

PEMBENTUKAN SINYAL RESPIRASI BERDASARKAN SINYAL ELEKTROKARDIORAM

(Enos Ratu Jawa Lodoe¹, Endro Yulianto²)

ABSTRACT

The heart is one organ that plays a role in the circulatory system. The heart pumps blood through the blood vessels by muscle contraction in response to the propagation of electrical potential difference. At the time of pulsing, every space filled heart relaxes and blood, then the heart contracts and pumps blood out of the heart chambers. Contraction of the heart causing the throbbing of the arteries can be felt in some places.

Electrocardiography (ECG) is a tool that is used to interpret the electrical activity of the heart is done by using a noninvasive electrodes placed on the skin. ECG is a medical instrument that is required by the medical work to obtain information about a person's heart function.

The term breathing, often interpreted with respiration, although literally true both terms are different. Respiratory (breathing) means inhale and exhale. Therefore, breathing is defined as the process of entering the air from the outside environment into the body and remove the air the rest of the body to the environment. While, respiration (respiration) means a process of combustion (oxidation) of organic compounds (groceries) in the cells to obtain energy. Respiration signal can be formed from the electrocardiogram signal. By utilizing the electrocardiogram signal filter method respiration signal can be generated, therefore, the authors are interested in creating software "Respiration Signal Formation Based Electrocardiogram Signal".

After the process of software creation and planning literature study, experiments, testing and data collection tools, the software turned out to have shortcomings, namely, In matlab programming only store data in the form. Txt so it can not be done in real time processing. To search for inspiration and ekspirasinya signal, manually calculated by looking at the signal waveform generated respiration. Inspiration and expiration signal is not displayed automatically on matlab. There is no analysis of the patient's illness on this tool. Lack of calibration tools to ensure that the actual form of the respiration signal. Allowing many errors arise in determining the expiration and inspiration

From these results it can be concluded that the respiration signal software can replace the respiration of SpO2 signal so that health centers have limited equipment electrocardiogram alone can produce respiration signals without additional equipment.

Keywords : Signal, contraction, matlab

PENDAHULUAN

Latar belakang

Jantung merupakan salah satu organ yang berperan dalam sistem peredaran darah. Jantung memompa darah lewat pembuluh darah oleh kontraksi otot sebagai respon dari perambatan perbedaan potensial listrik. Pada saat berdenyut, setiap ruang jantung mengendur dan terisi darah, selanjutnya jantung berkontraksi

dan memompa darah keluar dari ruang jantung. Kontraksi jantung menimbulkan denyutan yang dapat dirasakan pada pembuluh nadi di beberapa tempat.

Electrocardiography (ECG) adalah suatu alat yang digunakan untuk menginterpretasikan aktivitas listrik jantung yang dilakukan secara *noninvasive* dengan menggunakan elektroda yang dipasang pada kulit. ECG merupakan

⁽¹⁾Alumni Teknik Elektromedik, ⁽²⁾Dosen Jurusan Teknik Elektromedik Surabaya, Poltekkes Kemenkes Surabaya.

instrument medis yang dibutuhkan oleh para medis untuk memperoleh informasi tentang kerja fungsi jantung seseorang.

Istilah bernapas, seringkali diartikan dengan respirasi, walaupun secara harfiah sebenarnya kedua istilah tersebut berbeda. Pernapasan (*breathing*) artinya menghirup dan menghembuskan napas. Oleh karena itu, bernapas diartikan sebagai proses memasukkan udara dari lingkungan luar ke dalam tubuh dan mengeluarkan udara sisa dari dalam tubuh ke lingkungan. Sementara, respirasi (*respiration*) berarti suatu proses pembakaran (oksidasi) senyawa organik (bahan makanan) di dalam sel sehingga diperoleh energi. Sinyal respirasi dapat dibentuk dari sinyal elektrokardiogram. Dengan memanfaatkan metode filter sinyal elektrokardiogram maka sinyal respirasi ini dapat dihasilkan, oleh karena itu penulis tertarik untuk membuat software **”Pembentukan Sinyal Respirasi Berdasarkan Sinyal Elektrokardiogram”**.

