

Rancang Bangun Stetoscope Elektronik Berbasis Mikrokontroler Atmega328

Endang Dian Setiyoningsih, Sumber
Jurusan Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes, Surabaya
Jl. Pucang Jajar Timur No. 10, Surabaya, 60245, Indonesia
diancholik@gmail.com, sumberrani @gmail.com

Abstrak—Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) pada April 2011, kematian yang disebabkan oleh penyakit jantung koroner yang tidak menular telah mencapai 37% dari total jumlah kematian di Indonesia. Selain itu, dalam laporan WHO lain menyatakan bahwa pada tahun 2020, diperkirakan bahwa penyakit jantung koroner akan menjadi penyakit pembunuh utama di negara-negara di seluruh Asia-Pasifik. Tujuan dari penelitian adalah merancang deteksi sinyal jantung menggunakan stetoskop elektronik dengan sensor mic condensor untuk membandingkan nilai S1 (suara lub), S2 (suara dub), suara S3 yang disebabkan oleh osilasi darah antara dinding aorta dan ventrikular serta S4 yang disebabkan oleh turbulensi injeksi darah. Rancang bangun utama terdiri dari rangkaian pre-amp, filter jantung, mikrokontroler atmega 328p yang ditampilkan pada pc menggunakan delphi. Responden terdiri dari 5 laki-laki dan 5 perempuan, rentan usia berkisar antara 20 hingga 25 tahun, sedangkan untuk berat badan responden antara 50 hingga 76 Kg. Posisi perekaman suara jantung yang digunakan berbeda-beda untuk setiap respondennya, pada responden laki-laki didapatkan nilai amplitudo S1 dan S2 maksimal pada posisi perekaman Right Ventricel (RM), sedangkan untuk responden perempuan nilai amplitudo S1 dan S2 maksimal pada posisi perekaman Aortic (AO) dan Pulmonary Artery (PM). Untuk responden laki-laki maupun perempuan Ada banyak faktor yang mempengaruhi amplitudo S1 dan S2 setiap pasien sedangkan untuk nilai S3 dan S4 tidak terlihat dengan jelas. Jika berat badan responden diatas berat badan idealnya maka amplitudo S1 dan S2 akan cenderung lebih kecil dan sebaliknya, jika berat badan responden kurang dari berat badan idealnya maka amplitudo S1 dan S2 akan cenderung lebih besar. Selain itu juga, seberapa kuat stetoskop ditekan ketika melakukan perekaman juga dapat mempengaruhi amplitudo S1 dan S2. Terdapat kendala pada proses pengambilan data dimana responden perempuan cenderung lebih sulit untuk menemukan titik rekaman suara jantung di bandingkan laki-laki dan hanya pada titl-titik sadapan tertentu yang dapat terlihat nilai S1 dan S2 dengan jelas. Hal tersebut dapat diakibatkan oleh frekuensi cut off yang lebar, berkisar antara 10 – 1000Hz sehingga terdapat noise terutama suara paru-paru.

Kata Kunci—Stetoskop Digital; Letak Perekaman; Amplitudo S1 dan S2

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi peralatan medis yang semakin cepat di masyarakat membuat sistem perawatan kesehatan menjadi lebih baik dan profesional. Kesadaran masyarakat akan pentingnya kesehatan menyebabkan pemeriksaan dini terhadap diri sendiri semakin populer. Telah banyak teknik yang dikembangkan untuk membuat diagnosis awal lebih cepat dan lebih akurat. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) pada April 2011, kematian yang disebabkan oleh penyakit jantung koroner yang tidak menular telah mencapai 37% dari total jumlah kematian di Indonesia. Selain itu, dalam laporan WHO lain menyatakan bahwa pada tahun 2020, diperkirakan bahwa penyakit jantung koroner akan menjadi penyakit pembunuh utama di negara-negara di seluruh Asia-Pasifik [1].

Stetoskop merupakan peralatan medis yang cukup sederhana untuk menentukan kondisi pasien. Obyek pengamatan menggunakan stetoskop biasanya suara jantung atau suara paru. Teknik ini biasa disebut dengan auskultasi. Stetoskop elektronik terdiri dari membran dan selang dari stetoskop konvensional ditambah dengan mic kondensor yang kemudian terhubung dengan PC melalui soundcard. Suara jantung atau suara paru yang terekam melalui soundcard. Penelitian ini, pengolahan sinyal yang dilakukan hanya sampai untuk memperkuat sinyal atau menghilangkan komponen suara yang mengganggu (noise) sehingga komponen suara paru atau suara jantung yang berisi

sinyal informasi dapat lebih diperjelas [2]. Menganalisis bunyi detak jantung atau sinyal phonocardiogram (PCG). Ini Analisis menyangkut empat suara (S1, S2, S3 dan S4) dan sinyal PCG ditampilkan bahwa itu spektral analisis dapat menyediakan fitur yang cukup dari PCG sinyal. Bahwa akan membantu klinik memperoleh kualitatif dan kuantitatif pengukuran dari Sinyal PCG karakteristik dan akibatnya membantu diagnosis [3]. Pada penelitian belum mencakup dengan menggunakan sensor Mic Kondensor. Selanjutnya, telah dikembangkan stetoskop digital yang telah menggunakan mic condensor dan menggunakan arduino nano dan arduino mega sebagai mikrokontroler. Dimana kelebihan dari penelitian ini ialah telah menggunakan sistem wireless untuk menampilkan sinyal detak jantung pada matlab menggunakan fungsi GUI. Namun pada penelitian ini masih menggunakan power supply dari PLN sehingga tidak dapat digunakan saat kondisi tertentu [4].

