

RANCANG BANGUN APLIKASI PENGUKUR KESEHATAN FUNGSI PARU MANUSIA MEMANFAATKAN MICROPHONE PADA SMARTPHONE

Wahyu Teja Kusuma¹, Eko Sakti Pramukantoro², Susanthy Djajalaksana³
^{1,2,3} Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer
Email: tejawahyu@gmail.com

(Naskah masuk: 20 Mei 2016, diterima untuk diterbitkan: 20 Juni 2016)

Abstrak

Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) dapat ditandai dengan hambatan aliran udara di saluran nafas yang tidak sepenuhnya reversibel. Hasil penelitian pada bulan Januari-Desember 2010 menyebutkan bahwa PPOK menduduki urutan ke-3 dari penyakit paru terbanyak yang ada di RS Paru Batu Malang. Sedangkan di RSUD Dr. Saiful Anwar Malang menduduki urutan ke-5. The Burden of Disease Study dibawah naungan WHO menyatakan bahwa pada tahun 2030 PPOK akan menempati peringkat ke-3 penyebab kematian di dunia. Sebagai solusi terhadap masalah tersebut yaitu dengan membangun sebuah aplikasi pengukur kesehatan fungsi paru manusia memanfaatkan *microphone* pada *smartphone*". Guna mengetahui gangguan ventilasi paru, monitoring pengobatan, dan menilai perkembangan fungsi paru. Media *smartphone* dipilih karena memiliki teknologi Microphone API yang digunakan untuk menangkap input berupa rekaman suara hembusan napas pengguna. Dan mayoritas masyarakat telah melilikinya. Dari hasil pengujian validasi dapat disimpulkan bahwa aplikasi pengukur kesehatan paru manusia pada media *smartphone* berhasil diimplementasikan dengan memanfaatkan teknologi *microphone*. Dari hasil pengujian akurasi yang dilaksanakan di Rumah Sakit Saiful Anwar Kota Malang dapat disimpulkan bahwa ditemukan selisih akurasi Prediksi Nilai Acuan Normal sebesar FEV1 = 0,11 liter; FVC = 0,152432432 liter; FEV1/FVC = 4,742432432 %. Dan selisih akurasi Hasil Pengukuran sebesar FEV1 = -1,545945946 liter; FVC = -2,892432432 liter; FEV1/FVC = 11,52243243 %.

Kata Kunci: Penyakit, Paru, Obstruktif, Kronik, Microphone, Smartphone.

Abstract

Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) can be characterized by air flow resistance in the airway that is not fully reversible. The results of the study in January-December 2010 states that COPD ranks 3rd from most existing lung disease Pulmonary Hospital Batu Malang. Meanwhile, in Hospital Dr Saiful Anwar-5 ranks. The Burden of Disease Study under the auspices of the WHO stated that by 2030 COPD will be ranked as the third leading cause of death in the world. As a solution to these problems is to build an application measuring the health of human lung function utilizing a microphone on a smartphone". In order to determine pulmonary ventilation disorders, treatment monitoring, and assessing the development of lung function. Media Smartphone Microphone technology chosen because it has an API that is used to capture the input of the user breath sound recordings. And the majority of people have melilikinya. From the results of the validation testing can be concluded that the application of measuring the health of the human lung on a smartphone media successfully implemented by utilizing the microphone. Accuracy of test results conducted at Saiful Anwar Hospital Malang can be concluded that the prediction accuracy differences were found Normal Reference Values for FEV 1 = 0.11 liters; FVC = 0.15 liters; FEV 1 / FVC = 4.74%. And the difference in the accuracy of measurement results for FEV1 = -1.54 liter; FVC = -2.89 liter; FEV 1 / FVC = 11.52%.

Keyword: Chronic, Obstructive, Pulmonary, Disease, Microphone, Smartphone.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) adalah penyakit yang ditandai dengan hambatan aliran udara di saluran nafas yang tidak sepenuhnya reversibel. Hambatan aliran udara ini bersifat progresif dan berhubungan dengan respon inflamasi paru terhadap partikel gas beracun atau berbahaya (Keputusan Menteri, 2008).

RS Paru Batu Jawa Timur adalah rumah sakit rujukan untuk penyakit paru di propinsi Jawa Timur bagian selatan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ika, menyebutkan bahwa pada bulan Januari-Desember 2010 PPOK menduduki urutan ke-3 dari penyakit paru terbanyak yang ada di RS Paru Batu Malang. 896 orang diantaranya adalah pasien rawat jalan dan 164 orang adalah pasien rawat inap dalam kurun waktu satu tahun. Di RSU Dr. Saiful Anwar Malang pada Januari-Desember 2010 penderita PPOK menduduki urutan ke-5 dari kelompok penyakit paru. 956 orang diantaranya adalah pasien lama dan 62 orang pasien baru, sedangkan yang menjalani rawat inap sebanyak 241 orang (RINI, 2011).

Disertai dengan meningkatnya jumlah perokok dan polusi udara maka diduga jumlah penderita Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) akan terus meningkat. The Burden Of Disease Study dibawah naungan WHO menyatakan bahwa pada tahun 2020 PPOK akan menempati peringkat ke-3 penyebab kematian di dunia (KARA, 2005).

Oleh karena itu dibutuhkan alat untuk mengukur kapasitas udara di paru-paru yang selama ini disebut spirometer (*Modul Pelatihan*, 2005). Guna mengetahui gangguan ventilasi paru, monitoring pengobatan, dan menilai perkembangan fungsi paru. Dilihat dari fungsinya, spirometer adalah alat penting yang harus dimiliki rumah sakit. Tetapi tinggi atau mahal nya harga spirometer menyebabkan tidak semua rumah sakit dapat memilikinya. Sehingga penanganan terhadap penderita gangguan ventilasi paru sering terlambat dan berakibat fatal.

