

# RANCANG BANGUN STETOSKOP DIGITAL SEBAGAI PEREKAM SUARA RESPIRASI DAN DETAK JANTUNG

Sri Anggraeni K

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang  
Jl. Prof. H. Sudarto, S.H., Kotak Pos 6199/SMS, Semarang 50329  
Telp. 7473417, 7466420 (Hunting), Fax. 7472396

## Abstrak

Hasil pendengaran suara pada auskultasi paru atau jantung sangat subyektif, sehingga masing-masing orang bisa mengartikan berbeda. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan suatu stetoskop digital yang mampu merekam suara respirasi atau detak jantung dan menampilkannya melalui suatu monitor dalam bentuk gambar sinyal. Pada penelitian ini akan dilakukan rancang bangun stetoskop digital yang merupakan gabungan antara hardware yang berupa rangkaian sensor dan ADC sedang software menggunakan delphy dan visual basic. Rangkaian sensor untuk merekam suara respirasi dan detak jantung. ADC untuk mengubah analog ke digital, dan delphy untuk mengolah sinyal dan menampilkannya pada layar monitor. Dari penelitian ini dihasilkan data bahwa stetoskop digital dapat menampilkan grafik suara respirasi dan detak jantung pada layar monitor, tetapi belum bisa menentukan jenis penyakit pasien. Penentuan jenis penyakit pasien perlu dianalisa pada penelitian lebih lanjut

**Kata kunci** : stetoskop digital, suara respirasi, grafik, layar monitor.

## 1. Pendahuluan

Salah satu cara untuk mengetahui kondisi pasien adalah dengan mendengarkan suara dari tubuh manusia, melalui suatu alat yang disebut stetoskop. Kata stetoskop diambil dari bahasa Yunani yakni *stethos* yang berarti dada dan *skopein* yang berarti memeriksa. Sedangkan proses pemeriksaan suara respirasi atau detak jantung disebut auskultasi.

Masalah yang timbul pada auskultasi paru atau jantung menggunakan stetoskop konvensional adalah noise lingkungan, kepekaan telinga, frekuensi dan amplitudo yang rendah, dan pola suara yang relatif sama. Hasil pendengaran suara juga sangat subyektif, sehingga masing-masing orang bisa mengartikan berbeda. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan suatu alat yang mampu merekam suara respirasi atau detak jantung dan menampilkannya melalui suatu monitor dalam bentuk gambar sinyal.

Stetoskop digital mampu mengambil data suara respirasi dari tubuh manusia dan menampilkan pada monitor komputer. Dengan bantuan komputer, data suara pernafasan atau respirasi bisa disimpan dan diolah serta ditampilkan dalam berbagai bentuk untuk mempermudah analisa. Perbedaan bentuk sinyal sedikit saja bisa

ditunjukkan dengan beberapa metoda pengolahan sinyal.

Beberapa metoda pengolahan suara respirasi dan murmur jantung untuk menentukan identifikasi penyakit sudah banyak dilakukan, tetapi data suara respirasi atau data detak jantung berasal dari rumah sakit atau internet. Oleh karena itu diperlukan stetoskop digital perekam suara respirasi untuk mendapatkan data langsung dari pasien. Stetoskop digital sebagai perekam suara respirasi ini merupakan pengembangan dan perbaikan dari *stetoskop digital dengan tampilan grafik EKG pada PC* yang dibuat oleh Ary (2007), yang gagal menampilkan grafik EKG seperti yang diharapkan. Stetoskop yang akan dibuat diusahakan agar dapat menampilkan bentuk sinyal suara pernafasan normal dan tidak normal.

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Merancang suatu stetoskop digital untuk merekam suara respirasi baik secara perangkat keras (*hardware*) maupun perangkat lunak (*software*).
2. Merealisasikan stetoskop digital yang dapat merekam suara respirasi normal dan tidak normal dan menampilkannya pada layar monitor PC.

### 1.1. Tinjauan Pustaka

Stetoskop elektronik dapat mengatasi kesulitan mengenai level suara rendah dengan meningkatkan kualitas suara. Stetoskop elektronik membutuhkan adanya konversi dari gelombang suara akustik ke sinyal listrik. Sehingga sinyal listrik dapat diperkuat dan diproses untuk kualitas pendengaran yang optimal. Metode yang paling sederhana dari pensinyalan suara adalah dengan menempatkan *microphone* pada bagian *chestpiece* dari stetoskop.

