


Pemantauan Apnea Berbasis *Internet of Things* dengan Notifikasi di *Mobilephone*

Muhammad Fuad Nurillah#, Bambang Guruh Irianto, I Dewa Gede Hari Wisana
Jurusan Teknologi Elektro-medis, PoltekNIK Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya
Jl. Pucang Jajar Timur No. 10, Surabaya, 60282, Indonesia
Email: #nurillahfuad@gmail.com. bgi_ps@yahoo.com. hariwisana@yahoo.com

Info Artikel	Abstrak
<p>Penerimaan Artikel: Diterima 9 Maret 2019 Revisi 15 Des 2020 Terbit 18 Des 2020</p> <hr/> <p>Kata kunci: <i>Apnea Monitor</i> <i>Sleep Apnea</i> Sensor Piezoelektrik Mikrokontroler ESP32 Android</p>	<p>Penderita gangguan henti napas pada saat tidur (sleep apnea) semakin meningkat, hampir lebih dari 80% orang menderita gangguan ini tidak terdiagnosis. Gejala dari sleep apnea yaitu terjadinya henti napas selama lebih dari 10 detik. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang alat monitor apnea agar dapat mendeteksi gejala sleep apnea. Kontribusi dalam penelitian ini adalah sistem monitoring atau pemantauan jarak jauh sehingga orang lain dapat memantau kondisi pasien meskipun tidak sedang mendampinginya. Agar dapat mempermudah proses monitoring dan pendiagnosaan pasien maka dibuatlah alat apnea monitor berbasis Internet of Things dengan dilengkapi notifikasi pada android sehingga dapat dengan cepat dilakukannya penanganan pada pasien. Perancangan alat ini menggunakan piezoelektrik sebagai sensor pendeteksi pernapasan yang diletakkan pada bagian perut pasien. Output sensor berupa tegangan kemudian dikondisikan pada rangkaian PSA. Menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pemrosesan sinyal yang dibentuk oleh rangkaian PSA dan diolah menjadi nilai respirasi. Nilai respirasi kemudian dikirimkan ke perangkat android menggunakan jaringan Wi-Fi dan ditampilkan pada aplikasi Blynk. Apabila terdeteksi kejadian henti napas selama lebih dari 10 detik maka alat akan menyalakan indikator dan mengaktifkan notifikasi pada android. Penelitian ini melakukan pengukuran amplitudo sinyal respirasi dan nilai respirasi terhadap responden dan juga melakukan pengujian pengiriman jarak jauh menggunakan jaringan Wi-Fi. Hasil pengujian pada penelitian ini alat dapat mengirimkan data dengan baik dan tanpa loss data dengan jarak 5 meter dalam ruangan dan 10 meter berbeda ruangan. Alat ini dapat diimplementasikan pada proses monitoring pasien sehingga dapat mengurangi penderita gangguan sleep apnea.</p> <p>Abstract <i>Patients with breathing problems during sleep (sleep apnea) are increasing, almost more than 80% of people suffering from this disorder are not diagnosed. Symptoms of sleep apnea include breathing for more than 10 seconds. The purpose of this study is to design apnea monitoring devices to detect sleep apnea symptoms. The contribution in this study is a monitoring system or remote monitoring so that others can monitor the condition of the patient even though not accompanying him. In order to simplify the process of monitoring and diagnosing patients, an apnea monitor based on the Internet of Things is made with notifications on android so that treatment can be quickly performed on patients. The design of this device uses piezoelectric as a respiratory detection sensor which is placed on the patient's abdomen. The sensor output in the form of voltage is then conditioned on the PSA circuit. Using the ESP32 microcontroller as signal processing which is formed by the PSA circuit and processed into respiration values. Respiration values are then sent to the Android device using a Wi-Fi network and displayed on the Blynk app. If a stop breathing event is detected for more than 10 seconds, the device will turn on the indicator and activate the notification on the android. The test results in this study the tool can send data properly and without loss data with a distance of 5 meters in a room and 10 meters in a different room. This tool can be implemented in the patient monitoring process so that it can reduce sufferers of sleep apnea disorders.</i></p>
<p>Penulis yang dihubungi: Bambang Guruh Irianto Jurusan Teknologi Elektro-medis PoltekNIK Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya Jl. Pucang Jajar Timur No. 10, Surabaya, 60282, Indonesia Email: bgi_ps@yahoo.com</p>	<p>This work is an open access article and licensed under a Creative Commons Attribution-Share A like 4.0 International License (CC BY-SA 4.0).</p> 

I. PENDAHULUAN

Sleep apnea (SA) merupakan salah satu bentuk dari pada gangguan pernapasan yang paling umum terjadi saat tidur. *Sleep apnea* ditandai dengan berhentinya aliran udara ke paru-paru, dimana ketika pernapasan berhenti lebih dari 10 detik

maka peristiwa ini dikatakan apnea[1]. Ketika terjadinya *sleep apnea* atau henti nafas maka akan ada penurunan saturasi oksihemoglobin lebih dari 3% atau diakhiri dengan terbangun dari tidur[2]. *Sleep apnea* memiliki dampak yang serius pada pasien, terutama dapat menyebabkan masalah jantung (hipertensi, penyakit arteri koroner, dan aritmia)[3]. Selain itu

