

ALAT MONITORING DENYUT JANTUNG BERBASIS MIKROKONTROLER INTERFACE LAPTOP



PUBLIKASI ILMIAH

Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan
Teknik Fakultas Elektro

Oleh:

DENISSON ARIF HAKIM

D 400 130 013

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2017

HALAMAN PERSETUJUAN

**ALAT MONITORING DENYUT JANTUNG BERBASIS
MIKROKONTROLER INTERFACE LAPTOP**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

DENISSON ARIF HAKIM

D 400 130 013

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



UMI FADLILAH, S.T., M.Eng

NIDN: 0022037801

HALAMAN PENGESAHAN

**ALAT MONITORING DENYUT JANTUNG BERBASIS
MIKROKONTROLER INTERFACE LAPTOP**

OLEH

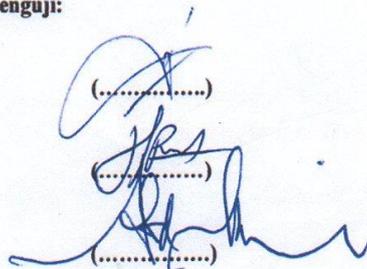
DENISSON ARIF HAKIM

D 400 130 013

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari kamis, 15 juni 2017
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

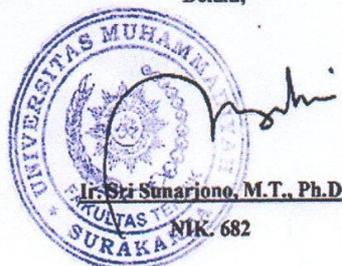
Dewan Penguji:

- 1. Umi Fadlilah, S.T., M.Eng.
(Ketua Dewan Penguji)**
- 2. Dr. Heru Supriyono
(Anggota I Dewan Penguji)**
- 3. Ir. Abdul Basith, M.T.
(Anggota II Dewan Penguji)**



(.....)
(.....)
(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D
NIK. 682

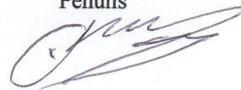
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 14 Juni 2017

Penulis



DENISSON ARIF HAKIM

D 400 130 013

ALAT MONITORING DENYUT JANTUNG BERBASIS MIKROKONTROLER INTERFACE LAPTOP

Abstrak

Elektrokardiograph merupakan alat monitoring denyut jantung yang dapat merekam aktifitas jantung. Di sisi lain, harga alat EKG (*Elektrokardiograph*) pada saat ini sangat mahal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem alat monitoring detak jantung. Alat ini diharapkan dapat mengukur detak jantung dan memonitoringnya sehingga dapat memberikan prekdisi kondisi jantung dengan harga yang lebih murah dan dapat digunakan oleh masyarakat menengah ke bawah. Perancangan alat terdiri dari pembuatan *hardware* dan *software*. Pembuatan *hardware* terdiri dari perancangan *shile* dan pembuatan desain. Pembuatan *software* terdiri dari pembuatan program arduino dan GUI (*Graphical User Interface*) matlab. Bahan dalam perancangan ini yang digunakan adalah Elektroda, Kit AD8232, arduino nano, laptop dan MATLAB. Hasilnya menunjukkan bahwa telah berhasil dibuat rancang bangun alat monitoring denyut jantung dengan tampilan berupa bentuk gelombang EKG, jumlah denyut jantung per menit, dan keterangan normal tidaknya denyut jantung. Dari pengujian terhadap 6 responden, alat yang dirancang mempunyai persentase error sebesar 0.019%. Dari pengujian tampilan grafik yang sesuai sinyal referensi mempunyai persentase error sebesar 0.375%. Hal tersebut menunjukkan bahwa sistem sudah bekerja dengan baik.

Kata Kunci: *Biopotensial* , *Elektroda*, EKG, *Interface*, Jantung

Abstract

ECG is a heartbeat monitoring tools that can record heartbeat activity. In other side, it's price very expensive. This research aims to design a system that can monitor heartbeat. It is hoped the device can measure heartbeat and monitor it and can gives a prediction heart conditions with the cheaper price and can be used by everyone. Planning of device are making hardware and software. Making hardware such as shile plan and making. Making software such as make program of arduino and GUI (*Graphical User Interface*) in MATLAB. The materials are Electrode, Kit AD8232, arduino nano, laptop, and MATLAB. The result is showing that have done of plan model monitoring heartbeat its can be show in shape of EKG waves. Total of heartbeat per minutes, and information normal or not of the heartbeat Based on the test results of 6 respondents, the tool designed has a percentage error has 0.019%. From the test of the graphical display corresponding to the reference signal has a percentage error of 0.375%. That it's show the system work good.

Keywords Biopotential, Electrodes, ECG, Interface, Heart

1. PENDAHULUAN

Jantung merupakan organ tubuh yang sangat vital dan mempunyai peran penting bagi kehidupan seseorang. Jantung berfungsi memompa darah ke seluruh tubuh, jika jantung sudah tidak berfungsi sebagaimana mestinya, maka seseorang tidak dapat hidup seperti

sediakala. Kematian yang disebabkan penyakit jantung menduduki urutan pertama di dunia, bahkan mulai tahun 2002 sampai tahun 2012 mengalami peningkatan 13,2 % (WHO,2014).

Jantung merupakan organ tubuh yang mampu menghasilkan muatan listrik, muatan listrik tersebut akan mengalir ke seluruh tubuh mengikuti aliran darah, muatan listrik yang berada di dalam tubuh dapat diukur menggunakan galvanometer dengan menempatkan elektroda-elektroda di permukaan tubuh. Alat untuk merekam denyut jantung yang berupa grafik itu disebut Elektrokardiograf (EKG) (Karim and Kabo,1996). EKG (Elektrokardiograf) merupakan suatu alat bantu yang dapat digunakan untuk merekam aktivitas listrik di dalam jantung seseorang atau dengan kata lain alat yang dapat mendeteksi denyut jantung (Webster,1981).