Stetoskop digital merupakan pengembangan dari stetoskop elektronik. Pada stetoskop digital selain terdapat perangkat elektronik juga dilengkapi penguat dari besaran analog ke digital, sebagai interface agar data sinyal suara respirasi atau detak jantung bisa dimasukkan ke komputer PC. Oleh computer data sinyal suara respirasi atau detak jantung tersebut diolah, disimpan dan ditampilkan sehingga mudah dianalisa untuk menentukan penyakit pasien.

Ary pada tahun 2007 dalam penelitiannya yang berjudul *Stetoskop dengan Tampilan Grafik EKG pada PC* telah mencoba membuat suatu stetoskop, namun belum berhasil menampilkan grafik EKG seperti yang diharapkan. Pada penelitian ini dilakukan secara hardware dan software menggunakan delphy. Kesulitan terjadi pada timbulnya noise yang disebabkan gerakan membran sensor dan penguat. Kegagalan terletak pada pemakaian penguat microphone yang menggunakan jenis penguat operasional amplifier LM 741. Sifat jenis penguat ini adalah tidak bisa menguatkan sinyal frekuensi sangat rendah yang kurang dari 100 Hz, padahal suara pernafasan manusia berkisar pada frekuensi 50 Hz. Sehingga yang dikuatkan penguat microphone bukan sinyal suara pernafasan melainkan noise.

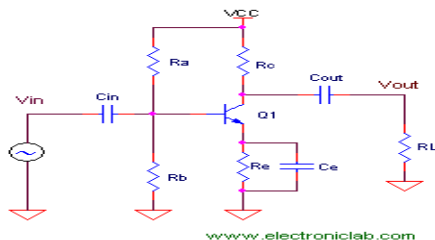
Pada penelitian ini telah diperbaiki menggunakan penguat jenis lain yang mampu bekerja pada frekuensi sekitar 50 Hz yang dilengkapi filter 50 Hz, sehingga noisanya dihilangkan filter dan yang keluar tinggal sinyal suara respirasi atau pernafasan. Metoda pengambilan suara respirasi juga dilakukan pada ruang yang kedap suara agar

suara dari luar tidak masuk ke dalam alat stetoskop digital ini. Mikrophone yang digunakan dipilih yang sangat peka dan dilengkapi dengan pengaturan penguatan sehingga memudahkan dalam pengambilan suara pernafasan.

Perbaikan lain adalah dengan menggunakan USB menggantikan RS 232. RS 232 merupakan interface yang digunakan untuk menghubungkan perangkat luar dengan komputer PC. Sedangkan USB digunakan untuk menghubungkan perangkat luar dengan komputer kaptop. Dengan menggunakan USB, maka perangkat stetoskop digital ini dihubungkan dengan komputer laptop sehingga mudah dibawa atau portable. Sinyal keluaran mikrophone masih sangat kecil sehingga perlu dikuatkan. Frekuensi suara pernafasan sangat rendah yakni berkisar antara 50 Hz, sehingga penguatnya dirancang untuk dapat bekerja pada frekuensi tersebut. Dalam hal ini harus dipilih penguat kelas A, agar bentuk sinyal output sama dengan bentuk sinyal input tanpa terjadi distorsi.

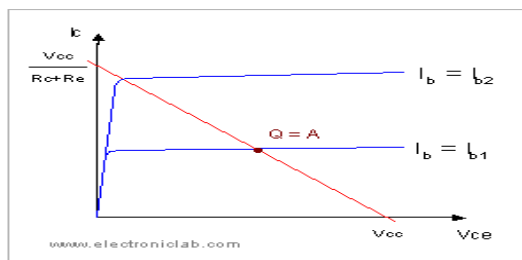
Filter aktif sangat handal digunakan pada komunikasi dan sinyal prosesi, tapi juga sangat baik dan sering digunakan pada rangkaian elektronika seperti radio, televisi, telepon, radar, satelit ruang angkasa dan peralatan biomedik.