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan, penulis mengusulkan skripsi dengan judul **“Rancang Bangun Aplikasi Pengukur Volume Dan Kapasitas Fungsi Paru Manusia Memanfaatkan Microphone Pada Smartphone”**. Media *smartphone* dipilih karena memiliki teknologi *Microphone* API yang digunakan untuk menangkap input berupa rekaman suara hembusan napas pengguna. Dan sekarang ini *smartphone* telah menjadi kebutuhan primer masyarakat. Yang artinya masyarakat dengan tingkat ekonomi menengah ke bawah dapat memilikinya.

Hasil penelitian ini berupa aplikasi yang murah dan dapat didistribusikan sampai ke pelosok daerah dengan cepat. Praktisnya pengguna dapat langsung mengecek kesehatan fungsi parunya sendiri kapanpun diinginkan. Sehingga dapat menjadi

alternatif solusi untuk mengurangi angka kematian akibat gangguan paru.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menangkap input pernapasan menggunakan *smartphone*.
2. Bagaimana keakuratan hasil pengukuran aplikasi yang diusulkan bila dibandingkan dengan alat Spirometer aslinya.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Rancang bangun aplikasi dengan memanfaatkan *microphone* pada *smartphone*.
2. Rancang bangun aplikasi berdasarkan fitur pada Spirometer, yaitu *Tidal Volume* (TV), *Total Lung Capacity* (TLC), *Forced Expiratory Volume in 1 Second* (FEV1), *Forced Vital Capacity* (FVC), FEV1/FVC, dan Kesimpulan Kesehatan Paru.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membangun aplikasi pengukur kesehatan fungsi paru yang murah dan praktis.
2. Membangun aplikasi yang dapat diandalkan untuk deteksi dini gangguan kesehatan paru.

1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat umum antara lain:

1. Mencegah resiko fatal akibat keterlambatan penanganan suatu gangguan penyakit paru (deteksi dini).
2. Mempermudah masyarakat untuk mengukur sendiri volume dan kapasitas fungsi paru-parunya.

Sedangkan manfaat dibidang medis adalah:

1. Diagnostik
2. Mengevaluasi hasil pemeriksaan yang abnormal
3. Mengukur efek penyakit terhadap fungsi paru
4. Menyaring individu dengan resiko penyakit paru
5. Menilai resiko prabedah
6. Menilai prognosis
7. Menilai status kesehatan sebelum masuk program dengan aktivitas fisik berat
8. Memantau
9. Menilai hasil pengobatan

10. Menjelaskan perjalanan penyakit yang mempengaruhi fungsi paru
11. Memonitor individu yang pekerjaannya berhubungan dengan zat berbahaya
12. Evaluasi gangguan / ketidak mampuan
13. Menilai pasien sebagai bagian program rehabilitasi
14. Menilai resiko sebagai bagian evaluasi asuransi
15. Menilai individu untuk alasan legal
16. Kesehatan masyarakat
17. Survei epidemiologi
18. Penelitian klinis

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Volume dan Kapasitas Paru

Volume paru dan kapasitas fungsi paru merupakan gambaran fungsi ventilasi sistem pernapasan. Dengan mengetahui besarnya volume dan kapasitas fungsi paru dapat diketahui besarnya kapasitas ventilasi maupun ada tidaknya gangguan fungsi paru (MENGKIDI, 2006).

Beberapa parameter yang menggambarkan volume paru adalah:

1. Volume Tidal (*Tidal Volume* = TV), adalah volume udara paru yang masuk dan keluar paru pada pernapasan biasa. Besarnya TV pada orang dewasa sekitar 500 ml.
2. Volume Cadangan Inspirasi (*Inspiratory Reserve Volume* = IRV), volume udara yang masih dapat dihirup kedalam paru sesudah inspirasi biasa, besarnya IRV pada orang dewasa adalah sekitar 3100 ml.
3. Volume Cadangan Ekspirasi (*Expiratory Reserve Volume* = ERV), adalah volume udara yang masih dapat dikeluarkan dari paru sesudah ekspirasi biasa, besarnya ERV pada orang dewasa sekitar 1000-1200 ml.
4. Volume Residu (*Residual Volume* = RV), udara yang masih tersisa didalam paru sesudah ekspirasi maksimal sekitar 1100 ml.

TV, IRV, ERV dapat langsung diukur dengan spirometer, sedangkan

$$RV = TLC - VC \quad (1)$$

Kapasitas paru merupakan jumlah oksigen yang dapat dimasukkan kedalam tubuh atau paru-paru seseorang secara maksimal (MENGKIDI, 2006).

Yang termasuk pemeriksaan kapasitas paru adalah:

1. Kapasitas Inspirasi (*Inspiratory Capacity* = IC), adalah volume udara yang masuk paru setelah inspirasi maksimal atau sama dengan volume cadangan inspirasi ditambah volume tidal.

$$IC = IRV + TV \quad (2)$$

2. Kapasitas Vital (*Vital Capacity* = VC), volume udara yang dapat dikeluarkan melalui ekspirasi maksimal setelah sebelumnya melakukan inspirasi maksimal (sekitar 4000 ml). Kapasitas vital besarnya sama dengan volume inspirasi cadangan ditambah volume tidal.

$$VC = IRV + ERV + TV \quad (3)$$

3. Kapasitas Paru Total (*Total Lung Capacity* = TLC), adalah kapasitas vital ditambah volume sisa.

$$TLC = VC + RV \text{ atau } TLC = IC + ERV + RV \quad (4)$$

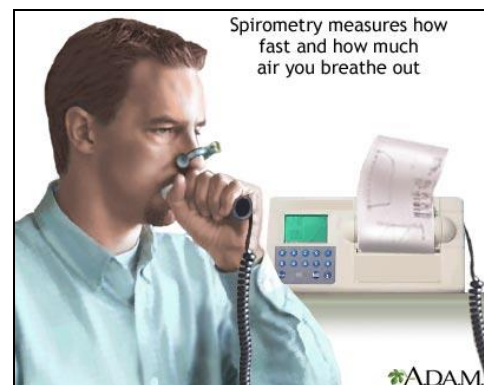
4. Kapasitas Residu Fungsional (*Functional Residual Capacity* = FRC), adalah volume ekspirasi cadangan ditambah volume sisa.

$$FRC = ERV + RV \quad (5)$$

(MENGKIDI, 2006).

