

ANALISIS PERUBAHAN TEKANAN OKSIGEN TRANSPORT UNTUK PENENTUAN TARIF DILENGKAPI DETEKSI *LOW PRESSURE* BERBASIS *IOT*

Anita Purwaningrum¹, I Dewa Gede Hari Wisana², Bedjo Utomo³

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

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

Email: anita_purwaningrum.com, hariwisana@yahoo.com, bedjoutomo123@gmail.com,

Abstract— Oxygen is a major component of human life. The use of oxygen gas in the hospital is a supporting and very decisive part in the process of recovering the patient's health condition. Oxygen volume monitoring also needs to be done. The aim of this study is to develop a monitoring system for monitoring the output of pressure and volume of use in patients for the determination of rates in oxygen transport. The main design consists of pressure sensor readings to monitor changes in tube output pressure, gas flow sensor readings to calculate the volume and time spent on patients in determining rates. The low pressure detection alarm system is designed to detect minimum pressure at 3 pressure settings, namely 600, 400 and 200 Psi. The durability of the battery is designed to last a long time in oxygen transport systems. The design is also equipped with Thingspeak to send data to computers and smartphones using Thingview. The calibration of the regulator is carried out using a gas flow analyzer which aims to compare the device designed to suit standardized tools. The flow rate error (Liter / min) for oxygen is $\pm 3.333\%$, which is at a flow rate of 3 Liter / min and 14 Liter / min. The device can operate in 20 hours using 4 types of 18,650 2100 mAh battery. In the initial 17 hours there was a small reduction in battery power, but at 18-20 hours there was a significant decrease in power due to the exhaustion of the battery. However, the change in power that occurs in the battery does not affect the performance of the pressure sensor. In the Low Pressure detection analysis, the author provides a High indicator at a pressure > 600 Psi with an error rate of 0.0333% and a buzzer of 2x sound, the Med indicator at a pressure of 400-600 Psi with an error rate of 0.35% with a buzzer of sound 2x, the Low indicator on pressure 200-400 Psi with an error rate of 5.7% and buzzer sound 2x. From this data, it shows that the Low Pressure indicator works well at every level of the indicator.

Keywords— Calibration, Flowrate, Microcontroller, Pressure, Thingspeak, Thingview

Abstrak— Oksigen merupakan komponen utama bagi kehidupan manusia. Penggunaan gas oksigen di rumah sakit merupakan bagian yang menjadi penunjang dan sangat menentukan dalam proses pemulihan kondisi kesehatan pasien. Pemantauan volume oksigen juga perlu dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem monitoring output tekanan dan volume penggunaan pada pasien untuk penentuan tarif di dalam oksigen transport. Perancangan utama terdiri dari pembacaan sensor tekanan untuk memonitor perubahan tekanan output tabung, pembacaan sensor gas flow untuk menghitung jumlah volume dan waktu yang digunakan pada pasien dalam penentuan tarif. Sistem alarm deteksi low pressure dirancang untuk mendeteksi tekanan minimal pada 3 setting tekanan, yaitu 600, 400 dan 200 Psi. Ketahanan baterai dirancang agar tahan lama pada sistem oksigen transport. Perancangan juga dilengkapi dengan Thingspeak untuk mengirimkan data ke komputer dan smartphone menggunakan Thingview. Kalibrasi regulator dilakukan dengan menggunakan Gas flow analyzer bertujuan sebagai pembandingan alat yang dirancang agar sesuai dengan alat terstandar. Kesalahan laju aliran (Liter/min) pada oksigen sebesar $\pm 3,333\%$ yaitu pada laju aliran 3 Liter/min dan 14 Liter/min. Alat dapat beroperasi dalam 20 jam menggunakan baterai jenis 18.650 2100 mAh sebanyak 4 buah. Pada 17 jam awal terjadi pengurangan daya baterai yang tidak terlalu signifikan, namun pada jam ke 18-20 terjadi penurunan daya yang signifikan karena daya baterai yang akan habis. Namun dari perubahan daya yang terjadi pada baterai tidak mempengaruhi kinerja sensor tekanan. Pada analisis deteksi Low Pressure, penulis memberikan indikator High pada tekanan > 600 Psi dengan tingkat error $0,0333\%$ dan buzzer bunyi 2x, indikator Med pada tekanan 400-600 Psi dengan tingkat error $0,35\%$ dengan buzzer bunyi 2x, indikator Low pada tekanan 200-400 Psi dengan tingkat error $5,7\%$ dan buzzer bunyi 2x. Dari data tersebut menunjukkan bahwa indikator Low Pressure berfungsi dengan baik di setiap level indikatornya.

Kata Kunci— Kalibrasi, Laju Aliran, Mikrokontroler, Tekanan, Thingspeak, Thingview

I. PENDAHULUAN

Oksigen merupakan komponen utama bagi kehidupan manusia. Penggunaan gas oksigen di rumah sakit merupakan bagian yang menjadi penunjang dan akan sangat menentukan dalam proses pemulihan kondisi kesehatan pasien. Pihak rumah sakit sebagai penyedia pelayanan kesehatan tentunya

selalu menyediakan gas oksigen sehingga apabila sewaktu-waktu ada pasien yang membutuhkan gas oksigen telah siap pakai. Tujuan utama pemberian terapi oksigen adalah untuk mempertahankan $\text{PaO}_2 > 60$ mmHg atau $\text{SaO}_2 > 90\%$ dan mencegah dan mengatasi hipoksia jaringan dan beban kerja kardiorespirasi yang berlebih[1]. Dokter dalam memberikan