gangguan siklus tidur juga dapat berdampak buruk bagi kualitas hidup. Hal ini sering menyebabkan depresi, kelelahan di saat siang hari dan rasa mengantuk. Peristiwa *sleep apnea* terbagi menjadi 3 kelas yaitu : *obstructive sleep apnea* (OSA), *central sleep apnea* (CSA), dan *mixed sleep apnea* (MSA)[4]. *Obstructive sleep apnea* (OSA) adalah kelainan atau gangguan pada pernapasan yang ditandai oleh apnea dan hypopnea akibat obstruksi saluran napas saat tidur. OSA dapat didiagnosa melalui banyaknya frekuensi penurunan aliran udara yang biasanya terjadi lebih dari 5 kali dalam 1 jam tidur [1]. *Obstructive sleep apnea* (OSA) ini sering tidak terdeteksi pada saat pasien tidur. Statistik menunjukkan bahwa sekitar 100 juta orang-orang di seluruh dunia, dimana di AS dari 18 hingga 50 juta orang, diduga memiliki OSA, dan diantaranya lebih dari 80% tetap tidak terdiagnosis [5]. Indeks *apnea-hypopnea* (AHI) digunakan untuk menggambarkan kejadian apnea per jam tidur untuk menilai tingkat keparahan dari sindrom OSA. Tingkatan pada OSA dapat dilihat dari nilai AHI, dimana *Obstructive sleep apnea* ringan memiliki nilai AHI ≤ 5 , *Obstructive sleep apnea* sedang memiliki nilai AHI = 6,9, sedangkan pada OSA berat memiliki nilai AHI ≥ 30 [1]. Gangguan OSA yang tetap tidak ditangani akan meningkatkan resiko terjadinya hipertensi, stress pada sistem kardiovaskular yang menyebabkan jantung dan paru bekerja lebih keras [6]. Berdasarkan data – data diatas maka, *apnea monitor* sangat dibutuhkan untuk mendiagnosis dan mengenali gejala *sleep apnea* atau kejadian berhentinya napas[7]. Pernapasan dimungkinkan oleh kerja otot diafragma dan otot interkostal eksternal[8]. Diafragma berkontraksi dan bergerak ke bawah menghasilkan perbedaan tekanan yang menyebabkan udara masuk ke paru-paru[9]. Kontraksi otot-otot interkostal menyebabkan tulang rusuk terangkat yang mengakibatkan ekspansi rongga dada memungkinkan volume udara yang lebih besar untuk masuk [10][11]. Proses terjadinya perubahan tekanan ini dapat diukur menggunakan sensor tekanan sehingga bisa didapatkan nilai respirasi. Salah satunya sensor piezoelektrik, sensor piezoelektrik merupakan sensor yang dapat mengubah tekanan menjadi nilai tegangan[12][13]. Sensor ini memiliki kelebihan diantaranya bentuk sensor yang kecil, dan penggunaannya yang mudah. Sensor ini juga sudah diterapkan untuk mendeteksi bahkan memonitoring nilai respirasi[14][15].

Pada tahun 2016 Ifana Mahbub, dkk membuat alat *A Low Power Wireless Breathing Monitoring System Using Piezoelectric Transducer*. Alat ini menggunakan piezoelektrik sensor untuk memonitoring pernapasan yang kemudian hasilnya dikirimkan secara wireless. Akan tetapi tidak dijelaskan peletakan sensor piezoelektrik dan sistem pengiriman nilai pernapasannya. Kemudian pada tahun 2018 dibuat alat *Measurement of Respiratory Rate Using Piezoelectric Sensor*, oleh Shankar N, dkk. Alat ini menggunakan piezoelektrik untuk mendeteksi pernapasan yang diletakkan pada bagian dada pasien. Akan tetapi, alat ini masih menggunakan USB serial RS232 pada sistem pengiriman nilai pernapasannya yang kemudian ditampilkan pada PC. Kemudian di tahun yang sama juga dibuat alat *Sabuk Respiration Rate dengan Sensor Piezoelektrik* oleh Affan Ardiyanto. Menggunakan sensor piezoelektrik untuk

mendeteksi respirasi dari pasien. Sistem pengukuran respirasi dari alat ini menggunakan sabuk yang diikatkan pada perut dan hasil nilai respirasi per menitnya ditampilkan pada PC melalui bluetooth[16]. Berdasarkan data telusur pustaka diatas bahwa sensor piezoelektrik selain dapat diterapkan pada alat untuk mengukur laju pernapasan (respirasi), sensor piezoelektrik juga dapat diterapkan pada alat *apnea monitor* yang secara prinsip kerja sama [6]. Adapun alat *apnea monitor* menggunakan sensor piezoelektrik yang telah dibuat, antara lain tahun 2017 oleh Yin Yan Lin, dkk dengan judul *Sleep Apnea Detection Based on Thoracic and Abdominal Movement Signals of Wearable Piezo-Electric Bands*. Penggunaan sensor piezoelektrik pada alat tersebut diletakkan pada posisi rongga dada dan rongga perut, ternyata menghasilkan hasil ukur tekanan yang berbeda, artinya perbedaan peletakan posisi sensor mempengaruhi hasil ukur tekanan [17]. Akan tetapi, didalam jurnalnya hanya menjelaskan sensor piezoelektrik dapat digunakan untuk mendeteksi sleep apnea dengan menggunakan sensor piezoelektrik pada bagian dada dan perut, sehingga dalam penelitiannya alat ini tidak menampilkan nilai pernapasan per menit. Kemudian pada tahun yang sama juga, Erdenebayar, dkk membuat alat *Obstructive Sleep Apnea Screening Using a Piezo-Electric Sensor*, alat ini mendeteksi gangguan tidur (*apnea*) melalui kejadian mendengkur menggunakan sensor piezoelektrik yang dipasang di leher. Mendengkur akan menyebabkan getaran, dimana getaran tersebut dapat terdeteksi pada sensor, selain mendengkur sensor piezoelektrik juga dapat mengukur getaran yang dihasilkan oleh gerakan tubuh dan batuk saat tidur [5]. Akan tetapi, alat yang dibuat hanya menghitung Snoring Index (SI) atau kejadian mendengkur dalam tidur sehingga tidak melakukan monitoring nilai pernapasan.

Berdasarkan uraian studi pustaka yang telah diuraikan, ada beberapa hal yang perlu dilakukan pengembangan antara lain : alat pendeteksi *sleep apnea* yang *portable*, monitoring nilai pernapasan secara *real-time*, adanya alarm/notifikasi pada saat terjadi apnea. Oleh karena itu, pada penelitian ini dibuatlah alat *Apnea Monitor berbasis Internet of Things dilengkapi Notifikasi pada Android* dengan tujuan untuk mempermudah dilakukannya proses monitoring pada pasien sehingga dapat mencegah resiko terjadinya penyakit kardiovaskular dan komplikasi penyakit lain seperti hipoksia bahkan kematian mendadak (*sudden death*)[18]. Penggunaan alat ini lebih efektif karena memiliki kelebihan yaitu, menggunakan sensor piezoelektrik sebagai pendeteksi perubahan tekanan ketika kontraksi dan relaksasi otot diafragma dan interkostal eksternal pada saat pernapasan [19]. Ukuran sensor ini juga relatif kecil sehingga *portable* dan nyaman untuk digunakan. Alat ini menampilkan nilai pernapasan secara *real-time* menggunakan sistem pengiriman data berbasis *Internet of Things* dimana memungkinkan proses monitoring pada jarak jauh[20]. Alat ini juga dilengkapi alarm dan notifikasi pada tampilannya berupa android sehingga dapat dilakukan *treatment* / penanganan segera terhadap pasien.

Artikel ini tersusun dari beberapa bagian, yaitu bagian I yang berisi pendahuluan menjelaskan permasalahan yang terjadi dan penelitian – penelitian sebelumnya yang pernah dibuat, bagian II berisi bahan dan metode dalam melakukan

penelitian, bagian III merupakan hasil – hasil yang didapatkan dalam penelitian ini, bagian IV berisi pembahasan dari hasil dari penelitian ini, dan bagian V berisi kesimpulan.