Banyak hal yang dapat digunakan sebagai indikator kesehatan jantung. Salah satunya adalah dengan mengukur denyut jantung. Denyut jantung seseorang bisa berbeda-beda dalam sehari saja. Frekuensi denyut jantung dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti jenis kelamin, usia, aktifitas fisik, tingkat emosional, ukuran tubuh (berat badan), dan konsumsi obat-obatan tertentu. Monitoring denyut jantung perlu dilakukan, agar kesehatan jantung seseorang dapat diketahui setiap saat. Untuk mengukur denyut jantung, cara paling sederhana yang bisa dilakukan adalah cukup dengan mengukur denyut nadi di pergelangan tangan ataupun leher (tepatnya pada nadi karotis di daerah cekungan bagian pinggir leher).

Jantung secara *realtime* dapat dimonitor menggunakan EKG. Elektrokardiograph adalah suatu grafik yang menggambarkan rekaman listrik jantung (A Yani,2012). Alat EKG belum dapat digunakan secara mandiri oleh pasien dan memerlukan keahlian khusus dalam pengoperasiannya, selain itu juga harganya sangat mahal.

Penelitian sebelumnya mengenai alat monitoring detak jantung telah dilakukan, seperti rancang bangun penguat biopotensial EKG berbasis IC 620 (Nasiqin, 2015), perancangan alat monitoring detak jantung menggunakan mikrokontroler ATmega 8535 dengan tampilan LCD (Wicaksono, 2011) *and use MSP430FG439 microcontroller with ECG signal display* (Raju, 2005).

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penelitian ini ingin membuat perancangan sistem seperti EKG. Alat ini menyerupai EKG dengan tambahan prediksi normal tidaknya detak jantung. Alat ini akan memonitor detak jantung per menit dan akan *update* setiap menit serta menampilkan kondisi detak jantung normal tidaknya sesuai dengan umur pasien dan jenis kelaminnya. Alat ini dirancang menggunakan mikrokontroler arduino sebagai pengolahnya dan Kit AD8232 sebagai penguat sinyal sekaligus sebagai *filtering noise*.

Pengolahan sinyal menggunakan laptop sebagai *interface* GUI Matlab dimana akan menampilkan grafik detak jantung, jumlah detak per menit, dan kondisi detak jantung.

2. METODE

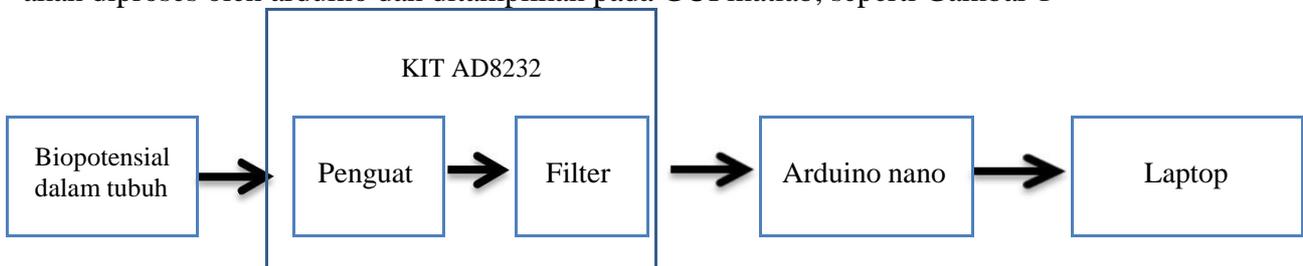
2.1 Alat dan Bahan

Peralatan dan komponen elektronika yang akan digunakan dalam perancangan ini meliputi :

- a. Arduino Nano.
- b. PCB(*Printed Circuit Boart*).
- c. Capasitor.
- d. Resistor.
- e. Laptop.
- f. Box Putih.
- g. Kabel EKG.
- h. Elektroda.
- i. AD8232.
- j. Kabel USB(*Universal Serial Bus*).
- k. MATLAB. (*Matrics Laboratories*)
- l. Solder, tenol, atraktor, gondorukem.
- m. Kabel jumper.

2.2 Perancangan

Dalam perancangan alat monitoring detak jantung dengan *interface* laptop ada 2 tahapan yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Alat ini mendeteksi biopotensial dalam tubuh dengan elektroda dan mengalirkannya dengan kabel dan dikuatkan dengan AD8232. Setelah penguatan sinyal yang keluar akan penuh dengan noise. Noise bisa berasal dari 50 hz dari frekuensi gelombang ac, kontraksi otot, dan lain-lain. Cara untuk menghilangkan noise dengan menggunakan filter. Hasil dari filter adalah sinyal EKG murni yang akan diproses oleh arduino dan ditampilkan pada GUI matlab, seperti Gambar 1