jumlah oksigen pada pasien (liter/menit) disesuaikan dengan hasil pengukuran saturasi oksigen pada pasien dan kondisi pasien [2]. Salah satu persyaratan dalam instalasi gas medis adalah adanya suatu sistem untuk monitoring tekanan instalasi gas medis. Penelitian dan survey yang selama ini dilakukan oleh Rumah Sakit Umum Daerah Muntilan Kabupaten Magelang bahwa rumah sakit sebagian besar masih menggunakan oksigen tabung, termasuk juga oksigen mobile. Permasalahan pertama yang sering muncul di rumah sakit adalah regulator sebagai indikator penanda bahwa tabung dalam keadaan terisi masih menggunakan regulator jarum, sedangkan pada regulator jenis ini sering terjadi adanya kerusakan pada indikator jarumnya. Regulator ini masih manual dan belum dilengkapi dengan kelengkapan teknologi yang menyebabkan tertundanya informasi pengiriman sinyal kepada tenaga medis yang seharusnya tertangani dengan cepat. Sedangkan fungsi dari regulator jarum itu adalah memantau kondisi oksigen apakah tabung dalam keadaan terisi atau kosong, jika indikator jarum bermasalah dan tidak menunjukkan keadaan dari yang semestinya dan tekanan gas menurun atau habis tanpa diketahui oleh tim paramedik dapat mengakibatkan adanya keterlambatan penggantian oksigen mobile dan dapat membahayakan pasien, bahkan dapat menyebabkan kematian pada pasien. Permasalahan kedua adalah penggunaan oksigen pada pasien di rumah sakit masih menggunakan sistem perkiraan. Ketika ada pasien dan didiagnosis harus menggunakan oksigen, maka paramedis mencatat waktu penggunaan dan volume yang digunakan pada pasien setelah pasien tersebut pulang ke dalam buku monitoring penggunaan oksigen dan catatan medis pasien, misal seorang pasien menggunakan oksigen sepertiga dari volume tabung tetapi tarif yang dicatat dihitung menggunakan satu tabung penuh. Kesalahan penghitungan waktu penggunaan pun mungkin terjadi karena penulisan jumlah oksigen yang digunakan tidak langsung dicatat dalam buku monitoring penggunaan dan hanya mengandalkan kemampuan mengingat dari user. Penghitungan total penggunaan oksigen di dalam buku monitoring belum dapat memonitor secara riil jumlah penggunaan pada pasien menjadi tidak transparan dan dapat merugikan pasien dan juga dapat menimbulkan kerugian pada rumah sakit akibat penghitungan waktu yang tidak tepat.

Dalam penelitian sebelumnya Nur Hudha Wijaya membuat Alat Monitoring Tekanan Gas Medis Pada Instalasi Gas Medis Rumah Sakit tahun 2019, hanya mengukur tekanan pada saat oksigen dalam kondisi low pressure dan high pressure menggunakan sensor tekanan MPX5700 yang kemudian diolah oleh mikrokontroler ATmega 8 yang diprogram menggunakan dan banyak digunakan untuk memprogram Atmel AVR [3]. Hanif Zakki membuat Alat Ukur Pendeteksi Besaran Volume Penggunaan Gas Medis Oksigen Sebagai Dasar Penentuan Tarif tahun 2017, alat yang dirancang telah berhasil menentukan jumlah volume gas yang dipakai oleh pasien sebagai dasar menentukan tarif di rumah sakit. Alat yang digunakan menggunakan sensor air sebagai pendeteksi volume oksigen yang memiliki kelemahan mengukur gas minimal 2 LPM dan pada pengukuran 2 LPM terdapat kesalahan sebesar 13,5%. Volume oksigen tertampil dalam bentuk satuan tekanan[4]. Desi Widaningrum tahun 2017, Rancang Bangun Alat Deteksi Laju Aliran Gas Respirasi Menggunakan Sensor Aliran YF-S201 Berbasis Mikrokontroler Mikrokontroler

Uno, pada penelitian ini mengukur gas flowrate pada range pengukuran 100 lpm sampai 1700 lpm. Dalam penelitian ini tidak mengukur gas flowrate yang memiliki range rendah seperti yang dimiliki pada flowmeter oksigen untuk pasien [5]. M.Amin Nasrullah tahun 2017, Pusat Pemantauan Volume Penggunaan Gas Medis Oksigen Berbasis Komputer, penelitian ini membuat central monitoring pendeteksi volume penggunaan gas oksigen secara riil tampil pada PC, sensor yang digunakan 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, tetapi penggunaan sensor masih menggunakan sensor water flow. Penghitungan volume pemakaian serta beban tarif dikontrol menggunakan mikrokontroler ATmega328 [6].

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa belum adanya pengukuran volume oksigen mobile dalam satuan liter dan penggunaan sensor masih menggunakan sensor water flow. Hasil pengukuran pada kinerja modul dengan menggunakan rumus persamaan fungsi masih menunjukkan kesalahan relative (%) yang melebihi batas maksimal toleransi yang diijinkan. Pada penelitian Nur Hudha Wijaya hanya mengukur tekanan pada saat oksigen dalam kondisi low pressure dan high pressure menggunakan sensor tekanan MPX5700 yang kemudian diolah oleh mikrokontroler ATmega 8 dan banyak digunakan untuk memprogram Atmel AVR. Sedangkan pada penelitian selanjutnya yaitu Hanif Zaki sudah tampil dalam bentuk LCD, belum tampil PC dan masih menggunakan sensor water flow.

Berdasarkan hasil identifikasi dari permasalahan yang ada pada penelitian sebelumnya, penulis ingin melengkapi dari kelemahan pada penelitian sebelumnya dengan menganalisis kesalahan error dan kesalahan relative (%) pada alat yang sebelumnya melebihi batas toleransi yang diijinkan. Penulis ingin mengganti sensor tekanan untuk mengukur volume tekanan yang ada dengan sensor yang hasilnya lebih baik daripada sensor tekanan MPX5700 dari penelitian sebelumnya yaitu menggunakan sensor tekanan yang dapat mengukur tekanan hingga 200 Psi, dan mengganti sensor water flow menjadi sensor air flow yang berfungsi menghitung volume penggunaan pada pasien dengan kapasitas flowrate 0–15 lpm untuk mengurangi dan meminimalkan kesalahan/error yang melebihi batas toleransi dan frekuensi output pada sensor menjadi lebih linier karena pada sensor sebelumnya kurang akurat dalam pembacaan sensornya. Selanjutnya penulis akan menambahkan tampilan sistem penghitungan tarif penggunaan oksigen pada LCD dan akan dikirimkan ke PC/smart phone sehingga memudahkan user dalam menghitung tarif oksigen dan pasien dapat melihat secara transparan berapa harga yang harus dibayarkan dalam penggunaan oksigen tersebut. Dalam pendokumentasian akan dilengkapi dengan data base yang berfungsi menyimpan data serta menggunakan daya baterai yang memudahkan untuk dibawa kemana-mana. Alat tersebut juga dilengkapi sistem deteksi low volume pada saat oksigen dalam keadaan akan habis pada indikator tekanan menunjukkan 600 Psi, 400 Psi dan 200 Psi untuk mengantisipasi adanya

keterlambatan penggantian oksigen. Dengan adanya masalah tersebut, maka penulis akan membuat alat “Analisis Perubahan Tekanan Oksigen Transport Untuk Penentuan Tarif Dilengkapi Deteksi Low Pressure Berbasis IoT”.