Penguat adalah rangkaian yang dapat memperkuat sinyal input beberapa kali. Keluaran dari penguat berupa sinyal yang bentuknya sama dengan input, tetapi lebih besar. Besarnya penguatan tergantung dari penguatan transistor yang digunakan dan komponen pendukungnya. Penguat yang bentuk outputnya sama dengan bentuk sinyal input disebut penguat kelas A. Penguat tipe kelas A dibuat dengan mengatur arus bias yang sesuai di titik tertentu yang ada pada garis bebannya. Sedemikian rupa sehingga titik Q ini berada tepat di tengah garis beban kurva  $V_{CE}-I_C$  dari rangkaian penguat tersebut, misalnya titik A. Gambar 1 adalah contoh rangkaian common emitor dengan transistor NPN Q1.



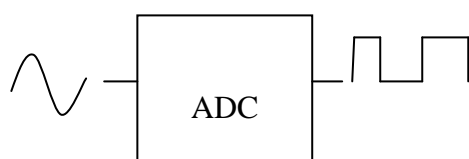
Gambar 1 Rangkaian Dasar Penguat

Garis beban pada penguat ini ditentukan oleh resistor  $R_c$  dan  $R_e$  dari rumus  $V_{CC} = V_{CE} + I_c R_c + I_e R_e$ . Jika  $I_e = I_c$  maka dapat disederhanakan menjadi  $V_{CC} = V_{CE} + I_c (R_c + R_e)$ . Selanjutnya pembaca dapat menggambar garis beban rangkaian ini dari rumus tersebut. Sedangkan resistor  $R_a$  dan  $R_b$  dipasang untuk menentukan arus bias. Harga resistor-resistor pada rangkaian tersebut dapat ditentukan, dengan pertama menetapkan berapa besar arus  $I_b$  yang memotong titik Q.



Gambar 2 Garis beban dan titik Q penguat kelas A

Setelah sinyal suara pernafasan diperkuat dan difilter, maka akan menghasilkan sinyal sura pernafasan murni yang mempunyai amplituda yang cukup besar. Sinyal ini kemudian dimasukkan ke rangkaian pengubah sinyal analog ke digital atau disebut *analog to digital converter (ADC)*. Rangkaian ADC diperlukan agar sinyal suara pernafasan yang semula analog dapat ditampilkan oleh layar monitor komputer. Prinsip kerjanya ADC ditunjukkan gambar 3.



Gambar 3 Prinsip ADC

Pada dasarnya rangkaian ADC mengubah sinyal analog menjadi besaran digital yang berupa deretan pulsa yang merepresentasikan besaran biner. Sinyal analog disampling sehingga membentuk pulsa PAM, yang selanjutnya dikodekan sehingga terbentuk besaran biner.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Studi literatur

Untuk mendapatkan data tentang prinsip kerja stetoskop dan dasar teori, dilakukan studi literature baik melalui buku-buku maupun beberapa situs di internet. Dari informasi ini dapat dibuat perancangan suatu system stetoskop digital yang mampu merekam suara respirasi dan ditampilkan pada layar monitor computer PC.

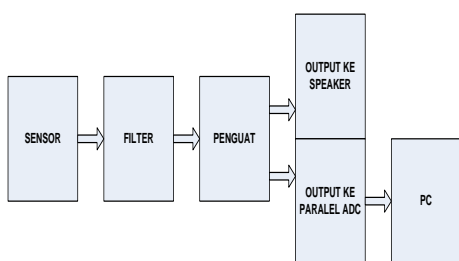
### 2.2. Perancangan

Sebenarnya yang akan dibuat adalah system pemantau kesehatan terpadu yang mampu merekam dan suara respirasi, suara detak jantung, tekanan darah dan parameter kesehatan lain, dan ditampilkan pada suatu layar monitor, sehingga memberikan informasi yang lengkap dan mudah dibaca. Namun oleh karena dananya yang tidak mencukupi, maka pada penelitian ini hanya sampai pada stetoskop digital saja, sedang bagian kelanjutannya dapat dilakukan pada kesempatan lain. Diagram blok system pemantau kesehatan terpadu ditunjukkan gambar 4



Gambar 4 Diagram blok Rancangan Pemantau Kesehatan Terpadu

Monitor akan selalu menampilkan gambar sinyal suara respirasi, detak jantung dan tekanan darah pasien Dengan membaca data di monitor, seorang dokter atau perawat dapat selalu memantau kesehatan pasien dengan mudah dan tepat secara real time. Stetoskop digital sebagai perekam suara respirasi dibuat dengan cara menambahkan perangkat elektronik dan penguat ADC (*analog to digital converter*) dan penguat dan filter. Diagram blok dari stetoskop digital yang telah dibuat seperti yang ditunjukkan gambar 5.