II. BAHAN DAN METODE

A. Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini, dilakukan pengujian alat dengan mengambil data dari 3 responden laki – laki dengan rentang usia 17 - 40 tahun.

1) Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan sensor piezoelektrik (*Polyvinylidene Fluoride*) sebagai pendeteksi pernapasan pasien. Menggunakan IC dual operating amplifier LM358 (*Texas Instrument, China*) untuk rangkaian *summing amplifier* dan *low pass filter*. Menggunakan mikrokontroler ESP32 (DOIT ESP32 DEVKIT V1, China) sebagai pemrosesan data dan sistem pengiriman data melalui jaringan Wi-Fi. Untuk *power supply* alat menggunakan baterai 3,7V (NOKIA, 890mAh, China) dengan modul charge dan step – up 5V (STEP UP MODUL 134N3P, China). dan untuk tampilan nilai respirasinya menggunakan android (Version 6.0.1, USA) melalui aplikasi Blynk (Version 2.27.12, USA).

2) Percobaan

Pada penelitian ini, dilakukan 3 macam pengujian yaitu : pengujian jarak Wi-Fi, pengukuran sinyal respirasi, dan pengukuran nilai respirasi.

a) Pengujian jarak Wi-Fi

Pengujian jarak Wi-Fi dilakukan dengan cara alat diletakkan pada satu tempat sedangkan tampilan berupa android diletakkan pada tempat yang lain dengan jarak yang telah ditentukan, pengiriman data menggunakan jaringan Wi-Fi dari hotspot seluler perangkat android sebagai tampilan.

b) Pengukuran sinyal respirasi

Pengukuran sinyal respirasi dilakukan terhadap 3 responden kemudian ditampilkan pada serial plotter Arduino dan diplot grafik pada excel untuk mengetahui amplitudo tertinggi sinyal respirasi.

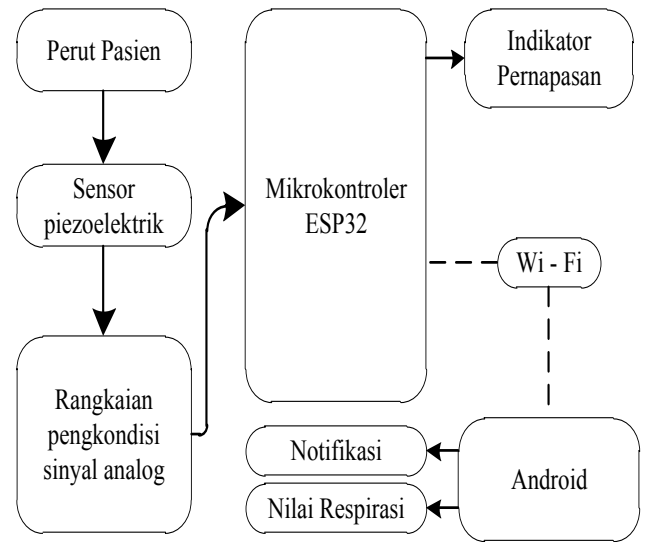
c) Pengukuran nilai respirasi

Pengambilan data nilai respirasi dilakukan juga terhadap 3 responden sebanyak 5 kali. Pada saat dilakukan pengukuran, responden dengan posisi tidur, tenang, dan rileks.

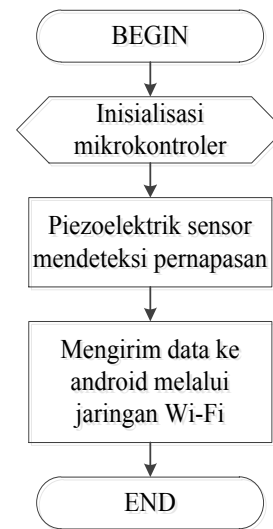
B. Diagram Blok

Sensor *piezoelektrik* yang diletakkan pada perut pasien berfungsi sebagai pendeteksi perubahan tekanan yang terjadi ketika pernapasan. Perubahan tekanan ini menyebabkan perubahan output tegangan pada sensor *piezoelektrik*. Output dari sensor *piezoelektrik* kemudian masuk pada rangkaian PSA sehingga membentuk sinyal. Selanjutnya, output sinyal dari PSA masuk ke mikrokontroler untuk diolah menjadi nilai respirasi tiap menit, ketika terjadi pernapasan maka indikator led akan menyala, nilai respirasi dikirimkan ke android melalui jaringan Wi-Fi. dan ketika terdeteksi adanya henti nafas selama

lebih dari 10 detik maka android juga akan menampilkan notifikasi.



Gambar. 1 Blok Diagram Apnea Monitor



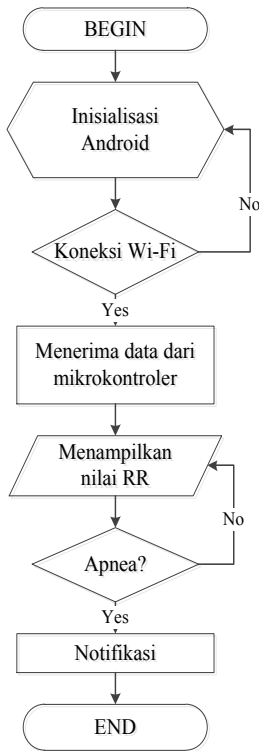
Gambar. 2 Diagram Alir Apnea Monitor

C. Diagram Alir

Alir program mikrokontroler digambarkan pada Gambar 2. Setelah proses inisialisasi maka mikrokontroler akan mendeteksi perubahan sinyal yang dihasilkan oleh sensor piezoelektrik. Selanjutnya, data yang sudah diolah dikirimkan ke android melalui jaringan Wi-Fi.

Alir program pada android digambarkan pada Gambar 3. Proses diawali dengan koneksi *wireless* dengan menggunakan bantuan jaringan Wi-Fi. Data yang diterima oleh Wi-Fi pada android kemudian diproses pada aplikasi android yang nantinya akan menampilkan nilai respirasi per menit. Jika

terdeteksi henti nafas atau *apnea* maka akan terdapat notifikasi pada android yang berfungsi sebagai peringatan kepada *user* agar segera dilakukannya tindakan.



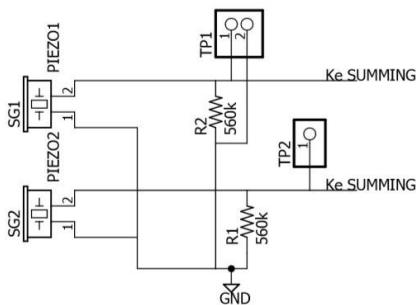
Gambar. 3 Diagram Alir Android

D. Rangkaian Analog

Bagian penting dalam alat ini adalah rangkaian pengkondisi sinyal analog yang terdiri dari *pull down resistor* pada Gambar 4, *summing amplifier* pada Gambar 5, dan filter LPF pada Gambar 6. Rangkaian summing amplifier dan filter LPF dibuat menggunakan IC dual operating amplifier LM358.

