

Perancangan Simulator EKG (Elektronik Kardiografi) Menggunakan Software Proteus 8.0

Suroso Andrianto dan Laela Sakinah

Teknik Elektro

Sekolah Tinggi Teknik Multimedia Cendekia Abditama Tangerang, Indonesia

suroso@cendekia.ac.id, laela@cendekia.ac.id

Abstrak

Aktivitas listrik jantung menjadi dasar Elektrokardiografi (EKG) dalam mengamati jantung. Pembuatan alat EKG memerlukan komponen-komponen elektronika yang baik sehingga dapat memberikan respon yang sesuai. Maka diperlukan sebuah alat simulator untuk menguji komponen-komponen tersebut, Komponen EKG yang dimaksud terdiri dari rangkaian penguat biopotensial menggunakan IC741, bandpass filter, Low pass filter tipe sellen key, penguat non-inverting dan rangkaian clamper. Diperoleh hasil dari penguat biopotensial mampu menguatkan sinyal lemah jantung hingga 240 kali penguatan, Low pass filter tipe SallenKey mampu menekan sinyal hingga -3 dB pada frekuensi atas 110 Hz dan memberikan penguatan juga sebesar 0.47 kali. Penguat non-inverting mampu menguatkan sinyal hingga 28 kali penguatan dan rangkaian clamper dapat menaikkan sinyal secara perlahan menjadi positif dengan penguatan hingga 2 kali.

Kata Kunci : EKG (elektrokardiografi), Rangkaian Differensial, Rangkaian filter, Penguat Non inverting, Clamper

Pendahuluan

Jantung merupakan organ penting dalam tubuh manusia yang difungsikan untuk memompa darah ke seluruh tubuh. Pada proses pemompaan darah, otot jantung akan berkontraksi akibat mendapatkan rangsangan listrik atau impuls. Impuls ini berawal dari potensial aksi yang terjadi pada sel-sel otot jantung. Sebagian kecil dari impuls ini akan menyebar ke seluruh permukaan tubuh. Bila titik-titik tertentu pada kulit ditempatkan elektroda, maka potensial listrik yang disebabkan oleh adanya arus dari impuls tersebut akan dapat direkam. Arus impuls ini lah yang disebut dengan sinyal elektrik atau sinyal biopotensial.

Sinyal elektrik ini dapat menginformasikan bagaimana performa jantung. Sinyal-sinyal biopotensial ini memiliki ukuran gelombang yang sangat kecil hanya sekitar 0,5mV sehingga sinyal-sinyal itu harus dikuatkan berkali-kali agar sinyal dapat terbaca oleh komputer. Untuk menangkap sinyal-sinyal biopotensial yang dikeluarkan oleh jantung, diperlukan suatu alat yang bernama EKG (Elektrokardiografi).

Elektrokardiografi (EKG) merupakan se-

buah instrumen medis yang digunakan sebagai alat untuk memperoleh informasi seputar kerja jantung manusia. Mekanisme kerja dari alat ini adalah mengukur potensial listrik sebagai fungsi waktu yang dihasilkan oleh jantung. Perbedaan potensial tersebut kemudian divisualisasikan sebagai sinyal pada layar monitor atau pada kertas perekam [1]. Alat ini telah diaplikasikan untuk berbagai keperluan yakni klinik, monitoring, dan pendeteksi gelombang QRS [1].

Pada era sekarang terdapat sebuah cara yang mampu menguji akurasi monitor EKG yang disebut dengan simulator EKG. Simulator EKG merupakan rancangan simulasi yang bisa digunakan untuk keperluan kalibrasi serta uji standar monitor EKG. Simulator EKG bisa didesain untuk memproduksi sinyal gelombang EKG yang tepat dan sama seperti gelombang sinyal yang dimiliki impuls jantung manusia. Keluaran dari simulator akan tampak pada LCD dengan akurasi yang hampir sama seperti pengujian alat dengan menggunakan objek manusia secara langsung. Penelitian ini bertujuan untuk merancang simulator EKG dengan memanfaatkan perangkat komputer un-

tuk mengirim sinyal digital EKG melalui pemanfaatan software proteus 8.0. Manfaat hasil penelitian simulator EKG ini adalah dapat menyediakan alternatif simulator EKG Selain itu juga bermanfaat untuk penelitian instrumentasi medis ketika akan menguji sebuah rangkaian perekam sinyal EKG.