2.2 Spirometer

Spirometer dapat dengan akurat digunakan untuk mendiagnosis PPOK dan menilai derajat obstruksi saluran napas. Spirometri menjadi standard untuk mendiagnosa PPOK (FIRDAHANA, 2010).



Gambar 2.1. Spirometer

Sumber: *Patient Education*, 2014.

Parameter pengukuran kapasitas paru yaitu:

1. *Vital Capacity* (VC)
Vital Capacity (VC) adalah volume udara maksimal yang dapat dihembuskan setelah inspirasi maksimal.
2. *Forced Expiratory Volume in 1 Second* (FEV1)
Forced Expiratory Volume in 1 Second (FEV1) yaitu besarnya volume udara yang dikeluarkan dalam satu detik pertama.
3. *Peak Expiratory Flow Rate* (PEFR)

1. *Peak Expiratory Flow Rate* (PEFR) adalah aliran udara maksimal yang dihasilkan oleh sejumlah volume tertentu.

(FALASCHETTI, 2004).

2.3 Gangguan Fungsi Paru

Gangguan fungsi paru digolongkan menjadi 2 bagian, yaitu:

1. Restriktif (sindrom pembatasan)
Restriktif (sindrom pembatasan) adalah gangguan pengembangan paru. Dikatakan restriktif adalah jika Kapasitas Vital Paksa (FVC) < 80% nilai prediksi.
2. Obstruktif (sindrom penyumbatan)
Obstruktif adalah setiap keadaan hambatan aliran udara karena adanya sumbatan atau penyempitan saluran napas. Biasanya ditandai dengan terjadi penurunan FEV1 yang lebih besar dibandingkan dengan FVC sehingga rasio FEV1/FVC kurang dari 80%.

(MENGKIDI, 2006), (RAHMA, 2008).

2.4 Interpretasi Pengukuran Paru

Interpretasi pengukuran fungsi paru, yaitu:

1. Normal bila
$$FEV1/FVC \geq 75\% \text{ dan } FVC \geq 80\%. \quad (6)$$
2. Gangguan restriktif bila
$$FEV1/FVC \geq 75\% \text{ dan } FVC < 80\% \quad (7)$$
3. Gangguan obstruktif bila
$$FEV1/FVC < 75\%, FVC \geq 80\% \text{ dan } FEV1 < 95\% \text{ pred.} \quad (8)$$

(RAHMA, 2008).

Tabel 2.1. Interpretasi Hasil Pengukuran Fungsi Paru

Restriktif FVC/Nilai Prediksi (%)	Penggolongan	Obstruktif FEV1/FVC (%)
≥ 80	NORMAL	≥ 75
60 – 79	RINGAN	60 – 74
30 – 59	SEDANG	30 – 59
< 30	BERAT	< 30

Sumber : (Modul Pelatihan, 2005).

2.5 Microphone API

Smartphone senantiasa berkembang sesuai dengan gaya hidup *mobile* manusia. Ditandai dengan semakin canggihnya perangkat input dan output. *Microphone* adalah salah satu perangkat input yang mengubah gelombang suara menjadi sinyal listrik. Untuk menangkap input suara, *Windows Phone 8* menyediakan akses ke *microphone* melalui kelas *Microphone* pada *Procedure.xaml.cs*.

```
namespace sdkMicrophoneCS
{
    public partial class Procedure_1 :
        PhoneApplicationPage
    {
        private Microphone microphone =
```

```
Microphone.Default;
    private byte[] buffer;
    private MemoryStream stream = new
        MemoryStream();
    private SoundEffectInstance soundInstance;
    private bool soundIsPlaying = false;
    private DispatcherTimer dt;
    private TimeSpan ts;
```

Kelas ini menyediakan akses ke semua *microphone* yang tersedia pada sistem dan mengekspos properti statis - Default - yang mengembalikan instance *microphone*. Dalam keadaan "Record", *microphone* mulai buffering data dan pada beberapa titik *BufferReady* digunakan untuk mengosongkan *buffer*. Hal ini berlangsung sampai pada keadaan "Stop".

```
private void recordButton_Click(object sender,
    EventArgs e)
{
    System.Diagnostics.Debug.WriteLine("");
    microphone.Start();
    ts = new TimeSpan();
    dt = new DispatcherTimer();
    dt.Interval =
        TimeSpan.FromMilliseconds(1000);
    dt.Tick += new EventHandler(dt_Tick);

    buffer = new
        byte[microphone.GetSampleSizeInBytes(microp
            hone.BufferDuration)];
    if (microphone.State !=
        MicrophoneState.Stopped) bytesRead
        += microphone.GetData(buffer, bytesRead,
            (buffer.Length - bytesRead));
    System.Diagnostics.Debug.WriteLine(bytesRead)
        ;

    // Start recording
    dt.Start();
    SetButtonStates(false, true, false);
    counter++;
    dataSeries = new DataSeries();
}
```

