ISSN: **2656-8624**

Perbandingan Penggunaan Filter dan Tanpa Penggunaan Filter pada Rancang Bangun Alat Laju Pernapasan

I Kadek Eman Giyana Mahardika[#], Endang Dian Setioningsih, Torib Hamzah
Jurusan Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes, Surabaya
Jl. Pucang Jajar Timur No. 10, Surabaya, 60245, Indonesia
[#]giyanamahardika31@gmail.com, diancholik@gmail.com, trbhamzah@gmail.com

***Abstract*— Respiratory rate is an important physiological parameter that helps to provide important information about the health status of patients, especially the human respiratory system. Taking the value of the respiratory rate can also use a method using a condenser mic that is placed on an oxygen mask to wait for breath. But the problems that occur when using the condenser mic are environmental sounds that can affect the measurement process. To see the noise level at the time of measurement, the researchers tried to compare the use of filters and without the use of filters in the Respiratory Rate Apparatus Design using a low pass filter circuit of -10db, -20db, -30db, -40db, -50db, -60db. A condenser mic is attached to an oxygen mask to increase breath, Arduino as a microcontroller, and a TFT LCD to display the respiratory rate signal and the value of the respiratory rate within 30 seconds repeatedly. Based on the measurement and comparison of tool data, the measurement results were obtained without a filter with an error value of 16.48%, with the use of filters the highest error value was 0.67% and the smallest error was 0.33%. It can be excluded that the use of an unfiltered condenser mic results in a very large error value so that it is not suitable for taking the respiratory rate, it is advisable to use a filter so that the measurement value can be more accurate. In the future, this tool can be developed by connecting it to oxygen gas so that it can be used by patients who experience shortness of breath.**

Keywords—Respiratory Rate; Filter; Mic Condensor

***Abstrak*— Laju pernapasan merupakan parameter fisiologis penting yang membantu untuk memberikan informasi penting tentang status kesehatan pasien, terutama sistem pernapasan manusia. Pengambilan nilai laju pernapasan juga bisa menggunakan metode dengan menggunakan mic condensor yang diletakkan pada masker oksigen untuk mendeteksi suara napas. Tetapi permasalahan yang terjadi ketika menggunakan mic condensor tersebut suara lingkungan yang bising dapat mempengaruhi proses pengukuran. Untuk mengetahui tingkatan nois pada saat pengukuran, peneliti mencoba membandingkan penggunaan filter dan tanpa penggunaan filter pada Rancang Bangun Alat Laju Pernapasan dengan menggunakan rangkaian low pass filter -10db, -20db, -30db, -40db, -50db, -60db. Mic condensor dipasang pada masker oksigen untuk mendeteksi hembusan napas, Arduino sebagai mikrokontroler, dan LCD TFT untuk menampilkan sinyal laju pernapasan dan nilai laju pernapasan dalam waktu 30 detik secara berulang-ulang. Berdasarkan pengukuran dan perbandingan data alat didapatkan hasil pengukuran tanpa filter dengan nilai error sebesar 16,48%, pada penggunaan filter didapat nilai error paling tinggi yaitu sebesar 0,67% dan error paling kecil sebesar 0,33%. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan mic condenser tanpa filter menghasilkan nilai error yang sangat besar sehingga tidak cocok digunakan untuk pengambilan laju pernapasan, dan untuk penggunaan filter semakin besar db yang digunakan maka hasil pembacaan akan lebih akurat. Untuk kedepannya alat ini bisa dikembangkan dengan menyambungkannya ke gas oksigen agar bisa digunakan oleh pasien yang mengalami sesak napas.**