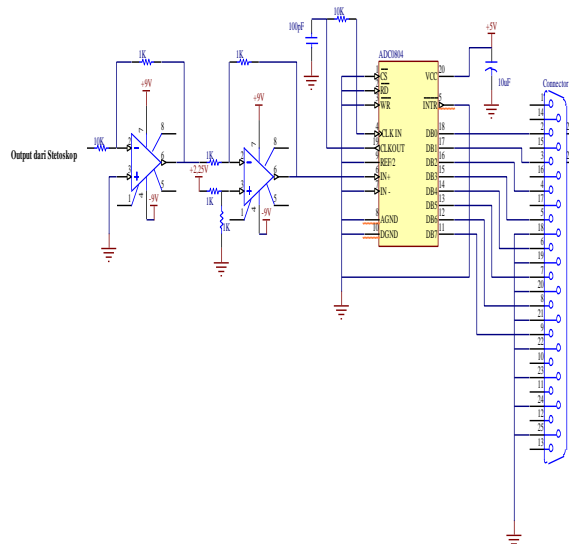
Gambar 5 Diagram Blok Rancangan Stetoskop Digital Perekam Suara Respirasi

Pada diagram blok rancangan gambar 5, sensor merupakan microphone yang mengubah dari suara pernafasan menjadi sinyal listrik. Speaker bisa mendengar suara respirasi setelah difilter dan dikuatkan. Hal ini diperlukan agar noise tidak ikut masuk dan suara respirasi yang lemah dapat didengar. Demikian juga sinyal pernafasan yang akan ditampilkan PC atau laptop, perlu difilter dan dikuatkan terlebih dahulu.

Filter analog dirancang untuk memproses sinyal analog, sedang filter digital memproses sinyal analog dengan menggunakan teknik digital. Filter tergantung dari tipe elemen yang digunakan pada rangkaianannya, filterakan dibedakan pada filter aktif dan filter pasif. Elemen pasif adalah tahanan, kapasitor dan induktor. Filter aktif dilengkapi dengan transistor atau op-amp selain tahanan dan kapasitor. Tipe elemen ditentukan oleh pengoperasian range frekuensi kerja rangkaian . Misal RC filter umumnya digunakan untuk audio atau operasi frekuensi rendah dan filter LC atau

kristal lebih sering digunakan pada frekuensi tinggi.

Rangkaian ADC yang direncanakan ditunjukkan gambar 6. ADC menggunakan IC tipe ADC0804 yang menyalurkan data ke PC secara parallel. Dengan demikian penyalurannya akan lebih cepat.



Gambar 6 Rancangan Rangkaian ADC

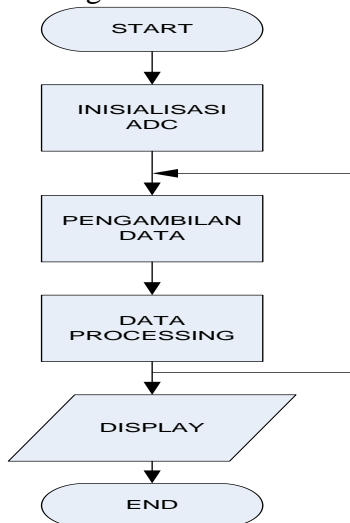
Pengubah besaran analog menjadi digital berfungsi untuk mengubah basaran analog menjadi besaran digital sehingga data tersebut dapat diproses secara digital oleh computer PC. Pengubah analog ke digital yang dipakai adalah ADC0804.

ADC0804 merupakan metoda konversi pendekatan suksesif atau *successive approximation*. Metoda ini membutuhkan rangkaian yang kompleks, akan tetapi membutuhkan waktu konversi yang cepat. ADC0804 tersedia dalam bentuk IC CMOS 8-bit dengan pengontrolan bus output melalui *three-state*, yaitu tidak membutuhkan interface tambahan untuk menghubungkan dengan prosessor sehingga output dari ADC dapat terbaca sebagai port IO atau sebagai lokasi memori pada prosessor. ADC0804 ini mempunyai waktu konversi kurang dari 100 µs dengan tegangan jangkauan tegangan input dari 0V – 5V. ADC0804 ini mempunyai internal generator yang terintegrasi dalam satu chip IC.

Cara lain adalah dengan menggunakan sound card pada PC sehingga akan lebih ekonomis

dan lebih sederhana. Namun kualitas hasilnya masih perlu diuji.

