai dengan volume oksigen yang digunakan dan system sentral tersebut wireless sehingga memudahkan user dalam melakukan pendokumentasian dilengkapi juga dengan data base untuk penyimpanan serta alat sudah dilengkapi dengan baterai dan password untuk memasukkan tarif baru.

II. BAHAN-BAHAN DAN METODE

A. Setting Percobaan

Penelitian ini dilakukan pada responden yang berumur 40 tahun keatas. Responden dipilih secara acak, kemudian dilakukan penelitian dengan menggunakan 11 pengaturan regulator.

1. Bahan dan Alat

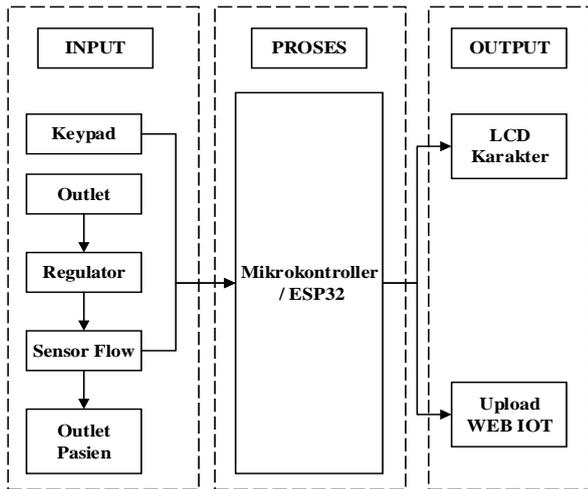
Penelitian ini menggunakan Thermal Mass Flowmeter (TSI, 41433) sebagai kalibrator pada flow meter (Airflow, SFM4100). Pemrograman pada modul ini menggunakan ESP32 sebagai modul wifi yang berfungsi untuk menjalankan sistem modul sekaligus mengirimkan data melalui jaringan wifi dan juga menampilkan nilai volume, tarif dan waktu pada dashboard thinger.io.

2. Eksperimen

Pada penelitian ini dilakukan dengan mengatur regulator pada beberapa LPM sehingga menghasilkan nilai volume total, waktu dan tarif yang dapat dibandingkan antara tarif pada modul dan tarif di Rumah Sakit.

B. Blok Diagram

Pada Blok diagram ini Sensor air 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 dan total harga.

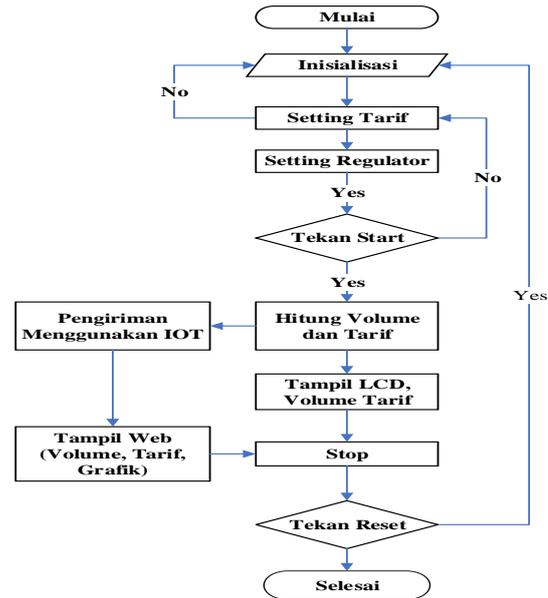


Gambar 1 Blok diagram dari Monitoring Volume Oksigen Sebagai Dasar Penentu Tarif Dengan Waktu Real Time Berbasis IOT

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 sehingga valve membuka, maka dilakukan pengaturan laju aliran oksigen liter/menit pada regulator oksigen. 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 IoT yaitu thinger.io berupa T-waktu, T-harga, T-volume dan error. Pengiriman data dari alat ke PC secara real-time. Pada PC juga dilengkapi penyimpanan data secara real-time yang dilakukan oleh webserver thinger.io.

C. Diagram Alir Sistem

Diagram Alir sistem adalah diagram system dimana saat tombol power ditekan alat akan memulai proses inialisasi dan proses berikutnya melakukan penyetingan tarif oksigen per liter melalui keypad. Selanjutnya setting laju aliran oksigen pada regulator dan tekan start. Sensor air flow aktif selanjutnya mikrokontroler akan melakukan counter up jika tidak melakukan counter up berarti sensor flow tidak aktif. Jika iya maka perhitungan pada software berupa total volume dan beban tarif akan diolah. Hasil perhitungan volume dan tarif tersebut akan ditampilkan pada LCD berupa volume, harga dan waktu bersamaan dengan itu 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 IOT yaitu thinger.io berupa volume, harga dan waktu.

