

SIMULATOR ECG BERBASIS PC SEBAGAI ALAT BANTU AJAR PENGOLAHAN SINYAL BIOMEDIS

Achmad Rizal¹, Ibnu Yudha Setiadi², Rita Magdalena³, Vera Suryani⁴

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro STT Telkom

⁴Jurusan Teknik Informatika STT Telkom

Jalan Telekomunikasi 1, Dayeuh Kolot Bandung 40257

Telp/fax : 022-7565933/7565931

arz@stttelkom.ac.id¹, setiadiibnuyudha@yahoo.com², rta@stttelkom.ac.id³,
vra@stttelkom.ac.id⁴

ABSTRAK

Electrocardiogram (ECG) merupakan sinyal fisiologis manusia yang dihasilkan oleh aktifitas kelistrikan jantung. Sinyal ini direkam menggunakan perangkat electrocardiograph. Perangkat ECG terdiri dari elektroda, penguat biopotensial, filter, perangkat pengolahan sinyal dan perangkat peraga. Perangkat ini bermacam-macam bentuknya sesuai dengan kepentingan perekaman sinyal ECG yang dilakukan. Misalnya untuk standard clinical ECG, menggunakan 12 elektroda, dan peraga biasanya berupa kertas rekam ECG, sedangkan untuk monitoring ECG, digunakan 1 atau 2 elektroda dengan peraga berupa sinyal yang ditampilkan pada CRT. Perangkat ini relatif mahal karena produksi yang terbatas dan penggunaan yang cukup spesifik.

Simulator ECG merupakan perangkat untuk mensimulasikan sinyal ECG. Perangkat ini berguna untuk pengetesan perangkat ECG pada saat perbaikan, untuk keperluan penelitian tentang sinyal ECG atau untuk keperluan pendidikan. Simulator ECG atau yang sering disebut Phantom ECG pada prinsipnya merupakan suatu generator sinyal dengan bentuk sinyal "ECG like" atau sinyal ECG yang telah terekam. Perangkat ini bisa direalisasikan berbasis mikrokontroler, rangkaian analog biasa atau berbasis PC.

Pada penelitian ini direalisasikan simulator ECG berbasis PC dengan input data array. Input diambil dari data base MIT-BIH berupa rekaman ECG selama 1 menit dengan bermacam-macam kasus. Data yang didapat ditampilkan pada PC secara berulang dengan periode yang dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Tampilan menyerupai sinyal ECG yang diambil langsung dari pasien. Kelebihan dari simulator ini yaitu sinyal ECG yang ditampilkan merupakan rekaman ECG asli dan mempunyai data base sinyal ECG yang cukup banyak untuk berbagai kasus kelainan jantung. Simulator ini juga memberikan kemudahan untuk penelitian tentang aplikasi pengolahan sinyal digital untuk pemrosesan sinyal ECG. dalam aplikasinya simulator ini dapat digunakan sebagai alat bantu untuk mempelajari berbagai bentuk sinyal ECG. Sinyal yang dihasilkan dapat dikeluarkan melalui paralel port, sehingga apabila diperlukan bisa dikonversi bentuk analog menggunakan DAC.

Kata kunci : simulator ECG, perangkat berbasis PC, data array,

I. PENDAHULUAN

Sinyal ECG merupakan salah satu obyek yang paling sering dipakai dalam mempelajari fenomena bioelektrik. Sinyal ini dipelajari dalam bidang kedokteran untuk aplikasi kesehatan atau dalam bidang teknik biomedika untuk mempelajari teknik instrumentasi biomedik. Sinyal ini terjadi karena proses depolarisasi sel-sel jantung yang terjadi spontan diawali oleh *Sinoatrial node* (SA node). Untuk mempelajari ECG dibutuhkan alat bantu berupa gambar sinyal ECG atau perangkat ECG untuk menampilkan sinyal ECG. Perangkat ECG cukup mahal karena penggunaan yang terbatas. Untuk itu diperlukan simulator ECG atau suatu perangkat untuk menampilkan sinyal ECG guna memudahkan proses mempelajari sinyal ECG. Simulator ECG atau biasa disebut dengan *phantom ECG*, biasanya digunakan di rumah sakit untuk kalibrasi perangkat ECG. Perangkat ini bisa dianggap sebagai generator sinyal dengan sinyal keluaran berupa sinyal ECG.

