

DESIGN AND REALIZATION OF SINGLE-CHANNEL PC BASED ELECTROCARDIOGRAPH USING SERIAL PORT

Achmad Rizal¹, Khusni E Wardana², Imam T Pambudi³, Vera Suryani⁴, Budianto⁵

arz@stttelkom.ac.id¹, uniardana@yahoo.com², buteg_84@plasa.com³, vra@stttelkom.ac.id⁴, bud@stttelkom.ac.id⁵

^{1,2,3,5} Electronics Engineering Department – Sekolah Tinggi Teknologi Telkom

⁴ Informatics Engineering Department – Sekolah Tinggi Teknologi Telkom

Jl. Telekomunikasi 1, Dayeuhkolot Bandung 40257 Indonesia

Phone/fax: 022-7565933

ABSTRAK

Electrocardiogram (ECG) merupakan sinyal fisiologis 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.

Penelitian ini memberikan alternatif perangkat ECG yang murah untuk keperluan pendidikan. Direalisasikan perangkat ECG berbasis PC menggunakan serial port dengan kanal tunggal. Perangkat ini dapat digunakan untuk keperluan *monitoring ECG*, dengan menggunakan *lead* I, II atau III. Diperlukan penelitian lebih lanjut agar perangkat ini dapat digunakan secara klinis.

Kata Kunci : ECG, PC, monitoring ECG, serial port

ABSTRACTS

Electrocardiogram (ECG) is a physiological signal that is produced from heart electricity activities. This signal is recorded using electrocardiograph. Electrocardiograph consist of electrodes, biopotential amplifier, filter, signal processing tools, and display to represent signal. These tools have variety in shapes related to the purpose of ECG signal recording. Ex : *standard clinical ECG* use 12 electrodes, and usually use cart recorder to display the signal, while for monitoring ECG use 1 or 2 electrodes and CRT to display the signal. These equipments are relatively expensive cause limited production and specific usage.

This research present an alternative to build low cost ECG equipment for educational purpose. A single channel PC based ECG using serial port has been realized. This equipment can be used for monitoring ECG, using lead I, II or III. It need further research to make this equipment can be used for clinical purposes.

Keywords : ECG, PC, monitoring ECG, serial port

1. PENDAHULUAN

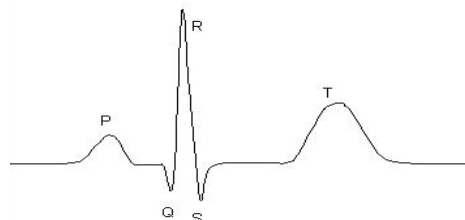
Elektrokardiograf merupakan alat yang berfungsi untuk menampilkan rekaman sinyal listrik jantung dalam bentuk grafik yang ditampilkan melalui monitor atau dicetak pada kertas. Hasil rekaman ini dinamakan elektrokardiogram (ECG), seperti yang dikatakan Goldman[1] “elektrokardiogram (ECG) adalah grafik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

1.1. Gelombang ECG Normal

Sebuah sinyal yang didapat dari ECG normal adalah seperti pada gambar 1.

Menurut Sutopo[2], 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.

1.2. 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" [3].

1.3. 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.*

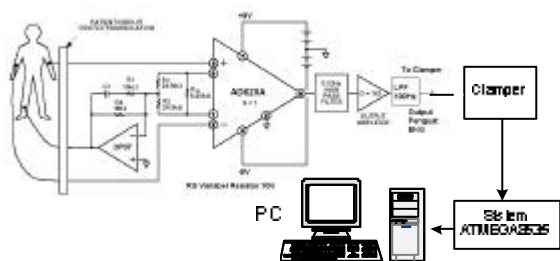
Teknik ini menggunakan 3 elektroda yang ditempatkan pada titik-titik tubuh tertentu. Teknik ini menggunakan pemodelan potensial tubuh sebagai vektor tiga dimensi dengan menggunakan sandapan baku bipolar (Einthoven). Dari sini akan dihasilkan gambar grafis dari eksistensi jantung.

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.[4]

2. DESAIN DAN REALISASI

Secara prinsip perangkat yang direalisasikan dapat digambarkan dengan diagram berikut :

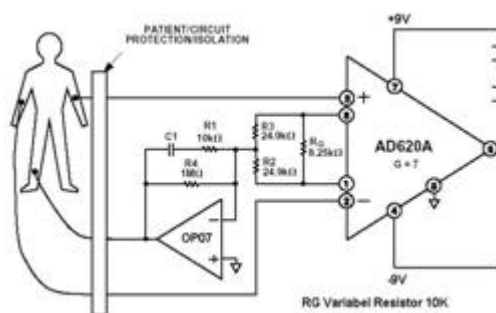
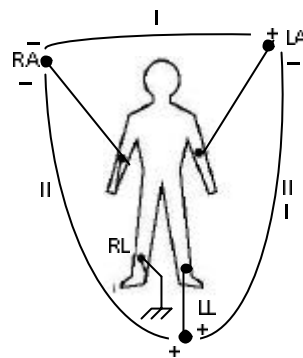


