

Pusat Pemantauan Volume Penggunaan Gas Medis Oksigen Berbasis Komputer

Moh. Amin Nasrullah[#], Dwi Herry Andayani, Endro Yulianto

Jurusan Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes, Surabaya

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

[#]Mohamiennasrullah@gmail.com, andayanidwiherry@yahoo.co.id, endro_yulianto@yahoo.com

Abstrak— Penggunaan oksigen yang terjadi di rumah sakit saat ini masih kurang memberikan transparansi kepada pihak pasien. Besar tarif selama ini hanya melalui pencatatan secara manual dari lamanya pemakaian gas oksigen, bukan berdasar volume penggunaannya. Alat pendeteksi volume penggunaan oksigen yang dibuat sebelumnya, outputnya hanya sebatas per menit, belum dapat mendeteksi pemakaian per detik. Selain itu alat sebelumnya hanya khusus untuk orang dewasa, dan belum terhubung ke PC serta belum ada sentral monitoring dari ruang perawat. Tujuan penelitian ini membuat central monitoring pendeteksi volume penggunaan gas oksigen secara riil tampil pada PC. Peneliti menggunakan sensor yang lebih sensitive dengan pembacaan minimal 1 L/min sehingga bisa di gunakan untuk pasien anak dan dewasa. Disamping itu juga dapat mendeteksi output pemakaian per detik, sehingga tarif dan volume pemakaian oksigen yang di keluarkan adalah linier, transparan dan akurat. Desain penelitian ini menggunakan *after only design* dan yang bertindak sebagai control PT. SMS. Penghitungan total volume serta beban tarif pada modul ini menggunakan rumus persamaan fungsi $y = 0.0002x^2 + 0.1796x - 0.5673$ yang dikontrol oleh mikrokontroler ATMega32. Hasil analisis data pada seting laju aliran 1L/min, 4L/min, 8L/min, 10L/min dan 15L/min terdapat kesalahan relatif sebesar 4.34% dan pada modul sebesar 5.74%, sehingga selisihnya sebesar 1.40%. Artinya alat ini dinyatakan layak karena masih dalam batas toleransi yang diizinkan (10%).

Kata Kunci—Beban Tarif, Gas Oksigen, Mikrokontroler, ATMega32

I. INTRODUCTION

Oksigen adalah unsur kimia dalam sistem tabel periodik yang mempunyai lambang **O** dan nomor atom 8. Oksigen merupakan unsur golongan halogen dan dapat dengan mudah bereaksi dengan hampir semua unsur lainnya (utamanya menjadi oksida). Oksigen pertama kali ditemukan oleh seorang ahli obat; Carl Wilhelm Scheele. Carl Wilhelm Scheele menghasilkan gas oksigen dengan memanaskan raksa oksida dan berbagai nitrat sekitar tahun 1772. [1].

Berdasarkan alat yang di buat oleh peneliti sebelumnya [2], tentang “Alat Ukur Pendeteksi Besaran Volume Penggunaan Gas Medis Oksigen Sebagai Dasar Penentuan Tarif”, masih terdapat kelemahan atau kekurangan yaitu outputnya hanya sebatas per menit dan belum dapat mendeteksi pemakaian per detik. Selain itu alat sebelumnya hanya khusus untuk orang dewasa dengan pembacaan sensor nya minimal 2 L/min, dan belum terhubung ke PC serta belum ada sentral monitoring dari ruang perawat. sehingga dapat menimbulkan kurang transparannya dan kurang efisien bagi pasien dan perawat. Kondisi seperti ini apabila tidak segera diatasi dapat berdampak pada terjadinya kerugian yang harus ditanggung oleh pihak rumah sakit. Apabila penggunaan jumlah volume gas oksigen dan tarif yang harus di bayar pasien tidak sesuai ukuran yang sesungguhnya, misalkan total pemakaian oksigen oleh pasien selama 1 menit 50 detik maka tarif yang harus di bayar pasien tersebut lebih kecil dari penggunaan yang sebenarnya karena alat hanya dapat mendeteksi dalam hitungan per menit. Apabila hal ini tidak segera di atasi maka akan menimbulkan kerugian

yang berkelanjutan bagi rumah sakit dalam mengelola layanan gas medis oksigen. [3].

Berdasarkan hasil observasi temuan di lapangan pada saat peneliti sebelumnya melakukan praktik kerja lapangan (PKL) di rumah sakit dr. Iskak Tulungagung pada bulan Agustus 2016 bahwa rumah sakit sebagai penyedia layanan kesehatan yang salah satunya adalah dalam bentuk gas medis oksigen. Masalah yang dihadapi yaitu tentang penentuan besaran tarif kepada tiap-tiap pasien setelah menggunakan gas oksigen. [4]. Besaran tarif tersebut selama ini hanya melalui pencatatan yang dilakukan perawat secara manual terhadap lamanya pemakaian gas medis oksigen yang telah selesai digunakan oleh pasien. Berdasarkan hasil identifikasi masalah yang ditemukan di rumah sakit dr. Iskak Tulungagung maka, peneliti sebelumnya mencoba mengatasinya dengan merancang sebuah alat untuk penggunaan volume gas medis oksigen. Namun masih terdapat kelemahan pada alat sebelumnya yaitu sensor yang kurang baik dan kurang linier, output pembacaan yang masih dalam per menit, serta masih terbatas untuk pasien dewasa. Berkaitan dengan hasil identifikasi masalah yang terjadi di atas, peneliti mencoba mengatasinya dengan merancang sebuah alat untuk memonitor penggunaan volume gas medis oksigen tampil PC. Dengan adanya alat ini peneliti dapat mengatasi masalah dan kekurangan penelitian sebelumnya yaitu sensor yang di gunakan lebih sensitive dengan pembacaan minimal 1 L/min sehingga bisa di gunakan untuk pasien dewasa maupun anak anak. Disamping itu juga dapat mendeteksi output pemakaian per detik, sehingga