Kata Kunci—Laju Pernapasan; Filter; Mic Condensor

I. PENDAHULUAN

Laju pernapasan adalah parameter fisiologis penting yang membantu untuk memberikan informasi penting tentang status kesehatan pasien, terutama sistem pernapasan manusia. Frekuensi pernapasan abnormal bisa menunjukkan berbagai kondisi termasuk penyakit pernapasan serta kelainan sistemik termasuk kelainan kardiovaskular dan asidosis. Laju pernapasan juga merupakan parameter yang biasa digunakan dalam pemantauan pasien rutin untuk mendeteksi penyakit dini dan penurunan kondisi klinis[1]. Laju pernapasan termasuk bagian dari penilaian holistik pasien, dan pemantauan yang cermat harus digunakan jika perubahan laju pernapasan di luar rentang normal pasien[2]. Mengetahui tingkat laju pernapasan sangat penting manfaatnya, normalnya tingkat laju pernapasan seseorang antara 12-20 kali napas per menit [3]. Kondisi napas cepat atau diatas normal disebut dengan tachypnea dan kondisi napas lambat atau dibawah normal disebut bradypnea [4]. Pasien monitor adalah salah satu perangkat yang mampu menampilkan jumlah napas per menit secara real time, di mana jumlah napas per menit diambil dari sinyal EKG melekat pada dada pasien[5]**.** Selain itu pengambilan nilai laju pernapasan juga bisa

menggunakan metode yang berbeda, diantaranya dengan menggunakan mic condensor yang diletakkan pada masker oksigen untuk mendeteksi suara napas. Tetapi permasalahan yang terjadi ketika menggunakan mic condensor tersebut suara lingkungan yang bising dapat mempengaruhi proses pengukuran.

Farah Diska Bestari (2016) membuat alat Monitoring Heart Rate, Respiration Rate dilengkapi dengan Sensor Suhu ke Personal Computer Melalui Bluetooth (Parameter Respiration Rate). Sensor untuk frekuensi pernafasan yang digunakan adalah sensor *mic condensor*. Kekurangan dari alat ini adalah ketika lingkungan disekitar bising akan mempengaruhi proses monitoring[6]. Desy Yeniar Ekawati (2017**)** membuat alat Rancang Bangun Alat Ukur Laju Pernapasan Menggunakan MIC Condensor Disertai Plotingan pada LCD Grafik. Alat tersebut menggunakan sensor mic condensor serta menampilkan plotingan grafik setiap 1 menit,dan menggunakan display LCD grafik[7]. Torib Hamzah & Abd. Kholiq (2018) membuat penelitian Design and Development of Respiratory Rate Calculators Patients with Breath Disorders. Dengan sensor mic condenser yang dipasangkan pada masker oksigen, untuk mikrokontroler yang digunakan atmega16 dan hasil pengukuran laju pernapasan ditampilkan pada LCD Karakter[5]. Gavish (2010) membuat penelitian Apparatus and Method for Breathing Pattern Determination Using Anon-Contact Microphone. Pada penelitian ini, microphone diletakkan tepat didepan mulut, untuk mendeteksi suara napas pada hidung[8]. Divya S. Avalur, pada tahun 2013 membuat alat Human Breath Detection using a Microphone. Konsep alat ini sama dengan sebelumnya menggunakan microphone, hasil dari pengukuran ditampilkan pada PC. Kekurangan alat ini yaitu faktor kebisingan masih menjadi masalah dalam proses pengukuran[9]. Yunyoung Nam & Bersain A. Reyes pada tahun 2015 membuat alat Estimation