II. BAHAN-BAHAN DAN METODE

A. Setting Percobaan

Pada penelitian ini penulis menggunakan 15 settingan laju aliran dengan pengukuran 1 Liter/min sampai dengan 15 Liter/min, menggunakan 20 settingan perubahan tekanan output dengan pengukuran pada 2000 Psi sampai dengan 100 Psi, menggunakan settingan pengaruh ketahanan baterai terhadap kinerja sensor tekanan, penulis juga menggunakan settingan deteksi low pressure dengan pengukuran pada tekanan 600 Psi, 400 Psi dan 200 Psi.

1) Bahan dan Alat

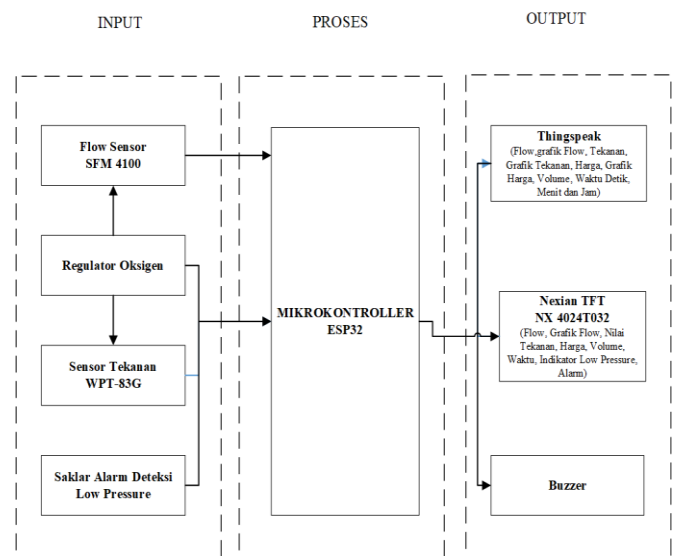
Disini penulis menggunakan sensor gas flow SFM4100 adalah perangkat yang mengukur aliran udara, yaitu berapa banyak udara mengalir melalui tabung [7], sensor tekanan WPT-83G yang berfungsi untuk membaca tekanan yang ada pada tabung oksigen [8], arduino ESP32 sebagai mikrokontroler [9] dan LCD TFT Nextion NX4024T032 [10] yang berfungsi untuk menampilkan data yang disimpan pada mikrokontroler.

2) Eksperimen

Dalam penelitian ini, setelah desain alat selesai dibuat maka dilakukan uji pada laju aliran dengan 6 kali pengukuran dengan setting laju aliran pada 1 Liter/min sampai dengan 15 Liter/min. Uji ketahanan baterai juga dilakukan dengan mengukur tegangan dan arus yang akan dianalisis terhadap kinerja sensor tekanan. Sistem alarm deteksi low pressure jg diuji dengan 3 titik setting yaitu pada tekanan 600, 400 dan 200 Psi.

B. Diagram Blok

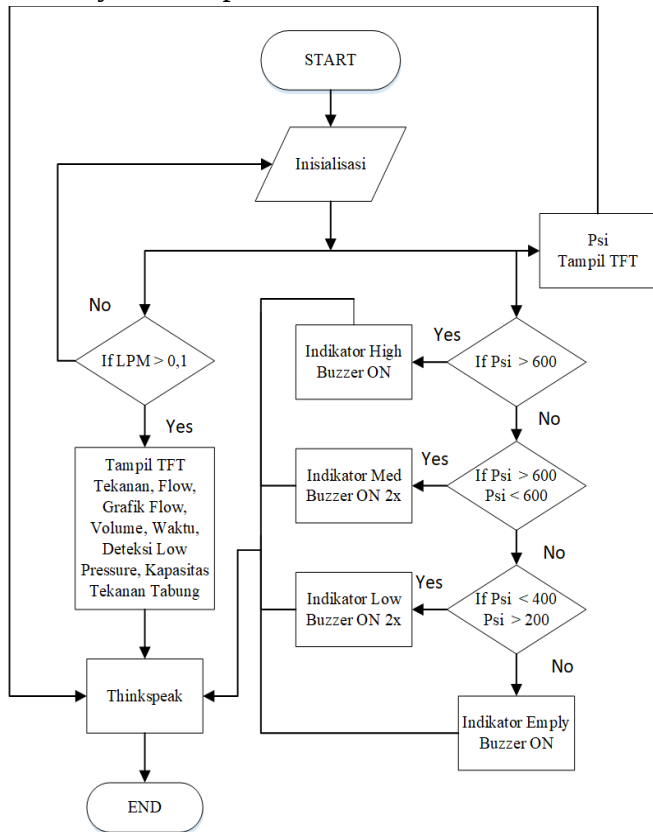
Cara kerja pada penelitian ini adalah Mikrokontroler ESP 32 sebagai pusat pengendali data input dan output. IC ini akan bekerja berdasarkan kode program yang di masukkan kedalam IC mikrokontroler ini. Data input yang masuk pada mikrokontroler yaitu sensor tekanan dan sensor gas flow, dan saklar alarm. Saklar pada alarm ini berfungsi untuk menyalakan sistem deteksi low pressure. Sensor tekanan akan mengirimkan data digital ke mikrokontroler untuk diolah dalam bentuk tekanan menjadi nilai dalam satuan liter, sedangkan sensor gas flow akan mengirim data digital ke mikrokontroler untuk diolah menjadi nilai dalam satuan liter per menit (lpm). Setelah melakukan pembacaan mikrokontroler tersebut akan menampilkan pembacaan data ke display LCD TFT. Data yang sudah tertampil pada LCD juga akan dikirim melalui web IoT untuk bisa ditampilkan ke dalam PC/smart phone. Alarm pada deteksi low volume akan berbunyi apabila tekanan pada 3 titik terendah yang disetting tercapai.