Untuk keperluan pendidikan perlu dirancang suatu perangkat yang dapat membantu pemahaman peserta didik tentang ECG. Untuk itu dirancang suatu simulator sinyal ECG berbasis PC untuk menjadi solusi dari kebutuhan tersebut.

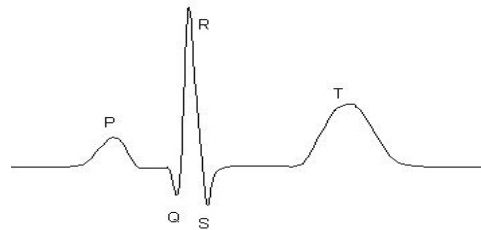
II. TEORI

Elektrokardiograf merupakan alat yang berfungsi untuk menampilkan rekaman sinyal listrik jantung dalam bentuk grafik yang ditampilkan melalui monitor atau dicetak pada kertas. Hasil rekaman ini dinamakan elektrokardiogram (ECG), seperti yang dikatakan Goldman[1] “elektrokardiogram (ECG) adalah grafik hasil catatan potensial listrik yang dihasilkan oleh aktifitas listrik otot jantung.”

2.1 Gelombang ECG Normal

Sebuah sinyal yang didapat dari ECG normal adalah seperti pada gambar 1. Menurut Sutopo[1], gelombang ECG normal memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Gelombang P mempunyai amplituda kurang dari 0,3 mVolt dan perioda kurang dari 0,11 detik.
2. Gelombang Q mempunyai amplituda sebesar minus 25% dari amplituda gelombang R.



Gambar 1. Gelombang ECG normal

3. Gelombang R mempunyai amplituda maksimum 3 mVolt.
4. Gelombang S merupakan defleksi negatif sesudah gelombang R.
5. Kompleks QRS terdiri dari gelombang Q, R dan S yang memiliki perioda 0,06-0,10 detik dengan perioda rata-rata 0,08 detik.
6. Gelombang T mempunyai amplituda minimum 0,1 mVolt.

2.2 Standarisasi ECG

Untuk mempermudah proses pembelajaran dan analisa mengenai ECG maka diperlukan sebuah standarisasi rekaman. “Standarisasi dalam rekaman ECG yaitu 25 mm/detik untuk kecepatan rekaman dan 10mm/mVolt untuk amplituda” [1].

2.3 Teknik-teknik Elektrokardiografi

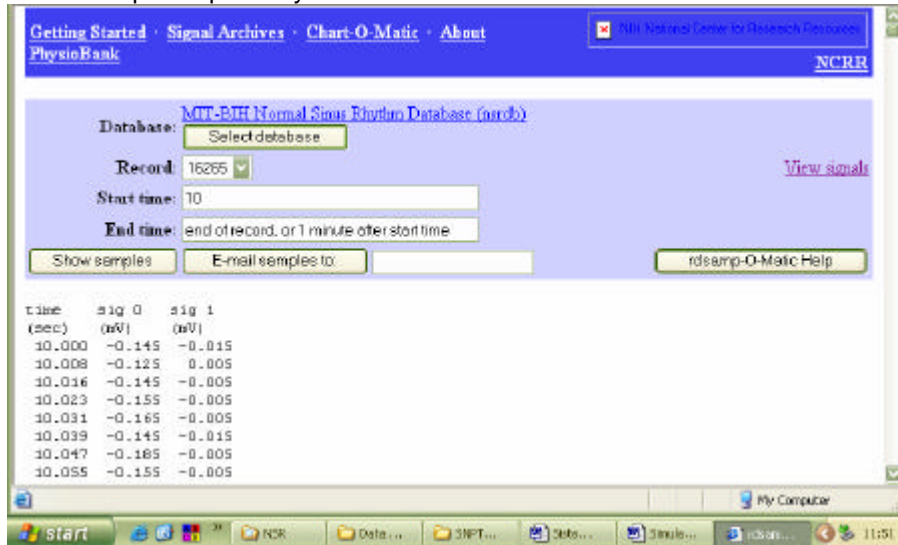
Pada dasarnya ada tiga teknik yang digunakan dalam elektrokardiografi, yaitu:

1. *Standard clinical ECG.*
Teknik ini menggunakan 10 elektroda (12 *lead*) yang ditempatkan pada titik-titik tubuh tertentu. Teknik ini dipakai untuk menganalisa pasien.
2. *Vectorcardiogram.*
Teknik ini menggunakan 3 elektroda yang ditempatkan pada titik-titik tubuh tertentu. Teknik ini menggunakan pemodelan potensial tubuh sebagai vektor tiga dimensi dengan menggunakan sandapan baku bipolar (Einthoven). Dari sini akan dihasilkan gambar grafis dari eksistensi jantung.
3. *Monitoring ECG.*
Teknik ini menggunakan 1 atau 2 elektroda yang ditempatkan pada titik-titik tubuh tertentu. Teknik ini digunakan untuk memonitor pasien dalam jangka panjang.[2]

2.4. Data Base ECG MIT-BIH

Data base MIT-BIH adalah suatu database yang berisi rekaman sinyal ECG. Rekaman ini didokumentasi oleh MIT bekerja sama dengan *Beth Israel Hospital*. Data base ini dapat diperoleh secara gratis di internet pada website <http://www.physionet.org>. Pada website

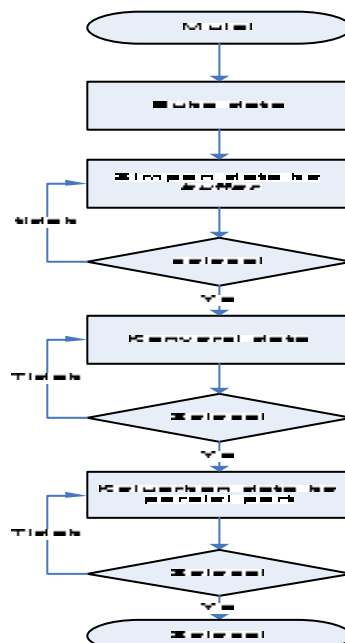
tersebut juga terdapat database sinyal ECG lain misalnya data base ECG dari AHA (*American Heart Association*) dan lain-lain. Sinyal ECG yang disimpan dalam data base *arrythmia* MIT-BIH berupa data array. Biasanya merupakan rekaman sinyal ECG selama 1 menit dengan frekuensi sample 250 Hz dan diambil dari lead II,III atau AVR. Dalam website *physionet* sebenarnya juga disediakan perangkat lunak untuk menampilkan sinyal ECG, tetapi tidak dapat menampilkan dalam bentuk sinyal yang bergerak. Sebagai contoh *chart-o-matic*, untuk menampilkan plot sinyal ECG rekaman.



Gambar 2. Tampilan data base MIT-BIH di web

III. DESAIN DAN REALISASI

Secara sederhana proses yang dilakukan untuk mensimulasikan sinyal ECG dari data array seperti pada *flowchart* pada gambar 3. Data sinyal ECG dari data base MIT-BIH diolah terlebih dahulu untuk menyamakan dengan format yang bisa dibaca oleh perangkat lunak simulator.



Gambar 3. Flowchart program

Data dari MIT-BIH *database*, di-copy dan dibuat dalam bentuk file.txt, kemudian dikonversi dari bentuk titik ke bentuk koma agar dapat dimanipulasi di Excel. Karena penguatan yang dirancang di perangkat lunak kurang tinggi, maka data array yang berupa .txt dicopy ke Excel dan dilakukan perkalian. Hasilnya kemudian di copy kembali ke dalam bentuk .txt. Data ini

siap dibaca oleh perangkat simulator untuk ditampilkan di PC. Beberapa nilai array yang ada dalam data base tidak dapat di-edit secara otomatis, sehingga beberapa data array harus di-edit secara manual.