of Respiratory Rates Using the Built-in Microphone of a Smartphone or Headset. Untuk mendeteksi napas alat ini menggunakan microphone yang terdapat pada smartphone, smartphone yang digunakan juga berfungsi untuk memonitoring laju pernapasan. Kelemahan dari alat ini yaitu masih rentan terhadap kebisingan, sehingga mempengaruhi jalannya pengukuran pernapasan[10]. Pada tahun 2019 Nastiti Virindra Wardhani & Ajeng Minkhata Aulia membuat alat A monitoring portable device with TFT Touchscreen Display (ECG, BPM, Body Temperature and Respiratory Rate). Menggunakan mikrokontroler arduino mega, dengan menggunakan sensor FC 04 untuk mendeteksi hembusan napas hasil pembacaan ditampilkan pada LCD TFT. Kelemahan dari alat ini adalah pembacaan sensor yang kurang akurat[11]. I Made Naradhyana pada tahun 2015 membuat penelitian Monitoring Device of Respiratory System Using Arduino UNO and E-Health PCB**,** penelitian ini menggunakan sensor aliran udara untuk mengukur tingkat pernapasan pada pasien yang membutuhkan bantuan. Perangkat ini terdiri dari sejenis benang yang fleksibel yang diletakkan di belakang telinga, dan dibagian yang lain terdiri dari dua cabang ditempatkan dalam lubang hidung. Selain menggunakan sensor aliran udara juga menggunakan Arduino UNO sebagai mikrokontroler lengkap dengan E-Health PCB [12]. Pada tahun 2019 Md. Mujtabir Alam membuat penelitian A Novel Design of a Respiratory Rate Monitoring System using a Push Switch Circuit and Arduino Micocontroller. Pada penelitian ini untuk pengukuran RR menggunakan sabuk yang dipasang pada dada dan terdapat saklar yang menghadap ke dada, selama proses pernapasan saklar akan didorong dan sinyal dikirim ke mikrokontroler kemudian dikonversi menjadi napas permenit. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino uno, hasil pengukuran ditampilkan pada smartphone, untuk media pengiriman menggunakan Bluetooth HC-05. Kelemahan dari penelitian ini adalah tidak akurat dalam pengambilan nilai untuk napas pendek, karena saklar yang digunakan tidak terlalu sensitive [13]. Penelitian selanjutnya dibuat oleh Torib Hamzah & Sumber pada tahun 2018 dengan judul Design of LCD Graph Appearance Respiratory Equipment with Patient Data Storage. Penelitian ini menggunakan sensor kelembaban DHT-11 yang dipasang pada masker oksigen, untuk mikrokontroler menggunakan Arduino mega, hasil pengukuran ditampilkan pada LCD grafik, alat ini dilengkapi dengan penyimpanan data pada SD card yang terpasang pada alat [14]. Penelitian selanjutnya dibuat oleh Shih-Hong Li dkk pada tahun 2017 dengan judul Design of Wearable Breathing Sound Monitoring System for Real-Time Wheeze Detection. Pada penelitian ini pengukuran RR menggunakan modul akusisi suara yang ditempatkan pada permukaan dada anterior kanan atas untuk memperoleh suara pernapasan, data hasil pengukuran ditampilkan pada PC, dan untuk media pengirimnya menggunakan wireless. Keunggulan dari alat ini untuk desain mekanis sensor dapat memperoleh kualitas sinyal yang bagus dari suara pernapasan, dan pengguna dapat dengan mudah menggunakan alat ini untuk sehari-hari [15].