Gambar 1. Blok Diagram Alat Monitoring Oksigen Transport

C. Diagram Alir

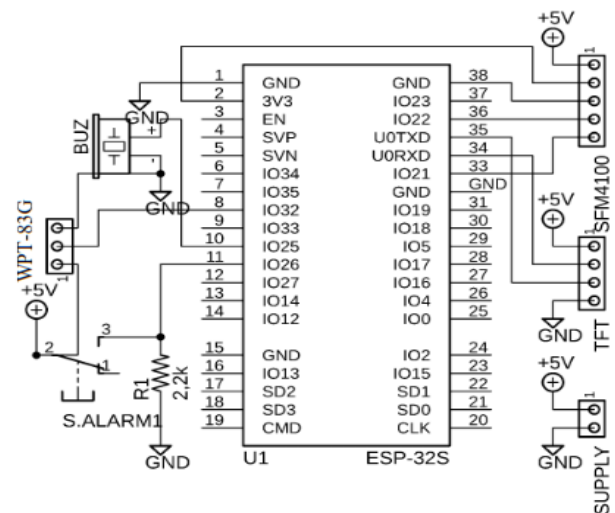
Sensor tekanan yang ada pada regulator oksigen disambungkan terlebih dahulu pada modul. Sambungkan juga selang pada regulator menuju inlet pada modul. Selanjutnya putar valve pembuka pada tabung dalam kondisi terbuka. Saat tombol power ditekan alat akan memulai proses inisialisasi untuk mendapatkan nilai L/min dan tekanan dalam satuan Psi. Berdasarkan nilai L/min. Jika nilai L/min melebihi 0,1 maka alat akan memproses nilai L/min untuk mendapatkan nilai Harga/Biaya dalam Rupiah, Volume dalam satuan m3 dan total waktu penggunaan. Untuk mendapatkan nilai volume dengan mengkalikan nilai L/min dengan konstanta 0.00001667 Untuk mendapatkan harga dengan rumus $25 * (\text{volume} * 1000)$, untuk mendapatkan waktu dengan menggunakan fungsi millis() pada program arduino. Sedangkan pada parameter tekanan, jika tekanan lebih dari 600 Psi maka indikator HIGH. Alarm deteksi low volume akan berbunyi apabila tekanan sudah mencapai pada batas tekanan rendah yang telah disetting yaitu pada 3 titik tekanan terendah yaitu pada tekanan 600, 400 dan 200 Psi. Jika tekanan kurang dari sama dengan 600 Psi dan tekanan lebih dari 400 Psi maka indikator MED dan Buzzer nyala 2x, jika tekanan kurang dari sama dengan 400 Psi dan tekanan lebih dari 200 Psi maka indikator LOW dan Buzzer nyala 2x namun jika tekanan kurang dari sama dengan 200 Psi maka indikator EMPTY dan Buzzer nyala. Seluruh nilai dari setiap parameter akan dikirimkan pada Thingspeak untuk dapat dilakukan monitoring jarak jauh baik melalui PC maupun Android.



Gamar 2. Diagram Alir Alat Monitoring Oksigen Transport

D. Rangkaian Analog

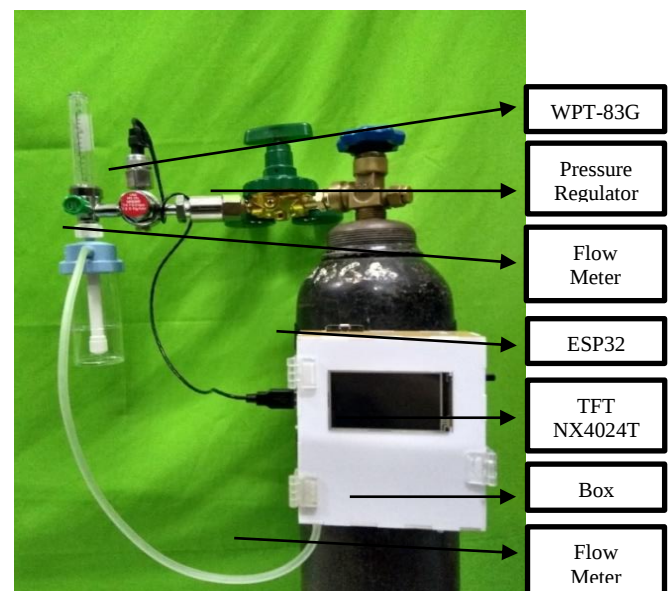
Bagian terpenting dari alat ini adalah mikrokontroler yang digunakan pada rangkaian keseluruhan ini adalah ESP32. Hal ini karena pada ESP32 telah tertanam modul WiFi sehingga memungkinkan untuk sistem IOT dari alat ini dan juga memiliki nilai resolusi ADC yang tinggi yaitu 12 bit. Sensor tekanan yang digunakan adalah Wisner WPT-83G dimana keluarannya berupa data analog dengan rentan tegangan keluaran 0.5-4.5v dan terhubung pada pin GPIO32. Untuk sensor Flow yang digunakan adalah Sensirion SFM4100 dimana outputnya berupa data digital [7]. Pin SCL dari sensor SFM4100 terhubung pada GPIO22 sedangkan pin SDA pada sensor SFM4100 terhubung pada GPIO21. Pin RX LCD TFT Nexian terhubung pada pin TX dari ESP32 sedangkan pin TX dari LCD TFT Nexian terhubung pada pin RX dari ESP32.



Gambar 3. Rangkaian Skematik

III. HASIL

Dalam penelitian ini, penulis membandingkan alat dengan regulator yang sudah terkalibrasi.



Gambar 2. Diagram Mekanik Keseluruhan



Gambar 4. Rangkaian alat Monitoring Oksigen

1) Rancang Bangun Alat Monitoring Oksigen

Bahasa program yang digunakan pada modul ini menggunakan bahasa pemrograman Arduino. Bahasa program dibuat pada compiler Arduino IDE dengan menambahkan preference board manager URLs untuk ESP32 agar dapat digunakan.

