

Rancang Bangun Penguat Biopotensial Elektrokardiografi (EKG) Berbasis IC AD620

Imam Nasiqin, Arif Surtono dan Gurum Ahmad Pauzi

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung
Jln.Prof.Soemantri Brodjonegoro No.1 Bandar Lampung
E-mail: nsqimam@gmail.com, arif.surtono@unila.ac.id

Diterima (17 April 2015), direvisi (23 Mei 2015)

Abstract. *The electrical activity of heart is the basis of Electrocardiography (ECG) in observing heart. ECG component consists of biopotensial amplifier circuit using IC AD620, bandpass filters, notch filter and a non-inverting amplifier. Biopotensial amplifier circuit of an ECG instrumentation become a major component in this research. All the characteristics of this circuit is tested using a signal generator and the output of the ECG component was observed using an oscilloscope. The results of the research are biopotensial amplifier capable to amplify heart weak signals up to 23 times the gain, bandpass filter type Sallen-Key is able to suppress the signal to -3 dB at frequencies above 110 Hz. Notch filter types Wien-Bridge is able to suppress the signal with frequency at 50 Hz to eliminate noise from interference grid electricity network. Non-inverting amplifier capable amplifies the signal up to 28 times the gains. ECG circuits tested using oscilloscop show ECG signals at lead I, lead II, and lead III.*

Keyword : *Bandpass filter, Electrocardiograph (ECG), IC AD620, notch filter.*

Abstrak. Aktivitas listrik jantung menjadi dasar Elektrokardiografi (EKG) dalam mengamati jantung. Komponen EKG terdiri dari rangkaian penguat biopotensial menggunakan IC AD620, *bandpass filter*, *notch filter*, dan penguat *non-inverting*. Rangkaian penguat biopotensial dari sebuah instrumentasi EKG menjadi komponen utama dalam penelitian ini. Semua rangkaian ini diuji karakteristiknya menggunakan *signal generator* sebagai pembangkit sinyal dan keluaran dari komponen EKG diamati menggunakan osiloskop. Diperoleh hasil dari penguat biopotensial mampu menguatkan sinyal lemah jantung hingga 23 kali penguatan, *bandpass filter* tipe Sallen-Key mampu menekan sinyal hingga -3 dB pada frekuensi atas 110 Hz. *Notch filter* tipe Wien-Bridge mampu menekan sinyal berfrekuensi 50 Hz untuk menghilangkan *noise* dari interferensi jala-jala jaringan listrik. Penguat *non-inverting* mampu menguatkan sinyal hingga 28 kali penguatan. Pengujian rangkaian EKG menggunakan osiloskop menghasilkan sinyal EKG pada *lead I*, *lead II*, dan *lead III*.

Kata kunci: *Bandpass filter, Elektrokardiografi (EKG), IC AD620, notch filter.*

PENDAHULUAN

Jantung merupakan salah satu organ tubuh yang sangat vital, karena jantung berfungsi untuk memompakan darah ke seluruh jaringan tubuh. Kematian yang disebabkan oleh penyakit jantung

mengalami peningkatan setiap tahun (Nazmah, 2011). Tingginya angka kematian yang disebabkan oleh jantung membuat penelitian yang berkaitan dengan analisis isyarat jantung menjadi topik yang cukup menarik dan semakin berkembang dewasa ini. Berkaitan dengan hal tersebut, perlu