Elektrokardiografi

Elektrokardiografi (EKG) merupakan sebuah alat instrumentasi yang berfungsi sebagai metode yang umum yang digunakan untuk mengukur kinerja jantung melalui aktivitas elektrik jantung. Sinyal jantung (EKG) merupakan sinyal biomedik yang bersifat nonstationer, dimana sinyal ini mempunyai frekuensi yang berubah terhadap waktu sesuai dengan kejadian fisiologi jantung. ECG memiliki peran penting dalam proses pemantauan dan mencegah serangan jantung.

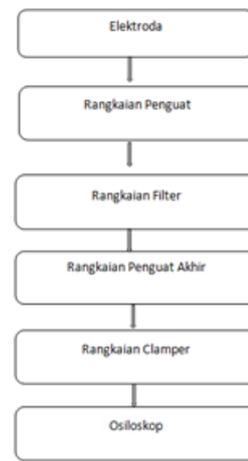
Proteus

Proteus merupakan gabungan dari program ISIS dan ARES. Dengan penggabungan kedua program ini maka skematik rangkaian elektronika dapat dirancang serta disimulasikan dan dibuat menjadi layout PCB. ISIS Singkatan dari Intelligent Schematic Input System dan merupakan salah satu program simulasi yang terintegrasi dengan Proteus dan menjadi program utamanya. ISIS dirancang sebagai media untuk menggambar skematik rangkaian elektronika yang sesuai dengan standart internasional.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dimulai dengan metode analisa nalisa yaitu dengan mengumpulkan bahan-bahan dan sumber informasi yang berkaitan dengan EKG dan proteus baik dari buku-buku, paper,jurnal ataupun media lain seperti internet. Selanjutnya Perancangan Tahap ini merancang komponen – komponen elektronika pada proteus 8.0. kemudian Pembuatan Tahap ini membuat rangkaian elektronika menggunakan proteus 8.0.kemudian adalah Implementasi dimana Tahap ini untuk menguji simulasi proteus yang telah dibuat, apakah simulasi dapat berjalan dengan baik sesuai fungsi dan tujuannya yaitu mensimu-

lasikan penguat EKG pada proteus. Terakhir yaitu kesimpulan.



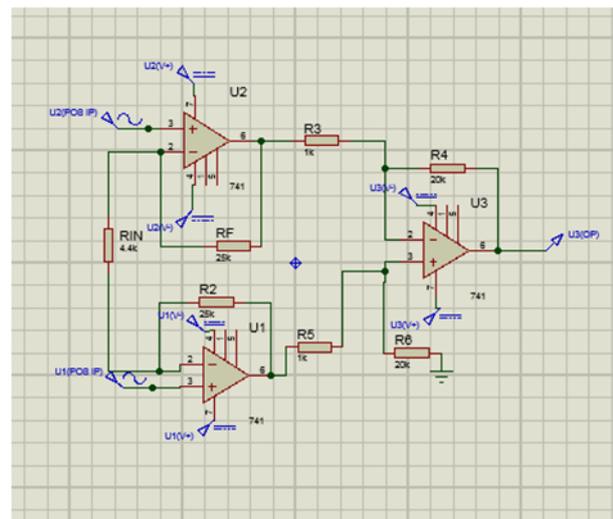
Gambar 1: Diagram Blok Sistem EKG

Perancangan dan Implementasi

Perancangan

Perancangan Penguat awal

Penguat awal terdiri dari rangkaian buffer dan penguat differensial. rangkaian buffer terdiri dari gabungan 2 rangkaian non inverting sinyal di kuatkan sebanyak 12 kali selanjutnya pada penguat differensial, sinyal dikuatkan sebanyak 20 kali sehingga total penguatan sebanyak 240 kali.



Gambar 2: Penguat Awal atau Penguat Biopotensial

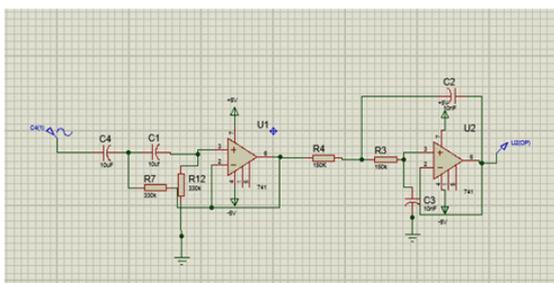
Untuk menghitung besar penguatan dapat diturunkan dengan menggunakan hukum

tegangan kirchof (kv1) sebagaimana persamaan (1) berikut:

$$v_{out}/((v_2-v_1))=(2r_f/r_{in}+1)r_4/r_3 \quad (1)$$

nilai $r_2=r_f$; $r_4=r_6$; $r_3=r_5$ untuk mencari nilai dari v_{out} menggunakan persamaan (1) v_2 dan v_1 didapat dari beda potensial yang di hasilkan pada tubuh.