Batasan masalah

Adapun beberapa batasan masalah yang muncul dari permasalahan yang timbul diantaranya : 1). Sinyal Elektrokardiogram diambil secara offline; 2). Data sinyal Elektrokardiogram didapat dari data di internet; 3) Sinyal ECG yang ditampilkan pada display adalah gelombang PQRSTU; 4) Sinyal Respirasi ditentukan berdasar proses Sinyal elektrokardiogram.

Rumusan Masalah

“Dapatkah dibuat Software Pembentukan sinyal Respirasi berdasarkan

sinyal elektrokardiogram dengan memanfaatkan pemrograman Matlab?”

Tujuan

Tujuan Umum

Pengembangan sinyal elektrokardiogram menjadi sinyal respirasi dengan pemrograman matlab.

Tujuan Khusus

(1) Membuat Software untuk mendeteksi gelombang R sinyal ECG; (2) Membuat Software Filter; (3) Membuat software pada pemrograman matlab untuk menampilkan sinyal ECG dan sinyal respirasi.

Manfaat

Manfaat Teoritis

Menambah ilmu pengetahuan dalam bidang elektromedik khususnya tentang pengembangan ECG dengan memanfaatkan kemampuan personal komputer.

Manfaat Praktis

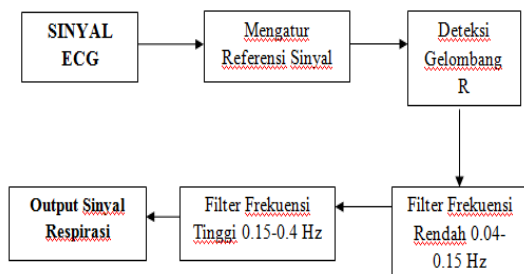
(1) Hasil data sinyal ECG dan sinyal respirasi dapat dilihat langsung pada monitor computer; (2) Memudahkan dokter dalam mengolah data hasil sinyal Elektrokardiogram dan sinyal respirasi .

KERANGKA KONSEPTUAL

Sinyal elektrokardiogram diambil secara offline dari data sinyal elektrokardiogram yang sudah ada. Kemudian sinyal elektrokardiogram diolah sehingga didapatkan titik referensi yang sama. Titik referensi ini digunakan untuk mengetahui amplitudo sinyal elektrokardiogram secara benar. Sinyal elektrokardiogram yang sudah dikondisikan dengan refensi yang sama akan dimasukkan ke blok deteksi

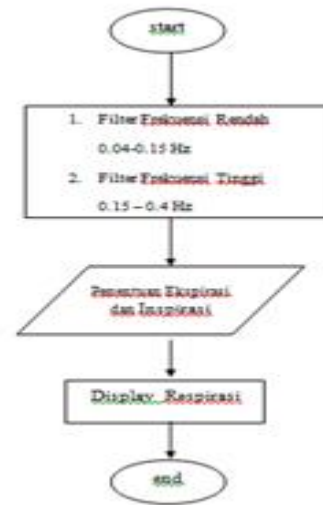
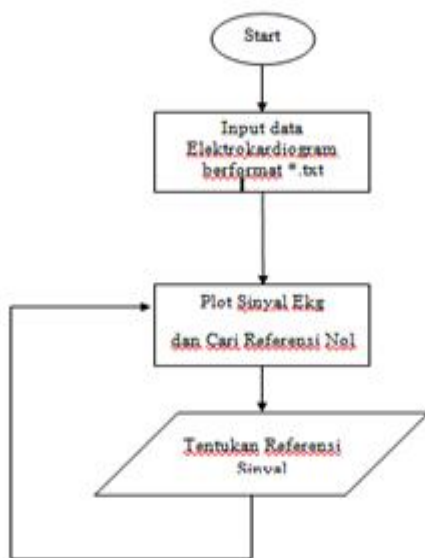
gelombang R. Deteksi gelombang R digunakan untuk mencari jumlah gelombang R yang ada pada tiap pengukuran. Jarak gelombang R ke gelombang R berikutnya akan dihitung untuk didapatkan frekuensinya. Dari Frekuensi yang didapat saat perhitungan gelombang R ke gelombang R berikutnya, maka dilakukan pemfilteran. 2 buah filter digunakan untuk menentukan proses penentuan sinyal respirasi dan ekspirasi pada sistem respirasi