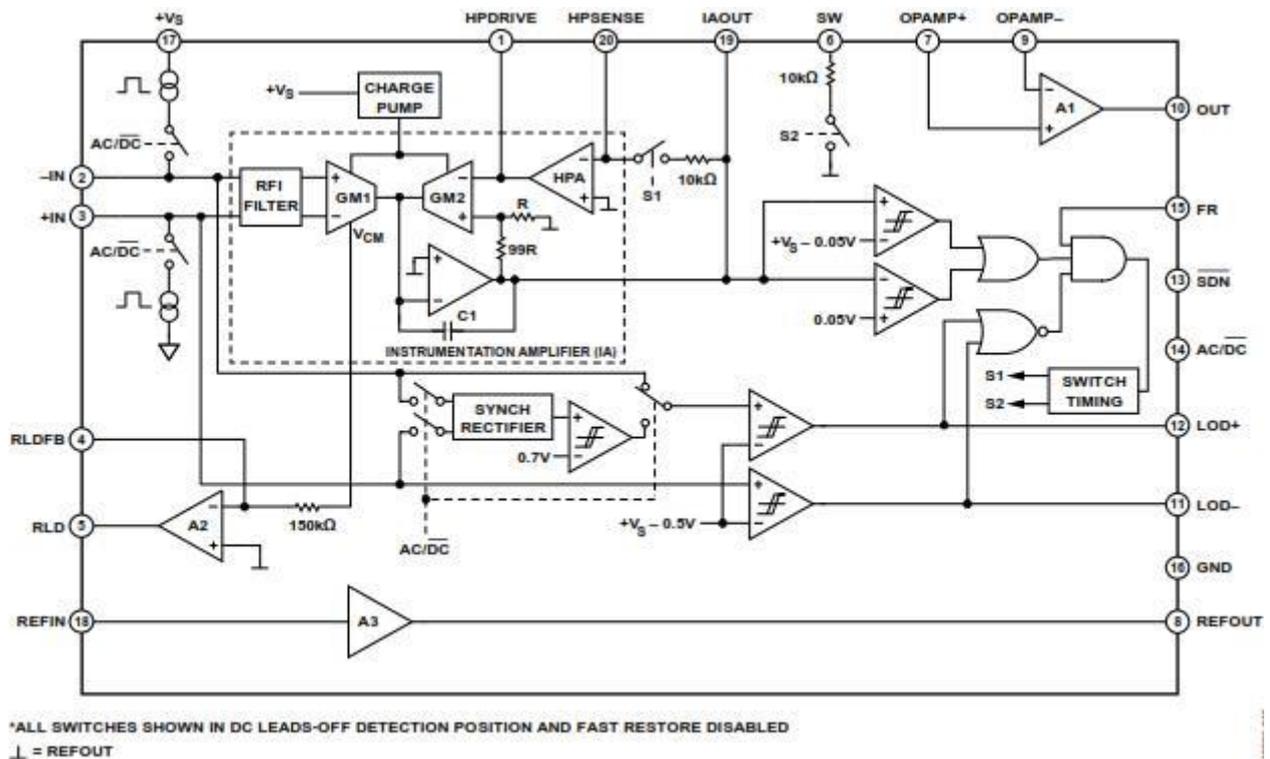


Gambar 1. Diagram blok sistem.

2.2.1 Perancangan Hardware

Perancangan *hardware* dilakukan dengan 2 tahap pembuatan *shile* dan desain alat. Dalam pembuatan *shile* menggunakan tempat yang seminimal mungkin dan ringkas. *Shile* akan diisi

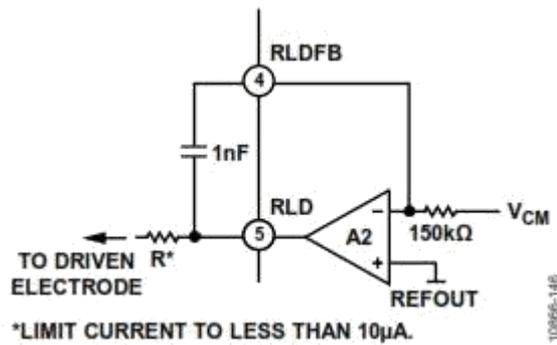
dengan arduino dan AD8232. Biopotensial dalam tubuh memiliki tegangan yang sangat kecil sekitar 0-5 mV supaya dapat dibaca oleh adc arduino perlu dikuatkan menjadi 0V - 5V. Penguatan yang dihasilkan oleh Kit AD8232 adalah sebesar 1100 X (Nguyen,et al.,2015) agar bisa dibaca oleh arduino. AD8232 sebagai salah satu IC penguat yang stabil yang akan digunakan sebagai penguat. Skema dalam Kit AD8232 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema AD8232

Sinyal biopotensial tidak hanya pada jantung tapi juga diakibatkan dari otot dan emosi. Dalam EKG Sinyal biopotensial yang bukan dari jantung akan dianggap sebagai noise. Penghilangan noise dilakukan dengan memfilter sinyal tersebut baik *high pass filter* maupun *low pass filter*.

Pada bagian penguat terdapat *driven right leg* dimana rangkaian ini digunakan sebagai titik referensi pada pasien (normal sebagai *ground*) yang dihubungkan dengan elektroda pada kaki kanan pasien. Gambar Rangkaian *driven right leg* terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian *driven right leg*

RLDFB dan RLD dihubungkan dengan menempatkan kapasitor 1 nf ditengahnya bertujuan untuk mendapatkan frekuensi *crossover* pada sekitar 1 KHz. Namun, jika kapasitor yang diberikan melebihi 1 nf, maka akan meningkatkan noise. Dengan rangkaian ini juga sebagai rangkaian penghilang noise dari frekuensi listrik PLN yaitu 50-60 Hz. Resistor yang digunakan adalah (R^*) yang memungkinkan arus yang masuk tidak lebih dari 10 μ A. (R^*), seperti pada Persamaan 1.

$$R^* = \frac{v}{10^{-6}} \quad (1)$$

Bagian penguat dengan AD8232 selain penguat juga sekaligus filter dalam satu IC. Kemampuan memperkuat sinyal EKG yang kecil serta menghilangkan efek dari tegangan *offset* sinyal DC yang ditimbulkan *offset* internal op-amp maupun *offset* karena efek nonpolarisasi yang kurang ideal dari elektroda.