tarif dan volume pemakaian oksigen yang di keluarkan lebih linier dan transparan. [5]

Berdasarkan uraian masalah tersebut, peneliti menyempurnakan alat yang sudah ada dari sisi teknologi dengan modernisasi sistem yang lebih baik dengan judul “Pusat Pemantauan Volume Penggunaan Gas Medis Oksigen”.

II. MATERIALS AND METHODS

A. Desain Penelitian

Penelitian ini diaplikasikan pada subjek manusia normal dengan pasien anak-anak dan dewasa. Pengambilan data pada alat dilakukan secara *realtime* dengan rentang waktu 10 detik sekali untuk parameter volume oksigen dan harga oksigen yang di tampilkan pada alat

1) Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan sensor *Flow Water* untuk pembacaan aliran oksigen. Sensor *flow water* dipasang pada alat dan di hubungkan dengan solenoid valve yang bertujuan sebagai pengaman pada alat. Komponen yang digunakan menggunakan Mikrokontroler ATmega32 sebagai pengolah data untuk hasil yang di kirim dari sensor di olah dan di konversi di Mikrokontroler dan akan di dapatkan volume dan harga oksigen. Setelah itu di hubungkn dengan PL 2303 yang berfungsi sebagai transmitter untuk menghubungkan alat pada PC.

2) Rancangan penelitian

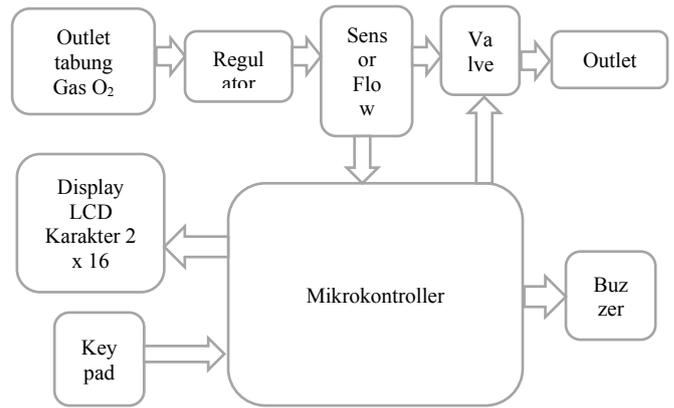
Pada penelitian ini peneliti melakukan penyusunan modul central monitoring pembedeteksi besaran volume penggunaan gas medis oksigen sebagai dasar penentuan tarif tampil PC. Hasil pengolahan data volume oksigen dan tarif oksigen ditampilkkan pada *Personal Computer*. Peneliti melakukan beberapa pengujian diantaranya :

- a. Pengujian pengolahan data volume dan tarif oksigen menggunakan mikrokontroler ATmega32
- b. Pengujian *lost* data pengiriman dengan metode membandingkan jumlah data kiriman modul dengan jumlah data yang ditampilkkan pada *display web*
- c. Pengujian waktu pengiriman dengan metode menghitung waktu proses pengiriman data dari modul sampai dengan data ditampilkkan
- d. Perbandingan hasil ukur modul dengan hasil kalibrasi PT. SMS (*Regulator Oksigen*) untuk rata-rata volume oksigen

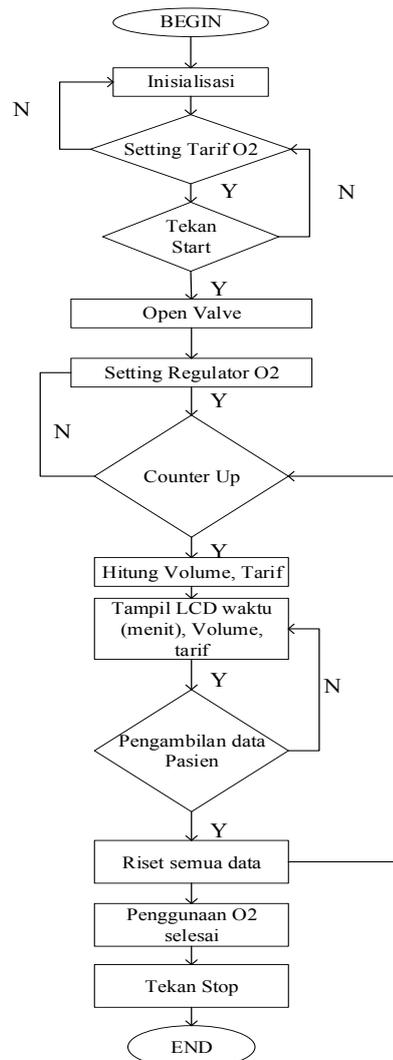
B. Blok Diagram

Ketika alat sudah terpasang pada outlet gas sentral. Selanjutnya akan dilakukan penyetingan harga oksigen per liter menggunakan keypad, ketika telah selesai dilakukan penyetingan tekan enter sehingga valve membuka, 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.