Diagram Blok



Gambar 1 Diagram Blok

Flowchart



Gambar 2 Flowchart

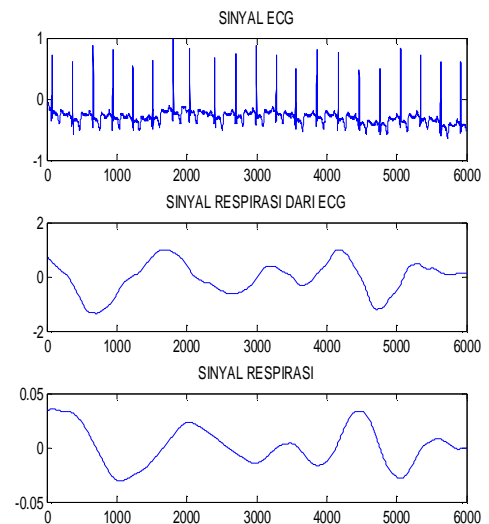
HASIL DAN ANALISIS

Hasil Pengujian dan Analisis Data

Hasil Pengukuran dan Analisis

Hasil Output Data 1

Hasil grafik dari input Elektrokardiograf menjadi sinyal respirasi

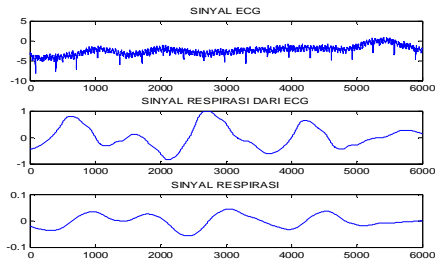


Gambar 3 Grafik Sinyal ECG dan Respirasi Data 1

Dari Data 1 didapat nilai MSE= 0.3665.

Hasil Output Data 2

Hasil grafik dari input Elektrokardiograf menjadi sinyal respirasi

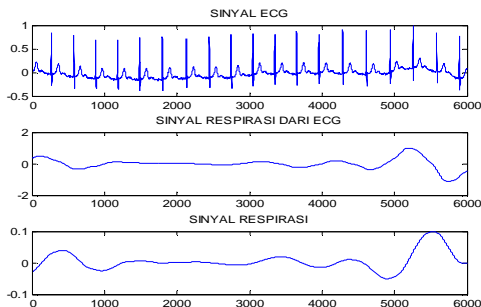


Gambar 4 Grafik Sinyal ECG dan Respirasi Data 2

Dari Data 2 didapat nilai MSE= 0.1884.

Hasil Output Data 3

Hasil grafik dari input Elektrokardiograf menjadi sinyal respirasi

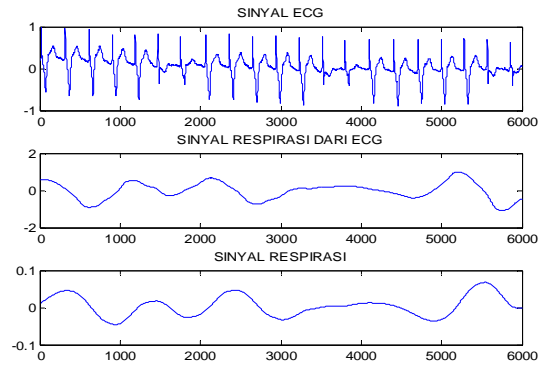


Gambar 5 Grafik Sinyal ECG dan Respirasi Data 3

Dari Data 3 didapat nilai MSE= 0.1298.