Sedangkan untuk menangkap setiap amplitudo pada rekaman pernapasan menggunakan kode berikut

```
private double GetSignalAmplitude(byte[]
    signal)
{
    int BytesInSample = 2;
    int signalSize = signal.Length / BytesInSample;
    double Sum = 0.0;
    for (int i = 0; i < signalSize; i++)
    {
        int sample =
            Math.Abs(BitConverter.ToInt16(signal, i *
                BytesInSample));
```

```

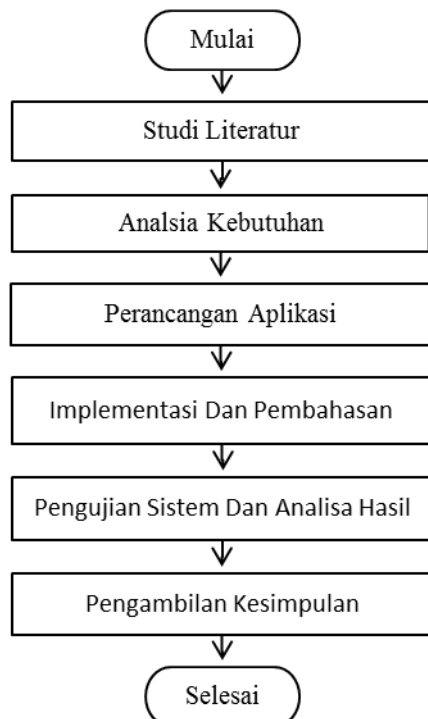
Sum += sample;
}
double amplitude = Sum / signalSize;
return amplitude;
}

```

(Microphone Class, 2014).

3. METODOLOGI PENELITIAN DAN PERANCANGAN

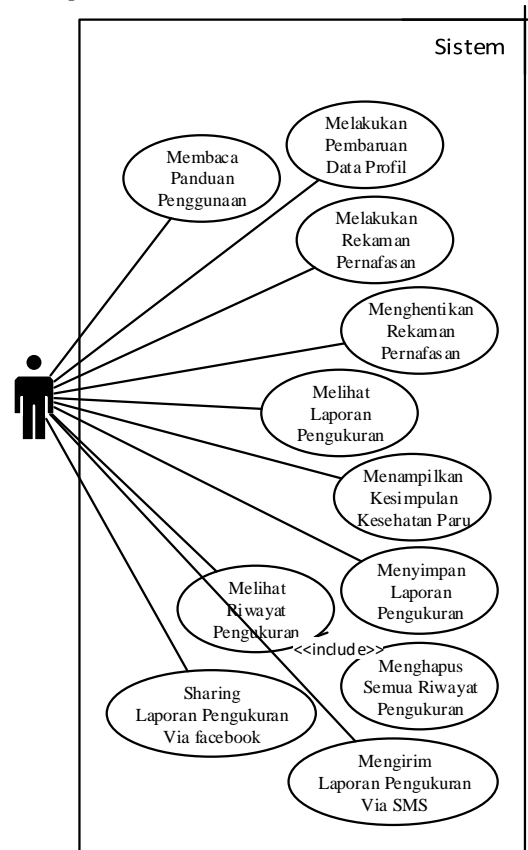
Penelitian dilakukan dengan melakukan tahapan-tahapan seperti pada bagan di bawah ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

Gambar 3.2 menunjukkan *Use Case Diagram* dari sistem aplikasi pengukur kesehatan fungsi paru manusia memanfaatkan *microphone* pada

smartphone.



Gambar 3.2 Diagram Use Case

4. IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

4.1 Lingkungan Implementasi

Perangkat keras yang digunakan dalam pengembangan aplikasi sebagai berikut:

1. Resolusi layar 4"
2. *Touch screen technology*
3. *Dual-core 1 GHz Processor*.

Perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan aplikasi sebagai berikut:

1. *Windows Phone 8*.
2. *Visual Studio 2013*
3. *Xna Framework*
SQLite Resolusi layar 4"

4.2 Implementasi Microphone API

Penerapan *microphone* API dibutuhkan untuk menangkap input rekaman pernapasan pengguna.

```

using Microsoft.Xna.Framework;
using Microsoft.Xna.Framework.Audio;

```

`Microsoft.Xna.Framework.Audio;` berisi method API yang dapat digunakan untuk memanipulasi konten file audio.

```

private Microphone microphone =
Microphone.Default;

microphone.BufferReady += new
EventHandler<EventArgs>
(microphone_BufferReady)

void microphone_BufferReady(object sender,
EventArgs e)
{
    microphone.GetData(buffer);
    stream.Write(buffer, 0, buffer.Length);
}

```

Mikrofon buffer dicatat di memori stream sampai pemutaran yang diinginkan.

```

private void RecordButton_Click(object sender,
EventArgs e)
{
    System.Diagnostics.Debug.WriteLine("MULAI
MEREKAM MICROPHONE");

    microphone.Start();

    ts = new TimeSpan();

    dt = new DispatcherTimer();

    dt.Interval =
TimeSpan.FromMilliseconds(1000);

    dt.Tick += new EventHandler(dt_Tick);

    buffer = new
byte[microphone.GetSampleSizeInBytes(microp
hone.BufferDuration)];

    if(microphone.State !=
MicrophoneState.Stopped)

        bytesRead += microphone.GetData(buffer,
bytesRead, (buffer.Length - bytesRead));

    dt.Start();

    SetButtonStates(false, true, false);

    counter++;

    dataSeries = new DataSeries();

```

```

}

```

4.3 Implementasi Pengambilan Amplitudo

Method digunakan untuk mendapatkan amplitudo dari sinyal keseluruhan.

```

private double GetSignalAmplitude(byte[]
signal)
{
    int BytesInSample = 2;

    int signalSize = signal.Length /
BytesInSample;

    double Sum = 0.0;

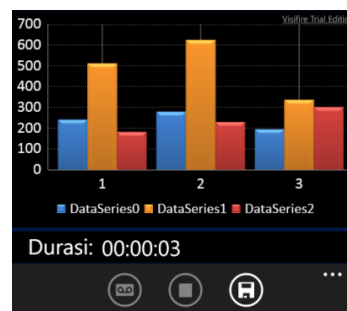
    for (int i = 0; i < signalSize; i++)
    {
        int sample =
Math.Abs(BitConverter.ToInt16(signal, i *
BytesInSample));

        Sum += sample;
    }

    double amplitude = Sum / signalSize;

    return amplitude;
}