Bagian *high pass filter* terdiri dari resistor dan kapasitor yang menjadikan frekuensi menjadi lebih rendah. Nilai-nilai kapasitor, resistor dan R COMP mempengaruhi rendahnya frekuensi. Untuk menentukan nilai kapasitor, R COMP dan resistor dapat dilihat pada persamaan 2,3 dan 4.

$$R1 = R2 \geq 100 \text{ k}\Omega \quad (2)$$

$$C1 = C2 \quad (3)$$

$$R_{\text{COMP}} = 0.14 \times R1 \quad (4)$$

Frekuensi *cut off* dapat dilihat pada Persamaan 5.

$$f_c = \frac{10}{2\pi \sqrt{R1 C1 R2 C2}} \quad (5)$$

Rangkaian bisa dilihat pada Gambar 4a

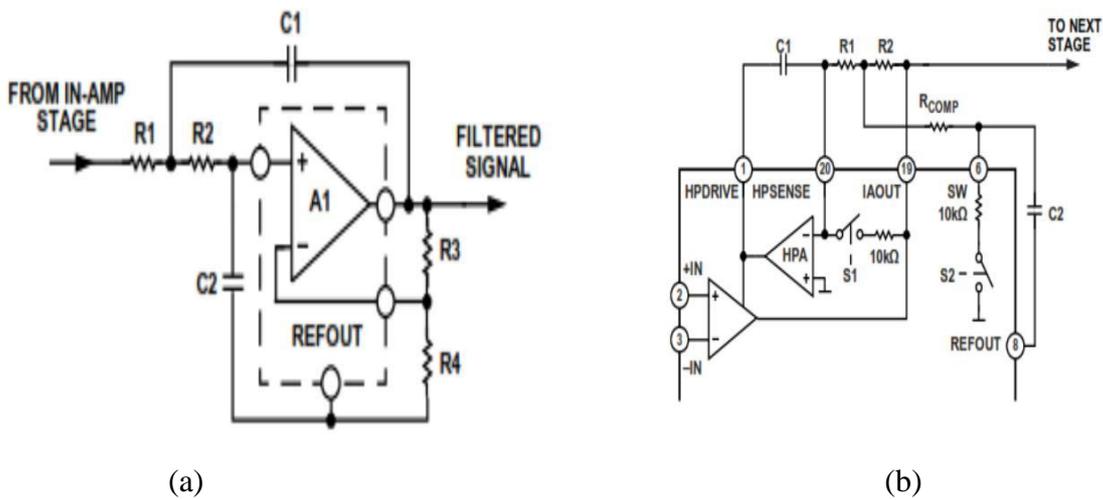
Low Pass Filter (LPF) atau Filter Lolos Bawah adalah filter yang hanya melewatkan sinyal dengan frekuensi yang lebih rendah dari frekuensi *cut-off* (f_c) dan akan melemahkan sinyal dengan frekuensi yang lebih tinggi dari frekuensi *cut-off* (f_c). Filter LPF yang ideal sinyal dengan frekuensi diatas frekuensi *cut-off* (f_c) tidak akan dilewatkan sama sekali (tegangan output = 0 volt). Bagian LPF seperti Gambar 4b.

Persamaan 6 dan 7 menunjukkan frekuensi low-pass cut off dan gain.

$$f_c = 1/(2\pi\sqrt{(R1 C1 R2 C2)}) \tag{6}$$

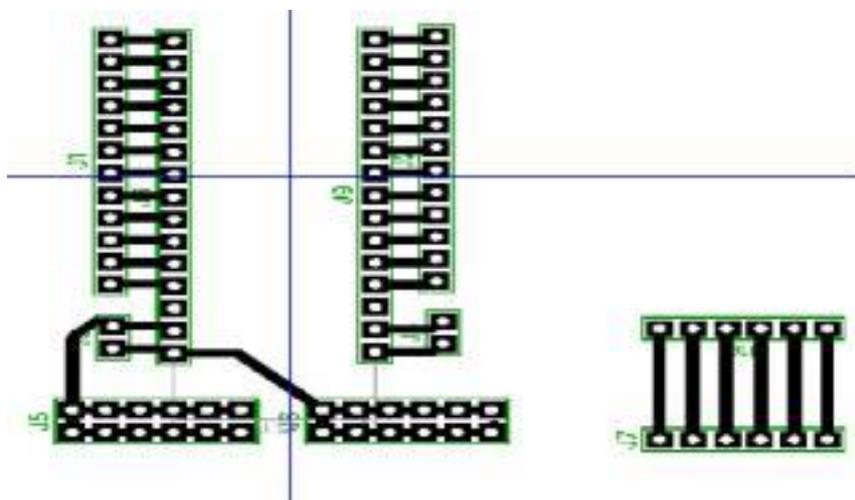
$$Gain = 1 + R3/R4$$

(7)



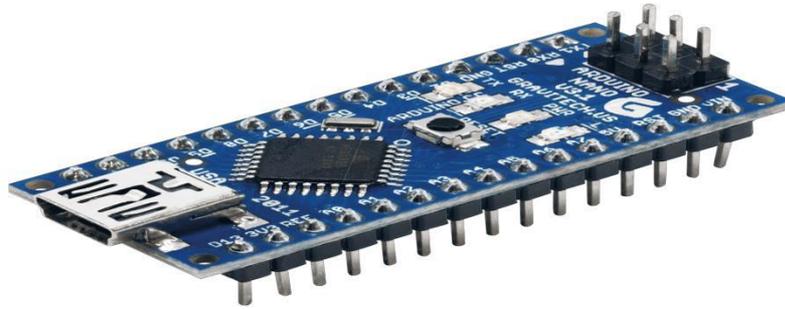
Gambar 4. Skema filter (a) Skema High pass filter (b) Skema Low Pass Filter

Pembuatan *shile* sebagai penyambung jalur dari arduino nano dan AD8232. Desain *shile* dibuat agar rangkaian menjadi lebih ringkas dan lebih hemat tempat. *Shile* seperti Gambar 5.