Hasil Output Data 4

Hasil grafik dari input Elektrokardiograf menjadi sinyal respirasi

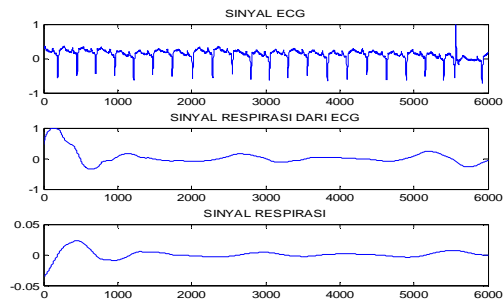


Gambar 6 Grafik Sinyal ECG dan Respirasi Data 4

Dari Data 4 didapat nilai MSE= 0.2214.

Hasil Output Data 5

Hasil grafik dari input Elektrokardiograf menjadi sinyal respirasi

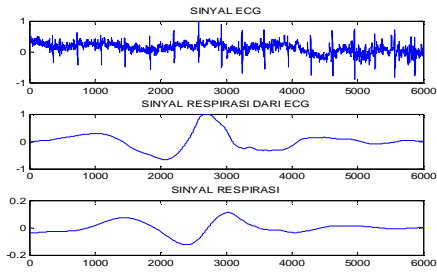


Gambar 7 Grafik Sinyal ECG dan Respirasi Data 5

Dari Data 5 didapat nilai MSE= 0.0566.

Hasil Output Data 6

Hasil grafik dari input Elektrokardiograf menjadi sinyal respirasi

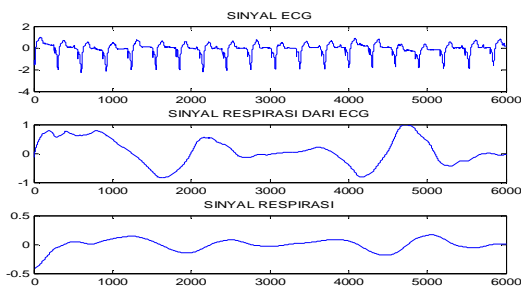


Gambar 8 Grafik Sinyal ECG dan Respirasi Data 6

Dari Data 6 didapat nilai MSE= 0.1093.

Hasil Output Data 7

Hasil grafik dari input Elektrokardiograf menjadi sinyal respirasi

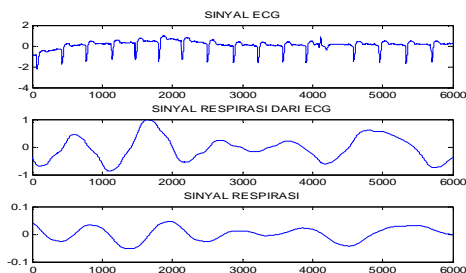


Gambar 9 Grafik Sinyal ECG dan Respirasi Data 7

Dari Data 7 didapat nilai MSE= 0.2271.

Hasil Output Data 8

Hasil grafik dari input Elektrokardiograf menjadi sinyal respirasi

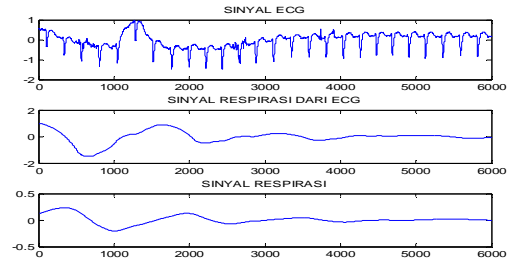


Gambar 10 Grafik Sinyal ECG dan Respirasi Data 8

Dari Data 8 didapat nilai MSE= 0.1957.