2) Listing Program untuk Alat

Listing program 1. Program perhitungan nilai L/min, harga dan volume.

Program ini berguna untuk mendapatkan nilai L/min, nilai Harga, dan Volume. Nilai L/min di peroleh dari library dengan nilai puluhan ribu. Oleh karena itu pada rumusnya nilai L/min di bagi 1000 agar di dapatkan nilai yang sesuai. Untuk nilai volume diperoleh dari pengkalian nilai L/min dengan 0,00001667 yang di akumulasi setiap detik sehingga di dapatkan volume penggunaan pasien dalam satuan meter kubik. Sedangkan untuk Harga di dapat dari persamaan $25 * (\text{Volume} * 1000)$. Dimana "25" adalah harga oksigen/liternya dan "1000" adalah konversi dari meter kubik ke liter.

```
//=====SFM4100 (Sensor Flow)=====
if (!readSFM4100()) {
  //Serial.println("Failed to read SFM4100 data.");
}
else {
  sprintf (msg, "H2 flow = %d.%2d", (int)H2_sccm,
(int)((H2_sccm-(int)(H2_sccm))*100));
}
if(H2_sccm>50000)
{
  H2_sccm=flowfloat;
```

```
} flowfloat=H2_sccm;
flowfloat2=(flowfloat-250)*1.14;
lpm =(flowfloat/1000-0.25)*1.2;//Konversi ke LPM
//=====Harga & Volume=====
if(lpm<=0)
{
  waktubayar=waktubayar;
  lpm=0;
}
if(lpm>=0.1)
{
  waktubayar=millis()-resetwaktubayar;
  if(waktubayar>=1000)
  {
    volum1=(lpm*z)*0.00001667;
    volum=volum+volum1;//lpm to volume (meter kubik / detik)
    harga=25*(volum*1000)+12;//(mengubah meter kubik ke
liter
z=1;
    resetwaktubayar=millis();
  }
  waktustart();
}
else
{
  detik=detik;
  menit=menit;
  jam=jam;
}
```

Listing Program 2. Program untuk Waktu Penggunaan Oksigen

Program ini berguna untuk menghitung berapa lama pasien menggunakan gas oksigen dan menampilkannya pada LCD TFT Nexian. Berikut adalah listing program tampil LCD TFT Nexian.

```
void waktustart()
{
    waktu=millis();
    if(waktu - waktusekarang >=1000)
    {
        waktusekarang = millis();
        detik++;
        String detikk="t28.txt=\\"+String(detik)+"\\";
        Serial.print(detikk);
        Serial.write(0xff);
        Serial.write(0xff);
        Serial.write(0xff);
    }
    if(detik>59)
    {
        menit++;
        detik=0;
        String menitt="t27.txt=\\"+String(menit)+"\\";
        Serial.print(menitt);
        Serial.write(0xff);
        Serial.write(0xff);
        Serial.write(0xff);
    }
    if(menit>59)
    {
        jam++;
        menit=0;
        String jamm="t26.txt=\\"+String(jam)+"\\";
        Serial.print(jamm);
        Serial.write(0xff);
        Serial.write(0xff);
        Serial.write(0xff);
    }
    if(jam>23)
    {
        jam=0;
    }
}
```

Listing Program 3. Program Sistem Deteksi Low Pressure

Program ini berguna untuk mengukur tekanan lebih dari 600 PSI maka indikator HIGH dengan warna Hijau dan buzzer nyala 2x, jika tekanan kurang dari 600 psi tetapi lebih dari 400psi maka indikator MED dengan warna Kuning dan buzzer nyala 2x, jika tekanan kurang dari 400 psi tetapi lebih dari 200 psi maka indikator LOW dengan warna Orange serta buzzer nyala 2x dan jika tekanan kurang dari 200 psi maka indikator Empty dengan warna merah dan buzzer nyala. Berikut adalah listing program sensor aliran.

```
if(tekanan<=200)/=====EMPTY=====
{
    if(digitalRead(26)==HIGH)
    {
```

```
beep();
}
String low="t0.txt=\\"+String("EMPTY")+"\\";
Serial.print(low);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
String warna="t0.bco=63488";//merah
Serial.print(warna);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
String warnagrafik="s0.bco=63488";//merah
Serial.print(warnagrafik);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
T=0;
U=0;
W=0;
}
f(tekanan>200&&tekanan<=400)//=====LOW=====
{
    // if(a==0&&digitalRead(26)==HIGH)
    //{
    // count=millis()-resetcount;
    // beep();
    // if(count>10000)
    // {
    //     digitalWrite(25,LOW);
    //     a=1;
    // }
    //}
beepbeep();
U=0;
W=0;
String low="t0.txt=\\"+String("LOW")+"\\";
Serial.print(low);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
String warna="t0.bco=64512";//Orange
Serial.print(warna);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
String warnagrafik="s0.bco=65535";//putih
```

```
Serial.print(warnagrafik);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
}
if(tekanan>400&&tekanan<=600)//====MEDIUM====
{
  beepbeepbeep();
  String low="t0.txt=\""+String("MED")+"\"";
  Serial.print(low);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  String warna="t0.bco=65504";//Kuning
  Serial.print(warna);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  String warnagrafik="s0.bco=65535";//putih
  Serial.print(warnagrafik);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  T=0;
  W=0;
}

if(tekanan>600)//=====HIGH=====
{
  String low="t0.txt=\""+String("HIGH")+"\"";
  Serial.print(low);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  String warna="t0.bco=2016";//Hijau
  Serial.print(warna);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  String warnagrafik="s0.bco=65535";//putih
  Serial.print(warnagrafik);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  T=0;
  U=0;
}
```

The Listing Program 4. Tampil nilai Pada TFT Nextion.