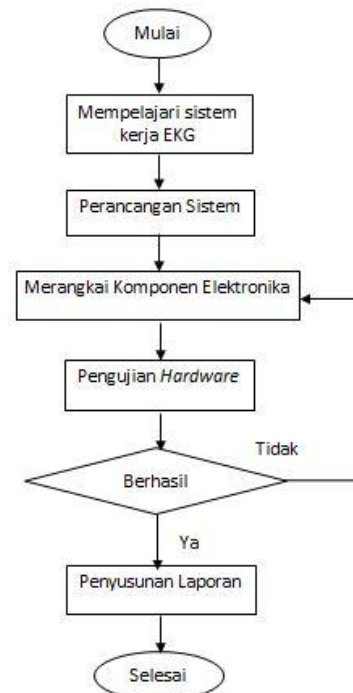
dirancang alat yang memiliki kemampuan untuk mengetahui aktivitas kerja jantung yang disebut Elektrokardiografi (EKG). Untuk memperoleh rekaman EKG beberapa elektroda yang dipasang pada permukaan tubuh pasien pada lokasi tertentu yang disebut sadapan (*lead*). Sinyal yang didapatkan dari hasil perekaman ini masih dipengaruhi oleh *noise* diantaranya interferensi jaringan listrik pada sinyal EKG dengan frekuensi 50 Hz sehingga diperlukan *notch filter* sebagai peredam interferensi jaringan listrik 50 Hz (Chavan, et., 2004).

Pada jantung juga terdapat aktivitas potensial listrik jantung sehingga jantung memiliki nilai tegangan sebesar 0.05 mV– 4 mV. Tegangan yang dihasilkan oleh jantung inilah yang menjadi dasar pengukuran tahap awal untuk membaca aktivitas jantung. Selain tegangan, jantung juga memiliki nilai frekuensi yang dapat diamati oleh peneliti. Besarnya frekuensi yang dihasilkan oleh aktivitas jantung adalah 0,05 Hz – 110 Hz (Bao, 2003).

Pada penelitian ini akan dirancang rangkaian EKG berbasis IC AD620. IC ini memiliki nilai *Common Mode Rejection Ratio* (CMRR) sebesar 90 dB dan untuk menguatkan tegangan jantung yang berukuran millivolt hanya membutuhkan satu resistor eksternal untuk mengatur *gain* 1 sampai 1000 (Chen,et.al, 2008). Untuk mendapatkan frekuensi sinyal jantung maka digunakan *bandpass filter*. Jenis *bandpass filter* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *bandpass filter sallén key* dengan rentang frekuensi 0,05 Hz – 110 Hz.

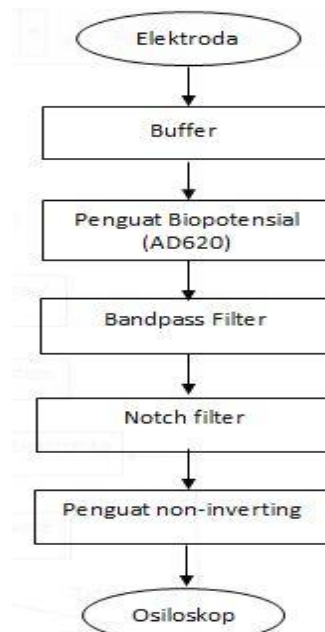
METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa langkah dalam perancangan alat dengan tujuan agar dapat mengetahui tahapan-tahapan dalam mengerjakan alat sampai dengan selesai. **Gambar 1** merupakan diagram alir penelitian.

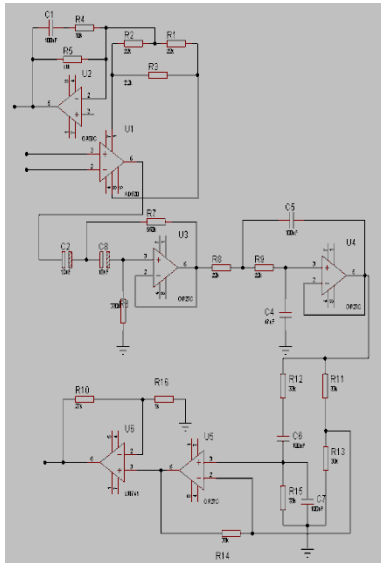


Gambar 1. Diagram alir penelitian

Komponen EKG yang dirancang terdiri dari penguat biopotensial berbasis IC AD620, *buffer*, *bandpass filter Sallen Key*, *notch filter Wein Bridge*, dan penguat *non-inverting*. **Gambar 2** merupakan diagram alir komponen EKG.