Hasil Output Data 9

Hasil grafik dari input Elektrokardiograf menjadi sinyal respirasi

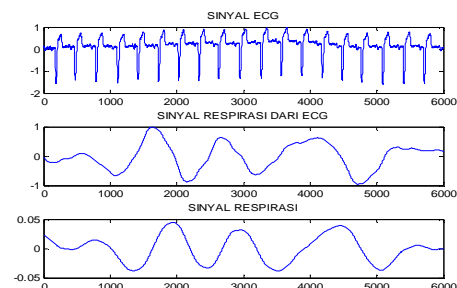


Gambar 11 Grafik Sinyal ECG dan Respirasi Data 9

Dari Data 9 didapat nilai MSE= 0.2285.

Hasil Output Data 10

Hasil grafik dari input Elektrokardiograf menjadi sinyal respirasi



Gambar 12 Grafik Sinyal ECG dan Respirasi Data 10

Dari Data 10 didapat nilai MSE= 0.2154.

Dari sepuluh data sinyal respirasi terhadap sinyal elektrokardiograf dapat dilihat pada Tabel 5.1 dibawah ini

Tabel 1 Hasil Pendataan pada Matlab

Hasil Analisa Software Matlab			
DATA INPUT	MSE	DATA INPUT	MSE
DATA 1	0.3665	DATA 6	0.1093
DATA 2	0.1884	DATA 7	0.2271
DATA 3	0.1298	DATA 8	0.1957
DATA 4	0.2214	DATA 9	0.2285
DATA 5	0.0566	DATA 10	0.2154

PEMBAHASAN

Pembahasan Sistem Keseluruhan Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan cara melakukan proses load terhadap data sinyal elektrokardiogram dan data sinyal respirasi asli yang sudah disimpan dalam file .txt. Proses ini dilakukan dengan menggunakan perintah matlab sebagai berikut:

```
a=load('a111.txt'); % File Sinyal ECG
```

```
a=a(:,1);
```

Program ini digunakan untuk mengambil sinyal pada baris 1 pada file a111.txt dan untuk mengetahui baris pertama dilakukan perintah a=a(:,1) dan sinyal ini nantinya disimpan pada workspace a

```
y=load('a111.txt'); % File Sinyal ECG
```

```
y1=y(:,2);
```

Program ini digunakan untuk mengambil sinyal pada baris 2 pada file a111.txt dan untuk mengetahui baris kedua yang dipanggil dilakukan perintah y1=y(:,2) dan sinyal ini nantinya disimpan pada workspace y1

```
x1=load('a111res.txt'); % File Sinyal Respirasi Asli
x1=x1(:,1);
```

Program ketiga digunakan untuk mengambil sinyal respirasi asli yang diambil pada baris pertama yang sudah tersimpan pada file a111res.txt dan untuk mengetahui baris pertama yang dipanggil dilakukan perintah x1=x(:,1) dan sinyal ini nantinya disimpan pada workspace x1. Penyimpanan ketiga data ini harus dilakukan pada workspace yang berbeda agar tidak menumpuk

Perhitungan Frekuensi Sampling

Filter yang akan dipakai oleh penulis adalah filter dengan Frekuensi sampling 360 Hz, karena data yang dipakai dan sudah tersimpan pada file .txt pada saat pengambilan datanya sudah menggunakan frekuensi sampling 360 Hz. Frekuensi sampling sinyal yang tersimpan pada file.txt harus sama dengan frekuensi sampling pada saat menjalankan program. Jika tidak sama maka nantinya waktu pengambilan data dan plot grafiknya akan menimbulkan pergeseran waktu.