```



4.4 Implementasi Perhitungan Prediksi Nilai Acuan Normal

Code dibawah ini berfungsi untuk perhitungan prediksi nilai acuan normal kapasitas paru pengguna. Dimana nilai-nilai dan parameter-parameter perhitungan dibedakan berdasarkan jenis kelamin.

```

if (HasilJK.Text.Equals("L"))
{

```

```

AcuanFEV1.Text = userStatus.Etnik * ((0.043
* userStatus.Tinggi) - (0.029 * userStatus.Usia) -
2.49) + "";

AcuanFVC.Text = userStatus.Etnik * ((0.0576
* userStatus.Tinggi) - (0.0269 * userStatus.Usia)
- 4.34) + "";

AcuanFEV1FVCRatio.Text = 87.2 - (0.18 *
userStatus.Usia) + "";
}

else if (HasilJK.Text.Equals("P"))
{
    AcuanFEV1.Text = userStatus.Etnik *
((0.0395 * userStatus.Tinggi) - (0.025 *
userStatus.Usia) - 2.6) + "";

    AcuanFVC.Text = userStatus.Etnik * ((0.0443
* userStatus.Tinggi) - (0.026 * userStatus.Usia) -
2.89) + "";

    AcuanFEV1FVCRatio.Text = 89.1 - (0.19 *
userStatus.Usia) + "";
}

```

LUNG SMARTCARE

Hasil Pengukur

Hasil Pengukuran:

TV (L)	TLC (L)	
0,5	5,5	

(L)	Pred.	#1	%Pred.
FEV1	3,3	4,84	146,
FVC	3,73	7,69	194,
FEV1/ FVC	78,5	62,9	80,1

Kesimpulan:
Normal

Interpretasi Pengukuran:
Restriktif Penggolongan Obstruktif

4.5 Implementasi Perhitungan Volume dan Kapasitas Paru

Dari rekaman pernapasan kemudian dilakukan perhitungan menggunakan code dibawah ini sehingga didapat output berupa volume tidal terbaik

(TVmax), forced vital capacity terbaik (FVCmax), dan kapasitas total paru terbaik (TLCmax).

```

if (ts.TotalMilliseconds * 0.1667 > TVmax)

    TVmax = (ts.TotalMilliseconds * 0.1667) /
1000;

if (((ts.TotalMilliseconds * 0.1667) + 3100 +
1200) / 1000 > FVCmax)

    FVCmax = ((ts.TotalMilliseconds * 0.1667) +
3100 + 1200) / 1000;

if (((ts.TotalMilliseconds * 0.1667) + 3100 +
1200 + 1200) / 1000 > TLCmax)

    TLCmax = ((ts.TotalMilliseconds * 0.1667) +
3100 + 1200 + 1200) / 1000;

```

4.6 Implementasi Parameter Pengukuran Fungsi paru

Nilai prediksi acuan normal yang bertipe string harus dijadikan tipe double dahulu dengan cara yang ditunjukkan pada baris ke-1, 6, 11, dan 17. Kemudian setelahnya dilakukan perhitungan.

```

double parseAcuanFVC =
double.Parse(AcuanFVC.Text);

userStatus.PersenFVC = (userStatus.FVC /
parseAcuanFVC) * 100;

userStatus.PersenFVC =
Math.Round(userStatus.PersenFVC, 2);

HasilPersenFVC.Text = userStatus.PersenFVC +
"";

double parseAcuanFEV1 =
double.Parse(AcuanFEV1.Text);

userStatus.PersenFEV1 = (userStatus.FEV1 /
parseAcuanFEV1) * 100;

userStatus.PersenFEV1 =
Math.Round(userStatus.PersenFEV1, 2);

HasilPersenFEV1.Text = userStatus.PersenFEV1
+ "";

```



```

double parseHasilFVC =
double.Parse(HasilFVC.Text);

double parseHasilFEV1 =
double.Parse(HasilFEV1.Text);

userStatus.FEV1bagiFVC = (parseHasilFEV1 /
parseHasilFVC) * 100;

userStatus.FEV1bagiFVC =
Math.Round(userStatus.FEV1bagiFVC, 2);

HasilFEV1bagiFVC.Text =
userStatus.FEV1bagiFVC + "";

double parseAcuanFEV1FVCRatio =
double.Parse(AcuanFEV1FVCRatio.Text);

double parseHasilFEV1bagiFVC =
double.Parse(HasilFEV1bagiFVC.Text);

userStatus.PersenFEV1bagiFVC =
(parseHasilFEV1bagiFVC /
parseAcuanFEV1FVCRatio) * 100;

userStatus.PersenFEV1bagiFVC =
Math.Round(userStatus.PersenFEV1bagiFVC,
2);

HasilPersenFEV1bagiFVC.Text =
userStatus.PersenFEV1bagiFVC + "";

```

LUNG SMARTCARE

Hasil Pengukur

Hasil Pengukuran:

TV (L)	TLC (L)	
0,5	5,5	

(L)	Pred.	#1	%Pred.
FEV1	3,3	4,84	146,
FVC	3,73	7,69	194,
FEV1/ FVC	78,5	62,9	80,1