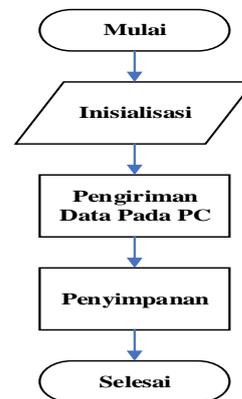


Gambar 2 Diagram alir sistem dari Monitoring Volume Oksigen Sebagai Dasar Penentu Tarif Dengan Waktu Real Time Berbasis IOT

Pada gambar 2 Pengiriman data dari alat ke PC secara real-time. Pada PC juga dilengkapi penyimpanan data secara real-time yang dilakukan oleh webserver thinger.io. Ketika ada pemeriksaan lagi maka tekan tombol reset sehingga proses pemeriksaan kembali ke awal menu setting. Namun ketika tidak ada maka penggunaan gas oksigen telah selesai.

D. Diagram Alir Penyimpanan

Proses data dimulai, ketika alat sudah melakukan pengiriman data pada PC maka alat otomatis melakukan penyimpanan data pada PC secara real-time. Variable yang tersimpan sesuai dengan tampilan dan datanya berupa angka.



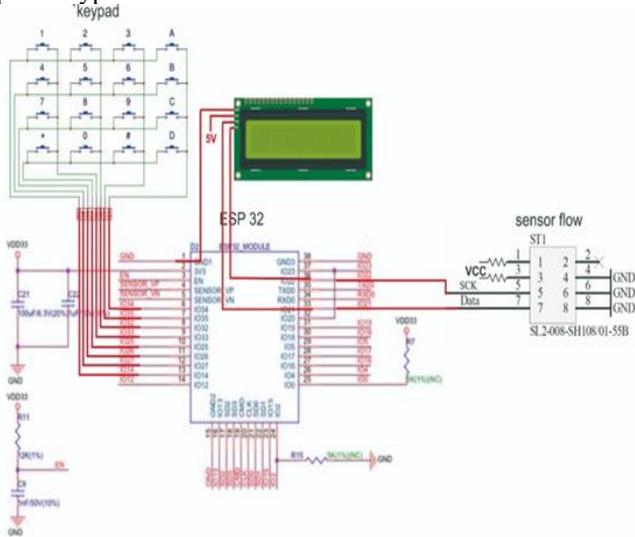
Gambar 3 Diagram alir penyimpanan dari Monitoring Volume Oksigen Sebagai Dasar Penentu Tarif Dengan Waktu Real Time Berbasis IOT

Pada (Gambar 3) Alat dilengkapi dengan penyimpanan secara otomatis menggunakan webserver thinger.io selanjutnya Penyimpanan data dalam bentuk csv dan hasil penyimpanan dapat di export ke Microsoft excel. Selain itu alat juga dapat

menyimpan banyak data dari pasien melalui webserver thinger.io.

E. Rangkaian Keseluruhan

Berdasarkan (Gambar 4) ESP mengolah data dari keypad, untuk memasukkan setting, merubah harga, memulai dan menstop. sensor mengirimkan data flow setelah tombol mulai pada keypad di tekan.



Gambar 4 Rangkaian Keseluruhan

III. HASIL

A. Hasil Pembuatan Modul

Pada (Gambar 5) modul ketika dioperasikan dengan mengatur regukator psds pengatursnr terterntu (LPM) sehingg didsplyksn seperti total volume pemaiaikan, waktu yang digunakan dan tarif yang harus dibayar pasien sesuai banyaknya volume oksigen yang dihunakan..



Gambar 5 Hasil ketika pengoperasian alat

B. Listing Program Sensor Flow Oksigen

Prinsip dari program pembacaan sensor yaitu SDA SCL pada sensor dihubungkan pada pin SDA dan SCL ESP32, selanjutnya ESP32 akan mengirimkan perintah pada sensor untuk mengirimkan data digital melalui serial komunikasi SDA

SCL dan mikrokontroler akan membaca data yang masuk melalui SDA SCL

```
flowData[0] = Wire.read();
```

```
flowData[1] = Wire.read();
```

Data yang masuk melalui SDA SCL ESP32 akan disimpan pada array flowData[0] dan flowData[1], data akan disimpan sesuai dengan yang dikirimkan oleh sensor. Data yang diterima oleh ESP32 berjumlah 2 data, Dan data yang digunakan sebagai nilai oksigen merupakan gabungan flowData[0] dan flowData[1]. 2 data tersebut akan digabungkan sehingga membentuk nilai data HEX yang akan dikonversi kedalam bentuk DEC.