1) Pulldown resistor

Sensor *piezoelektrik* dirangkai paralel dengan resistor yang terhubung dengan *ground* (*pull down*) seperti pada Gambar 4. Ketika terjadi pernapasan, perut akan menghasilkan perubahan tekanan saat inspirasi dan ekspirasi sehingga sensor piezoelektrik akan menghasilkan tegangan mengikuti perubahan tekanan tersebut.

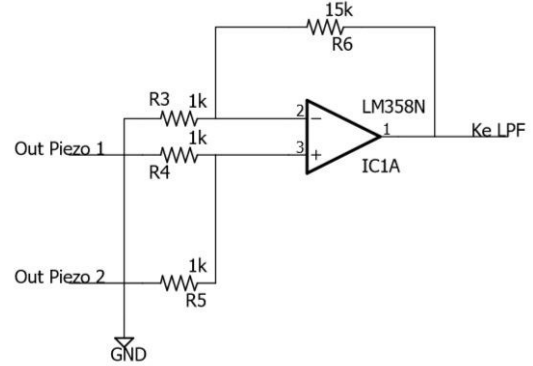


Gambar. 4 Pulldown resistor

2) Summing Amplifier

Rangkaian *summing amplifier* yang ditampilkan pada Gambar 5 berfungsi sebagai penjumlah output dari kedua sensor piezoelektrik juga sebagai penguat sinyal agar sinyal yang dihasilkan lebih besar dengan penguatan sebesar 16 kali. Dengan rumus sebagai berikut :

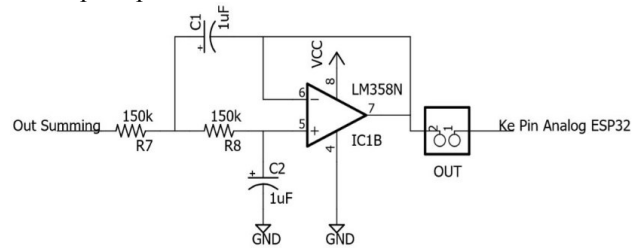
$$A_{cl} = 1 + \frac{R_f}{R_{in}} \tag{1}$$



Gambar. 5 Summing Amplifier

3) Low Pass Filter

Output dari rangkaian *summing amplifier* masih terinterferensi dengan sinyal frekuensi tinggi yang tidak digunakan, maka dari itu diperlukan rangkaian *Low Pass Filter* seperti pada Gambar 6.



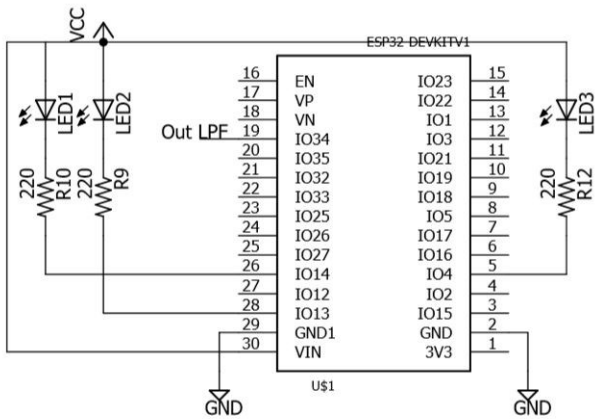
Gambar. 6 Low Pass Filter

Rangkaian *Low Pass Filter* berfungsi sebagai menyaring frekuensi yang dibutuhkan dan meredam frekuensi tinggi yang tidak dibutuhkan. Dalam penelitian ini, rangkaian *Low Pass Filter* menggunakan frekuensi cut off sebesar 1 Hz yang didapatkan melalui perhitungan frekuensi cut off (f_c) sebagai berikut :

$$F_c = \frac{1}{2\pi RC} \tag{2}$$

4) Rangkaian Mikrokontroler

Pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pemrosesan datanya dimana mikrokontroler ESP32 ini berupa modul *build in* untuk mengaktifkan modul ini membutuhkan tegangan supply sebesar 5VDC dan ground seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar. 7 Rangkaian Mikokontroler ESP32

Pin IO34 atau pin analog 34 berfungsi sebagai masukan dari rangkaian *low pass filter*. Pin VIN terhubung dengan modul step up 5V dan pin GND terhubung dengan ground. Pin IO14, IO13, dan IO4 masing- masing terhubung dengan resistor dan led indikator. LED1 sebagai indikator pernapasan, LED 2 sebagai indikator koneksi jaringan Wi-Fi, dan LED 3 sebagai indikator terjadinya *apnea*.

5) Diagram koneksi jaringan Wi-Fi

Penelitian ini menggunakan jaringan Wi-Fi untuk pengiriman data dari mikrokontroler ke perangkat android. Alat ini menggunakan mikrokontroler ESP32 dimana telah terintegrasi dengan modul Wi-Fi sebagai transmitter (pengirim data) dan perangkat android sebagai receiver (penerima data) nilai respirasi yang ditampilkan melalui aplikasi Blynk seperti yang digambarkan pada diagram koneksi Wi-Fi pada Gambar 8 berikut.



Gambar. 8 Diagram koneksi Wi-Fi

III. HASIL

Pada penelitian ini, pengujian dilakukan langsung pada responden untuk mengukur nilai dan sinyal respirasi tanpa adanya pembanding.