Gambar 5 Skema Shile

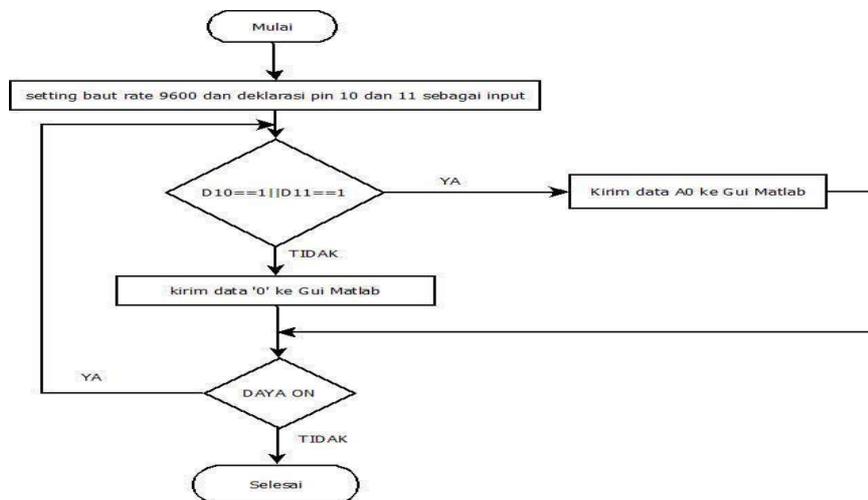
Arduino adalah pengendali *micro single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Wiring platform*, di rancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki processor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Arduino digunakan untuk membaca sensor menggunakan analog input pada arduino dalam proyek ini. Untuk komunikasi dengan *laptop*, penulis menggunakan serial pada arduino dan di hubungkan ke *laptop*. Arduino yang digunakan dalam proyek ini adalah arduino nano, seperti Gambar 6.



Gambar 6 Arduino Nano

2.2.2 Perancangan Software

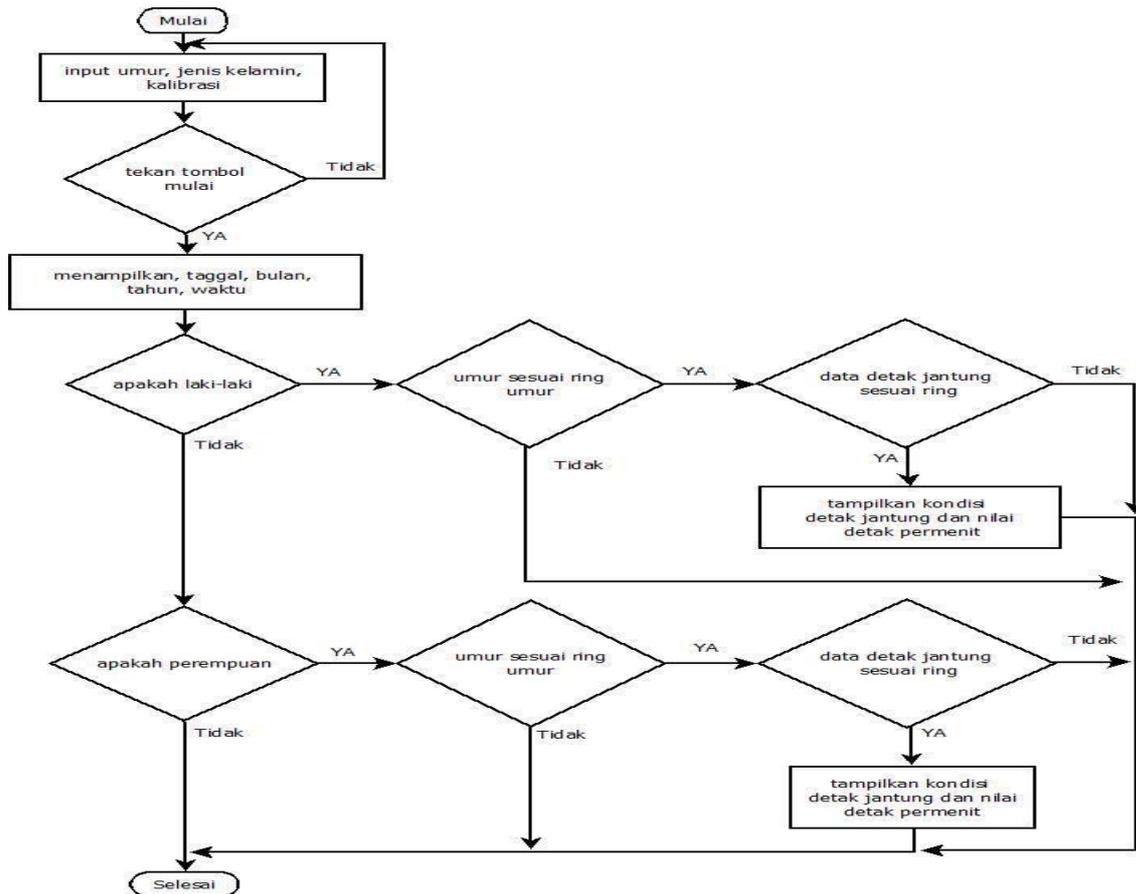
Arduino menggunakan pemrograman dengan bahasa C. Pada proyek ini arduino digunakan untuk menerima *input* data analog dan mengirimkan ke Gui Matlab. Ketika AD8232 mendeteksi bahwa elektroda belum terpasang maka akan mengirimkan logika 1 pada arduino. Arduino akan mendeteksi menggunakan pin digital D10 dan D11, ketika salah satu atau kedua pin D10 dan D11 berlogika 1, maka akan mengirimkan data 0 ke GUI matlab. Algoritma pemrograman arduino seperti Gambar 7.



Gambar 7. Flowchart Program Arduino

Software yang digunakan adalah matlab 2010b. MATLAB (*Matrix Laboratory*) adalah sebuah lingkungan komputasi numerikal dan bahasa pemrograman komputer generasi keempat. Dikembangkan oleh *The MathWorks*, MATLAB memungkinkan manipulasi matriks, pemplotan

fungsi dan data, implementasi algoritma, pembuatan antarmuka pengguna, dan pengantarmukaan dengan program dalam bahasa lainnya. Algoritma GUI Matlab seperti Gambar 8.



Gambar 8. Flowchart Program Matlab

Parameter kondisi jantung sesuai dengan Tabel 1.