Berdasarkan hasil telusur pustaka dan identifikasi masalah dari beberapa artikel jurnal penelitian ditemukan bahwa menggunakan mic condensor dipengaruhi oleh suara lingkungan. Untuk mengetahui tingkat nois pada saat pengukuran, penulis mencoba membandingkan outputan mic condensor yang menggunakan filter dengan tidak menggunakan filter. Untuk membuktikan hasil tersebut penulis membuat Perbandingan Penggunaan Filter dan Tanpa Penggunaan Filter pada Rancang Bangun Alat Laju Pernapasan.

II. BAHAN-BAHAN DAN METODE

A. Setting Percobaan

Pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali dalam waktu 30 detik secara berulang-ulang sesuai jenis selector yang digunakan.

1) Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan mirophone sensor yang diletakkan pada masker oksigen untuk mendeteksi hembusan napas. Komponen yang digunakan modul Arduino nano sebagai mikrokontroler, dan rangkaian filter untuk mengurangi nois pada saat pembacaan sensor.

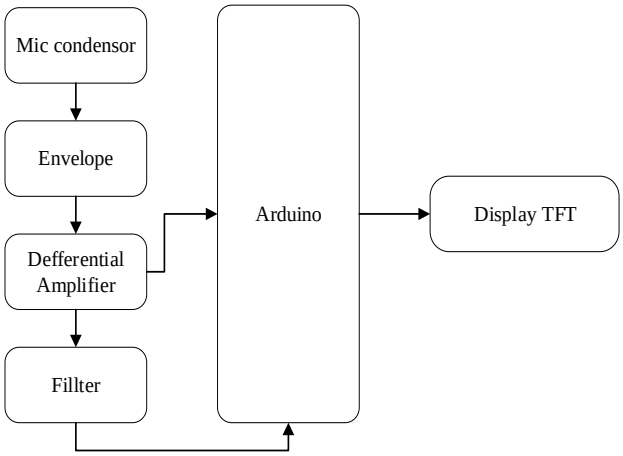
 ISSN: **2656-8624**

2) Eksperimen

Pada penelitian ini peneliti melakukan pengukuran keluaran dari rangkaian filter dengan osiloskop. Peneliti melakukan pengukuran pada sampel jumlah napas pada responden dengan alat banding yaitu manual pengukuran.

B. Diagram Balok

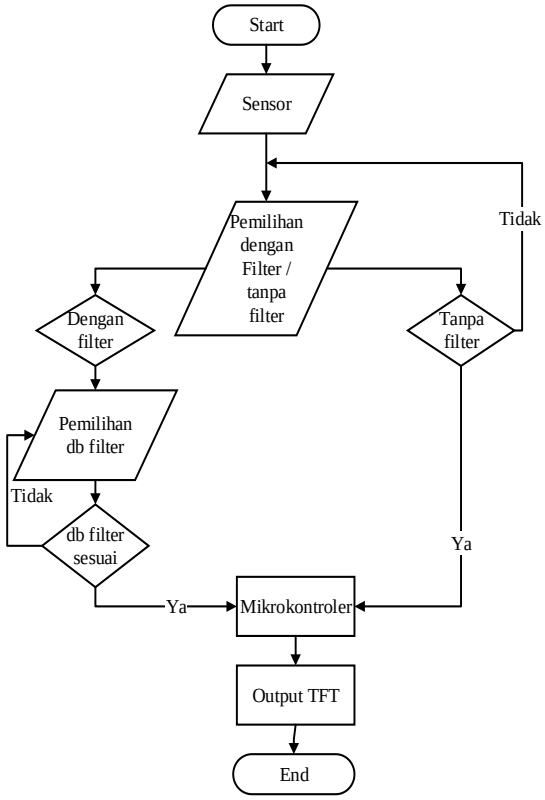
Pada Gb.1 merupakan diagram blok sistem yang dibagi menjadi 3 blok. Pertama input terdapat dari MIC condensor, kedua blok pemproses terdapat Arduino. Ketiga blok output terdapat LCD TFT untuk menampilkan hasil pengukuran laju pernapasan. Ketika saklar dalam posisi ON maka seluruh rangkaian akan mendapat tegangan dari baterai. Mic condenser yang terpasang pada masker akan mendeteksi hembusan napas. Output dari mic condenser akan masuk ke rangkaian envelope yang berfungsi untuk meningkatkan amplitude sinyal, karena sinyal yang dihasilkan sangat kecil maka dimasukkan ke rangkaian defferential amplifier untuk dikuatkan. Jika memilih mode tanpa filter maka output dari defferential amplifier akan langsung masuk ke Arduino, dan sebaliknya jika memilih mode filter maka output dari defferential amplifier akan masuk ke filter, output filter akan masuk ke Arduino. Pada Arduino data akan di proses dan hasil dari pemrosesan data tersebut akan ditampilkan pada LCD TFT.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

C. Diagram Alir Program

Gb.2 merupakan diagram alir program Arduino. Ketika tombol start ditekan maka sensor akan mulai mendeteksi hembusan napas. Setelah itu dilakukan pemilihan dengan filter atau tanpa filter, pemilihan tanpa filter pembacaan dari sensor akan langsung masuk ke mikrokontroler, sedangkan pemilihan dengan filter dilakukan pemilihan db filter terlebih dahulu mulai dari 10db sampai dengan 60db. Setelah db filter dipilih, pembacaan dari sensor akan masuk terlebih dahulu ke rangkaia filter untuk meredam nois dari hembusan napas dan output dari filter akan masuk ke mikrokontroler. Hasil pembacaan yang sudah masuk ke mikrokontroler akan ditampilkan pada TFF berupa sinyal pernapasan dan nilai laju pernapasan.