Program ini untuk menampilkan nilai dari setiap parameter penulis menggunakan fungsi millis(). Nilai pada parameter Volume akan berubah setiap 1,5 detik, nilai pada Harga akan berubah setiap 1 detik, grafik L/min akan berubah setiap 2 detik, nilai L/min setiap 0,35 detik, nilai tekanan setiap 1,3 detik. Jika tombol Alarm ditekan maka indikator alarm menjadi "ON" dengan background color Hijau dan buzzer menyala 3x sedangkan jika tidak di tekan indikator "OFF" dengan background color Merah dengan buzzer menyala 1x.

```
//=====Tampil Volume=====
waktu0=millis()-reset0;
if(waktu0>=1500)
{
  String nilaivolume="t3.txt=\""+String(volum,3)+"\"";
  Serial.print(nilaivolume);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);

  reset0=millis();
}

//=====Tampil Harga=====
waktu0=millis()-reset0;
if(waktu0>=1000)
{
  String biaya="t4.txt=\""+String(harga)+"\"";
  Serial.print(biaya);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  reset0=millis();
}

//=====Grafik LPM=====
flowtampil = map(flowfloat2,0,15000,0,200);
waktu1=millis()-reset1;
if(waktu1>=2000)
{
  String Tosend ="add ";
  Tosend += 1;
  Tosend += ",";
  Tosend += 0;
  Tosend += ",";
  Tosend += flowtampil;//grafik
  Serial.print(Tosend);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  reset1=millis();
}
```

```
//=====Nilai LPM=====
waktu2=millis()-reset2;
if(waktu2>=350)
{
String nilai="t2.txt=\""+String(lpm,1)+"\"";
Serial.print(nilai);//nilai l/min
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
reset2=millis();

//=====Tampil Pressure=====
waktu4=millis()-reset4;
if(waktu4>=1300)
{
PSI=3800*(((average)*(3.3/4095))/5)-254;
//PSI=average*3.3/4095;
battery =map(PSI,0,2000,0,100);/*6.89476;
if(battery<0)
{
battery=0;
}
tekanan=PSI;
if(tekanan<0)
{
tekanan=0;
}
String psi="t5.txt=\""+String(tekanan)+"\"";
Serial.print(psi);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
String persentase="t1.txt=\""+String(battery)+"\"";
Serial.print(persentase);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);

if(digitalRead(26)==HIGH)
{
String lowpress="t6.txt=\""+String("ON")+"\"";//Alarm
Serial.print(lowpress);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
String warna1="t6.bco=2016";//Hijau
Serial.print(warna1);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
if(lock==0)
{
digitalWrite(25,HIGH);
delay(50);
digitalWrite(25,LOW);
```

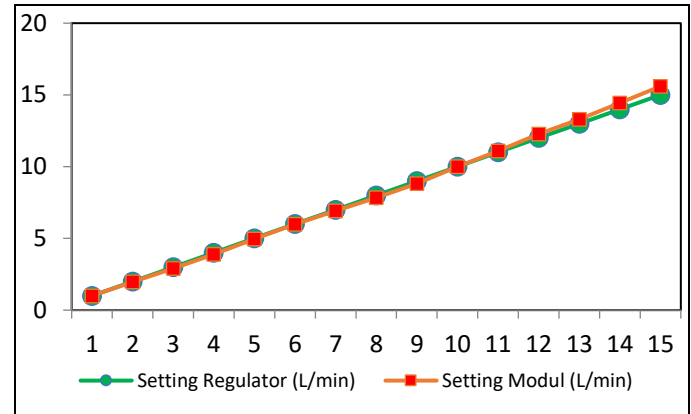
```
delay(50);
digitalWrite(25,HIGH);
delay(50);
digitalWrite(25,LOW);
delay(50);
digitalWrite(25,HIGH);
delay(50);
digitalWrite(25,LOW);
lock=1;
}
}
if(digitalRead(26)==LOW)
{
String lowpress="t6.txt=\""+String("OFF")+"\"";
Serial.print(lowpress);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
String warna1="t6.bco=63488";//merah
Serial.print(warna1);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
if(lock==1)
{
digitalWrite(25,HIGH);
delay(50);
digitalWrite(25,LOW);
lock=0;
}
a=0;
}
reset4=millis();
}
```

The listing program 5. Tampil pada Thingspeak

Program ini berguna untuk menampilkan nilai pada thingspeak, dimana setiap nilai di tampilkan pada field yang berbeda-beda setiap 15 detik. Nilai L/min pada field 1, nilai tekanan pada field 2, nilai harga pada field 3, nilai volum pada field 4, nilai detik pada field 5, nilai menit pada field 6 dan nilai jam pada field 7. Selanjutnya nilai dari setiap parameter akan di Upload ke thingspek sesuai dengan Channel number dan Write APIKey yang digunakan.

```
//=====Thingspeak=====
waktu3=millis()-reset3;
if(waktu3>15000)
{
z=3.1;
ThingSpeak.setField(1, lpm);
ThingSpeak.setField(2, tekanan);
ThingSpeak.setField(3, harga);
ThingSpeak.setField(4, volum);
ThingSpeak.setField(5, detik);
ThingSpeak.setField(6, menit);
```

```
ThingSpeak.setField(7, jam);
int y = ThingSpeak.writeFields(myChannelNumber,
myWriteAPIKey);
if(y == 200)
{
  Serial.println("Channel update successful.");
}
else
{
  Serial.println("Problem updating channel. HTTP error code "
+ String(x));
}
reset3=millis();
}
}
```



Gambar 5. Grafik analisis laju aliran (Liter/min) pada alat

1) Pengukuran Laju Aliran (Liter/min) Alat

Pembacaan Flow L/min menunjukkan kesalahan yang Hasil pengukuran nilai Flow dalam satuan L/min dengan menggunakan sensor SFM4100 dan dengan menggunakan komunikasi I2C menunjukkan hasil yang lebih presisi dan dengan akurasi yang baik. Keluaran nilai Flow L/min dari sensor SFM4100 yang diperoleh bernilai puluhan ribu sehingga perlu di bagi 1000 sehingga di dapatkan nilai L/min yang sesuai. Hasil rendah dan dengan nilai decimal 1 angka di belakang koma.