Tabel 2. Parameter Detak Jantung

(<https://helohehat.com/>)

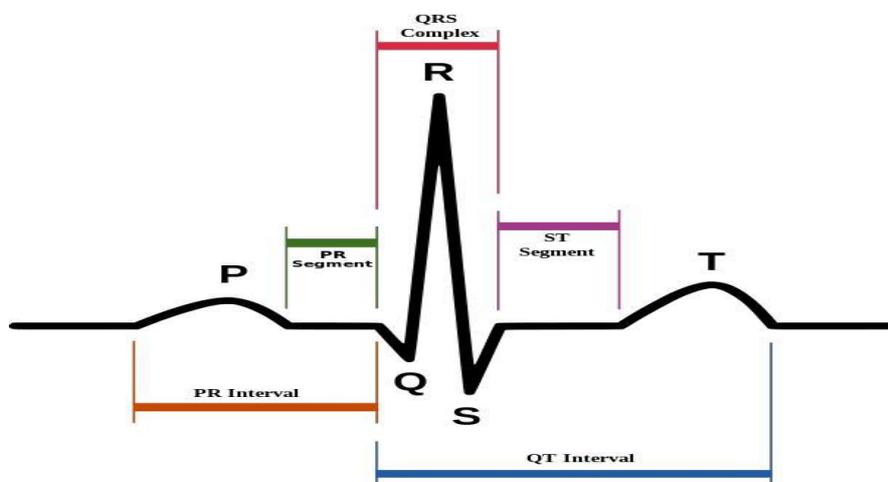
Umur	Detak Jantung Per menit (laki-laki)	Detak Jantung Per menit (perempuan)	Keterangan
0-3 Bln	80-206/menit	80-206/menit	Baik
3 Bln-2 Thn	100-190/ menit	100-190/menit	Baik
2 – 10 Thn	60-140/menit	60-140/menit	Baik
10 – 20 Thn	60-100 / menit	60-100/menit	Baik
20- 29 Thn	60/menit	70/menit	Sangat Baik
20- 29 Thn	60 – 69 / menit	70 – 77 /menit	Baik
20- 29 Thn	70 – 85 /menit	78 – 94 /menit	Cukup
20- 29 Thn	>85/menit	> 94 /menit	Kurang
30 – 39 Thn	64/menit	72/menit	Sangat Baik

Tabel 2. Parameter Detak Jantung(lanjutan)

(<https://helohehat.com/>)

Umur	Detak Jantung Per menit (laki-laki)	Detak Jantung Per menit (perempuan)	Keterangan
30 – 39 Thn	65 – 71 /menit	72 – 79 /menit	Baik
30 – 39 Thn	72 -87 /menit	80 – 96 /menit	Cukup
30 – 39 Thn	>87 /menit	> 96 /menit	Kurang
40 – 49 Thn	66/menit	74/menit	Sangat Baik
40 – 49 Thn	66 – 73 /menit	74 – 81 /menit	Baik
40 – 49 Thn	74 – 89 /menit	82 – 98 /menit	Cukup
40 – 49 Thn	>89 /menit	> 98 /menit	Kurang
>50 Thn	68/menit	78/menit	Sangat Baik
>50 Thn	68 – 75 /menit	76 – 83 /menit	Baik
>50 Thn	79 – 91 /menit	84 – 100 /menit	Cukup
>50 Thn	>91 /menit	> 100 /menit	Kurang

Umumnya, rekaman sinyal EKG ditunjukkan pada Gambar 11 yang terdiri dari gelombang P,Q,R,S,T. Gelombang individu merupakan aktivitas listrik yang terjadi di berbagai bagian jantung. Aktivitas listrik disinkronisasikan dengan fungsi mekanik, rekaman EKG secara tidak langsung mewakili kontraksi dan relaksasi berbagai ruangan jantung.

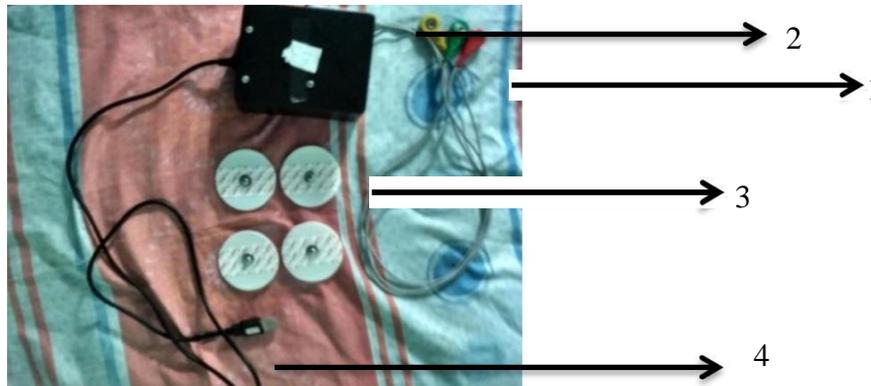


Gambar 11. Gelombang Jantung

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Desain Alat

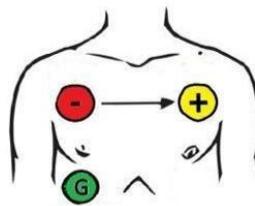
Alat monitoring detak jantung ditunjukkan pada (Gambar 9), dimana 1. Kabel Elektroda sebagai alat penghubung elektroda, 2. Box alat sebagai wadah kontroler dan penguat, 3. Elektroda sebagai sensor yang mendeteksi biopotensial dalam tubuh, 4. Kabel USB sebagai penghubung antara alat dengan *laptop*.