Gambar 2. Diagram alir komponen EKG



Gambar 3. Rangkaian komponen EKG

Gambar 3 merupakan rangkaian komponen EKG. Penelitian ini diawali dengan pemasangan elektroda (Ag-AgCl) pada permukaan tubuh sesuai dengan *lead* EKG. Sebelum dikuatkan oleh penguat biolistrik sinyal EKG terlebih dahulu melewati *buffer*. Selanjutnya, sinyal EKG diteruskan ke penguat biolistrik untuk dikuatkan 23 kali ($gain\ G = 23$). Sinyal EKG yang telah dikuatkan oleh penguat biolistrik kemudian difilter menggunakan *bandpass filter* (0,05 Hz – 110 Hz) dan tapis takik (*notch filter*) 50 Hz. Setelah difilter sinyal EKG dikuatkan kembali oleh penguat akhir dengan penguatan 28 kali sehingga total penguatan adalah $23 \times 28 = 644$ kali..

HASIL DAN PEMBAHASAN

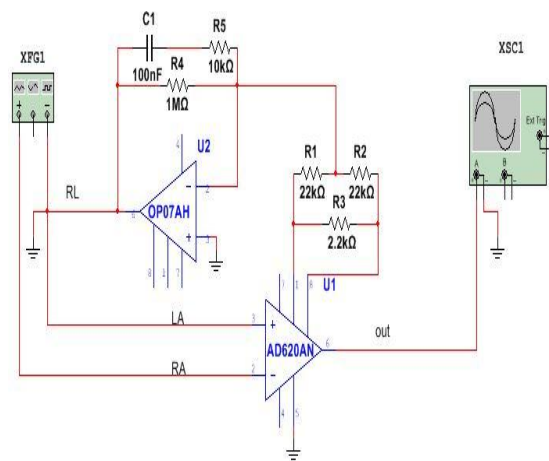
Telah direalisasikan alat untuk mengetahui aktivitas kerja jantung, yaitu EKG. Pengujian dilakukan untuk melihat karakteristik dari komponen-komponen EKG. **Gambar 4** hasil rancangan perangkat EKG.



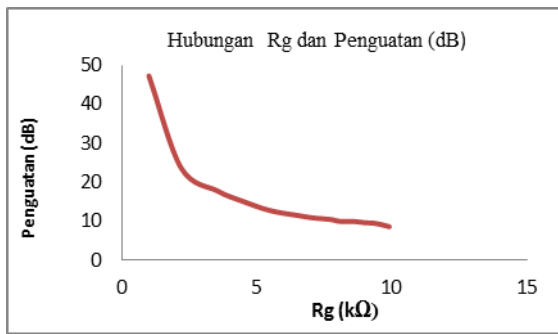
Gambar 4. Perangkat elektrokardiografi berbasis IC AD620

Pengujian Penguat Biopotensial IC AD620

Pengujian komponen dilakukan dengan memberikan masukan pada penguat biopotensial berupa sinyal sinusoidal. **Gambar 5** merupakan pengujian penguat biopotensial.



Gambar 5. Pengujian rangkaian penguat biopotensial



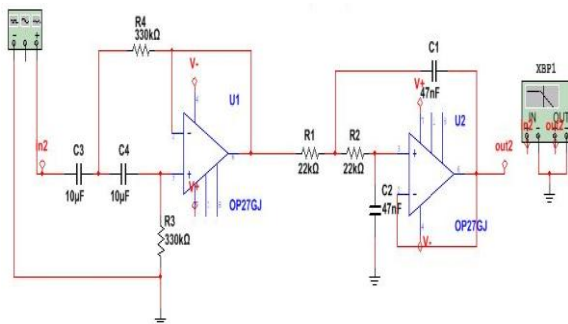
Gambar 6. Grafik hubungan R_g ($k\Omega$) dan penguatan (dB)

Grafik pada **Gambar 6** menunjukkan besarnya penguatan sangat dipengaruhi dengan nilai resistor R_g . Semakin rendah nilai resistor maka semakin besar nilai penguatan pada penguat biopotensial. Hal ini bersesuaian dengan persamaan 1.