Gambar 2. Diagram Sistem

2.1 Sistem *lead* ECG

Perangkat ECG yang dibuat menggunakan 3 lead sesuai dengan segitiga Einthoven [4]. Pada sistem ini sinyal ECG tiap lead merupakan beda potensial antara:

- Lead I : beda potensial antara LA (left arm) dengan RA (right arm)
- Lead II : beda potensial antara LL (left leg) dengan RA (right arm)
- Lead III : beda potensial antara LL (left leg) dengan LA (left arm)

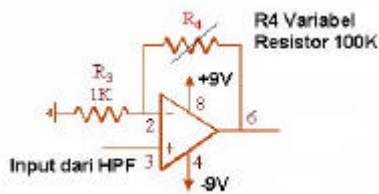


Untuk fleksibilitas digunakan variabel resistor pada RG sehingga penguatan bisa diubah-ubah sesuai kebutuhan.

2.3 Filter dan Penguatan Sinyal

Sinyal keluaran dari penguat difilter untuk menghilangkan noise. Tahap pertama dirancang filter *highpass* dengan frekuensi cut-off 0,03Hz. Filter RC ini digunakan untuk menghilangkan komponen DC dari keluaran penguat.

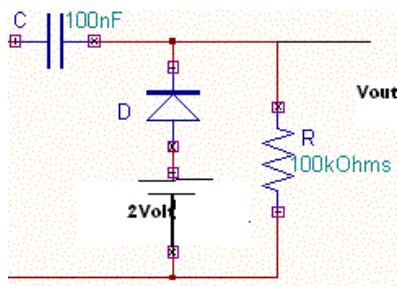
Setelah itu sinyal dikuatkan lagi dengan penguat non inverting. Besar penguatan bisa diatur sesuai kebutuhan dengan mengubah nilai R4. Berikutnya sinyal difilter dengan LPF 100 Hz untuk membatasi spektral sinyal. Filter ini dibuat dengan rangkaian RC.



Gambar 5. Penguat tahap 2

2.4 Clamper

Rangkaian *clamper* digunakan untuk menaikkan level tegangan sebesar 2 volt. Hal ini dilakukan karena ADC yang digunakan mempunyai range 0-5 volt, sedangkan ECG mempunyai komponen sinyal yang bernilai negatif. Apabila tidak ditambah rangkaian *clamper* maka sinyal keluaran akan terpotong pada bagian bawah.

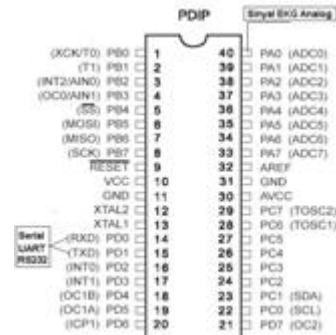


Gambar 6. clamper 2 volt

2.5 ATMEGA8535

ATmega8535 adalah mikrokontroler CMOS 8 bit berbasis AVR dengan konsumsi daya rendah dikembangkan dari arsitektur RISC. Dengan instruksi yang dapat dijalankan dalam satu siklus clock, ATmega8535 mempunyai throughputs system 1 MIPS per MHz. ATmega8535 mempunyai 32 registers yang secara langsung terhubung dengan Arithmetic Logic Unit (ALU),

Mikrokontroler ATmega8535 mempunyai 40 pin dengan catu daya tunggal 5 volt. Ke-40 pin dalam keluarga mikrokontroler ATmega8535 digambarkan sebagai berikut:

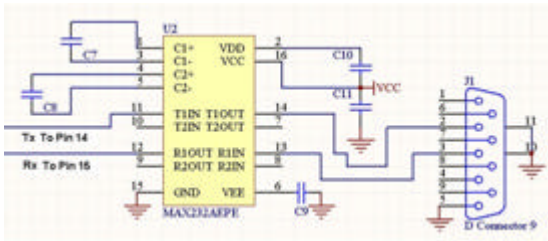


Gambar 7. konfigurasi pin ATMEGA 8535

Port yang Digunakan Pada Sistem Monitoring EKG melalui Port Serial

1. **Port A (PA0)** sebagai analog input ke A/D Converter. PA0 ADC0 (ADC input channel 0)
2. **RESET** Reset input. Pada tegangan level rendah pada pin ini lebih lama dari panjang pulsa yang akan membangkitkan reset, juga terjadi ketika clock tidak ada (berhenti).
3. **XTAL1** Input pada inverting Oscillator amplifier dan input pada rangkaian operasi internal clock.
4. **XTAL2** Output dari inverting Oscillator amplifier.
5. **AVCC** AVCC adalah tegangan masukan untuk pin Port A dan A/D Converter. Diambil dari luar terhubung pada VCC, jika ADC tidak digunakan. Jika menggunakan ADC, harus terhubung dengan VCC dengan melalui LPF terlebih dahulu.
6. **AREF** AREF adalah tegangan analog referensi pada pin A/D Converter.
7. **Port D** Port D adalah sebuah port I/O 8bit bi-directional dengan internal pull-up resistors.
PD1 TXD (UART Output Pin)
PD0 RXD (UART Input Pin)