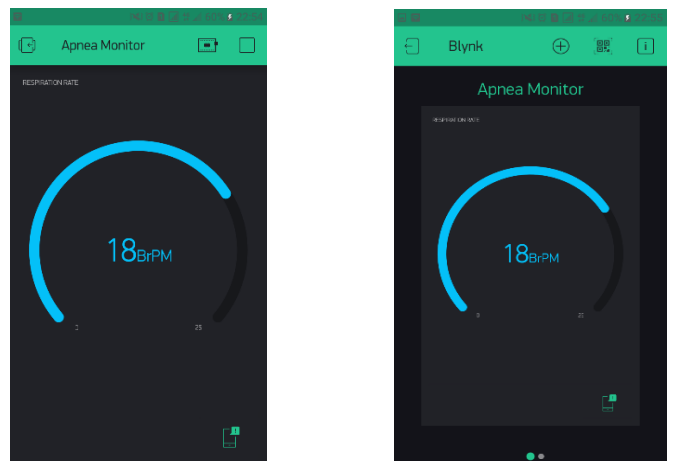


Gambar. 9 Hasil Alat Apnea Monitor

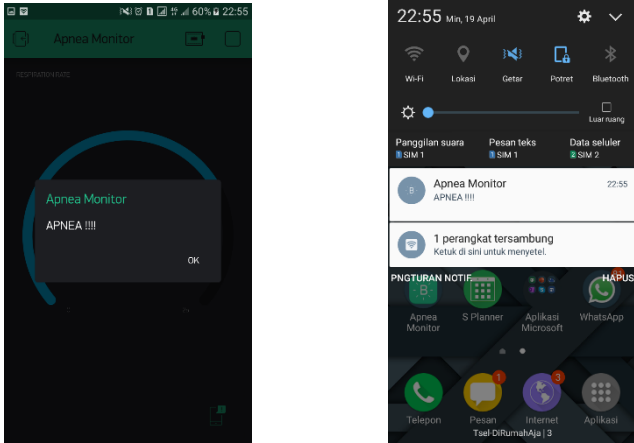
Gambar 9 diatas merupakan tampak depan alat apnea monitor. Terdapat 3 indikator led yaitu led koneksi yang menyala ketika alat terhubung dengan jaringan Wi-Fi, led apnea yang menyala ketika terdeteksi tidak ada pernapasan lebih dari 10 detik, dan led respirasi yang menyala ketika terjadi pernapasan.

1) Hasil Alat Apnea Monitor

Pada bagian depan alat apnea monitor ini memiliki 3 buah led indikator seperti yang ditampilkan pada Gambar 9. Tampilan nilai respirasi yang diukur dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi pada android menggunakan aplikasi Blynk ditunjukkan pada Gambar 10[21][22]. Pada bagian tengah halaman terdapat nilai respirasi per menit dengan satuan BrPM (Breath Per Minute). Nilai respirasi per menit akan ter-update secara real-time tergantung koneksi jaringan Wi-Fi dan periode pernapasan[23].



Gambar. 10 Tampilan aplikasi Blynk pada Android



Gambar. 11 Tampilan notifikasi aplikasi Blynk pada Android

Pada bagian pojok kanan bawah tampilan terdapat icon *notification* yang akan aktif apabila terdeteksi tidak ada pernapasan selama lebih dari 10 detik maka akan terdapat notifikasi pada android yang ditunjukkan pada Gambar 11[24]. Notifikasi ini akan terus muncul setiap 10 detik sampai terdeteksi lagi pernapasan.

2) Listing program untuk pengolahan sinyal respirasi pada mikrokontroler ESP32

Pada penelitian ini pemrosesan data sinyal respirasi menggunakan mikrokontroler ESP32 sehingga didapatkan nilai respirasi yang dihasilkan dari pernapasan. Program untuk pengolahan sinyal respirasi ditampilkan pada Listing Program 1.

Listing Program 1. Program Pengolahan Sinyal

```
//=====Program Autoreferensi=====
if(ref<=flex)
{ref=flex;}
else
{ref=ref;hold=(ref*0.6);}

//=====Program Pengolahan Sinyal Respirasi=====
void respirasi () {
waktu=millis()-waktureset;
if (sensor>hold)
{
beat=1;
digitalWrite(ledresp,LOW);
}
if (sensor<(hold*0.9))
{
if(beat==1){
digitalWrite(ledresp,HIGH);
nafasmanual++;
beat=0;
}
}
}
```

```
//=====Program Perhitungan Nilai Respirasi=====
if(nafasmanual==3){
nafasmenit=180000/waktu;
nafasmanual=0;
waktureset=millis();
}
}
```

Pengolahan sinyal respirasi pada mikrokontroler ESP32 dimulai dengan menentukan referensi sinyal. Referensi sinyal berfungsi untuk membedakan dan memberikan logika High/Low pada sinyal saat terjadi inspirasi dan ekspirasi. Apabila terjadi inspirasi maka sinyal akan melebihi referensi sehingga memberikan logika High dan dihitung 1 kali nafas, pada saat itu juga led indikator respirasi menyala. Kemudian saat ekspirasi sinyal akan turun sampai kurang dari referensi sehingga memberikan logika Low dan pada saat itu led indikator respirasi akan mati. Nilai respirasi per menit diperoleh dari rumus 180000 dibagi dengan periode yang dibentuk oleh 3 kali nafas.

3) Listing program untuk setting Wi-Fi pada mikrokontroler ESP32 dan tampilan pada aplikasi Blynk

Setting Wi-Fi pada mikrokontroler ESP32 perlu dilakukan agar mikrokontroler ESP32 dapat aktif dan dapat mengolah sinyal respirasi yang kemudian nilai respirasi per menitnya dikirimkan ke perangkat android pada aplikasi Blynk. Pada aplikasi blynk menggunakan auth token yang merupakan kode unik bagi user yang menggunakan aplikasi blynk. Program setting Wi-Fi ditampilkan pada Listing Program 2.

Listing Program 2. Program Pengaturan Wi-Fi

```
#define BLYNK_PRINT Serial
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
char auth[] = "OG_3tJ50uC50jwIY1AqXXXXXX";
char ssid[] = "apneamonitor";
char pass[] = "apneamonitor";
```

Setting Wi-Fi yang digunakan ini dengan SSID “apneamonitor” dan password “apneamonitor” ini hanya untuk mengaktifkan mikrokontroler ESP32 saja, namun koneksi jaringan yang digunakan pada android dengan aplikasi blynk sebagai tampilan bebas, dapat menggunakan data seluler pada smartphone atau jaringan Wi-Fi dengan SSID dan password yang sama atau dapat juga dengan jaringan Wi-Fi dengan SSID dan password yang berbeda dengan setting Wi-Fi pada mikrokontroler ESP32.

4) Listing program untuk mengirimkan data ke aplikasi Blynk

Setelah didapatkan nilai respirasi dari pemrosesan data, secara otomatis nilai respirasi akan dikirimkan pada aplikasi Blynk menggunakan jaringan Wi-Fi yang sudah tersetting pada mikrokontroler ESP32. Program pengiriman data ditampilkan pada Listing Program 3.

Listing Program 3. Program Pengiriman Data ke aplikasi Blynk

```
Blynk.begin(auth, ssid, pass);
Blynk.run();
respirasi();
Blynk.virtualWrite(V4, nafasmenit);
```

5) Listing program untuk mendeteksi dan menampilkan notifikasi Apnea

Ketika terjadi henti napas (apnea) yang menyebabkan tidak adanya sinyal respirasi selama lebih dari 10 detik maka alat akan menyalakan indikator led dan android menampilkan notifikasi. Program untuk mendeteksi apnea dan menampilkan notifikasi ditampilkan pada Listing Program 4.