TABLE I. HASIL PENGUKURAN FLOW L/MIN PADA ALAT

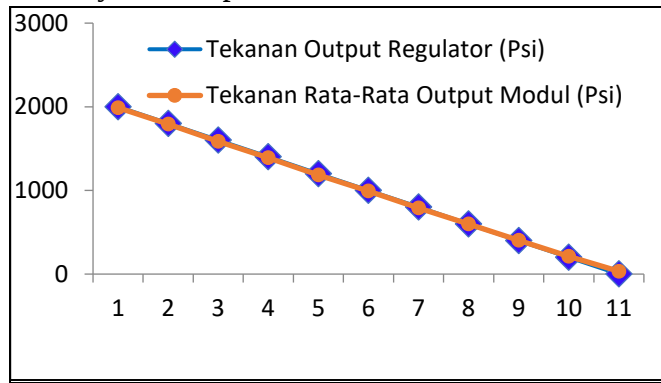
Settin g Reg (L/ min)	Laju Aliran (Liter/Menit) Pada Alat							Rata- rata
I	II	III	IV	V	VI	Kesala han		
1	1	1	1	1	1	0		1
2	2	2	1.9	2	1.9	2	-0.03	1.96
3	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	-0.1	2.9
4	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	-0.1	3.9
5	5	4.9	5	5	4.9	5	-0.03	4.96
6	6	6	6	5.9	6	6	-0.01	5.98
7	6.9	6.9	6.9	7	6.9	7	-0.07	6.93
8	7.8	7.8	7.9	7.8	7.8	7.9	-0.17	7.83
9	8.8	8.8	8.8	8.9	8.8	8.8	-0.18	8.86
10	10	10	10	10	10	10	0	10
11	11.1	11.1	11.1	11	11.1	11.1	0.08	11.08
12	12.2	12.3	12.2	12.3	12.3	12.3	0.26	12.26
13	13.3	13.3	13.3	13.3	13.2	13.4	0.3	13.3
14	14.5	14.4	14.4	14.5	14.5	14.4	0.45	14.45
15	15.5	15.7	15.6	15.6	15.7	15.5	0.6	15.6

2) Pengukuran Perubahan Nilai Tekanan Alat

Pembacaan perubahan nilai tekanan pada modul. Dengan keluaran sensor dalam range 0,5-4,5 Volt dan dengan tekanan 0-200 bar. Penulis menggunakan persamaan: $3300 * (V_{output} \text{ sensor} * (V_{ref} / \text{bit ADC})) / V_{supply} \text{ sensor} - 33$ untuk mendapatkan nilai tekanan dalam satuan Psi dimana Voutput sensor menggunakan sistem smoothing dengan mengambil 100 data dan dirata-rata sehingga mendapatkan tegangan keluaran sensor yang lebih stabil, Vref dengan nilai 3,3 Volt dan bit ADC yaitu 12 bit atau sekitar 4095, sedangkan untuk Vsupply sensor senilai 5 Volt. jika di dibandingkan dengan gauge regulator maka di dapatkan rata-rata keluaran tekanan mulai 0-2000 Psi dengan nilai yang linear dan sesuai antara sensor tekanan dan gauge regulator.

TABLE II. PERUBAHAN NILAI TEKANAN ALAT

Output Tekanan (Psi)	Kesalahan	Error %
2000	13,8	0,69
1900	9,8	0,515
1800	10,2	0,567
1700	12,4	0,729
1600	13,8	0,862
1500	10,8	0,72
1400	13,4	0,957
1300	7,4	0,569
1200	17,4	1,45
1100	11,2	1,018
1000	7,6	0,76
900	-3,2	0,355
800	9,4	1,175
700	10,8	1,542
600	0,2	0,033
500	-0,4	0,08
400	-1,4	0,35
300	-6,8	2,266
200	-11,4	5,7
100	-1,4	1,4



Gambar 6. Grafik perubahan nilai tekanan output alat

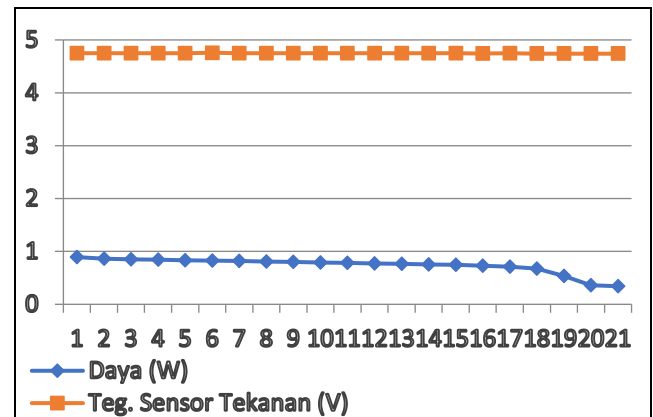
3) Pengukuran Ketahanan Baterai Terhadap Kinerja Sensor Tekanan

Pada analisis perubahan nilai tekanan pada modul. Dengan keluaran sensor dalam range 0,5-4,5 Volt dan dengan tekanan 0-200 bar. Penulis menggunakan persamaan: $3300 * (V_{\text{output sensor}} * (V_{\text{ref}} / \text{bit ADC})) / V_{\text{supply sensor}} - 33$ untuk mendapatkan nilai tekanan dalam satuan Psi dimana V_{output} sensor menggunakan sistem smoothing dengan mengambil 100 data dan dirata-rata sehingga mendapatkan tegangan keluaran sensor yang lebih stabil, V_{ref} dengan nilai 3,3 Volt dan bit ADC yaitu 12 bit atau sekitar 4095, sedangkan untuk V_{supply} sensor senilai 5 Volt.

TABLE III. PENGUKURAN KETAHANAN BATERAI TERHADAP KINERJA SENSOR

No	Waktu	Rata-rata Data Pengukuran	
	Jam	Daya (W)	Teg. Sensor (V)
1	0	0.893	4.750
2	1	0.860	4.750
3	2	0.852	4.750
4	3	0.844	4.752
5	4	0.831	4.752
6	5	0.824	4.758
7	6	0.820	4.750
8	7	0.811	4.750
9	8	0.799	4.750
10	9	0.791	4.750
11	10	0.781	4.750
12	11	0.774	4.750
13	12	0.763	4.750
14	13	0.753	4.750
15	14	0.746	4.746
16	15	0.728	4.744
17	16	0.714	4.746

18	17	0.675	4.740
19	18	0.534	4.740
20	19	0.358	4.740
21	20	0.343	4.740



Gambar 7. Grafik Ketahanan Baterai Terhadap Kinerja Sensor Tekanan

4) Pengukuran Deteksi Low Pressure Alat

Pada deteksi Low Pressure, penulis memberikan indikator HIGH pada tekanan > 600 Psi dengan tingkat error 0,033333 % dan buzzer bunyi 2x, indikator MED pada tekanan 400-600 PSI dengan tingkat error 0,35% dengan buzzer bunyi 2x, indikator LOW pada tekanan 200-400 Psi dengan tingkat error -5,7% dan buzzer bunyi 2x. Dari data tersebut menunjukkan bahwa indikator Low Pressure berfungsi dengan baik di setiap level indikatornya.