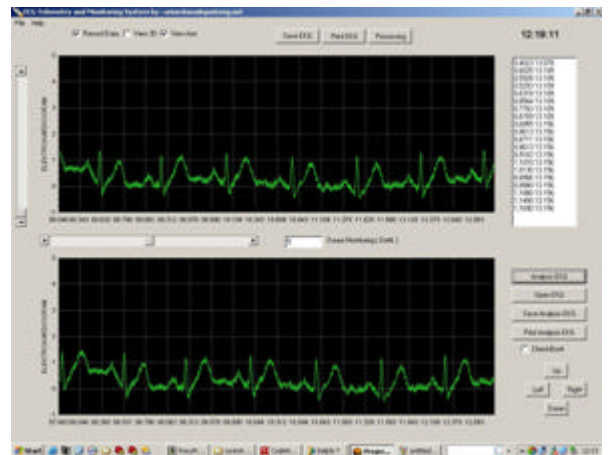
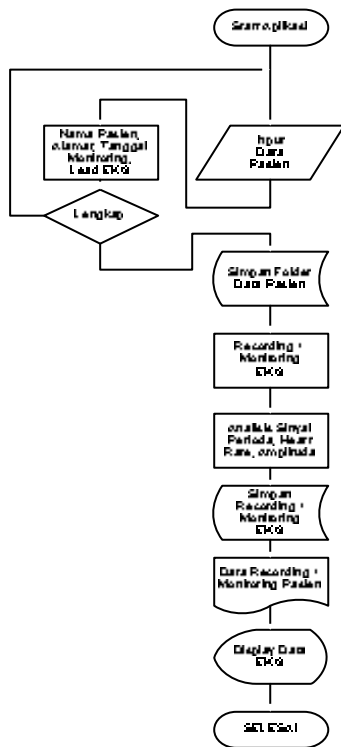
Mikrokontroler ATmega8535 juga dilengkapi dengan port Serial, yang memungkinkan bagi kita mengirimkan data dalam format serial. Apabila hendak menghubungkan mikrokontroler dengan sebuah PC (Personal computer) melalui port serial level TTL harus di ubah menjadi Level RS232 untuk keperluan ini dapat digunakan IC MAX232, konfigurasi kaki IC tersebut seperti gambar berikut :



Gambar 8. konfigurasi MAX 232

2.6 Representasi Sinyal pada PC

Flow chart program untuk menampilkan sinyal ECG pada seperti pada gambar 9. Perangkat lunak dirancang untuk dapat menyimpan sinyal ECG yang direkam dengan menyertakan data pengguna. Selain itu dilengkapi dengan fasilitas untuk mengukur *heart-rate* dan amplitudo ECG. Untuk keperluan penelitian tentang pengolahan sinyal ECG dikemudian hari, selain display grafis juga ditampilkan bentuk *data array* dari sinyal ECG.



ECG berbasis PC ini dapat dipergunakan untuk pendidikan atau pelatihan tetapi belum dapat digunakan dalam lingkungan medis karena permasalahan pengujian. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk membuat perangkat ini bisa diterima untuk keperluan medis misalnya keamanan kelistrikan dan pengolahan sinyal yang lebih baik.

Referensi

- [1] Sutopo Widjaja, ECG Praktis, Binarupa Aksara, Jakarta, 1990, hal i
- [2] Sutopo Widjaja, ECG Praktis, Binarupa Aksara, Jakarta, 1990, hal 18-27
- [3] Sutopo Widjaja, ECG Praktis, Binarupa Aksara, Jakarta, 1990, hal 9
- [4] Willis JTompson, Biomedical Signal Processing, Prentice Hall, New Jersey, 1993
- [5] Igor R. E. Introduction to Biomedical Engineering Cardiac Bioelectricity. (PDF file). Available: <http://efimov.cwru.edu/teaching> [Mei 18, 2005]
- [6] Electrocardiogram-I. (Online). Available: http://www.cs.wright.edu/~phe/EGR199/lab_1 [January 3, 2005]
- [7] Datasheet AD620. (pdf file). Available: http://www.Analog.com/UploadedFiles/Data_Sheet/377933_3000023930AD620_e.pdf
- [8] Chistoper M.T. et.al. Design and Implementation of a Single Chanel ECG Amplifier with DSP Post-Processing in Matlab. (PDF file). Available:???