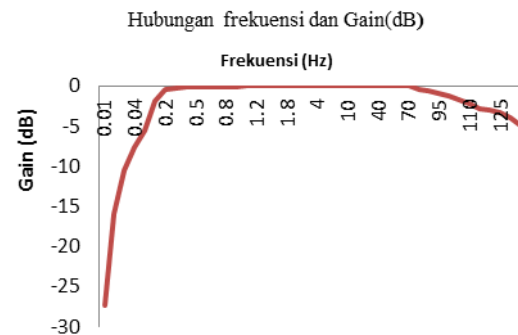
$$G = \frac{(R1+R2)}{R_g} + 1 \quad (1)$$

Pengujian Bandpass filter

Bandpass filter digunakan sebagai filter gelombang EKG dengan rentang frekuensi 0,05 Hz – 110 Hz. Rangkaian filter yang digunakan ditunjukkan pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Rangkaian pengujian bandpass filter

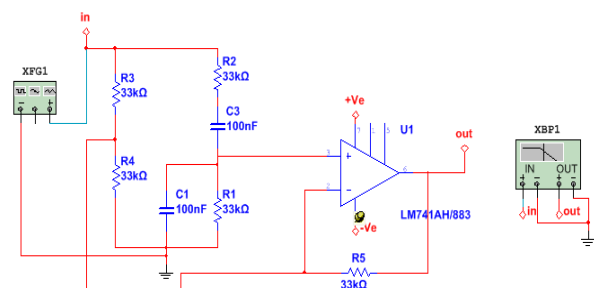


Gambar 8. Grafik hubungan frekuensi dan gain (dB)

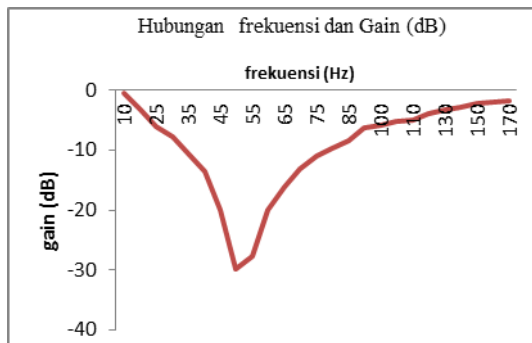
Pada **Gambar 8** merupakan grafik yang menunjukkan hubungan antar frekuensi dan gain. Pada frekuensi *cut-off* batas bawah telah mengalami penekanan tegangan sinyal sebesar -3 dB disekitar frekuensi 0,05 Hz dan frekuensi *cut-off* batas atas mengalami penekanan tegangan sinyal sebesar -3 dB disekitaran frekuensi 110 Hz.

Pengujian Notch Filter 50 Hz

Notch filter atau filter takik 50 Hz digunakan sebagai filter yang menekan frekuensi 50 Hz yang dihasilkan oleh interferensi jaringan listrik PLN (Darmawansyah, dkk., 2006). Jenis *notch filter* yang digunakan pada penelitian ini adalah *notch filter Wein Bridge*. **Gambar 9** merupakan rangkaian *notch filter* 50 Hz.



Gambar 9. Rangkaian notch filter Wein Bridge 50 Hz

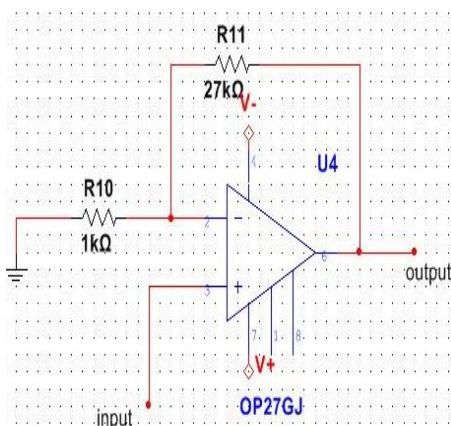


Gambar 10. Grafik hubungan frekuensi dan *gain* (dB)