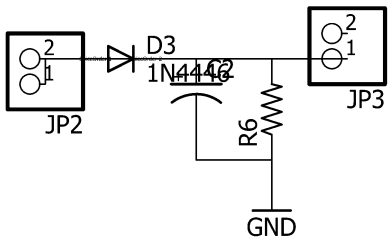


Gambar 2. Diagram Alir Program Arduino

D. Rangkaian Analog

1) Envelope

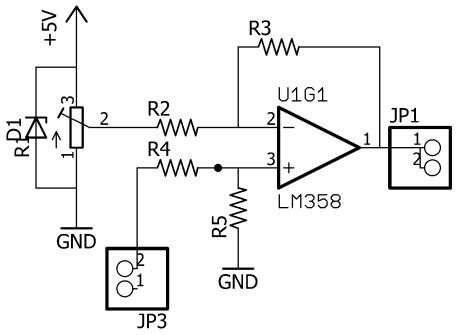
Rangkaian ini berfungsi mendeteksi adanya peningkatan amplitudo pada gelombang input.



Gambar 3. Envelope

2) Defferential Amplifier

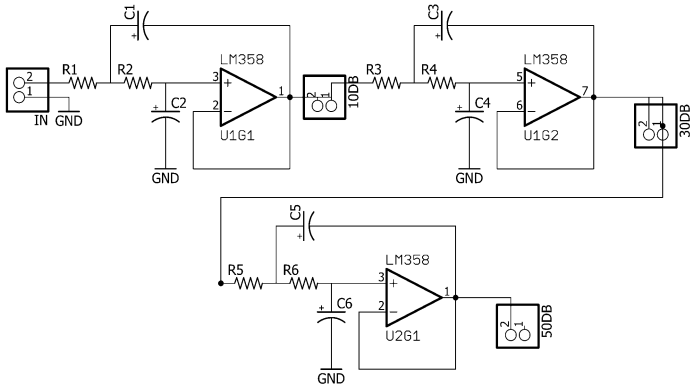
Rangkaian *differential amplifier* ini berfungsi untuk menselisihkan Vin pada kaki *non-inverting* dengan Vin pada kaki *inverting* dan sekaligus berfungsi untuk menguatkan hasil selisih dari tegangan input yang masuk. Multiturn berfungsi untuk megatur referensi dari sinyal output sensor. Ketika sensor mendeteksi suara maka output dari rangkaian ini tidak lagi 0V, nilai output dari rangkaian ini bervariasi tergantung dari pembacaan sensor itu sendiri.



Gambar 4. Defferential amplifier

3) Low pass Filter

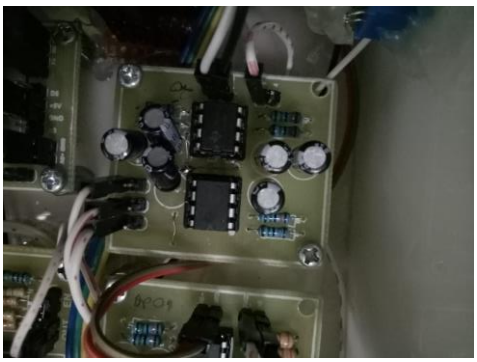
Proses filter diperlukan untuk menghilangkan noise yang tidak diinginkan. Rangkaian filter yang digunakan adalah rangkaian low pass filter dengan frekuensi cut off 0,23Hz dan 1Hz. Pada rangkaian filter output sensor yang sudah dikuatkan akan masuk ke rangkaian filter pertama dengan hanya melewatkan frekuensi dibawah 0,23Hz. Dan pada filter ke dua sampai ke enam hanya akan melewatkan frekuensi dibawah 1Hz.



Gambar 5. Low pass Filter

III. HASIL

Dalam penelitian ini pengambilan pernapasan dilakukan dengan memakai masker oksigen yang dipasangkan microphone sensor dan perhitungan pernapasan dilakukan secara manual.