Program yang digunakan adalah sebagai berikut:

```
standar=200; %Sampling
Frekuensi standart
frekdata=360; % Sampling
Frekuensi data yang dipakai
if (standar>frekdata)
    p= standar/frekdata;
    if
        (rem(standar,frekdata)~=0)
            p=round(p)-1; end;
```

Program diatas digunakan untuk melakukan pengecekan apakah frekuensi data yang dipakai atau yang telah disimpan pada file.txt akan sama dengan frekuensi sampling standart 200 Hz. Jika Frekuensi standart lebih besar dari frekuensi sampling maka perbandingan ini akan

digunakan sebagai indeks faktor yang disimpan pada workspace p. Indeks faktor ini digunakan untuk menyamakan antara frekuensi sampling hasil penyimpanan data awal dan frekuensi sampling program.

Perhitungan Filter

Filter yang digunakan untuk melakukan proses pendeteksian sinyal elektrokardiogram menjadi sinyal respirasi ini dilakukan dua kali pemfilteran yaitu filter frekuensi rendah dan filter terhadap frekuensi tinggi.

Filter frekuensi rendah berada pada frekuensi antara 0.04-0.15 Hz. Program yang dilakukan untuk melakukan filter frekuensi rendah adalah sebagai berikut:

```
[c,I]=wavedec(a,lent,'db4');
```

```
Ia9=I(1);
```

```
Id9=I(2);
```

```
Ien=length(c)
```

Filter ini didapat penulis dari filter yang telah tersedia pada toolbox matlab dimana perintah `wavedec` ini digunakan untuk melakukan filter sinyal frekuensi rendah yang hasilnya disimpan pada workspace pada parameter `Id9`.

Untuk filter frekuensi tinggi yang digunakan pada program ini adalah filter frekuensi antara 0,15 Hz - 0,4 Hz. Program yang digunakan untuk proses filter frekuensi tingginya adalah sebagai berikut:

```
for i=1:Ien
if((i<=Ia9)|(i>(Ia9+Id9+1)))
c(i)=0;
end
end.
```

Karena parameter `Id9` telah dipakai pada hasil pemfilteran sinyal frekuensi rendah maka filter berikutnya dilakukan pengecekan pada hasil sinyal setelah

frekuensi rendah tercapai. Cara yang dilakukan adalah dengan mengambil sisa hasil sinyal frekuensi rendah tersebut kemudian dibandingkan dengan parameter sisa dari hasil pemfilteran frekuensi rendah. Sehingga sisa hasil pemfilteran ini dianggap sebagai filter frekuensi tingginya. Kemudian jika terdapat constanta sisa maka constanta sisa ini dianggap =0. Sehingga hasil akhirnya diharapkan hanya sinyal peak dari elektrokardiogram saja yang nanti digunakan sebagai sinyal respirasinya.

Output Sinyal Elektrokardiogram Asli

Gambar output sinyal elektrokardiogram diambil dari sinyal elektrokardiogram yang telah disimpan pada `file.txt` yang parameternya sudah disimpan di workspace `y1`. Sehingga untuk menampilkan gambarnya dilakukan dengan cara memanggil workspace parameter `y1` dan melakukan perintah `plot`, seperti program yang telah dibuat dibawah ini:

```
y1=y1./max(y1);
y1=y1([1:6000,:]);
subplot(3,1,1);
plot(y1);
title ('SINYAL ECG');
```

Output Sinyal Respirasi Asli

Gambar output sinyal respirasi asli ini diambil dari sinyal respirasi yang telah disimpan pada `file.txt` yang parameternya sudah disimpan di workspace `x1`. Sehingga untuk menampilkan gambarnya dilakukan dengan cara memanggil workspace parameter `x1` dan melakukan perintah `plot`, seperti program yang telah dibuat dibawah ini:

```
subplot(3,1,3);
```

```
plot(x1);
title('SINYAL RESPIRASI ASLI')
```

```
e = x-x1
perf = mse(e).
```