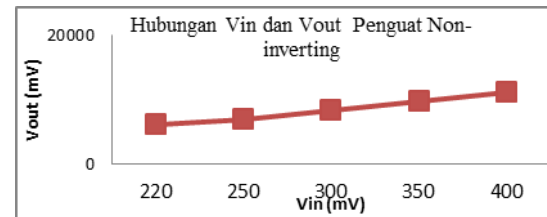
Pada **Gambar 10** merupakan grafik yang menunjukkan hubungan antara frekuensi dan *gain*. Pada frekuensi 50 Hz besarnya penekanan tegangan sinyal sebesar -29,95 dB. Kondisi ini terjadi dikarenakan pemusatan penekanan sekecil-kecilnya pada frekuensi 50 Hz agar *noise* dari interferensi jaringan listrik tidak mempengaruhi sinyal EKG.

Pengujian Penguat *Non-Inverting*

Penguat *non-inverting* digunakan untuk menguatkan sinyal EKG yang dihasilkan oleh penguat biopotensial dan telah melalui proses pemfilteran dari *noise*. Rangkaian penguat ini menguatkan sinyal sebesar 28 kali. **Gambar 11** merupakan rangkaian penguat *non-inverting*.



Gambar 11. Penguat *non-inverting*



Gambar 12. Penguat *non-inverting*

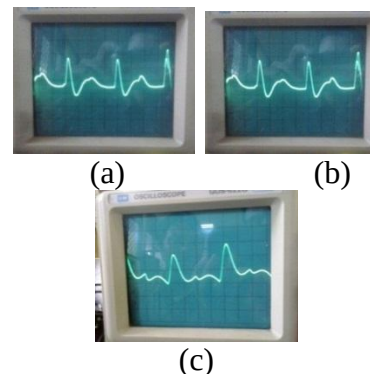
Pada **Gambar 12** merupakan grafik hubungan antara tegangan masukan (V_{in}) dan tegangan keluaran (V_{out}). Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan penguat *non-inverting* mampu menguatkan tegangan sebesar 28 kali.

Akuisisi Sinyal Elektrokardiografi

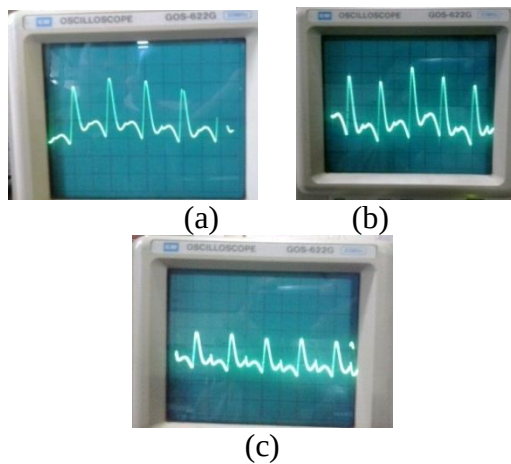
Akuisisi sinyal EKG pada penilitain ini dilakukan pada *lead* standar EKG (*lead* I, II, dan III) yang menggunakan 3 buah elektroda (Aston, 1990). Pada pengujian ini dilakukan kepada 3 orang yang berbeda.

Lead I

Pengujian *lead* I dilakukan dengan memasang sensor elektroda ke tangan kanan (RA), tangan kiri (LA) dan kaki kanan (RL). Sensor yang terpasang pada tangan kanan (RA) dan tangan kiri (LA) menghasilkan sinyal EKG sedangkan pada kaki kanan (RL) sebagai *driven right leg*. **Gambar 13** merupakan hasil yang diperoleh dari pengujian *lead* I.