Untuk proses sinyal menggunakan PC digunakan program DELPHI. Program DELPHI ini mampu memproses sinyal yang masuk ke PC atau laptop dan menampilkannya pada monitor PC atau laptop. Flow chart software DELPHI dalam proses pengambilan data dan pengolahannya ditunjukkan gambar 7.



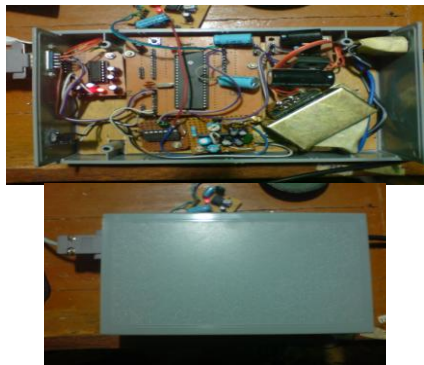
Gambar 7 Diagram Alir Prose Pengambilan Data

Perancangan PCB menggunakan protel 99SE yang biasa digunakan untuk merancang jalur PCB pada rangkaian elektronik. Jenis PCB yang akan digunakan adalah PCB pertinak yang mudah diperoleh di pasaran.

### 3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

#### 3.1. Hasil Rancangan dan Pembuatan

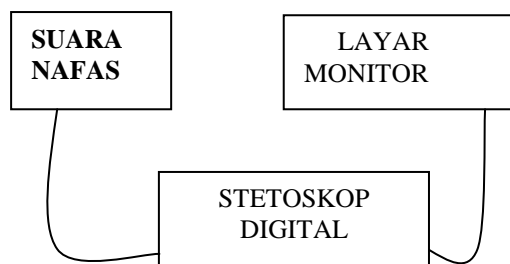
Dari proses perancangan dan pembuatan dihasilkan suatu alat stetoskop digital sebagai perekam suara respirasi seperti ditunjukkan gambar 8:



Gambar 8 Stetoskop Digital Hasil Penelitian

#### 3.2. Pengambilan data

Data suara pernafasan atau respirasi manusia diambil melalui hidung dengan menggunakan microphone. Sinyal dari suara pernafasan kemudian di masukkan ke interface komputer PC atau laptop. Kuat sinyal dapat diatur dengan mengatur potensiometer. Pengambilan suara pernafasan dimulai dengan menge klik start dan diakhiri dengan menge klik stop, yang diperagakan pada layar monitor komputer. Bentuk sinyal suara pernafasan juga ditunjukkan oleh layar monitor. Rangkaian pengambilan data ditunjukkan gambar 9.

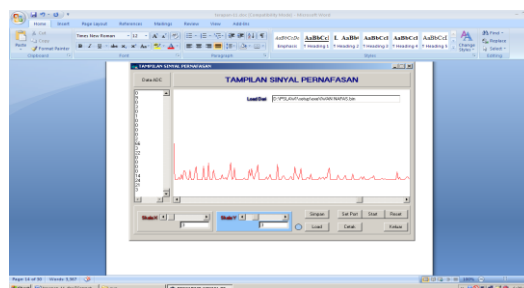


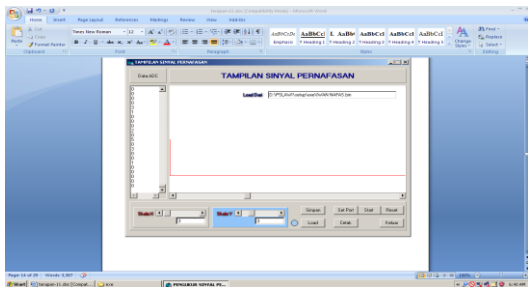
Gambar 9 Rangkaian Pengambilan Data Suara Pernafasan

Dari data suara pernafasan yang diambil diperoleh data sinyal suara pernafasan yang berasal dari empat sumber suara pernafasan masing-masing suara nafas iwan, maarif, slawi dan sonhaji. Stetoskop juga dapat menampilkan sinyal suara detak jantung dari keempat sumber tersebut. Keempat sumber tersebut merupakan sumber dari suara pernafasan dan detak jantung yang sehat. Sinyal suara pernafasan terdiri dari sinyal sura pernafasan saat menarik nafas dan saat mengeluarkan nafas.