Listing Program 4. Program deteksi dan notifikasi Apnea pada aplikasi Blynk

```
//=====Program Deteksi Apnea=====
if(sensor<hold){
    wktapnea=millis()-resetwkt;
    if(wktapnea>10000){
        Blynk.notify("APNEA !!!!");
        digitalWrite(ledapnea,LOW);
        resetwkt=millis();
        ref=ref;hold=(ref*0.8); }}
else{
    resetwkt=millis();
    digitalWrite(ledapnea,HIGH);}
```

6) Uji Jarak Wi-Fi

Pengujian jarak Wi-Fi pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan jaringan Wi-Fi hotspot *portable* dari perangkat android yang digunakan sebagai tampilan. Pada penelitian ini, telah dilakukan pengujian jarak pengiriman data nilai respirasi ke perangkat android dengan 2 metode yaitu dalam ruangan tanpa halangan yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1 dan pada berbeda ruangan yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL I DATA UJI JARAK WI-FI DALAM RUANGAN

No	Jarak (meter)	Koneksi
1	1	OK (tidak ada kehilangan data)
2	2	OK (tidak ada kehilangan data)
3	3	OK (tidak ada kehilangan data)
4	4	OK (tidak ada kehilangan data)

5	5	OK (tidak ada kehilangan data)
---	---	--------------------------------

TABEL II DATA UJI JARAK WI-FI BERBEDA RUANGAN

No	Jarak (meter)	Koneksi
1	2	OK (tidak ada kehilangan data)
2	4	OK (tidak ada kehilangan data)
3	6	OK (tidak ada kehilangan data)
4	8	OK (tidak ada kehilangan data)
5	10	OK (tidak ada kehilangan data)

Setelah dilakukan pengujian, didapatkan hasil alat ini mampu mengirimkan data dengan baik dan tanpa ada *loss data* atau kehilangan data dengan jarak maksimal 5 meter dalam ruangan dan 10 meter berbeda ruangan.

7) Pengukuran Sinyal Respirasi

Pada penelitian ini, dilakukan pengambilan data sinyal respirasi dengan meletakkan sensor piezoelektrik pada dua titik yang berbeda yaitu sensor piezoelektrik 1 diletakkan pada kanan umbilical region (titik pusar) bagian atas dan piezoelektrik 2 pada kiri umbilical region (titik pusar) bagian bawah.

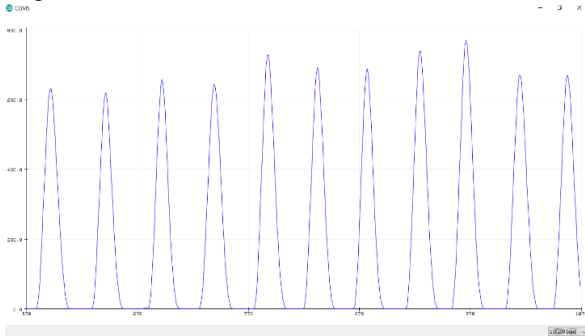


Gambar. 12 Diagram Pengukuran Sinyal Respirasi

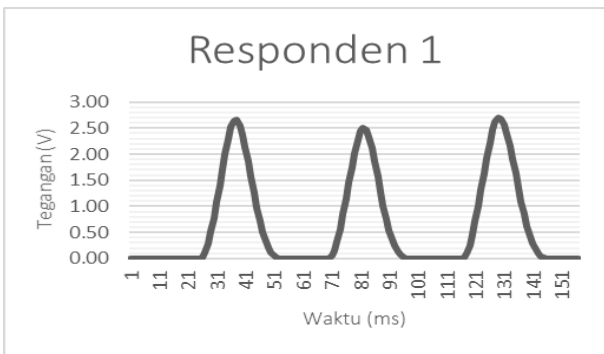
Peletakan kedua sensor piezoelektrik ditunjukkan pada diagram pengukuran Gambar 12. Peletakan kedua sensor piezoelektrik pada lingkaran perut yang berbeda karena perut menghasilkan tekanan yang besar pada saat terjadi inspirasi dan ekspirasi. Pada saat dilakukan pengukuran sinyal respirasi,

responden pada posisi tidur, rileks, dan tenang. Pengukuran sinyal respirasi ini dilakukan dengan cara alat dihubungkan dengan PC kemudian sinyal dilihat pada *serial plotter* Arduino dan pada grafik excel.

a) Responden 1



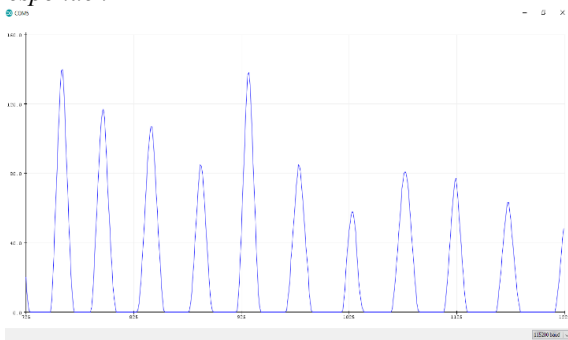
Gambar. 13 Output Sinyal pada Serial Plotter Arduino



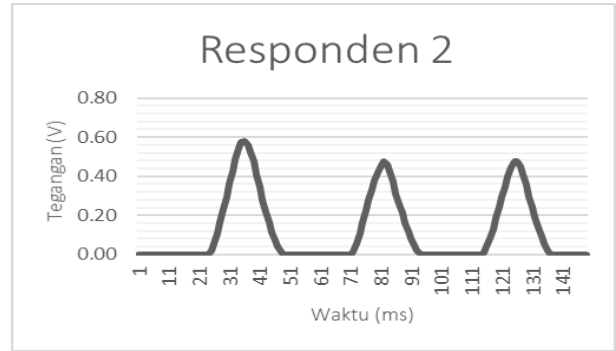
Gambar. 14 Output Sinyal pada Grafik Excel

Gambar 13 merupakan hasil pengukuran sinyal respirasi responden 1 pada serial plotter arduino kemudian untuk mengetahui besarnya amplitudo sinyal, nilai sinyal diplot grafik pada excel yang ditunjukkan pada Gambar 14, didapatkan amplitudo tertinggi responden 1 sebesar 2,70 Volt.

b) Responden 2



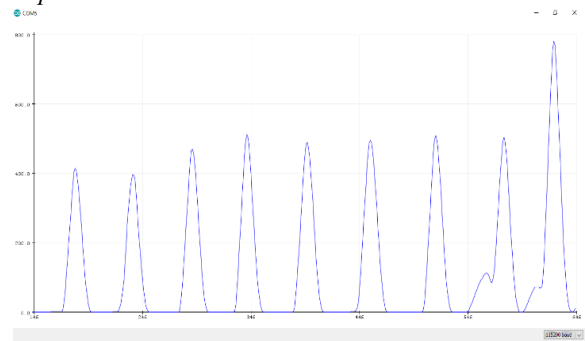
Gambar. 15 Output Sinyal pada Serial Plotter Arduino