Gambar 13. Sinyal EKG *lead* I (a) orang 1 (b) orang 2 (c) orang 3



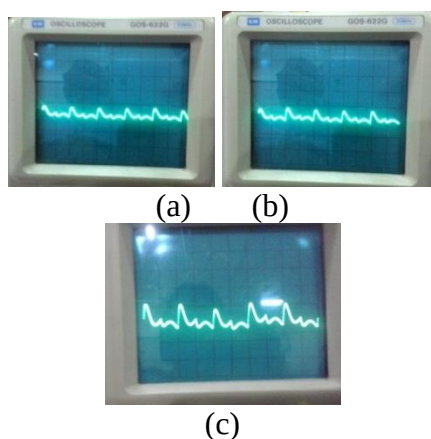
Gambar 14. Sinyal EKG *lead II* (a) orang 1 (b) orang 2 (c) orang 3

Lead II

Pengujian pada *lead II*, sensor elektroda terpasang pada tangan kanan (RA), kaki kiri (LL) dan kaki kanan (RL). Berikut hasil sinyal EKG pada *lead II*. **Gambar 14** merupakan hasil yang diperoleh dari pengujian *lead II*.

Lead III

Pengujian pada *lead III*, sensor dipasang pada tangan kiri (LA), kaki kiri (LL) dan kaki kanan (RL). Berikut hasil yang diperoleh pada *lead III*. **Gambar 15** merupakan hasil yang diperoleh dari pengujian *lead III*.



Gambar 15. Sinyal EKG *lead III* (a) orang 1 (b) orang 2 (c) orang 3

Berdasarkan hasil pengukuran sinyal EKG, gelombang P tidak muncul dengan jelas, hal ini disebabkan karena *filter* takik (*notch filter*) memberikan efek menekan sinyal dengan frekuensi 20 Hz – 120 Hz lebih dari -3 dB (lihat Gambar 8). Terdapat beberapa kondisi yang harus diperhatikan karena sangat berpengaruh terhadap hasil keluaran sinyal EKG diantaranya sensitifitas komponen, kabel dan sistem grounding. Pada penelitian selanjutnya dapat diperbaiki dengan memperkecil nilai *bandwidth* dari *notch filter* sehingga tidak menekan sinyal EKG yang membawa informasi penting.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa, penguat biopotensial AD620 dengan nilai resistor *gain* (R_g) 2.2 k Ω mampu menguatkan sinyal sebesar 23 kali penguatan. *Bandpass filter* *sallen key* yang terdiri dari *lowpass filter* dan *highpass filter* *sallen key* mampu menekan frekuensi *cut-off* bawah sebesar 0,05 Hz dan frekuensi *cut-off* atas sebesar 110 Hz kemudian *notch filter* *Wein Bridge* mampu menekan frekuensi 50 Hz dengan nilai *gain* -29,95 dB sehingga mampu menghilangkan *noise* dari interferensi jala-jala listrik yang dihasilkan oleh listrik PLN. Pengujian rangkaian EKG menggunakan osiloskop menghasilkan sinyal EKG pada *lead I*, *lead II*, dan *lead III*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aston, R. 1990. *Principles of Biomedical Instrumentation and Measurement*. Macmillan Publishing. Co. New York.
- Bao, Z. 2003. *Investigation of New ECG Amplifier Circuits and Heart Rate Detector*. Thesis. Medical and Physics. Department of Engineering. University of London.

- Chavan, Mahesh, RA, & Agarwala, M.D.Uplane.2004. *Design and Implementation of Digital FIR Equiripple Notch Filter on ECG Signal of removal of Power line Interface*.WSEAS TRANSACTIONS on SIGNAL PROCESSING Issue 4, Volume 4, April 2008.
- Chen, C.H, Pan, S.G and Kinget, P., 2008, *ECG Measurement System* (http://www.cisl.columbia.edu/kinget_group/student_projects/ECG%20Report/)
- Darmawansyah, A., Susanto, A.,Widodo, T.S,. & Abraha, K. 2006. Pembuatan Elektrokardiograf (EKG) Teknologi Hibrid Menggunakan Komponen Surface Mounting Divice (SMD). *Jurnal Teknik*. Vol.XIII. No.3.Hal. 228-243.
- Nazmah,A.2011. *Cara Praktis dan Sistematis Belajar Membaca Elektrokardiograf (EKG)*.Gramedia. Jakarta.