Gambar 6. Rangkaian Filter

Gb.6 Merupakan rangkaian filter yang sudah dipasangkan pada papan PCB. Rangkaian diatas menggunakan IC lm358, frekuensi cut off yang digunakan pada rangkaian tersebut adalah 0,23 Hz dan 1 Hz.

Gambar 7. Hasil Perancangan Modul

Gb.7 merupakan hasil perancangan modul alat laju pernapasan yang peneliti buat, terdapat LCD untuk melihat nilai dari laju pernapasan, dan sebuah micrhophone sensor yang dipasang pada masker oksigen untuk mendeteksi hembusan napas.

1) Rancang Bangun Alat Laju Pernapasan

Microphone sensor pada saat mendeteksi hembusan napas akan menghasilkan tegangan output. Rangkaian defference amplifier berfungsi untuk menselisihkan tegangan V1 dan V2, setelah itu tegangan akan dikuatkan sebanyak 6,8 kali, output dari defference amplifier akan di filter sesuai dengan pemilihan antara 10db sampai dengan 60db. Lalu output dari filter akan masuk ke Arduino dan akan ditampilkan pada LCF TFT.

2) Program untuk Arduino Laju Pernapasan

Program dibawah adalah program untuk pembacaan adc, output dari rangkaian amplifier dan filter akan masuk ke kaki A0 dari arduino. untuk referensi titik tertinggi dari pembacaan sensor yaitu sebesar 0,9.

Listing program 1. Program pembacaan sensor pada arduino

```
void tampil (void)
{
sensor = analogRead (A0);
 if (ref<=sensor){ref=sensor;}
 else
 {
   ref = ref;
 }
```

ISSN: **2656-8624**

3) Program Perhitungan Napas

Program (waktu<3000) merupakan program untuk perhitungan napas selama 30 detik secara berulang – ulang. (flex > hold) count=0, beat=1 untuk syarat dari detek sensor, ketika kondisi 0 sensor tidak membaca hembusan napas dan ketika 1 sensor sedang mendeteksi hembusan napas. detak++ ini program untuk menghitung nilai napas yang akan tampil pada TFT Nextion

Listing Program 2. Program perhitungan napas

```
waktu = millis() - waktusekarang;
   if (waktu < 30000)
   {
    if (sensor > hold) //syarat detak
    }
    if (sensor<hold)
    { //monostabil
     if (beat==1)
     {
     if (waktumonostabil>delayMonostabil){
     detak++;
     nafasmanual++;
     waktumonostabil=0;
    }
    }
    beat=0;
    }
```

4) Program untuk Total Nilai Napas

Program dibawah merupakan program untuk hitung total nilai pernapasan dalam 30 detik, hasil dari perhitungan pernapasan akan di kali 2 setelah waktu berjalan selama 30 detik. Hasil pernapasan yang ditampilkan pada TFT Nextion adalah hasil yang sudah dikalikan 2

Listing Program 3. Total Nilai Napas

```
else
  {
   waktusekarang = millis();
  }
if(waktumonostabil <
60000){waktumonostabil=waktumonostabil+10;}
}
```

5) Program Tampil Sinyal

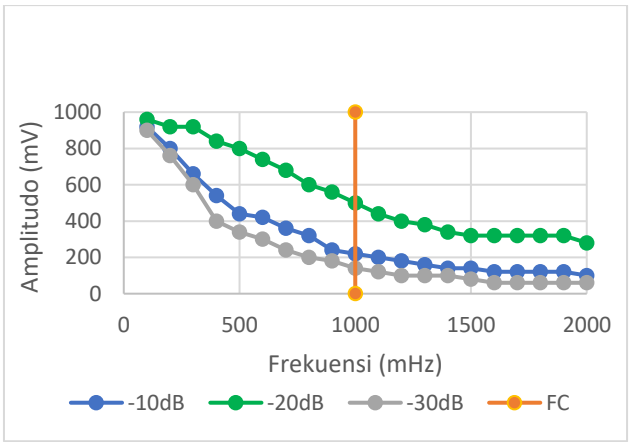
Program dibawah merupakan program untuk tampilan sinyal pada TFT Nextion, output sensor yang masuk ke pin A0 arduino akan menampilkan grafik sinyal laju pernapasan.