Perancangan Rangkaian Filter



Gambar 3: Bandpass Filter

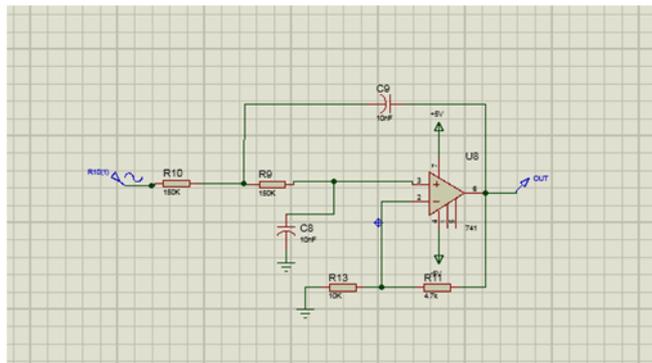
Pada perancangan rangkaian filter dalam perangkat monitoring EKG terdapat dua rangkaian yaitu HPF dan LPF. Rangkaian HPF di rancang dengan menggunakan RC (resistor dan kapasitor) berorde-2. Dengan menggunakan nilai resistansi R_5 sebesar 100k dan kapasitor 50 uF maka frekuensi cut-off HPF dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned} F_c &= 1/(2\pi\sqrt{C_1 \times C_4 \times R_7 \times R_{12}}) \\ &= 1/(2.3.14/\sqrt{10\mu f \times 10\mu f \times 330k \times 330k}) \\ &= 1/(6.28\sqrt{10.89}) \\ &= 1/(6.28 \times 3.3) \\ &= 1/20.724 \\ &= 0.05 \text{ Hz} \quad (2) \end{aligned}$$

Sedangkan rangkaian LPF dirancang agar frekuensi cut-off berkisar 106Hz dengan menggunakan nilai resistansi 150k dan kapasitor 10nF maka frekuensi LPF dapat dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} F_c &= 1/(2\pi\sqrt{R_4 R_3 C_2 C_3}) \\ &= 1/(2 \times 3.14 \times \sqrt{150K \times 150K \times 10nF \times 10nF}) \\ &= 1/(6.28 \times \sqrt{2.25 \times (10)^{-6}}) \\ &= 1/(9.42 \times (10)^{-3}) \\ &= 106\text{Hz} \end{aligned}$$

Karena hasil penyaringan dari bandpass filter tidak begitu meredam komponen pada frekuensi tinggi maka digunakan pula lowpass filter sellen key.



Gambar 4: Lowpass Filter sellen key

Dengan menggunakan nilai $R_9=R_{10}$ dan $C_8=C_9$ maka di dapatkan nilai Frekuensi cut off dari rangkaian tersebut dengan rumus:

$$F_c=1/(2\pi\sqrt{R_9 \times R_{10} \times C_8 \times C_9}) \quad (4)$$

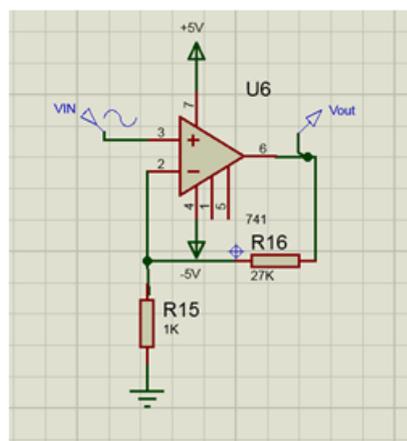
Dan penguatan nya didapatkan dengan rumus:

$$\text{Gain} = R_{11}/(R_{13}) = 4.7k/10k = 0.47 \text{ kali} \quad (5)$$

Dari menggunakan persamaan (5) maka pada Lowpass filter sellen key didapatkan penguatan sebesar 0.47 kali.

Perancangan Penguat Akhir

Rangkaian penguat ini menguatkan sinyal sebesar 28 kali. Adapun rangkaian penguat non-inverting sebagaimana pada Gambar 5.