berikut merupakan codingan untuk penggabungan 2 data HEX pada flowData[0] dan flowData[1]. dan mengubahnya dalam bentuk DEC :

```
int H2int = flowData[1] | (flowData[0] << 8);
```

Nilai yang dikonfersi kedalam bentuk DEC akan langsung di bagi 950 sesuai dengan datasheet sensor untuk mendapatkan nilai resolusi oksigen yang sesungguhnya.

```
O2_Slm = (measurement / 1000);
```

Contoh kasus :

```
Data HEX = 0x3E8
Konfersi DEC = 1000
Penghitungan = 1000 / 1000
                = 1 LPM
```

Pada contoh kasus diatas, ketika data serial yang diterima melalui sintaks flowData[0] = Wire.read(); flowData[1] = Wire.read();

Maka mikrokontroller akan menyimpan data HEX pada penyimpanan sintaks O2_Slm. Data HEX yang tersimpan pada sintaks H2int, akan di konfersi kedalam bentuk DEC dan dibagi 1000, pada contoh kasus diatas nilai H2int yang diperoleh dari data serial sama dengan dua 0x3E8 sehingga setelah di konfersi dalam bentuk DEC dan dibagi 1000 maka nilai resolusi sebesar 1 LPM. Pada pembacaan nilai Flow sama dengan pembacaan nilai resolusi oksigen

Listing program 1. Sensor Flow Oksigen

```
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, double pressure)
{
O2_Slm = (measurement / 1000);
if (O2_Slm < 0.5 || O2_Slm > 60) {
O2_Slm = 0;
}
}
    
```

C. Program Pengolahan Harga

Flow yang terbaca oleh ESP32 akan diolah menjadi volume, dan hasil volume akan di kali dengan harga yang telah di tentukan.

Listing Program 2. Pengolahan Harga

```

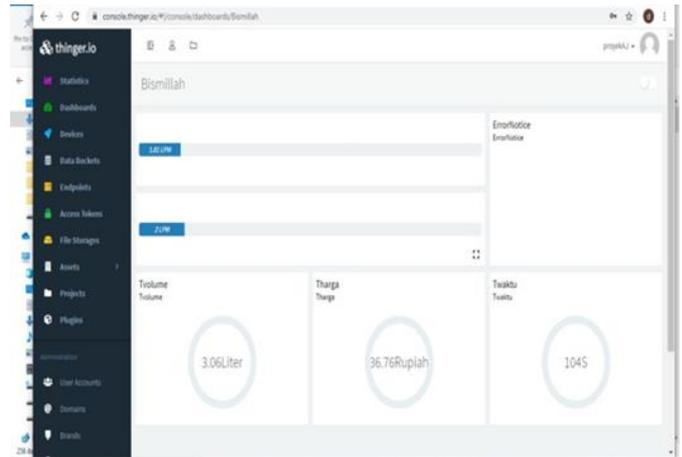
void hitung() {
waktu();
if (waktu > 0) {
ambil1 = millis();
if (ambil1 - ambil2 >= 1000) {
v = O2_Slm / 60;
totalv = totalv + v;
ambil2 = millis();
}
tharga = totalv * harga;
}
}
    
```

D. Tampilan Pada LCD dan WEB

Berdasarkan (Gambar 6 dan Gambar 7) menunjukkan bahwa nilai yang muncul pada tampilan LCD dan WEB sama. Ketika regulator disetting 2 LPM, nilai flow yang muncul di LCD dan WEB adalah 1.81 dengan waktu 1 menit 44 detik, total volume oksigen yang muncul di LCD dan WEB adalah sebanyak 3.06 liter dan harganya yang muncul di LCD dan WEB sebesar 36.76 rupiah. Nilai yang muncul di LCD dan yang muncul di WEB thinger.io sama dikarenakan pengiriman real time dengan delay pengiriman 1 detik.



Gambar 6 Tampilan Pada LCD



Gambar 7 Tampilan Pada WEB

E. Hasil Pengukuran Modul Dengan Alat Standar

Pada (TABEL 1) nilai perbandingan antara sensor dengan alat standar dengan diambil 5 data pengukuran pada settingan regulator 1, 2, 4, 6, 8, 10, maka akan didapatkan hasil rata-rata, standar deviasi, ketidakpastian dan nilai error. Nilai error tertinggi adalah ketika menggunakan setting regulator 4 LPM dikarenakan banyaknya perbedaan nilai antara modul dengan alat standar sehingga menghasilkan nilai error sebesar 7.87%. Namun alat masih dikatakan laik pakai dikarenakan masih dibawah nilai penyimpangan yang diijinkan yaitu ± 10%.