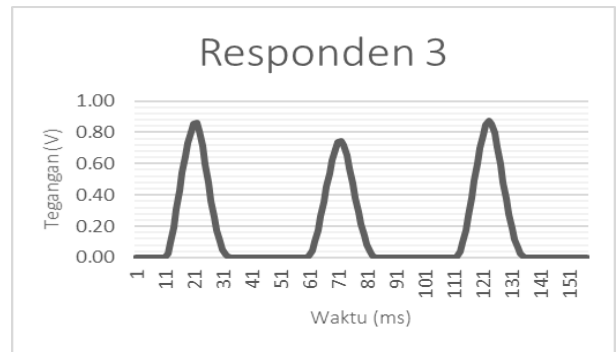
Gambar. 16 Output Sinyal Pada Grafik Excel

Gambar 15 merupakan hasil pengukuran sinyal respirasi responden 2 pada serial plotter arduino kemudian untuk mengetahui besarnya amplitudo sinyal, nilai sinyal diplot grafik pada excel yang ditunjukkan pada Gambar 16, didapatkan amplitudo tertinggi responden 2 sebesar 0,58 Volt.

c) Responden 3



Gambar. 17 Output Sinyal Pada Serial Plotter Arduino



Gambar. 18 Output Sinyal Pada Grafik Excel

Gambar 17 merupakan hasil pengukuran sinyal respirasi responden 3 pada serial plotter arduino kemudian untuk mengetahui besarnya amplitudo sinyal, nilai sinyal diplot grafik pada excel yang ditunjukkan pada Gambar 18, didapatkan amplitudo tertinggi responden 3 sebesar 0,80 Volt.

TABEL III AMPLITUDO OUTPUT SINYAL RESPIRASI

Responden	Berat Badan	
	Responden (Kilogram)	Amplitudo (Volt)
1	54	2,70
2	98	0,58
3	57	0,85

Dari hasil pengukuran sinyal respirasi terhadap 3 responden didapatkan hasil amplitudo output sinyal respirasi tertinggi pada Tabel III.

8) Pengukuran Respirasi Pada Responden

Pada penelitian ini, pengukuran nilai respirasi dilakukan terhadap 3 responden dengan metode pengambilan data seperti pada Gambar 11 sebanyak 5 kali. didapatkan hasil yang ditampilkan pada Tabel IV.

TABEL IV TABEL PENGUKURAN NILAI RESPIRASI

Responden	Pengukuran					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
Responden 1	10	15	10	7	7	9,8
Responden 2	10	15	15	16	16	14,4
Responden 3	11	13	11	12	10	11,4

Dari tabel diatas didapatkan hasil pengukuran dari masing - masing responden berubah-ubah hal ini disebabkan karena beberapa faktor yaitu, penempatan sensor piezoelektrik, responden yang tidak rileks sehingga menghasilkan interferensi pada sinyal respirasi, dan koneksi jaringan Wi-Fi yang tidak stabil.

IV. DISKUSI

Setelah dilakukan pengukuran sinyal respirasi pada 3 responden yang memiliki berat badan yang berbeda didapatkan data hasil pengukuran pada Tabel III yang menunjukkan faktor berat badan responden sangat mempengaruhi hasil pengukuran sinyal respirasi. Pengukuran nilai respirasi juga dilakukan terhadap 3 responden yang sama sehingga mendapatkan hasil pengukuran nilai respirasi pada Tabel IV. Berdasarkan hasil uji jarak pengiriman data yang dilakukan pada dalam ruangan yang ditunjukkan pada Tabel I dan berbeda ruangan yang ditunjukkan pada Tabel II, membuktikan bahwa dengan menggunakan sistem Internet of Things alat ini dapat mengirimkan data secara baik dan tanpa *loss data* pada jarak jauh yaitu 5 meter dalam ruangan dan 10 meter pada berbeda ruangan. Jarak ini bisa lebih jauh lagi jangkauannya apabila

jaringan Wi-Fi yang digunakan pada alat dan tampilan android berbeda.

Sistem pengiriman data ini merupakan peningkatan dari sistem pengiriman data nilai respirasi yang sebelumnya masih menggunakan kabel serial USB sehingga tidak *portable*[25]. Pada penelitian sebelumnya juga masih menggunakan bluetooth dalam sistem pengiriman data nilai respirasinya sehingga tidak bisa dilakukan monitoring jarak jauh (terbatas)[16].

Pengukuran nilai respirasi menggunakan sensor piezoelektrik ini terbukti sangat efektif karena ukuran sensor yang kecil dan harganya yang murah. Sinyal respirasi yang dihasilkan oleh sensor piezoelektrik juga lebih bagus daripada menggunakan sensor tekanan yang lain. Pada penelitian ini juga menggunakan 2 sensor piezoelektrik yang diletakkan pada 2 lingkaran perut yang berbeda sehingga lebih sensitif dalam mendeteksi terjadinya pernapasan.

Alat apnea monitor yang dibuat dalam penelitian ini bisa diimplementasikan pada pasien yang sedang dalam rawat jalan. Meskipun begitu, hasil pengukuran nilai respirasi dari masing - masing responden masih berubah-ubah hal ini disebabkan karena beberapa faktor yaitu, penempatan sensor piezoelektrik, responden yang tidak rileks sehingga menghasilkan interferensi pada sinyal respirasi, dan koneksi jaringan Wi-Fi yang tidak stabil.