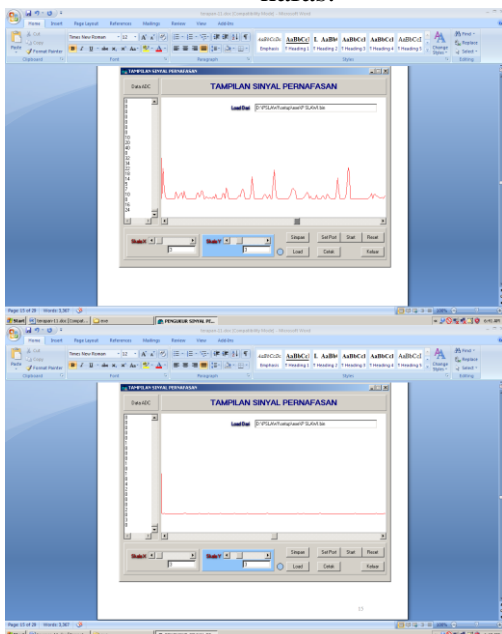
#### 4.3. Hasil Rekaman

Hasil Perekaman beberapa suara pernafasan dalam bentuk sinyal yang ditunjukkan layar monitor bisa dilihat pada gambar 10

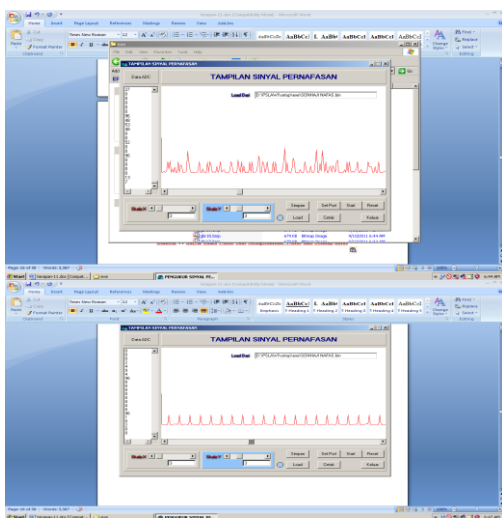




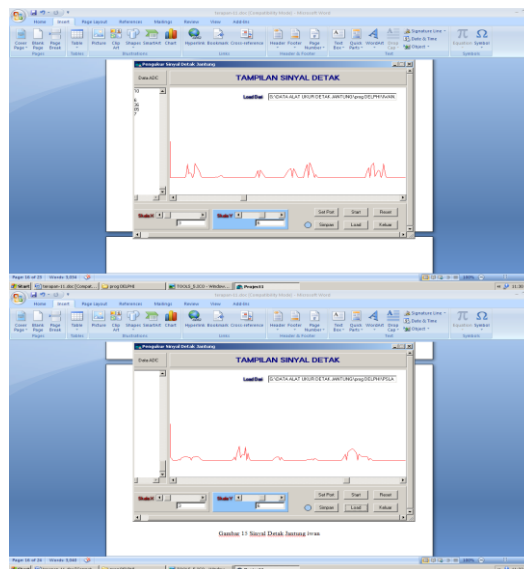
Gambar 10 Sinyal Suara Pernafasan Saat mengeluarkan dan menarik nafas dari iwan nafas.



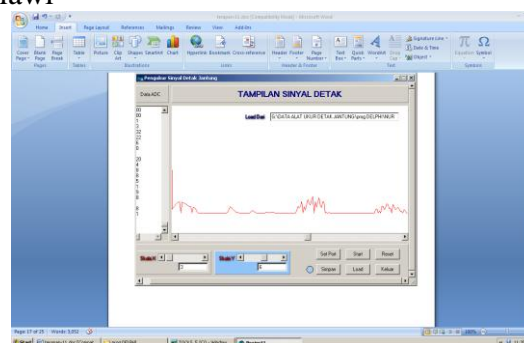
Gambar 11 Sinyal Suara Nafas Saat Mengeluarkan dan menarik Nafas dari Slawi nafas



Gambar 12 Sinyal Suara Nafas Saat Mengeluarkan dan menarik Nafas dari Sonhaji nafas Hasil Rekaman detak jantung ditunjukkan Gambar 13 dan gambar 14