TABEL 1 PENGUKURAN MODUL DENGAN ALAT STANDAR

Set. Reg.	Alat	Rata-rata	SD	U	Error %
1	Alat Standar	1.07	0.01	0.005	0
	Modul	1.07	0.02	0.01	
2	Alat Standar	2.11	0.02	0.007	4.74
	Modul	2.01	0.03	0.013	
4	Alat Standar	4.32	0.02	0.007	7.87
	Modul	3.98	0.03	0.011	
6	Alat Standar	6.4	0.16	0.071	3.13
	Modul	6.2	0.16	0.071	
8	Alat Standar	8.61	0.16	0.071	4.76
	Modul	8.2	0.26	0.114	
10	Alat Standar	10.68	0.05	0.023	1.69
	Modul	10.5	0.26	0.114	

F. Perbandingan LPM, Waktu, Volume, dan Harga

Pada (TABEL 2) adalah perbandingan antara LPM, waktu, volume dan harga yang tertera di modul. Pada setting regulator 2, 3, 4 dan 5 lpm, didapatkan data bahwa waktu dan LPM yang berbeda tidak mempengaruhi harga apabila volume yang dihasilkan sama. Hal ini bisa diaplikasikan pada pasien bila Dokter menginginkan terapi oksigen dengan volume sama namun LPM dan waktunya berbeda. Penelitian ini juga bisa diaplikasikan apabila Rumah Sakit ingin mendapatkan

keuntungan walaupun dengan menggunakan tarif yang lama, maka Rumah Sakit bisa menggunakan LPM yang kecil sehingga volume yang didapatkan rendah

TABEL 2 PERBANDINGAN LPM, WAKTU, VOLUME DAN HARGA

Setting (LPM)	Terbaca (LPM)	Total waktu (detik)	Setting Harga (Rp/liter)	Total Volume (liter)	Total Harga (Rp)
2	1,93	05.53	12	11,1	133,2
3	2,92	03.49	12	11,1	133,2
4	3,96	02.53	12	11,1	133,2
5	5.04	02.17	12	11,1	133,2
10	10,2	1.08	12	11,1	133,2

G. Perbandingan Tarif di RS dan Modul

Pada (TABEL 3) menunjukkan data perhitungan tarif penggunaan gas medis oksigen untuk terapi pasien berdasarkan volume oksigen yang dipakai. Total harga yang tertera dimodul adalah hasil perkalian total volume oksigen yang digunakan dengan setting harga per liter. Dengan adanya perhitungan tarif tersebut maka pasien hanya diharuskan membayar sesuai volume yang dipakai untuk terapi. Sedangkan selama ini tarif oksigen dirumah sakit ditentukan berdasarkan per jam pemakaian (Rp 10.000) sehingga akan merugikan pasien yang menggunakan volume oksigen sedikit. sedangkan pada modul semakin banyak total volume oksigen yang digunakan maka semakin besar harga yang harus dibayar dan sebaliknya.

TABEL 3 PERBANDINGAN TARIF DI RS DAN MODUL

Set. Reg.	Terbaca Pada Alat	Setting Harga (Rp/liter)	Total Volume	Total Harga di Modul (Rp)	Total Harga di RS (Rp)
2	2.05	12	123	1476	10000
3	3.16	12	189.6	2275.2	10000
4	4.30	12	238.8	2865.6	10000
6	5.8	12	372	4464	10000
7	7	12	420	5040	10000
8	7.8	12	468	5616	10000
9	8.9	12	534	6408	10000
10	9.6	12	576	6912	10000
11	10.7	12	642	7704	10000
12	11.6	12	696	8352	10000
15	14.1	12	846	10152	10000

IV. PEMBAHASAN

Penelitian ini digunakan untuk menentukan tarif pemakaian oksigen dengan cara monitoring volume oksigen sebagaimana data pada (TABEL 2) bahwa waktu dan LPM yang berbeda tidak mempengaruhi harga apabila volume yang dihasilkan sama, semakin sedikit volume oksigen yang digunakan maka semakin rendah total harga yang harus dibayar oleh pasien begitu

pula sebaliknya semakin banyak volume oksigen yang digunakan maka semakin tinggi total harga yang harus dibayar oleh pasien, data tersebut dapat dilihat pada (TABEL 3). Pada (TABEL 1) menunjukkan data pengukuran nilai error, dimana alat masih dikatakan laik pakai dikarenakan masih dibawah nilai penyimpangan yang diijinkan yaitu $\pm 10\%$. Pada tahun 2019 Amin dkk membuat penelitian yang sama yaitu 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 [15]. 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. Oleh karena itu penulis menyempurnakan penelitian itu dengan tampilan WEB dan wireless (Gambar 7) serta pengirimannya real time dengan delay pengiriman rata-rata 1 detik (TABEL 4).