Gambar. 1. Blok Diagram



Gambar. 2. Diagram Alir

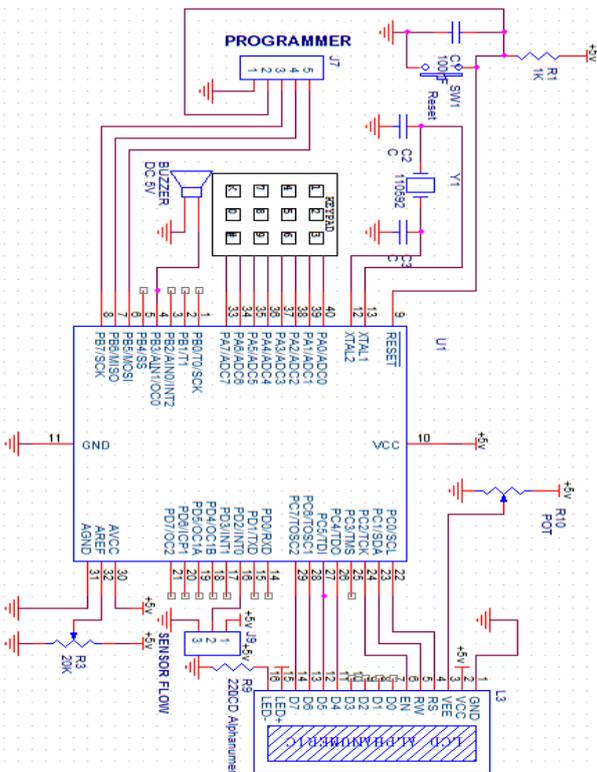
C. Diagram Alir

Saat tombol power ditekan alat akan memulai proses inialisasi dan proses berikutnya melakukan penyetingan tariff oksigen per liter melalui keypad kemudian seting laju aliran oksigen pada regulator dan setelah itu enter, jika iya maka valve akan membuka dan gas oksigen akan diteruskan menuju sensor flow. Sensor flow aktif selanjutnya mikrokontroler akan melakukan counter up jika tidak melakukan counter up berarti sensor flow tidak aktif.

D. Rangkaian

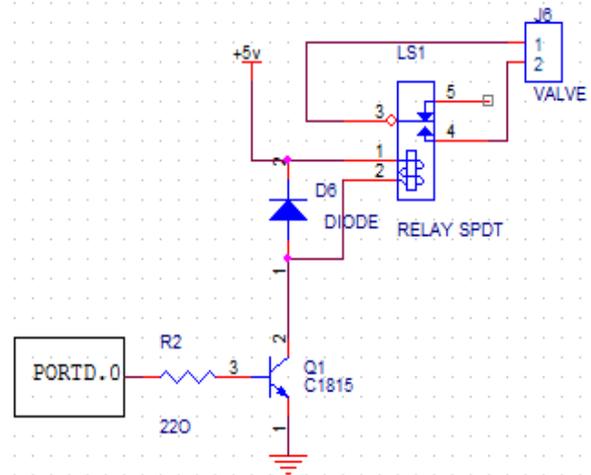
1) Mikrokontroler

Rangkaian mikrokontroler yang digunakan pada modul ini ialah jenis ATmega32. Pada modul ini beberapa fungsi yang digunakan adalah fungsi timer, counter dan perhitungan matematis. Pada rangkaian mikrokontroler Atmega32 diatas menggunakan tegangan power supply 5volt dc. Tombol yang digunakan pada modul ini berupa tombol keypad 3x4 untuk melakukan setting sesuai keinginan user. Sensor aliran disambungkan dengan Pin INTO yaitu pada PORTD.2, Pin INTO berfungsi sebagai interupsi eksternal. Ketika output frekuensi yang diberikan oleh sensor aliran, maka Pin INTO akan mencacah kejadian atau perubahan dari tegangan dari logika 0 dan 1. Display pada modul ini menggunakan LCD 2x16, yang disambungkan dengan Pin I/O yaitu pada PORTC.



Gambar 3. Rangkaian Mikrokontroler

2) Driver Valve



Gambar. 4. Driver Valve

Rangkaian driver valve diatas aktif pada saat logika 1 yang dikontrol oleh mikrokontroler. Ketika tombol start ditekan maka rangkaian mikrokontroler akan memberikan output logika 1 pada PORTD.0 yang dihubungkan dengan basis transistor. Kondisi awal transistor sebelum mendapat tegangan dari rangkaian mikrokontroler dalam keadaan cut off. Sehingga apabila basis transistor telah mendapat logika 1 dari rangkaian mikrokontroler transistor akan aktif. Ketika transistor aktif kemudian relay akan mendapat grounding tegangan 0 volt sehingga relay aktif dan kontak relay berpindah dari normally close menjadi normally open. Perubahan kontak relay dari normally close menjadi normally open ini akan memberikan tegangan AC 220 volt pada valve. Kemudian valve akan membuka dan aliran gas oksigen akan dibaca oleh sensor aliran.