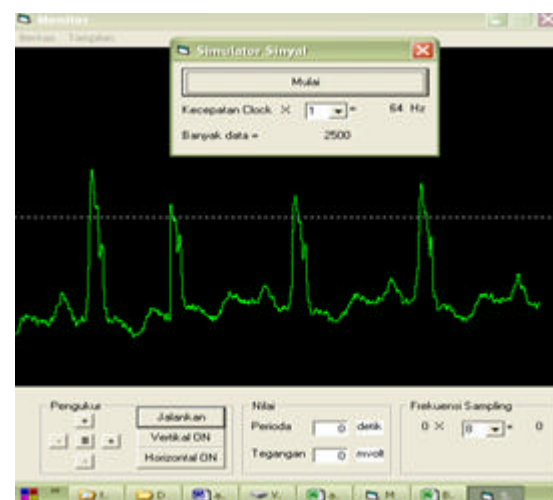
Hasil dari simulasi sinyal ECG seperti pada gambar 4, gambar 5, dan gambar 6.



Gambar 4. Tampilan simulator untuk sinyal ECG normal



Gambar 5. Tampilan simulator untuk kasus *atrial fibrillation*



Gambar 6. Tampilan simulator untuk kasus *congestive heart-failure*

Setting clock pada perangkat lunak menunjukkan kecepatan penampilan data, secara real ini menunjukkan banyaknya detak jantung tiap menit (bpm), kelemahan yang muncul yaitu nilai clock tidak bisa dibuat untuk sembarang nilai, tetapi 2^n , sehingga untuk kasus normal hanya dapat dibuat untuk bpm sebesar 64 sampai 100.

Fitur yang disediakan pada simulator ini adalah tombol untuk menahan sinyal (hold) agar sinyal dapat diukur parameteranya, kursor vertikal dan horizontal untuk mengukut perioda dan tegangan sinyal juga pengaturan parameter frekuensi sample untuk mendemonstrasikan pengaruh frekuensi sampling terhadap sinyal rekonstruksi. Simulator dirancang untuk dapat mengeluarkan sinyal keluar melalui paralel port. Sinyal ini dapat dianalogkan dengan menggunakan DAC. Fitur terakhir ini belum diujicoba hasilnya sehingga belum bisa diketahui apakah sinyal yang dihasilkan sama dengan tampilan di PC.

Pada prinsipnya simulator ini dapat digunakan untuk kepentingan pendidikan misalnya untuk mahasiswa kedokteran, keperawatan atau teknik biomedika. Untuk penggunaan secara medis misalnya sebagai kalibrator perangkat ECG di rumah sakit atau instalasi kesehatan lainnya belum dapat dilakukan, karena masih membutuhkan pengembangan lebih lanjut.

IV. KESIMPULAN

Telah direalisasikan perangkat lunak simulator ECG dengan inputan data array dari data base MIT-BIH. Simulator yang dirancang telah mampu menampilkan sinyal ECG secara bergerak sehingga seolah-olah merupakan hasil perekaman langsung dari pasien. Sinyal yang dihasilkan bisa diakses melalui port paralel.

Daftar Pustaka

1. Widjaja, Sutopo Widjaja, (1990), "**ECG Praktis**", Binarupa Aksara, Jakarta,
2. Tompskin, Willis J, (1993), "**Biomedical Signal Processing**", Prentice Hall, New Jersey,
3. E, Igor R. (2005), "**Introduction to Biomedical Engineering Cardiac Bioelectricity**". (PDF file). Available: <http://efimov.cwru.edu/teaching> [Mei 18, 2005]
4. www.physionet.org
5. _____(2005), "**Electrocardiogram-I**". (Online). Available: http://www.cs.wright.edu/~phe/EGR199/lab_1 [January 3, 2005]
6. Rizal, Achmad, et al, (2005) "**Design And Realization Of Single-Channel PC Based Electrocardiograph Using Serial Port**" Seminar Tekno Insentif, Kopertis Wil IV, Bandung