Gambar 9. Alat Monitoring Detak

Jantung 3.2 Hasil Pengujian Alat

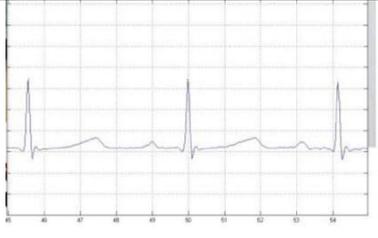
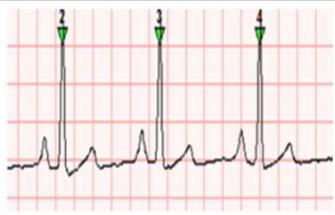
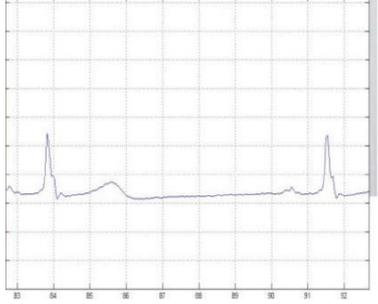
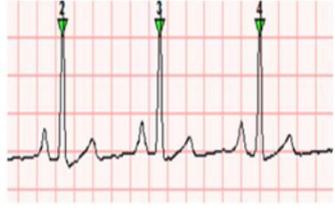
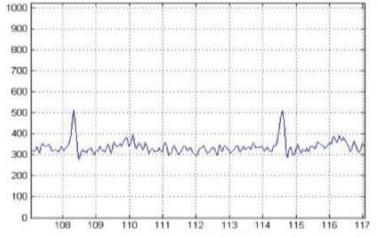
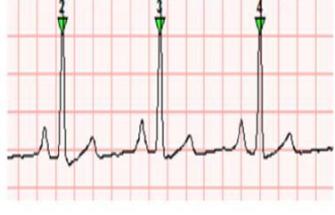
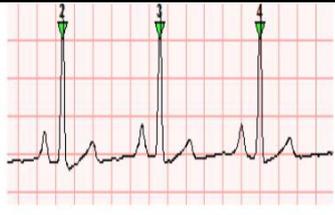
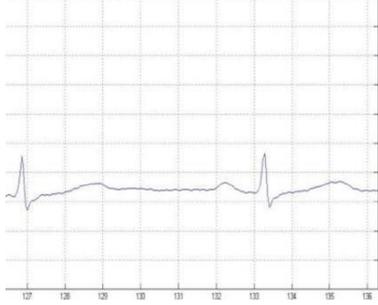
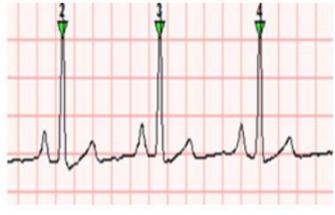
Sebelum dilakukan pengukuran uji coba alat monitoring detak jantung, langkah pertama adalah pemasangan elektroda tapi sebelum dipasangkan elektroda, kulit pasien dibersihkan terlebih dahulu. Pemasangan ketiga elektroda seperti Gambar 10. Ketika dilakukan pengambilan data EKG, pasien diminta dalam keadaan santai, tidak berbicara dan bernafas secara normal (NCHS, 1991).



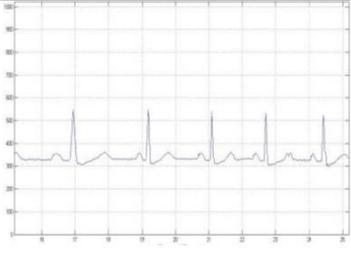
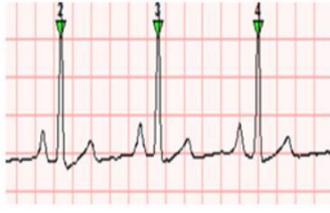
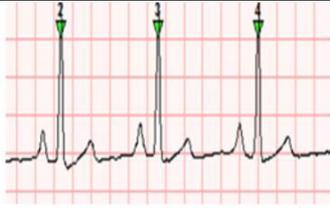
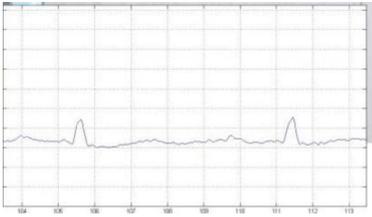
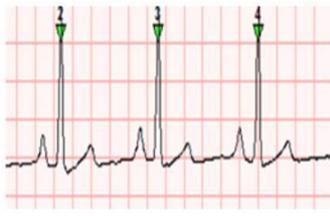
Gambar 10. Konfigurasi Pemasangan Elektroda

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan pada subjek berupa manusia, yaitu mulai dari anak, remaja dewasa dan manula. Hasil dari pengambilan data dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data EKG Beberapa Pasien Dengan Umur Yang Berbeda

Umur	Jenis Kelamin	Gambar EKG Alat	Gambar Referensi	Analisa
5	Perempuan			Gelombang sudah menyerupai gelombang referensi namun terdapat sedikit noise
15	Laki-Laki			Sudah menyerupai gelombang referensi namun ada lekungan pada Gelombang R kemungkinan adalah noise atau terdeteksi penyakit
19	perempuan			Gelombang masih banyak noise karena dalam penempelan elektroda kurang sempurna atau terlalu jauh dari jantung
20	Laki-laki			Gelombang sudah menyerupai referensi
46	Perempuan			Gelombang sudah menyerupai gelombang referensi

Tabel 2. Data EKG Beberapa Pasien Dengan Umur Yang Berbeda (lanjutan)

Umur	Jenis Kelamin	Gambar EKG Alat	Gambar referensi	Analisa
48	Laki-laki			Gelombang sudah menyerupai gelombang referensi
70	Perempuan			Gelombang P dan T kurang terlihat kemungkinan terdapat gangguan
86	Laki-Laki			Gelombang R tidak menyerupai referensi dugaan terdapat penyakit karena gelombang P dan T juga tidak terlalu terlihat

Sebagian percobaan sudah mendekati sinyal referensi. Peletakan elektroda sangat berpengaruh dalam pembentukan sinyal. Semakin jauh dari jantung, sinyal jantung akan makin banyak noise. Hasil uji coba mempunyai persentasi error 0.375%

3.3 Hasil Pengujian Aplikasi

Aplikasi pada *laptop* memiliki beberapa inputan jenis kelamin, umur dan kalibrasi. Gambar 13 menunjukkan aplikasi pada *laptop* dimana tombol mulai digunakan untuk menyalurkan data dari arduino ke aplikasi. Dalam aplikasi ini akan ditampilkan bentuk sinyal EKG, jumlah detak jantung per menit dan sekaligus memberikan keterangan normal atau tidak .