V. KESIMPULAN

Pada Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Program pembacaan sensor air flow digunakan untuk mendeteksi berapa liter oksigen yang masuk ke pasien dimana pada modul ini nilai error tertinggi adalah ketika menggunakan setting regulator 4 LPM dikarenakan banyaknya perbedaan nilai antara modul dengan alat standar sehingga menghasilkan nilai error sebesar 7.87%. Selanjutnya program perhitungan volume oksigen digunakan untuk menghitung tarif dimana setting regulator (LPM) dan waktu tidak mempengaruhi harga, namun yang mempengaruhi harga adalah total volume oksigen yang dipakai. Dengan adanya perhitungan tarif maka pasien hanya diharuskan membayar sesuai volume oksigen yang dipakai untuk terapi. Nilai yang muncul di LCD dan yang muncul di WEB thinger.io sama dikarenakan pengirimannya real time dengan delay tercepat adalah ketika setting regulator 3 lpm yaitu 00.95 detik sedangkan delay terlama adalah ketika setting regulator 8 lpm yaitu 01.49 detik..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Y. I. Molkov et al., "A closed-loop model of the respiratory system: Focus on hypercapnia and active expiration," *PLoS One*, vol. 9, no. 10, pp. 1–15, 2014.
- [2] N. M. B. P. Ed, M. A. History, and M. P. Ed, "Physiology of Respiration," vol. 2, no. 3, pp. 16–17, 2015.
- [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] P. Y. Mallo, S. R. U. A. Sompie, B. S. Narasiang, and Bahrin, "Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Hemoglobin Dan Oksigen Dalam Darah Dengan Sensor Oximeter Secara Non-Invasive," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2012.
- [6] J. Dion, E. P. Sosnowski, and T. Mirembe, "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.
- [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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] D. Kr and V. Artemov, “(12) Patent Application Publication (10) Pub. No.: US 2012/0184582 A1,” vol. 1, no. 19, 2012.
- [11] R. . Carin, A.A. & Sund, “Pergub Jatim no.39 tahun 2018,” 2018.
- [12] F. Duprez et al., “Accuracy of Medical Oxygen Flowmeters: A Multicentric Field Study,” *Health (Irvine. Calif.)*, vol. 6, no. 15, pp. 1978–1983, 2014.
- [13] S. HADIYOSO, N. NURSANTO, and A. RIZAL, “Implementasi Regulator Oksigen Otomatis berdasarkan Tingkat Pernapasan menggunakan Logika Fuzzy,” *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 3, no. 1, p. 52, 2015.
- [14] H. Rusiana Iskandar et al., “Perancangan Prototipe Low Cost Early Warning System Untuk Gas Medis Via Sms Berbasis Arduino Uno,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol.* 2017, no. November, p. 11, 2017.
- [15] 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, 2019A. Dian Permana, Mada Sanjaya W.S., “Desain dan Implementasi Perancangan Elektrokardiograf (EKG) berbasis Bluetooth,” vol. 2, no. 1, p. 407, 2015.
- [16] C. F. C. S. C. Tai,* C. W. Chang, “Designing Better Adaptive Sampling Algorithms for ECG Holter Systems,” *Pan Am. Heal. Care Exch. PAHCE 2011 - Conf. Work. Exhib.*, vol. 44, 1997.
- [17] D. Lucani, G. Cataldo, J. Cruz, G. Villegas, and S. Wong, “A portable ECG monitoring device with Bluetooth and Holter capabilities for telemedicine applications,” *Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. - Proc.*, pp. 5244–5247, 2006.
- [18] H. Jin and B. Miao, “Design of Holter ECG system based on MSP430 and USB technology,” *2007 1st Int. Conf. Bioinforma. Biomed. Eng. ICBBE*, pp. 976–979, 2007.
- [19] A. Juarez-Carrasco and J. E. Chong-Quero, “Design and development of a holter prototype with Bluetooth transmission,” *Pan Am. Heal. Care Exch. PAHCE 2011 - Conf. Work. Exhib. Coop. / Linkages An Indep. Forum Patient Care Technol. Support*, pp. 323–327, 2011.
- [20] J. Lee, D. D. McManus, S. Merchant, and K. H. Chon, “Automatic motion and noise artifact detection in holter ECG data using empirical mode decomposition and statistical approaches,” *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 59, no. 6, pp. 1499–1506, 2012.