Kesimpulan:
Normal

Interpretasi Pengukuran:
Restriktif Penggolongan Obstruktif

4.7 Implementasi Perhitungan Gangguan Fungsi paru

Code dibawah ini berfungsi untuk menginterpretasi kesimpulan gangguan fungsi paru.

```

if ((userStatus.PersenFEV1bagiFVC >= 75) &&
(userStatus.PersenFVC >= 80))

{

    Kesimpulan.Text = "Normal";

}

else if ((userStatus.PersenFEV1bagiFVC >=
75) && (userStatus.PersenFVC < 80))

{

    Kesimpulan.Text = "Restriktif";

}

else if ((userStatus.PersenFEV1bagiFVC <
75) && (userStatus.PersenFVC >= 80) &&
(userStatus.PersenFEV1 < 95))

{

    Kesimpulan.Text = "Obstruktif";

}

```

LUNG SMARTCARE

Hasil Pengukur

FVC	3,73	7,69	194,
FEV1/ FVC	78,5	62,9	80,1

Kesimpulan:
Normal

Interpretasi Pengukuran:

Restriktif FVC/Pred.FVC(%)	Penggolongan	Obstruktif FEV1/FVC(%)
>= 80	Normal	>= 75
60 - 79	Ringan	60 - 74
30 - 59	Sedang	30 - 59
< 30	Berat	< 30

24/08/2014 0:00:00

4.8 Implementasi Local Database

```

using System.IO.IsolatedStorage;

private void
SimpanHasilPengukuranButton_Click(object
sender, EventArgs e)

```



```

{
    IsolatedStorageSettings ISS =
    IsolatedStorageSettings.ApplicationSettings;

    //to input

    if (!ISS.Contains("riNama"))

    {

        ISS.Add("riNama", HasilBdNama.Text);

    }

    else

    {

        string Namaiss =
        IsolatedStorageSettings.ApplicationSettings["riN
        ama"] as string + "-" + HasilBdNama.Text;

        ISS["riNama"] = Namaiss;

    }

    ...

```

7	Menyimpan Laporan Hasil Pengukuran	Valid
8	Melihat Riwayat Pengukuran	Valid
9	Menghapus Semua Riwayat Pengukuran	Valid

5.2 Pengujian Akurasi

Pengujian Akurasi dilaksanakan pada tanggal 2 – 11 Juli 2014 di Ruang Unit Asma Poli Rumah Sakit Saiful Anwar Kota Malang dengan jumlah sampel populasi sebanyak 45 pasien. Pengujian Akurasi dilakukan untuk mencari selisih hasil pengukuran antara aplikasi pengukur kesehatan fungsi paru manusia memanfaatkan *microphone* pada *smartphone* dengan alat spirometer aslinya. Dari hasil pengujian tersebut ditemukan selisih akurasi Prediksi Nilai Acuan Normal sebesar FEV1 = 0,11 liter; FVC = 0,15 liter; FEV1/FVC = 4,74 %. Dan selisih akurasi Hasil Pengukuran sebesar FEV1 = -1,54 liter; FVC = -2,89 liter; FEV1/FVC = 11,52%.

5. PENGUJIAN DAN ANALISA HASIL

5.1 Pengujian Validasi

Hasil pengujian dan validitas fitur dari uji kasus yang telah dijabarkan dapat dilihat pada Tabel 5.1.

No	Nama Kasus Uji	Status Validitas
1	Membaca Panduan Penggunaan	Valid
2	Melakukan Pembaruan Data Profil	Valid
3	Melakukan Rekaman Pernapasan	Valid
4	Menghentikan Rekaman Pernapasan	Valid
5	Melihat Laporan Pengukuran	Valid
6	Menampilkan Kesimpulan Gangguan Kesehatan Fungsi Paru	Valid