III. HASIL DAN ANALISIS

Pada penelitian ini telah dilakukan pembandingan hasil data pada alat dengan pembandingan pada kalibrasi PT.SMS yang telah ditentukan, pengukuran serta penghitungan.

A. Pembahasan Program

1) Program timer

Program timer digunakan untuk memberikan pewaktu dan memantau total waktu pemakaian gas oksigen. Berikut adalah listing program timer:

Daftar program 1. Program Timmer

```
// Timer2 overflow interrupt service routine
interrupt [TIM2_OVF] void
timer2_ovf_isr(void)
{
    TCNT2=0x83;
    if(mulai==1&&flow>=1)
}
```

```
{
mikrodetik++;
if(mikrodetik==969)
{detik++;
mikrodetik=0;
akumulatif=(akumulatif+LM); a=akumulatif;
}
Void jam_ digital ()
{
if(detik==60)
{detik=0;
menit++;
akumulatif=(akumulatif/60);
total=(total+akumulatif); akumulatif=0;
tarif=(total*hasilakhir);
}
if(menit>=60)
{
menit=0;
jam++;
}
if(jam>=24)
{
jam=0;
mikrodetik=0;
detik=0;
menit=0;
}
}
```

2) Program Tampil LCD 2x16

Program tampil LCD 2x16 digunakan untuk menampilkan jam digital, laju aliran gas oksigen, total pemakaian oksigen dan total tarif yang harus dibayar oleh pasien.

Daftar Program 2. Program LCD 2x16

```
void tampil lcd ()
{
Ftoa (pulsa,1, temp); lcd_gotoxy (12,1);
lcd_puts(temp); lcd_putsf (" "); itoa (jam, temp);
lcd_gotoxy (8,0); lcd_puts(temp);
lcd_putsf (" "); itoa (menit, temp);
lcd_gotoxy (11,0);
lcd_puts(temp); lcd_putsf (" "); itoa
(detik, temp); lcd_gotoxy (14,0);
lcd_puts(temp); lcd_putsf (" ");
lcd_gotoxy (10,0); lcd_putsf (":");
lcd_gotoxy (13,0); lcd_putsf (":");
ftoa (flow,2, temp); lcd_putsf
("L/M "); itoa (total, temp);
lcd_gotoxy (0,1); lcd_puts(temp);
lcd_putsf("L"); lcd_gotoxy (6,1);
lcd_putsf("Rp"); if(tarif>=100000)
```

```
{
tarif=tarif/1000; ftoa (tarif,0, temp);
lcd_gotoxy (8,1); lcd_puts(temp);
lcd_putsf ("K");
{
Ftoa (tarif,0, temp);
lcd_gotoxy (8,1);
lcd_puts(temp);
}
}
```

3) Program Keypad

Konfigurasi PORT yang digunakan yaitu menggunakan PORTA. Sistem kerja pada PORTA menggunakan sistem scanning, yaitu PORTA.0, PORTA.1 dan PORTA.2 dijadikan sebagai output kemudian disambungkan pada ketiga kolom tombol keypad. Sedangkan PORTA.4, PORTA.5, PORTA.6 dan PORTA.7 dijadikan sebagai input kemudian disambungkan pada ke empat baris tombol keypad.

Daftar Program 3. Program keypad

```
Unsigned char tekan keypad ()
{
PORTA=0b11111110; delay_ms (30);
if(PINA.4==0) {delay_ms (300); return 1;}
if(PINA.5==0) {delay_ms (300); return 4;}
if(PINA.6==0) {delay_ms (300); return 7;}
if(PINA.7==0) {delay_ms (300); return '#';}
PORTA=0b11111101; delay_ms (30);
if(PINA.4==0) {delay_ms (300); return 2;}
if(PINA.5==0) {delay_ms (300); return 5;}
if(PINA.6==0) {delay_ms (300); return 8;}
if(PINA.7==0) {delay_ms (300); return 0;}
PORTA=0b11111011; delay_ms (30);
if(PINA.4==0) {delay_ms (300); return 3;}
if(PINA.5==0) {delay_ms (300); return 6;}
if(PINA.6==0) {delay_ms (300); return 9;}
if(PINA.7==0) {delay_ms (300); return '#';}
}
}
```

4) Program Pembacaan Sensor Aliran

Program pembacaan sensor aliran digunakan untuk menghitung atau mencacah frekuensi yang dikeluarkan oleh sensor aliran ketika ada aliran gas yang melalui sensor aliran. Output sensor yang berupa logika 0 dan 1 ketika mendapat aliran gas oksigen akan di cacah oleh register TCNT1 dan disimpan sebagai nilai cacahan pada variabel frekuensi. Pembacaan frekuensi dideteksi setiap 2 detik.