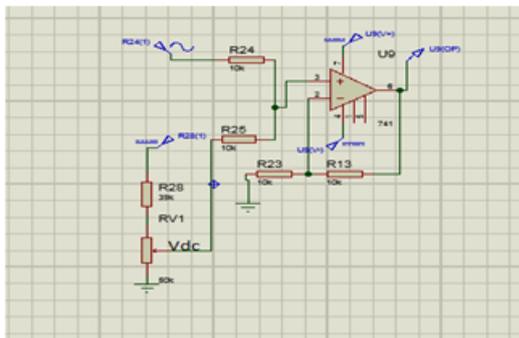
Gambar 5: Penguat Non-Inverting

Untuk mencari besar penguatan dari rangkaian non-inverting didapatkan dari persamaan:

$$\text{Gain} = R_{16}/R_{15}+1 = 27K/1K+1 = 28 \text{ kali} \quad (6)$$

Dari persamaan (6) didapatkan penguatan pada rangkaian non inverting sebanyak 28 kali.

Perancangan Rangkaian Clamper



Gambar 6: Rangkaian Clamper

Pada perancangan rangkaian clamper dalam perangkat monitoring EKG ini akan digunakan sebuah ic op-amp 741 dengan penguatan yang terjadi sebesar 2 kali dan besar maksimum pergeseran sinyal yang terjadi sebesar 5Volt.

Implementasi Hasil dan Pembahasan

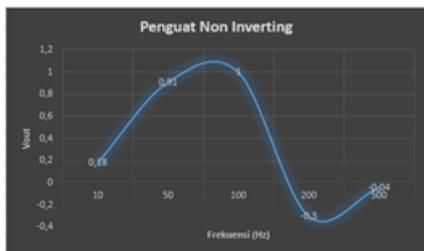
Pengujian Penguat Awal

Pengujian ini dilakukan dengan memberi tegangan 0 pada V1. Dari rangkaian diatas dapat disimpulkan bahwa penguat differensial memiliki penguatan sebanyak 240 kali sesuai dengan yang diharapkan namun memiliki tingkat eror sebanyak 2-7%.

Tabel 1: Pengujian Penguat Differensial

Vin	Vout (percobaan)	Vout(perhitungan)
2m	0.44	0.48
3m	0.70	0.72
4m	0.93	0.96
5m	1.14	1.2
6m	1.37	1.44

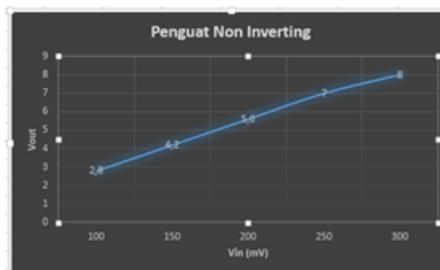
Pengujian Rangkaian Low Pass Filter



Gambar 7: Grafik Pengujian Low Pass Filter

Pada pengujian diatas menunjukkan bahwa ketika frekuensi yang dimasukan kurang dari frekuensi cutoff maka vout nya mendekati harga vin begitupun sebaliknya.

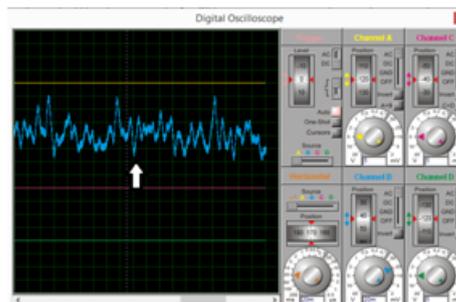
Pengujian Rangkaian Non inverting



Gambar 8: Grafik pengujian Rangkaian penguat Non Inverting

Pada pengujian penguat non inverting ini menunjukkan bahwa penguat Akhir yang berupa penguat on inverting memiliki penguatan sebanyak 28 kali.