Gambar 13 Sinyal Detak Jantung iwan dan Slawi



Gambar 14 Sinyal Detak Jantung Shonhaji

### 3.4. Pembahasan

Dari hasil rekaman suara pernafasan yang ditampilkan dalam bentuk sinyal pada layar monitor pada gambar 10 sampai gambar 12 dapat dianalisa bahwa stetoskop digital yang dibuat mampu menampilkan sinyal suara respirasi seperti yang diinginkan. Stetoskop digital dapat digunakan untuk merekam sinyal suara respirasi dari empat sumber yang berbeda dengan hasil yang berbeda pula. Setelah berhasil diubah dari bentuk suara menjadi sinyal suara respirasi, maka kemudian bisa disimpan, digandakan atau dikirimkan untuk dianalisa lebih tepat. Sinyal

yang ditampilkan adalah sinyal pada periode setiap 600 ms.

Pada sinyal suara respirasi, pada saat menarik nafas, sinyal yang keluar rata atau hampir rata, ini menandakan bahwa pada saat menarik nafas tidak ada suara yang keluar. Pada saat mengeluarkan nafas terlihat ada sinyal yang timbul, ini menandakan bahwa pada saat itu terjadi suara yang keluar.

Bentuk sinyal suara pernafasan dari keempat sumber ternyata tidak sama meskipun mempunyai pola yang sama. Data ini menunjukkan bahwa suara respirasi setiap orang sedikit berbeda tetapi mempunyai pola yang sama. Untuk dapat membedakan dan menganalisa lebih teliti lagi guna menentukan ciri masing-masing sinyal, diperlukan teknik analisa lebih lanjut seperti menggunakan FFT (*fast fourier transform*), *neuro fuzzy* dan lain-lain.

Sinyal detak jantung dari keempat sumber juga mempunyai pola yang sama tetapi kalau diteliti ternyata ada perbedaan. Hal ini ditunjukkan gambar 13 sampai gambar 14. Untuk menentukan detak jantung orang sehat atau sakit perlu dianalisa lebih lanjut juga bisa digunakan teknik analisa pengolahan sinyal FFT dan *neuro fuzzy*.

Untuk lebih tepatnya analisa agar dapat digunakan untuk menentukan jenis penyakitnya, diperlukan data base dari sinyal sinyal suara pernafasan orang sehat dan dirinci ciri-cirinya menggunakan FFT. Demikian juga setiap jenis penyakit paru atau pernafasan juga mempunyai data sinyalnya beserta analisa ciri-cirinya. Terdapat tujuh kelompok penyakit pernafasan yang bisa presentasikan bentuk sinyalnya dan ciri-cirinya yang masing-masing berbeda.

Jika ada sinyal suara pernafasan seorang pasien direkam, maka sinyal tersebut dianalisa dan diproses sinyal menggunakan FFT, sehinggalah akan menghasilkan ciri-ciri tertentu. Sinyal dan ciri-cirinya kemudian dibandingkan dengan ke tujuh kelompok sinyal dan ciri-ciri dari sinyal suara pernafasan. Sinyal dan ciri-ciri yang paling mendekati salah satu kelompok sinyal tersebut merupakan jenis penyakit pasien tersebut. Proses ini berulang untuk setiap

pasien yang akan diperiksa. Dengan proses ini maka penentuan jenis penyakit pasien diharapkan dapat ditentukan dengan lebih tepat.

#### 4. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Dengan rangkaian penguat, ADC dan program DELPHI berhasil dibuat stetoskop digital yang dapat menampilkan sinyal suara respirasi pada layar monitor komputer.
2. Sinyal suara respirasi ditampilkan layar monitor komputer setiap 600 ms pada saat tarik nafas dan saat keluar nafas dan dapat disimpan dalam bentuk file.
3. Stetoskop digital selain bisa menampilkan sinyal suara respirasi, juga bisa menampilkan sinyal detak jantung
4. Sinyal suara respirasi hasil rekaman dapat disimpan dan ditampilkan kembali untuk dianalisa lebih teliti

#### Daftar Pustaka

- Kaelm, Mark "Auscultation Listening to determine dysfunction, Professionalization of exercises physic on line, Vol 4 NO 8, August 2010
- Prasetya, Retna dan Edi Widodo, Catur.2009. *Interfacing Port Paralel dan Port Komputer dengan Visual Basic 6.0*. Yogyakarta : Andi offset.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/sound>, diunduh tanggal 12 April 2011
- <http://hyperphysics.phyastr.gsu.edu/hbase/electronic/opampvar2.html#c-3>, diunduh tanggal 15 april 2011.