Daftar Program 4. Program pembacaan Sensor aliran

```
interrupt [EXT_INT0] void ext_int0_isr(void)
{
```

```

frekuensi++;
}
interrupt [TIM1_OVF] void timer1_ovf_isr(void)
{
TCNT1H=0xC2F7 >> 8;
TCNT1L=0xC2F7 & 0xFF;
Hz++; if(Hz==2)
{
Hz=0; pulsa=(float)frekuensi/2; frekuensi=0;
}
}
    
```

5) Program Konversi Frekuensi Menjadi Aliran

Program rumus konversi frekuensi menjadi aliran (L/min) diperoleh dari persamaan rumus fungsi jenis polynomial yang diperoleh menggunakan plotting grafik pada Microsoft excel. Rumus fungsi polynomial ini didapat dari hubungan antara frekuensi yang dikeluarkan oleh sensor aliran, dengan setting pada regulator oksigen.

Daftar Program 5. Program Rumus konversi menjadi aliran

```

void rumus LM ()
{
if(pulsa<=1)
{flow=0;
}
Else
{
flow=((0.0023*(pulsa*pulsa)) + (0.2515*pulsa) +0.6122);
LM=pembulatan(flow);
}
}
    
```

6. Program Input Harga Oksigen Per Liter

Program input harga oksigen dilakukan dengan melakukan penekanan pada keypad. Tarif yang diinput bergantung pada tarif yang berlaku pada setiap instansi rumah sakit.

Daftar Program 6. Program Input Harga Oksigen Per Liter

```

nilai=tekan keypad ();
if(nilai>=0&&nilai<=9&&stop==0)
{
PORTB.3=1;
delay ms (90);
PORTB.3=0;
hasilakhir=(hasilakhir*10) + nilai;
itoa (nilai, temp);
lcd_puts(temp);
}
}
    
```

dengan total volume pemakaian gas oksigen. Berikut adalah listing program perhitungan tarif:

Daftar Program 7. Program perhitungan Tarif

```

if(detik==60)
{detik=0; menit++;
akumulatif=(akumulatif/60);
total=(total+akumulatif);
akumulatif=0;
tarif=(total*hasilakhir);
}
}
    
```

8. Program Alarm Pemakaian Habis

Program alarm gas oksigen habis dan/atau penggunaan telah selesai ini merupakan program safety dan/atau sekaligus memberikan peringatan bahwa pada sensor aliran sudah tidak terdapat aliran gas oksigen. Berikut adalah listing program alarm gas oksigen habis dan/atau pemakaian telah selesai:

Daftar Program 8. Program Alarm Pemakaian habis

```

if(pulsa<=1&&detik>0&&mulai==1)
{
lcd_clear ();
mulai=0; c=0; stop=1; LM=0; pulsa=0;
buzzerbunyi=1;
akumulatif=akumulatif/60;
total=total+akumulatif;
tarif=hasilakhir*total;
jam_digital ();
tampil_lcd ();
total=total-akumulatif;
tarif=hasilakhir*total;
akumulatif=a;
goto new;
}
}
    
```

B. Hasil Pengukuran Frekuensi Sensor

Tabel. 1. Pengukuran Frekuensi Sensor

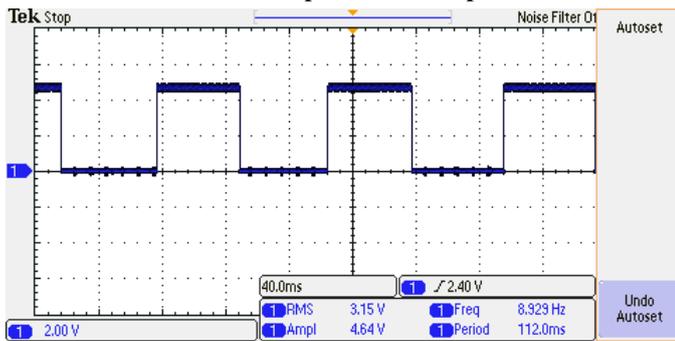
No	Setting pada Regulator (L/min)	Frekuensi sensor (Hz)						Rata-rata
		I	II	III	IV	V	VI	
1	1	9	9	9	9	9	8	8.83
2	2	13	13	13	13	13	13	13
3	3	15	15	15	15	15	15	15
4	4	19	19	19	19	20	19	19.16
5	5	23	23	23	23	23	23	23
6	6	28	28	28	28	28	28	28
7	7	30	30	30	30	30	30	30
8	8	35	34	35	35	35	35	34.83
9	9	38	38	38	38	38	38	38

10	10	40	40	40	40	40	40	40
11	11	48	48	48	47	48	48	47.83
12	12	49	49	49	50	49	49	49.16
13	13	51	51	50	51	51	51	50.83
14	14	58	58	58	58	58	58	58
15	15	60	60	60	60	60	60	60

Contoh perhitungan rata-rata frekuensi sensor pada modul dengan setting 3L/min:

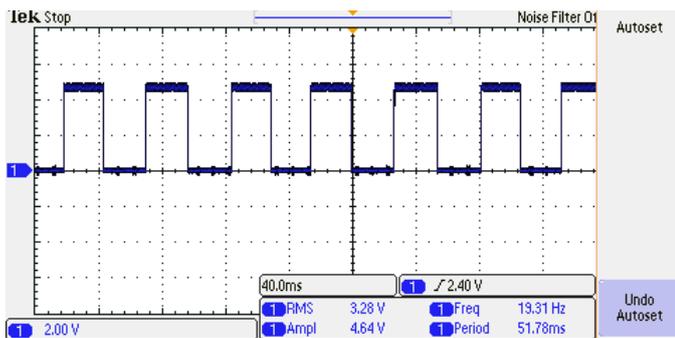
$$\begin{aligned} \text{RATA-RATA} &= 90/6 \\ &= 15 \text{ Hz} \end{aligned}$$