TABLE IV. PENGUKURAN DETEKSI LOW PRESSURE ALAT

Setting pada	Tekanan (Psi) Pada Alat						
Regulator							
(Psi)	I	II	III	IV	V	Rata-rata	Buzzer
600	599	599	600	601	600	599.8	ON
400	396	404	401	398	408	401.4	ON
200	215	209	209	209	215	211.4	ON

TABEL V. Analisis Tekanan dengan Standar Deviasi

Tekanan (Psi)	Kesalahan	Error %	Standar Deviasi
600	0.2	0.033	0.836
400	-1.4	-0.35	4.774
200	-11.4	-5.7	3.286

IV. PEMBAHASAN

Kinerja sistem pada modul secara keseluruhan bekerja sesuai dengan program yang telah di masukkan kedalam IC Mikrokontroler ESP32. Pada saat tombol power ON keseluruhan rangkaian akan mendapat supply tegangan 5 volt DC. Pada tampilan LCD TFT Nexian muncul Grafik flow dalam L/min, nilai flow dalam L/min, nilai tekanan dalam psi, nilai Harga dalam Rupiah, nilai volume dalam meter kubik, waktu pengguna gas oksigen, indikator alarm dan indikator Low Pressure. Sensor tekanan yang digunakan adalah WISNER WPT-83G dimana keluarannya berupa data analog dengan rentan tegangan keluaran 0.5-4.5v dan terhubung pada pin GPIO32. Untuk sensor Flow yang digunakan adalah Sensirion SFM4100 dimana outputnya berupa data digital. Pin SCL dari sensor SFM4100 thubung pada GPIO22 sedangkan pin SDA pada sensor SFM4100 terhubung pada GPIO21. Pin RX LCD TFT Nexian terhubung pada pin TX dari ESP32 sedangkan pin TX dari LCD TFT Nexian terhubung pada pin RX dari ESP32. Keluaran sensor tekanan akan digunakan untuk mendeteksi berapa kapasitas dari tabung yang digunakan, jika nilai tekanan lebih dari 600 psi berarti indikator kapasitas HIGH, jika tekanan dibawah 600psi tetapi lebih dari 400psi maka indikator kapasitas MED, jika tekanan dibawah 400psi tetapi lebih dari 200psi maka indikator kapasitas LOW dan jika tekanan dibawah 200psi maka indikator kapasitas EMPTY. Jika tombol alarm di aktifkan maka buzzer akan aktif ketika indikator EMPTY. Sedangkan untuk parameter Flow yang digunakan dalam satuan L/min berguna untuk mendeteksi volume penggunaan, Biaya/Harga dan waktu penggunaan gas oksigen oleh pasien. Seluruh parameter tersebut selain akan di tampilkan pada LCD TFT Nexian melalui komunikasi secara Serial, juga semua parameter tersebut akan di tampilkan pada website thingspeak yang dapat dimonitor dari jarak jauh baik menggunakan PC maupun aplikasi pada android.

V. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa alat ini mampu mendeteksi nilai Flow oksigen dalam L/min untuk menentukan volume penggunaan dan harga/biaya penggunaan gas oksigen oleh pasien, sensor tekanan dapat mengetahui tekanan sisa tabung dan dapat mengantisipasi tabung habis dengan memberikan indikator High, Med, Low Dan Empty yang dapat berfungsi dengan baik, dan dapat menampilkan harga penggunaan gas oksigen baik pada alat secara langsung ataupun dapat dipantau jarak jauh menggunakan thingspeak sehingga transparansi dapat terlaksana. Hasil pembacaan Flow gas oksigen antara regulator yang telah di kalibrasi dengan alat yang di buat menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda, sehingga alat layak digunakan. Laju aliran gas oksigen mempengaruhi linearitas tekanan gas oksigen pada nilai tekanan di bawah 200 psi. Laju aliran, tekanan, total waktu, total volume dan total Harga pemakaian gas medis oksigen, dapat ditampilkan pada LCD TFT Nexian dan Thingspeak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. G. A Potter, & Perry, *Buku Ajar Fundamental Keperawatan: Konsep, Proses, Dan Praktik, edisi 4, Volume.2. Jakarta: EGC.* 2006.
- [2] Siti Setiati dkk, *Buku ajar Ilmu Penyakit Dalam Edisi VI.* 2014.
- [3] N. H. Wijaya *et al.*, "MONITORING TEKANAN GAS MEDIS," pp. 2-7, 2019, doi: 10.18196/mt.010104.
- [4] H. Zakki, "ALAT UKUR PENDETEKSI BESARAN VOLUME PENGGUNAAN GAS MEDIS OKSIGEN SEBAGAI DASAR PENENTUAN TARIF Seminar Tugas Akhir," 2017.
- [5] D. Widaningrum, "Rancang bangun alat deteksi laju aliran gas respirasi menggunakan sensor aliran yf-s201 berbasis mikrokontroler arduino uno," pp. 1-75, 2017.
- [6] 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.
- [7] www.sensirion.com, "Sensirion_Mass_Flow_Meters_SFM4100_Datasheet-1510957."
- [8] pressure transmitter 200 Bar, "Datasheet Sensor Tekanan Wisner WPT-83G series."
- [9] T. R. Manual, "ESP32 Datasheet," *Mikrokontroler ESP32*, 2008. [Online]. Available: <https://i0.wp.com/roboticx.ps/wp-content/uploads/2019/03/ESP32-DOIT-DEVKIT-V1-Pinout-30-GPIOs.jpg?ssl=>.
- [10] D. S. Lcd TFT, "Datasheet LCD TFT Nextion NX4024T032."