Listing Program 4. Program Tampil Sinyal

```
int baca = (analogRead(A0));
  waktu_display = waktu/1000;
  noInterrupts();
  respirasicopy=respirasi;
  detakcopy=detak;
  interrupts();
  Serial.write(0xff);
  Tosend2 = "add ";
  Tosend2 += 1;
  Tosend2 += ",";
  Tosend2 += 0;
  Tosend2 += ",";
  Tosend2 += baca;
```

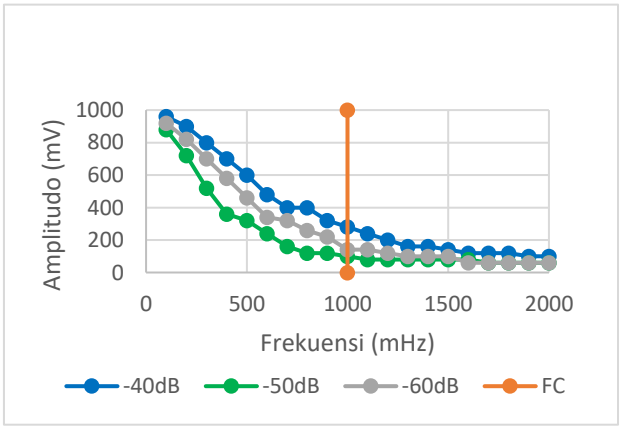
6) Hasil Pengukuran Filter

Gb.8 merupakan hasil dari plottingan low pass filtter -10dB, -20dB, -30dB. Data diatas didapat dari hasil ukur frekuensi kelipatan 100mHz. Dilihat dari gambar bahwa nilai fc sebesar 1Hz, sehingga sinyal yang berfrekuensi diatas frekuensi cut off tidak diloloskan atau ditekan amplitudonya. Terlihat dari grafik, LPF -10dB dan -20dB grafiknya lebih landai dari pada LPF -30dB. Hal ini dikarenakan terjadi penekanan amplitudo pada LPF -30dB.



Gambar 8. Hasil Plottingan LPF -10db, -20db, -30db

Gb.9 merupakan hasil dari plottingan low pass filtter -40dB, -50dB, -60dB. Data diatas didapat dari hasil ukur frekuensi kelipatan 100mHz. Dilihat dari gambar bahwa nilai fc sebesar 1Hz, sehingga sinyal yang berfrekuensi diatas frekuensi cut off tidak diloloskan atau ditekan amplitudonya. Terlihat dari grafik, LPF -40dB grafiknya lebih landai dari pada LPF -50dB dan -60dB. Hal ini dikarenakan terjadi penekanan amplitudo pada LPF -50dB dan -60dB.



Gambar 9. Hasil Plottingan LPF -10db, -20db, -30db

7) Pengukuran Pernapasan Dengan Alat Penghitung Manual
Hasil pengambilan data dapat di tunjukan sebagai berikut:

TABEL 1. NILAI ERROR PENGUKURAN PARAMETER RESPIRASI DENGAN ALAT MANUAL

Filter	Error(%)
No Filter	16,48
-10dB	0,67
-20dB	0,33
-30dB	0,33
-40dB	0,33
-50dB	0,33
-60dB	0,33

Tabel 1. merupakan hasil pengukuran dari modul dan pengukuran manual yang sudah dibandingkan. Rata-rata nilai error yang dihasilkan sangat kecil.