C. Hasil frekuensi sensor pada Osiloskop



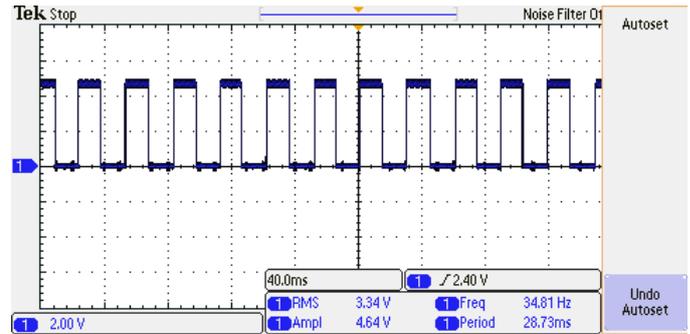
Gambar. 5. Frekuensi Sensor Setting 1 L/min

Gambar. 5. menunjukkan frekuensi pada setting regulator 1L/min pada alat terukur di osiloskop sebesar 8.92 Hz.



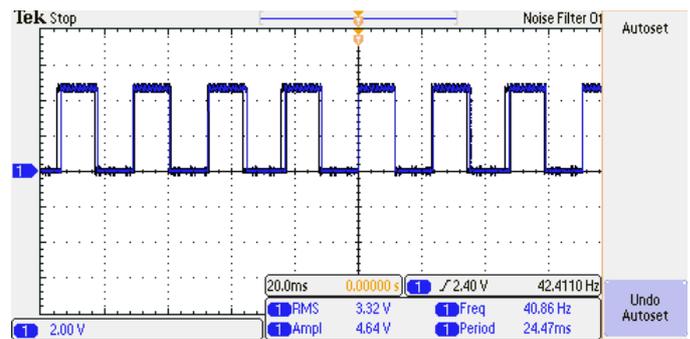
Gambar. 6. Frekuensi Sensor Setting 4 L/min

Gambar. 6. menunjukkan frekuensi pada setting regulator 4L/min pada alat terukur di osiloskop sebesar 19.31 Hz.



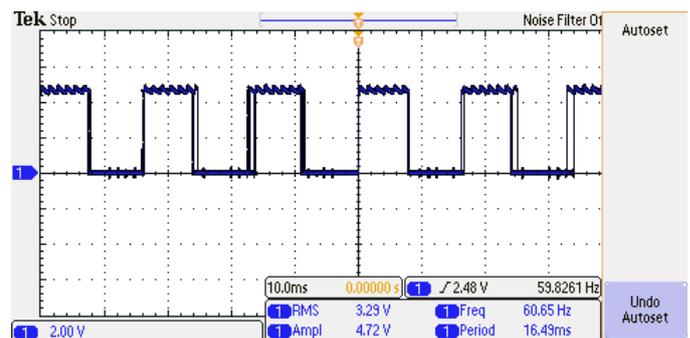
Gambar. 7. Frekuensi Sensor Setting 8 L/min

Gambar. 7. menunjukkan frekuensi pada setting regulator 8L/min pada alat A terukur di osiloskop sebesar 34.81 Hz.



Gambar. 8. Frekuensi Sensor Setting 10 L/min

Gambar. 8. menunjukkan frekuensi pada setting regulator 10L/min pada alat A terukur di osiloskop sebesar 40.06 Hz.



Gambar. 9. Frekuensi Sensor Setting 15 L/min

Gambar. 9. menunjukkan frekuensi pada setting regulator 15L/min pada alat A terukur di osiloskop sebesar 60.65 Hz.

D. Perbandingan Frekuensi Sensor Pada Osiloskop dan Modul

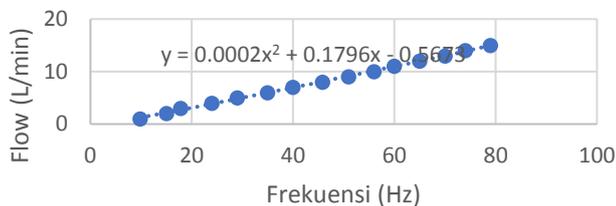
Tabel. 2. Perbandingan Sensor Pada Osiloskop dan Modul

Setting Pada Regulator O ₂ (L/min)	Pengukuran Frekuensi Sensor (Hz)		
	Osiloskop	Modul	Kesalahan
1	8.92	8.83	0.09
2	13.33	13	0.33
3	15.29	15	0.29
4	19.31	19.16	0.15
5	23.29	23	0.29
6	28.06	28	0.06
7	30.01	30	0.01
8	34.81	34.83	0.02
9	38.41	38	0.41
10	40.06	40	0.06
11	47.62	47.83	0.21
12	50.08	49.16	0.92
13	50.52	50.83	0.31
14	58.69	58	0.69
15	60.65	60	0.65

Pada tabel. 2. perbandingan pada alat antara hasil pengukuran frekuensi sensor pada osiloskop dengan modul menghasilkan rata-rata selisih 0.29 Hz. Terlihat bahwa terdapat selisih tertinggi sebesar 0.92 Hz pada settingan 12 L/min dan selisih terendah sebesar 0.01 Hz pada settingan 7 L/min.