V. KESIMPULAN

Tujuan dari penelitian ini adalah dibuatnya alat apnea monitor yang dapat mendeteksi gejala sleep apnea dengan sistem monitoring jarak jauh dan dilengkapi alarm/notifikasi sehingga dapat segera dilakukan penanganan terhadap pasien tersebut. Penelitian ini telah menunjukkan bahwa dapat dibuatnya alat apnea monitor menggunakan 2 sensor piezoelektrik yang ukurannya relatif kecil dan ditempatkan pada sabuk sehingga nyaman untuk digunakan menjadikan alat ini *portable* sehingga lebih efektif digunakan, pada hasil pengukuran sinyal respirasi terhadap 3 responden didapatkan amplitudo sinyal respirasi yang berbeda karena faktor perbedaan berat badan dari responden. Amplitude sinyal respirasi tertinggi sebesar 2,7 Volt pada responden dengan berat badan 54 kg dan amplitude sinyal respirasi terendah sebesar 0,58 kg pada responden dengan berat badan 98 kg. Alat ini menggunakan sistem pengiriman data berbasis *Internet of Things* sehingga dapat dilakukan monitoring secara *real-time* pada jarak jauh dibuktikan dengan pengujian jarak Wi-Fi pada jarak terjauh 5 meter dan 10 meter di berbeda ruangan dan masih bisa lebih jauh lagi apabila menggunakan koneksi jaringan yang berbeda antara alat apnea monitor dan tampilan berupa android, tampilan android mrnggunakan aplikasi blynk yang mudah untuk digunakan dan dilengkapi alarm/notifikasi ketika terjadi henti napas (apnea). Setelah dilakukan pengukuran nilai respirasi pada beberapa responden didapatkan hasil yang cukup namun nilai respirasi masih berubah-ubah maka dari itu penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengatasi faktor-faktor yang menyebabkan hasil nilai pengukuran respirasi pasien yang belum stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Mukhlis and A. Bakhtiar, "Obstructive Sleep Apneu (OSA), Obesitas Hypoventilation Syndrome (OHS) dan Gagal Napas," *J. Respirasi*, vol. 1, no. 3, p. 94, 2019, doi: 10.20473/jr.v1-i.3.2015.94-102.
- [2] S. L. Purwowyoto, "Obstructive Sleep Apnea dan Gagal Jantung," *Yars. Med. J.*, vol. 25, no. 3, p. 172, 2018, doi: 10.33476/jky.v25i3.364.
- [3] C. C. Consequences, "Sleep Apnea," vol. 69, no. 7, 2017, doi: 10.1016/j.jacc.2016.11.069.
- [4] N. Bolden, "Obstructive Sleep Apnea (OSA)," *Anesth. Oral Board Rev. Knocking Out Boards*, pp. 63–64, 2009, doi: 10.1017/CBO9780511657559.026.
- [5] U. Erdenebayar, J. U. Park, P. Jeong, and K. J. Lee, "Obstructive sleep apnea screening using a piezoelectric sensor," *J. Korean Med. Sci.*, vol. 32, no. 6, pp. 893–899, 2017, doi: 10.3346/jkms.2017.32.6.893.
- [6] R. Bs, "Non-invasive sleep apnea detection and monitoring system," pp. 1196–1202, 2016.
- [7] World Health Organization, "Core Medical Equipment - Information," *Core Med. Equipments-Information*, vol. 11.03, no. http://www.who.int/medical_devices/en/index.html, pp. 36, 37, 2011.
- [8] E. Purjijyanta, *Mekanisme Pernapasan dada dan Perut _Artikelsiana*. Jakarta: Erlangga, 2006.
- [9] G. J. Fernandez, "Sistem Pernafasan," *Histol. Dasar*, no. 1102005203, pp. 335–355, 2017.
- [10] C. Massaroni, A. Nicolò, D. Lo Presti, M. Sacchetti, S. Silvestri, and E. Schena, "Contact-based methods for measuring respiratory rate," *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, no. 4, pp. 1–47, 2019, doi: 10.3390/s19040908.
- [11] N. A. Anidityas, N. R. Utami, P. Widiyaningrum, and I. Artikel, "Penggunaan Alat Peraga Sistem Pernapasan Manusia Pada Kualitas Belajar Siswa Smp Kelas Viii," *USEJ - Unnes Sci. Educ. J.*, vol. 1, no. 2, 2012, doi: 10.15294/usej.v1i2.865.
- [12] G. F. Lopez, I. Yamada, V. Problem, and W. Physiological, "Development of a Wearable Acoustic Respiration Sensor Using Piezoelectric Film," no. June 2012, pp. 2–5, 2014.
- [13] K. M. Rizki, R. Maulana, and W. Kurniawan, "Implementasi Sensor Piezoelectric Sebagai Prototype Alat Musik Piano Berbasis Arduino UNO," vol. 2, no. 11, 2018.
- [14] Dipti Patil, V. M. Wadhai, S. Gujar, K. Surana, P. Devkate, and S. Waghmare, "APNEA Detection on Smart Phone," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 59, no. 7, pp. 15–19, 2012.
- [15] R. G. Manjunatha, N. Ranjith, Y. V Meghashree, K. Rajanna, and D. R. Mahapatra, "IDENTIFICATION OF DIFFERENT RESPIRATORY RATE BY A PIEZO POLYMER BASED NASAL SENSOR," pp. 1–4, 2013.
- [16] A. Ardiyanto, E. Yulianto, and D. Titisari, "Sabuk Respiration Rate Dengan Sensor Piezoelektrik," 2018.
- [17] Y. Y. Lin, H. T. Wu, C. A. Hsu, P. C. Huang, Y. H. Huang, and Y. L. Lo, "Sleep Apnea Detection Based on Thoracic and Abdominal Movement Signals of Wearable Piezoelectric Bands," *IEEE J. Biomed. Heal. Informatics*, vol. 21, no. 6, pp. 1533–1545, 2017, doi: 10.1109/JBHI.2016.2636778.
- [18] N. Maske and A. Gaikwad, "MONITORING OF OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA USING MOBILE," *Int. J. Ind. Electron. Electr. Eng. ISSN*, vol. 4, no. 4, pp. 71–75, 2016.
- [19] N. Shankar and K. Sankar, "Measurement of Respiratory Rate Using Peizoelectric sensor," vol. 7, no. 1, pp. 184–188, 2018.
- [20] M. Mehta, "ESP 8266 : A BREAKTHROUGH IN WIRELESS SENSOR NETWORKS AND," vol. 6, no. 8, pp. 7–11, 2015.
- [21] R. Priyanka and M. Reji, "IOT Based Health Monitoring System Using Blynk App," no. 6, pp. 78–81, 2019, doi: 10.35940/ijeat.E7467.088619.
- [22] F. Supegina and T. Elektro, "Jurnal Teknologi Elektro , Universitas Mercu Buana RANCANG BANGUN IOT TEMPERATURE CONTROLLER UNTUK ENCLOSURE BTS BERBASIS MICROCONTROLLER WEMOS DAN ANDROID ISSN : 2086 - 9479," vol. 8, no. 2, pp. 145–150, 2017.
- [23] H. Fitriyah and G. E. Setyawan, "Sistem Pemantauan Menggunakan Blynk dan Pengendalian Penyiraman Tanaman Jamur Dengan Metode Logika Fuzzy," vol. 3, no. 4, 2019.
- [24] E. Engineering and P. N. Jakarta, "Desain Sistem Pemantauan Kualitas Air pada Perikanan Budidaya Berbasis Internet of Things dan Pengujiannya," vol. 5, no. 2, pp. 1–5, 2019.
- [25] I. Mahbub, H. Wang, S. K. Islam, S. A. Pullano, and A. S. Fiorillo, "A low power wireless breathing monitoring system using piezoelectric transducer," *2016 IEEE Int. Symp. Med. Meas. Appl. MeMeA 2016 - Proc.*, no. June 2018, 2016, doi: 10.1109/MeMeA.2016.7533756.