IV. PEMBAHASAN

Penelitian ini berfokus pada perbandingan penggunaan filter dan tanpa penggunaan filter pada rancang bangun alat laju pernapasan, dengan menggunakan *low pass filter* -10db, -20db, -30db, -40db, -50db, -60db. Pada alat terdapat sebuah selector untuk melakukan pemilihan filter dan tanpa filter. Untuk pengambilan data perbandingan alat dilakukan pada 1 subjek untuk laju pernapasan. Pada pengambilan data tanpa filter didapat nilai error sebesar 16,48% antara hasil pembacan modul dengan dilakukan hitung manual napas. Untuk pengambilan data dengan filter 10db didapat error sebesar 0,67%, filter 20db didapat error sebesar 0,33%, filter 30db didapat error sebesar 0,33%, filter 40db didapat error sebesar 0,33%, filter 50db didapat error sebesar 0,33%, dan pada filter 60db didapat error sebesar 0,67%. Besarnya nilai error pada pembacaan tanpa filter dikarenakan sensor yang terlalu sensitive sehingga menyebabkan nilai pembacaan yang tinggi. Untuk penggunaan filter semakin tinggi db yang digunakan maka hasil dari pembacaan sensor akan semakin bagus.

V. KESIMPULAN

Telah dibuat Alat Laju Pernapasan dengan tanpa filter dan menggunakan filter mulai dengan 10db sampai 60db. Hasil laju pernapasan ditampilkan pada LCD TFT berupa sinyal laju pernapasan dan nilai laju pernapasan. Setiap filter mempunyai nilai error yang berbeda-beda, untuk nilai error terbesar pada penggunaan tanpa filter sebesar 16,48%, dan untuk nilai error paling kecil pada penggunaan filter sebesar 0,33%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Das, “Development of A Respiration Rate Meter - A Low-Cost Design Approach,” *Heal. Informatics - An Int. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 9–16, 2013.

[2] S. Rolfe, “The importance of respiratory rate monitoring,” vol. 28, no. April, pp. 504–508, 2019.

[3] V. Putte, “Respiratory system 呼吸系统,” pp. 811–857, 2014.

[4] C. Practice, “Respiratory rate 4: breathing rhythm and chest movement,” vol. 114, no. 9, pp. 49–50, 2018.

[5] T. Hamzah and A. Kholiq, “Design and Development of Respiratory Rate Calculators Patients with Breath Disorders,” *Int. J. Sci. Res.*, vol. 7, no. 9, pp. 815–817, 2018.

[6] F. D. Bestari, “Seminar Tugas Akhir April 2016 Seminar Tugas Akhir April 2016 Batasan Masalah,” no. April, pp. 1–7, 2016.

[7] Desy Yeniar Ekawati, “POLTEKKESSBY-Studi-1793-DRAFTSeminar.” 2017.

[8] Y. D. Benjamin Gavish, “APPARATUS AND METHOD FOR BREATHING PATTERN DETERMINATION USING ANON-CONTACT MICROPHONE,” vol. 2, no. 12, pp. 1–22, 2010.

[9] D. S. Avalur and M. Aiello, “Human Breath Detection using a Microphone,” vol. 1, no. 1, pp. 1–65, 2013.

[10] B. A. R. Yunyoung Nam, “Estimation of Respiratory Rates Using the Built-in Microphone of a Smartphone or Headset,” vol. 2194, no. c, pp. 1–9, 2015.

[11] A. M. A. Nastiti Virindra Wardhani, “A monitoring portable device with TFT Touchscreen Display (ECG , BPM, Body Temperature and Respiratory Rate),” vol. 1, no. 1, p. 7, 2019.

[12] I. M. Naradhyana, U. Sunarya, and S. Hadiyoso, “Alat Pemantau Sistem Pernafasan Menggunakan Mikrokontroler dan E-Health PCB,” *Univ. Telkom*, vol. 1, no. 1, p. 10, 2014.

[13] M. Alam, “A Novel Design of a Respiratory Rate Monitoring System using a Push Switch Circuit and Arduino Micocontroller,” in *2019 International Conference on Robotics,Electrical and Signal Processing Techniques (ICREST)*, 2019, pp. 470–473.

[14] T. Hamzah and Sumber, “Design of LCD Graph Appearance Respiratory Equipment with Patient Data Storage,” vol. 2, no. 1, pp. 282–287, 2018.

[15] S. Li, B. Lin, C. Tsai, C. Yang, and B. Lin, “Design of Wearable Breathing Sound Monitoring System for Real-Time Wheeze Detection,” vol. 1, no. 1, pp. 1–15, 2017.