E. Grafik Output Frekuensi Sensor

grafik output frekuensi sensor



Rumus persamaan fungsi tersebut diperoleh dengan cara plotting grafik menggunakan Microsoft excel. Jenis grafik yang digunakan ialah jenis polynomial. Rumus fungsi yang dihasilkan adalah: $y = 0.0002x^2 + 0.1796x - 0.5673$

F. Rumus Fungsi Polynomial antara Frekuensi Sensor dengan Setting Regulator

Tabel. 3. Rumus Polynomial antara Frekuensi Sensor dan Regulator

Setting Pada Regulator O ₂ (L/min)	Rumus Fungsi : $y = 0.0002x^2 + 0.1796x - 0.5673$		
	x Frekuensi Sensor (Hz)	y Laju Aliran (L/Min)	Kesalahan
1	8.83	1.03	0.03
2	13	2.50	0.5
3	15	3.30	0.3
4	19.16	4.08	0.08
5	23	5.17	0.17
6	28	6.25	0.25
7	30	7.24	0.24
8	34.83	8.34	0.34
9	38	9.47	0.47
10	40	10.17	0.17
11	47.83	11.24	0.24
12	49.16	12.10	0.1
13	50.83	13.05	0.05
14	58	14.01	0.01
15	60	15.40	0.4
Rata-rata =			0.22

Berikut contoh perhitungan pada setting regulator 1L/min dan frekuensi rata-rata terbaca pada modul 8.83 Hz: (dapat dilihat pada table. 3.)

$$x = 0.0002(8.83)^2 + 0.1796(8.83) - 0.5673$$

$$y = 1.03 \text{ L/min}$$

G. Hasil Kalibrasi Regulator oleh PT.SMS

Tabel. 4. Hasil Kalibrasi Regulator

No	Parameter	Setting pada Standar	Terukur Rata-rata Alat	Presisi (%)	Ketidakpastian Pengukuran
1	Akurasi Laju aliran (L/min)	1	1.1	0.08	±5.8
2		2	2.0	0.02	±2.9
3		4	4.3	0.32	±1.5
4		6	6.58	0.58	±0.97
5		8	8.55	0.55	±0.75
6		10	10.85	0.85	±0.62

Catatan:

Gas yang dialirkan adalah Oksigen melalui Tabung Gas Medik.

Ketidakpastian Pengukuran dilaporkan pada tingkat kepercayaan 68%. (Sertifikat kalibrasi, Terlampir). Dari data table diatas dinyatakan hasil kalibrasi Laik pakai.

H. Hasil perbandingan modul dengan PT.SMS

Tabel. 5. Hasil Pengukuran Kinerja Modul

No	Setting pada Standar	Terukur Rata-rata Regulator		Kesalahan relative PT. SMS (%)	Kesalahan relative modul (%)
		PT. SMS	Modul		
1	2	2.26	2.27	13.00	13.50
2	4	4.12	4.35	3.00	8.75
3	6	6.18	6.31	3.00	5.08
4	8	8.33	8.25	4.13	3.06
5	10	10.28	10.33	2.80	3.25
6	15	14.98	15.12	-0.13	0.80

1. Rata-Rata (\bar{x})

Perhitungan rata-rata (\bar{x}) laju aliran pada modul dengan setting 2L/min :

$$\text{Rata - Rata } (\bar{x}) = \frac{13.62}{6} = 2.27 \text{ L/min}$$

Selisih pengukuran data rata-rata laju aliran setting 2L/min pada modul dengan data hasil perhitungan menggunakan rumus fungsi adalah $2.34 - 2.27 = 0.07$ L/min.

2. Kesalahan / error (\pm)

Perhitungan kesalahan laju aliran pada modul dengan setting 2L/min:

$$\text{Kesalahan} = 2 - 2.27 = 0.27 \text{ L/min}$$

Rata-rata kesalahan atau error dari ke enam data pada pengukuran kinerja modul sebesar 0.27 L/min, nilai kesalahan terbesar terdapat pada setting regulator oksigen 4 L/min sebesar 0.35 L/min, sedangkan nilai kesalahan terkecil terdapat pada setting regulator oksigen 15L/min sebesar 0.12 L/min.

3. Kesalahan relatif %

Perhitungan kesalahan relatif laju aliran pada modul dengan setting 2L/min:

$$\text{Kesalahan relatif \%} = \frac{2 - 2.27}{2} \times 100\% = \pm 13.50\%$$

Rata-rata kesalahan relatif dari ke enam data pada pengukuran kinerja modul sebesar $\pm 5.74\%$, nilai kesalahan

relatif terbesar terdapat pada setting regulator oksigen 2 L/min sebesar 8.75%, sedangkan nilai kesalahan relatif terkecil terdapat pada setting regulator oksigen 15L/min sebesar 0.80%.