Tabel. 5.1. Pengujian Akurasi

No	Tgl	Pasien						Prediksi						Selisih Prediksi			Pengukuran						Selisih Pengukuran		
		Nama	JK	Umur	Tinggi	Berat	Ras	Spirometri			Aplikasi Penulis						Spirometri			Aplikasi Penulis					
								FEV1	FVC	FEV1/FVC	FEV1	FVC	FEV1/FVC	FEV1	FVC	FEV1/FVC	FEV1	FVC	FEV1/FVC	FEV1	FVC	FEV1/FVC			
1	02/07/2014	Abdul Rodji	L	60	156	48	ASIANS	2,48	3,09	76,4	2,3	2,82	76,4	0,18	0,27	0	2,87	3,52	81,5	1,21	4,8	25,21	1,66	-1,28	56,29
2		Kholidah	P	22	166	70	ASIANS	3,41	3,89	84,9	3,17	3,62	84,92	0,24	0,27	-0,02	2,87	3,39	84,6	0,44	5,13	8,58	2,43	-1,74	76,02
3		Ach. Fadli	L	24	157	43	ASIANS	3,39	3,85	82,9	3,32	3,77	82,88	0,07	0,08	0,02	2,99	3,03	89,6	1,23	4,97	24,75	1,76	-1,94	64,85
4		Handoko	L	31	165	56	ASIANS	3,55	4,22	84,94	3,45	4,03	81,62	0,1	0,19	3,32	0,76	1,79	42,46	7,74	5,47	141,5	-6,98	-3,68	-99,04
5	07/07/2014	Soepaat	L	63	160	51	ASIANS	2,29	2,84	80,9	2,38	2,96	75,86	-0,09	-0,12	5,04	1,16	1,76	65,91	0,25	4,63	5,4	0,91	-2,87	60,51
6		Diana	P	43	155	55	ASIANS	2,51	2,96	85,48	2,28	2,66	80,93	0,23	0,3	4,55	1,76	2,23	78,92	0	4,97	0	1,76	-2,74	78,92
7		Fadhil	L	15	165	70	ASIANS	3,4	3,96	87,18	3,88	4,43	84,5	-0,48	-0,47	2,68	2,16	3,13	69,01	0	4,47	0	2,16	-1,34	69,01
8		Tumiran	L	69	155	66	ASIANS	1,78	2,24	80,49	2,02	2,54	74,78	-0,24	-0,3	5,71	1,45	2,02	71,78	0	4,63	0	1,45	-2,61	71,78
9		Tukini	L	64	160	64	ASIANS	2,26	2,82	80,76	2,36	2,93	75,68	-0,1	-0,11	5,08	2,68	3,43	78,13	0	4,8	0	2,68	-1,37	78,13
10		Tukina	P	50	145	53	ASIANS	2,04	2,4	85,83	1,75	2,08	79,6	0,29	0,32	6,23	0,97	1,02	95,1	0,44	4,8	9,17	0,53	-3,78	85,93
11		Imam	L	54	160	70	ASIANS	2,55	3,11	82,16	2,63	3,18	77,48	-0,08	-0,07	4,68	1,63	2,19	74,43	0	4,8	0	1,63	-2,61	74,43
12		Heri	L	43	160	50	ASIANS	2,87	3,44	83,7	2,92	3,46	79,46	-0,05	-0,02	4,24	2,26	3,24	69,75	0	4,63	0	2,26	-1,39	69,75
13		08/07/2014	Ninuk	P	43	155	70	ASIANS	2,51	2,96	85,48	2,28	2,66	80,93	0,23	0,3	4,55	1,59	1,79	88,83	0,63	4,97	12,68	0,96	-3,18
14	Wempi		L	65	160	82	ASIANS	2,23	2,79	80,62	2,33	2,91	75,5	-0,1	-0,12	5,12	1,92	2,39	80,33	0	4,97	0	1,92	-2,58	80,33
15	Rukiyatun		P	74	155	60	ASIANS	1,93	2,47	82,11	1,56	1,91	75,04	0,37	0,56	7,07	0,71	1,02	69,61	5,38	4,8	112,08	-4,67	-3,78	-42,47
16	Djumali		L	72	160	62	ASIANS	2,02	2,58	79,64	2,14	2,73	74,24	-0,12	-0,15	5,4	0,91	1,53	59,48	4,24	4,8	88,33	-3,33	-3,27	-28,85
17	Rantansari		P	25	155	48	ASIANS	2,85	3,36	87,45	2,69	3,09	84,35	0,16	0,27	3,1	1,93	2,18	88,53	0	4,97	0	1,93	-2,79	88,53
18	Syamsul		L	55	160	65	ASIANS	2,52	3,08	82,02	2,6	3,16	77,3	-0,08	-0,08	4,72	1,4	1,97	71,07	10,76	5,13	209,75	-9,36	-3,16	-138,68
19	Siti		P	36	155	54	ASIANS	2,64	3,08	86,25	2,44	2,83	82,26	0,2	0,25	3,99	1,19	1,44	82,64	5,7	4,63	123,11	-4,51	-3,19	-40,47
20	Tiami		P	50	155	68	ASIANS	2,38	2,84	84,72	2,11	2,49	79,6	0,27	0,35	5,12	0,55	0,79	70,89	3,61	4,97	72,64	-3,06	-4,18	-1,75
21	Mutmainah		P	50	155	68	ASIANS	2,04	2,4	85,83	2,11	2,49	79,6	-0,07	-0,09	6,23	0,99	1,45	68,28	0	4,97	0	0,99	-3,52	68,28
22	10/07/2014	Jumaatin	P	49	155	70	ASIANS	2,39	2,86	84,83	2,14	2,51	79,79	0,25	0,35	5,04	1,4	1,78	78,65	7,46	4,63	161,12	-6,06	-2,85	-82,47
23		Aris	P	28	155	45	ASIANS	2,79	3,21	87,12	2,62	3,02	83,78	0,17	0,19	3,34	1,45	2,34	61,97	8,64	4,97	173,84	-7,19	-2,63	-111,87
24		Lilik	P	65	160	70	ASIANS	2,26	2,81	82,53	1,95	2,33	76,75	0,31	0,48	5,78	0,75	1,31	57,25	5,54	4,8	115,42	-4,79	-3,49	-58,17
25		Djarwoko	L	41	160	50	ASIANS	2,93	3,5	83,98	2,98	3,51	79,82	-0,05	-0,01	4,16	1,4	1,91	73,7	0,21	4,8	4,38	1,19	-2,89	69,32
26		Winarni	P	58	145	53	ASIANS	1,89	2,26	84,96	1,56	1,88	78,08	0,33	0,38	6,88	0,8	1,29	62,02	1,27	4,97	25,55	-0,47	-3,68	36,47
27		Aulia	P	21	155	45	ASIANS	2,93	3,33	87,88	2,79	3,19	85,11	0,14	0,14	2,77	1,31	2	65,5	2,13	4,97	42,86	-0,82	-2,97	22,64
28		Mentas	L	44	160	59	ASIANS	2,84	3,41	83,56	2,9	3,43	79,28	-0,06	-0,02	4,28	0,82	1,56	52,56	4,71	4,97	94,77	-3,89	-3,41	-42,21
29		Misgiarti	P	46	155	63	ASIANS	2,45	2,91	85,16	2,21	2,59	80,36	0,24	0,32	4,8	1,71	2,01	85,07	6,76	5,3	127,55	-5,05	-3,29	-42,48
30	11/07/2014	Supiati	P	56	155	52	ASIANS	2,26	2,74	84,07	1,97	2,34	78,46	0,29	0,4	5,61	1,56	2,01	77,61	2,83	5,13	55,17	-1,27	-3,12	22,44
31		Subiran	L	76	160	60	ASIANS	1,91	2,46	79,08	2,03	2,63	73,52	-0,12	-0,17	5,56	2,36	3,36	70,24	7,51	4,8	156,46	-5,15	-1,44	-86,22
32		Srimukti	P	77	145	64	ASIANS	1,67	2,07	82,89	1,12	1,42	74,47	0,55	0,65	8,42	0,69	0,81	85,19	6,58	4,8	137,08	-5,89	-3,99	-51,89
33		Anang	L	72	160	54	ASIANS	2,02	2,58	79,64	2,14	2,73	74,24	-0,12	-0,15	5,4	0,82	1,88	43,62	0,74	4,97	14,89	0,08	-3,09	28,73
34		Nanik	P	71	145	45	ASIANS	1,91	2,25	83,54	1,26	1,57	75,61	0,65	0,68	7,93	0,99	1,42	69,72	3,64	4,8	75,83	-2,65	-3,38	-6,11
35		Sutaman	L	61	155	63	ASIANS	2,01	2,48	81,61	2,24	2,74	76,22	-0,23	-0,26	5,39	1,34	1,63	82,21	4,81	4,63	103,89	-3,47	-3	-21,68
36		Mushofa	P	74	150	37	ASIANS	1,86	2,32	82,66	1,37	1,7	75,04	0,49	0,62	7,62	0,93	1,43	65,03	6,35	4,97	127,77	-5,42	-3,54	-62,74
37		Mudjilah	P	58	156	51	ASIANS	2,26	2,75	83,74	1,96	2,34	78,08	0,3	0,41	5,66	1,62	1,88	86,17	1,09	5,13	21,25	0,53	-3,25	64,92
								Rata-rata Selisih Prediksi Nilai Acuan Normal						0,11 L	0,15 L	4,47 %	Rata-rata Selisih Nilai Pengukuran						-1,54 L	-2,89 L	11,52 %

6. PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi dan pengujian yang dilakukan, maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Aplikasi pengukur kesehatan paru manusia pada media *smartphone* berhasil diimplementasikan dengan memanfaatkan teknologi *microphone*.
2. Ditemukan Selisih akurasi antara aplikasi pengukur kesehatan fungsi paru manusia memanfaatkan *microphone* pada *smartphone* dengan alat Spirometer di Rumah Sakit Saiful Anwar Kota Malang (RSSA) pada Prediksi Nilai Acuan Normal sebesar FEV1 = 0,11 liter; FVC = 0,15 liter; FEV1/FVC = 4,74 %. Dan selisih akurasi pada Hasil Pengukuran sebesar FEV1 = -1,54 liter; FVC = -2,89 liter; FEV1/FVC = 11,52 %.

6.2. Saran

Berdasarkan permasalahan yang terjadi, maka saran yang dapat diberikan untuk pengembangan aplikasi pengukur kesehatan paru manusia memanfaatkan *microphone* pada *smartphone* antara lain:

1. Untuk meningkatkan keakuratan pengukuran sebaiknya ditambahkan fitur "Kalibrasi". Fitur Kalibrasi digunakan untuk merekam suara disekitar pengguna (noise) sebagai variabel pengurang "Hasil Pengukuran".
2. Untuk Pengujian Akurasi selanjutnya, sebaiknya jumlah sampel populasi yang digunakan sebanyak 200 pengguna/pasien.

7. DAFTAR PUSTAKA

- RINI, I. S. 2011. *Hubungan Antara Efikasi Diri Dengan Kapasitas Hidup Pasien Penyakit Paru Obstruktif Kronis Dalam Konteks Asuhan Keperawatan Di RS Paru Batu Dan RSUD. Saiful Anwar Malang Jawa Timur*. Program Studi Magister Ilmu Keperawatan. Universitas Indonesia (hal.8-9).
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia*. Nomor 1022/MENKES/SK/XI/2008. Tentang Pedoman Pengendalian Penyakit Paru Obstruktif Kronik Menteri Kesehatan Republik Indonesia (hal.6).
- KARA, M. (2005). "Preparing Nurses For The Global Pandemic Of Chronic Obstructive Pulmonary Disease". *Journal Of Nursing Scholarship*.
http://www.redorbit.com/news/health/156840/preparing_nurses_for_the_global_pandemic_of_chronic_obstructive_pulmonary/. Diperoleh tanggal 13 Pebruari 2011 (hal. 127).
- MENGKIDI, D. 2006. "Gangguan Fungsi Paru Dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya Pada Karyawan Pt. Semen Tonasa Pangkep Sulawesi Selatan". Universitas Diponegoro. Semarang (hal.24-29).
- RAHMA, L. 2008. "Gambaran fungsi paru pada pekerja CV. Silkids Garmino". FKMUI. Universitas Indonesia (hal.26-28).
- Modul Pelatihan Pemeriksaan Kesehatan Kerja. Departemen Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Badan Penelitian, Pengembangan Dan Informasi Pusat Pengembangan Keselamatan Kerja Dan Hiperkes Dipa*. 2005.
- FALASCHETTI E, LAIHO J, PRIMATESTA P, PURDON S. Prediction equations for normal and low lung function from the Health Survey for England. *Eur Respir J*. 2004 Mar;23(3):456-63.
- Patient Education – Lung Cancer Program at UCLA*.
http://lungcancer.ucla.edu/adm_tests_lung_fun.c.html. Diakses pada tanggal 28 Maret 2014.
- SIDDHARTH, G., PETER, C., NONSO A., & ASHUTOSH S. 2011. "mobileSpiro: Accurate mobile Spirometry for Self-Management of Asthma". Departments of ECE and CS, Rice University (hal.2-3).
- Microphone Class*. <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/microsoft.xna.framework.audio.microphone.aspx>. Diakses pada tanggal 28 Maret 2014.
- FIRDAHANA, A. 2010. "Perbandingan Nilai Faal Paru Pada Penderita Penyakit Paru Obstruksi Kronik (PPOK) Stabil Dengan Orang Sehat". Fakultas Kedokteran. Universitas Sebelas Maret. Surakarta (hal.7).