Gambar 13. Aplikasi Tampilan GUI

Parameter dalam menentukan keadaan jantung mengacu pada Tabel 1. Hasil uji coba pada aplikasi bisa dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Detak Jantung Per menit (Tidak dalam waktu yang sama)

Umur	Jenis Kelamin	Detak Jantung Per menit (Hitung Manual)	Detak Jantung Per menit (Hitung Aplikasi)	Prediksi kondisi
5	Perempuan	70	70	Baik
15	Laki-laki	60	60	Baik
46	Perempuan	78	79	Baik
47	Laki-laki	77	70	Baik
86	Laki-laki	75	76	Cukup
70	Perempuan	70	70	Kurang

Hasil dari percobaan menunjukkan bahwa aplikasi dapat bekerja untuk menghitung detak jantung sekaligus dapat memprediksi keadaan jantung. Normal tidaknya jantung dilihat dari detak jantung per menit. Hasil di atas terdapat error dengan persentase rata-rata error sebesar 0.019%

4. PENUTUP

Pada hasil uji coba dapat disimpulkan bahwa Hasilnya menunjukkan bahwa telah berhasil dibuat rancang bangun alat monitoring denyut jantung dengan tampilan berupa bentuk gelombang EKG, jumlah denyut jantung per menit, dan keterangan normal tidaknya denyut jantung. Dari pengujian terhadap 6 responden, alat yang dirancang mempunyai persentase error sebesar 0.019%. Dari pengujian tampilan grafik yang sesuai sinyal referensi mempunyai persentase error sebesar 0.375%. Hal tersebut menunjukkan bahwa sistem sudah bekerja dengan baik.

Saran untuk penelitian kedepan ditambah penyimpanan dalam bentuk database yang datanya bisa disimpan secara online jadi konsultasi dengan dokter bisa online. Dalam penghitungan detak jantung menggunakan pengenalan sinyal, jadi hasil lebih akurat dalam penghitungan detak per menit.

PERSANTUNAN

Alhamdulillah, puja dan puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan inayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan hasil pengukuran yang maksimal dan waktu yang sesuai target. Atas karunia-Nya penulis diberi kemudahan dalam mengerjakan tugas akhir ini dan selalu dikelilingi oleh orang-orang yang selalu mendukung dalam mengerjakan tugas akhir ini dimana disaat susah maupun senang, maka dari itu saya ucapkan banyak terimakasih kepada:

- 1.Orang tua yang selalu mendukung dan menyemangati dalam mengerjakan tugas akhir ini.
- 2.Dosen pembimbing ibu Umi Fadlilah, S.T., M.Eng yang selalu memberikan bimbingannya kepada penulis agar hasil dari tugas akhir ini bisa maksimal.
- 3.Bapak Ir. Pratomo Budi Santoso M.T yang telah membimbing dalam menggunakan filter.
- 4.Bapak Bambang Hari Purwanto, S.T.,M.T, yang telah memberi pengetahuan tentang penguat.
- 5.Bapak Umar, S.T, M.T, sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta dan semua dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 6.Filla Dina Azmi dan Amoreza R.A yang telah banyak membantu dalam pembuatan abstrak dan motifasi untuk lebih baik.
- 7.Tri S, Rizki F, Agus S, Riki A, Qoid Z, R.H. Bastian, Ana D.W, Nor Ria F, Ajeng M, Dimas S, Nur Hadi P, Dendi P, Anas Z, Mars D.C, M.K Fuadi, dan seluruh teman-teman teknik elektro.
- 8.Kusuma Wardana yang berbagi ilmunya tentang aplikasi Matlab .

9. Ustadz Hanan Attaqi, ustadz salim A.Fillah, ustadz DR. Khalid Basalama MA yang memberikan pencerahan dan kesadaran untuk menjadi muslim yang lebih baik

DAFTAR PUSTAKA

- Chavan, M. (2008). Design and Implementation of Digital FIR Equiripple Notch Filter on ECG Signal of removal of Power line Interface. *WSEAS TRANSACTIONS on SIGNAL PROCESSING*, Volume 4.
- hello sehat. (2017, juni 20). Retrieved juni 20, 2017, from hello sehat: <https://hellosehat.com/>
- Hugeng, H. (2016). Development Of The 'Healthcor' System As A Cardiac Disorders Symptoms Detector Using An Expert System Based On Arduino Uno. *Internasional Journal Of Technology*.
- Karim, S. (1996). *EKG dan Penanggulangan Beberapa Penyakit Jantung Untuk Dokter Umum*. Jakarta: Balai Penerbit FK UI.
- Lutfianto, A. (2011). Rancang Bangun Pembangkit Sinyal ECG Portable.
- Nasiqin, I. (2015). Rancang Bangun Penguat Sinyal Elektrokardiografi (EKG) Berbasis IC AD620.
- Nazmah, A. (2015). *Cara Praktis dan Sistematis Belajar Membaca Elektrokardiograf (EKG)*. Jakarta: Gramedia.
- Raju, M. (2005). Heart-Rate and ECG Monitor Using The MSP430FG439. *Application Report*.
- s, A. (2015). ECG Based Cardiac Abnormality Detection Using Crosswavelet Transform. *International Jurnal of Advance Science and Technology*.
- Tverdohleb, J. (2011). Processing of ECG Signals Based On Wavelet Transformation. *International Jurnal of Advance Science and Technology*.
- Webster, E. (1981). Design of Microcomputer-base Medical Instrumentation. *Prentice Hall International*.
- WHO. (2000). World Health Organisation report. *WHO*.
- Wicaksono, W. (2011). Perancangan dan Pembuatan Alat Penghitung Detak Jantung Dengan Bipolar Standart Lead Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535. *Jurnal Elektro ELTEK*, Vol 2 no 2 pp 183-188.
- Yani, A. (2012). Penerapan ANFIS Untuk Pengenalan Sinyal EKG. *Jurnal Ilmiah Saitikom*, vol 11/2 pp93-100.