4. Standard Deviasi (SD)

Perhitungan standard deviasi laju aliran pada modul dengan setting 2L/min:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(2.20 - 2.27)^2 + \dots (2.34 - 2.27)^2}{6}} = 0.08$$

Rata-rata standard deviasi dari ke enam data pada pengukuran kinerja modul sebesar 0.10, nilai standard deviasi terbesar terdapat pada setting regulator oksigen 15 L/min sebesar 0.12, sedangkan nilai standard deviasi terkecil terdapat pada setting regulator oksigen 2L/min sebesar 0.08.

5. Ketidakpastian (U_a)

$$U_a = \frac{0.08}{\sqrt{6}} = \pm 0.00313$$

Rata-rata ketidakpastian (U_a) dari ke enam data pada pengukuran kinerja modul sebesar ± 0.0399 , nilai ketidakpastian terbesar terdapat pada setting regulator oksigen 15 L/min sebesar ± 0.0492 , sedangkan nilai ketidakpastian terkecil terdapat pada setting regulator oksigen 2L/min sebesar ± 0.0313 .

IV. PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa keluaran frekuensi yang ditunjukkan pada sensor dipengaruhi oleh tekanan tabung oksigen saat melakukan pengukuran. Hal ini disebabkan oleh linearitas dari sensor yang digunakan, karena sensor yang digunakan adalah sensor aliran air, bukan menggunakan sensor khusus aliran gas oksigen.

Alat regulator oksigen sebelum digunakan terlebih dahulu dilakukan pengujian dan kalibrasi oleh PT. Surya Medikal Servis sebagai data pembandingan dengan hasil pengukuran pada modul. Untuk menentukan rumus konversi satuan dari outputan sensor yang berupa frekuensi menjadi liter/menit. Tujuannya adalah untuk mengetahui kecepatan aliran oksigen pada regulator sudah sesuai *standard* dan masih dalam batas toleransi yang diizinkan sehingga, dapat dinyatakan laik pakai.

Hasil perhitungan laju aliran oksigen dengan menggunakan persamaan rumus fungsi $y = 0.0002x^2 + 0.1796x - 0.5673$ menunjukkan nilai yang baik, karena rata-rata selisih antara setting laju aliran pada regulator oksigen dengan hasil perhitungan sebesar 0.22 L/min. Selisih tertinggi terukur sebesar 0.47L/min dan selisih terendah sebesar 0.01L/min.

Rata-rata kesalahan relatif hasil kalibrasi oleh PT. Surya Medikal Servis sebesar 4.34%, sedangkan rata-rata kesalahan

relatif hasil pengukuran pada modul sebesar 5.74%. Selisih dari perbandingan kesalahan relatif tersebut sebesar 1.40%. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai yang dihasilkan oleh modul masih berada pada batas yang diizinkan yaitu sebesar 10%.

V. KESIMPULAN

Secara menyeluruh penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Rangkaian mikrokontroler ATmega32 mampu menjalankan program dengan baik sehingga modul dapat bekerja sesuai harapan. Selanjutnya Dapat dibuat central monitoring pendeteksi besar volume penggunaan gas medis oksigen sebagai dasar penentuan tariff tampil PC. Sistem kerja modul dapat dijadikan alat *calibrator* regulator oksigen dengan minimal pembacaan 1L/min. Tekanan pada tabung oksigen mempengaruhi lineritas pembacaan laju aliran oleh sensor. Laju aliran, total waktu, total volume dan total tarif pemakaian gas medis oksigen, dapat ditampilkan pada LCD dan PC. Linieritas dari modul bergantung pada lineritas dari regulator oksigen, hal ini terbukti dari perbandingan antara hasil pengukuran pada modul dengan hasil pengukuran kalibrasi oleh PT. Surya Medikal Servis yaitu terdapat kesalahan relative (%) melebihi presentase yang diizinkan ($\pm 10\%$) yaitu sebesar 13.50% pada modul dan 13.00% oleh PT. Surya Medikal Servis. Hasil penelitian ini selanjutnya dapat diterapkan di rumah sakit atau klinik kesehatan sehingga monitoring biaya penggunaan oksigen dapat terhubung langsung ke sistem tagihan di rumah sakit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. W. Wheeler and M. Patten, "Air and oxygen flowmeter confusion," *J. R. Soc. Med.*, vol. 101, no. 11, pp. 526–527, 2008.
- [2] D. Zakki Hanif, "Pendeteksi Besaran Volume Penggunaan Gas Medis Oksigen Sebagai Dasar Penentuan Tarif Seminar Tugas Akhir," *J. Teknokes*, vol., no., p. , 2017.
- [3] A. Suharjono, L. N. Rahayu, and R. Afwah, "Aplikasi Sensor Flow Water Untuk Mengukur Penggunaan Air Pelanggan Secara Digital Serta Pengiriman Data Secara Otomatis," *Jurnal Tek. Elektro, Politek. negeri Semarang*, vol. 13, pp. 7–12, 2015.
- [4] R. R. Iyengar, "The water flow monitoring module," *Int. J. Eng. Res. Gen. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 106–113, 2016.
- [5] P. Y. Mallo, S. R. U. Sompie, B. S. Narasiang, and Bahrun, "Kadar Oksigen Dalam Darah dengan Sensor," no. 1, p. 6, 2012.