Output Hasil Respirasi berdasar Sinyal Elektrokardiogram

Gambar output sinyal respirasi hasil olahan dari sinyal elektrokardiogram ini diambil dari sinyal respirasi yang sudah mengalami proses pemfilteran. Dan hasil sinyal outputnya disimpan pada parameter workspace I. Untuk menggambarkan hasil output ini dilakukan perintah `waverec` yang digunakan untuk rekonstruksi sinyal akhir hasil pemfilterannya. Hasil rekonstruksi ini kemudian disimpan pada workspace parameter `x`. Pada akhirnya untuk menampilkan gambar dilakukan dengan cara memanggil workspace parameter `x` dan melakukan perintah `plot`, seperti program yang telah dibuat dibawah ini:

```
x=waverec(c,I,'db4');
x=x./max(x);
x=x([1:6000],:);
subplot(3,1,2);
plot(x);
title('SINYAL RESPIRASI DARI ECG')
```

Perhitungan Error

Perhitungan error dilakukan dengan menggunakan fasilitas toolbox dari matlab, yaitu melakukan cek performance dengan cara menghitung nilai mean square errornya. Sebelum menghitung mean square errornya atau error rata-ratanya, dilakukan terlebih dahulu pengurangan antara sinyal respirasi hasil pemfilteran sinyal elektrokardiogram yang ada pada workspace `x` dikurangi dengan sinyal respirasi asli yang ada pada workspace `x1` seperti yang terlihat pada program dibawah ini:

PENUTUP

Simpulan

Setelah melakukan proses pembuatan, *study* literatur, perencanaan, percobaan, pengujian software dan pendataan, penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut: (1) Software pembentukan sinyal respirasi berdasarkan sinyal elektrokardiogram, merupakan suatu software yang digunakan untuk mengetahui *signal* respirasi dari sinyal elektrokardiogram. Hal ini akan memudahkan puskesmas yang tidak mempunyai SPO₂ untuk mengetahui sinyal respirasi pasien dari sinyal elektrokardiogram; (2) *Display* grafik sinyal respirasi yang ditampilkan pada layar monitor adalah bukan data *real time*, namun data sinyal elektrokardiogram yang telah di simpan kemudian ditampilkan; (3) Input signal elektrokardiogram berasal dari data pasien yang telah disimpan sebelumnya, untuk membandingkan apakah grafik respirasi sesuai dengan grafik yang sebenarnya akan dibandingkan dengan referensi signal respirasi asli; (4) Dari hasil analisis pengukuran sinyal respirasi dengan menggunakan sinyal elektrokardiogram pada Matlab, diperoleh hasil rata-rata kesalahan sebesar 0.1938 %

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa software sinyal respirasi ini dapat menggantikan sinyal respirasi dari SPO₂ sehingga puskesmas yang mempunyai peralatan terbatas hanya elektrokardiogram saja dapat menghasilkan sinyal respirasi tanpa peralatan tambahan.

Saran

Untuk memperbaiki kendala sistem dan mengembangkan software yang telah dibuat maka ada beberapa hal yang perlu ditambahkan: (1) Data yang di tampilkan sebaiknya merupakan data real time sehingga dapat langsung dilihat hasilnya di monitor; (2) Selain menampilkan grafik, sebaiknya juga ditambahkan analisa penyakit pasien yang terkait dengan respirasi; (3) Perlu ditambahkan software untuk mencetak hasil pengukuran dengan menggunakan printer.

DAFTAR PUSTAKA

- Moody, G, dkk. Derivation of respiratory signals from multi-lead ECGs. *Computers in Cardiology* Vol. 12. pp. 113-116. 1985.
- Pincioli, F, dkk. Processing electrocardiograms towards respiratory signals. Dipartimento di Elettronica, Politecnico di Milano: Italy.
- Rocha, A.P., dkk. A Study On The Estimation of the Respiratory Signal in 12-lead holter recordings. Departamento de Matemática Aplicada, Univ. do Porto, Porto: Portugal.
- Travaglini, A, dkk. Respiratory signal derived from eight-lead ECG. *Computers in Cardiology* 1998