Pengujian Rangkaian Clamper

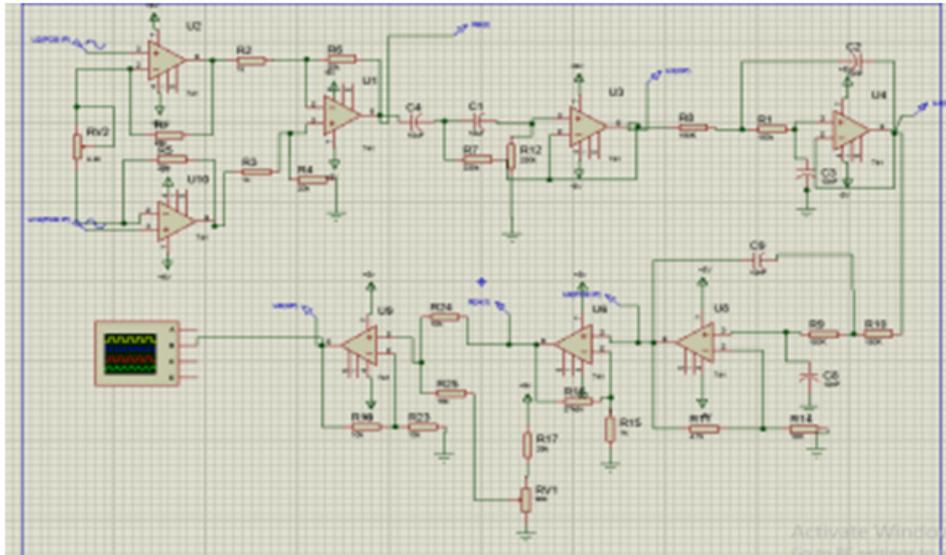


Gambar 9: Hasil pengujian Clamper

Hasil pergeseran sinyal terlihat pada tanda panah berwarna putih dimana base line sinyal dinaikan dari titik nol. Hasil penguatan amplitudo yang terjadi pada rangkaian clamper ini sebesar 2.3 Volt, penguatan amplitudo rangkaian akhir didapatkan sebesar 2.04 Volt, berarti dengan penguatan 2 kali dari rangkaian clamper, maka dapat dihitung, $2.04 \text{ V} \times 2 = 4.08 \text{ V}$. Hasil realisasi penguatan yang terjadi pada rangkaian tersebut mempunyai beda tegangan sekitar 1.78V.

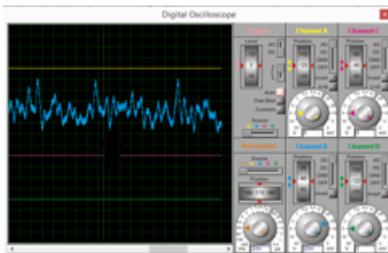
Pengujian Rangkaian Keseluruhan

Adapun Rangkaian Keseluruhan ditunjukan pada gambar 10.



Gambar 10: Rangkaian Keseluruhan

Pengujian dilakukan dengan memasukan tegangan $V_{in} 4mV$ dan frekuensi 1500 Hz. Maka didapatkan keluaran seperti pada gambar 11.



Gambar 11: Percobaan ketiga

Dari ketiga percobaan diatas menunjukan pengaruh kuat dari suatu frekuensi, adapun V_{out} akhir yaitu sebesar 2.3V dan gambar di atas tidak begitu sama dengan keluaran sinyal EKG di pc pada umumnya dikarenakan sinyal masukan dan frekuensi yang dimasukan adalah manual.

Penutup

Alat simulator ekg inidapat membaca sinyal input yang sangat kecil yakni sebesar 4mv kemudian dikuatkan oleh penguat awal sebanyak 240 kali sehingga tegangannya menjadi 0.96v, kemudian di filter oleh bandpass filter dan low pass filter sellen key dengan penguatan sebesar 0.47 kali lalu dikuatkan kembali oleh

penguat akhir yaitu rangkaian penguat non-inverting sebanyak 28kali karena tegangan yang keluar dari rangkaian filter sangat kecil, kemudian masuk ke rangkaian clamper agar tegangannya dinaikan perlahan dari negatif menjadi positif dengan besar penguatan 2 kali, total penguatan sekitar 6316.8 kali dan output tegangan sebesar 2.3v

Daftar Pustaka

- [1] Alnovita, "Pemanfaatan Sound Card Komputer Untuk Simulator Elektrokardiografi (Ekg)", Skripsi Fakultas Ilmu Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, 2016.
- [2] Imam Nasiqin dkk, "Rancang Bangun Penguat Biopotensial Elektrokardiografi (Ekg) Berbasis Ic Ad620", Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung, 2015.
- [3] Somawirata I Komang, "Pengembangan Electro Cardiograph (Ecg) Yang Terintegrasi Dengan Personal Komputer", Skripsi Fakultas Teknik Industri. Jurusan Teknik Elektro S1 Institut Teknologi Nasional Malang, 2009.
- [4] Uriep dan Jana, "Telemonitoring Elektrokardiografi Portabel", Journal Universitas Komputer Indonesia Bandung, 2014.

-

Halaman ini sengaja dikosongkan