Berdasar penelitian - penelitian yang telah dilakukan sebelumnya maka perlu dilakukan penelitian dengan judul “Rancang Bangun Stetoscope Elektronik Berbasis Mikrokontroler Atmega328”. Penelitian ini akan bisa digunakan untuk bahan pembelajaran praktikum diagnostik dasar. Karena peneliti juga ingin mengembang bahwa stetoskop elektronik bisa dikembangkan dengan cara menggunakan sensor mic kondensor. dengan pengembangan rangkaian lainnya.

II. BAHAN-BAHAN DAN METODE

A. Setting Percobaan

Penelitian ini menggunakan sepuluh subjek normal dengan kriteria usia berkisar antara 20 dan 25 tahun dan beratnya antara 50 hingga 76 kg. Subjek terdiri dari 5 laki-laki dan 5 perempuan yang diambil secara acak dan pengumpulan data diulang sebanyak 6 kali.

1) Bahan dan Alat

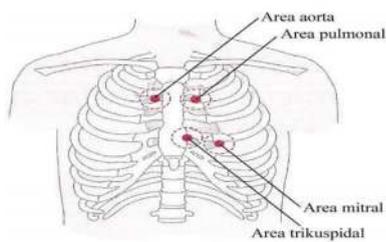
Penelitian ini menggunakan stetoskop akustik (GEA Medical). Titik perekaman suara jantung yang digunakan pada penelitian ini adalah Right Ventricel (RM), Aortic (AO) dan Pulmonary Artery (PM) Sesuai gambar 1. Penguat instrumentasi yang digunakan menggunakan OP-AMP TL084. DC converter ICL7660, Mikrokontroler Atmega 328 digunakan untuk akuisisi data sinyal suara jantung. PC sebagai display phonocardiograph menggunakan aplikasi delphi 7, IC DAC MCP4725 sebagai output hasil pengolahan, dan output suara berupa menggunakan Earphone. Oscilloscope penyimpanan digital (Textronic, DPO2012, Taiwan) digunakan untuk menguji rangkaian analog.

2) Eksperimen

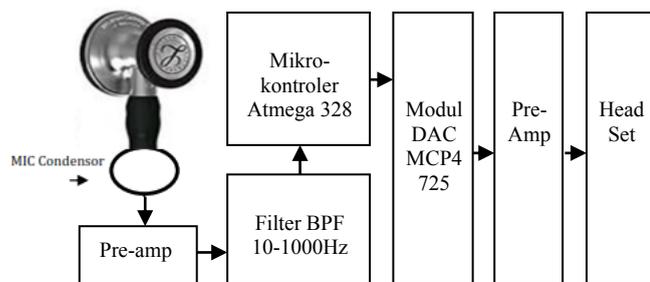
Dalam penelitian ini, setelah desain selesai maka respons frekuensi perangkat ini diuji menggunakan *function generator* dengan inputan 5vdc dan dengan frekuensi input sesuai dengan spesifikasi sinyal suara jantung.

B. Blok Diagram

Pada penelitian ini, perekaman sinyal suara jantung sesuai dengan Gambar 1. Melakukan modifikasi pada stetoskop akustik dengan menanamkan Mic Condensor didalamnya



Gambar 1. Daerah Auskultasi Jantung

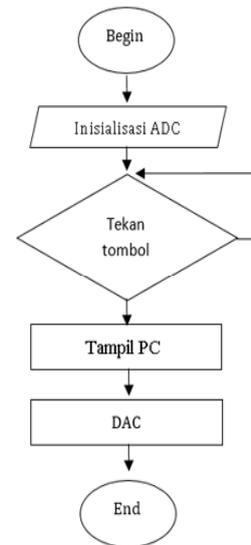


Gambar 2. Diagram Balok Stetoskop Digital

Sinyal suara yang ditangkap oleh Mic Condensor akan dikuatkan oleh rangkaian pre-amp, lalu menggunakan filter band pass filter dengan cutoff 10 – 1000 Hz. Selanjutnya di baca oleh mikrokontroler untuk di tampilkan. Sinyal tersebut akan diproses pada mikrokontroler untuk menghasilkan suara pada Earphone melalui DAC MCP4725 12 bit

C. Diagram Alir

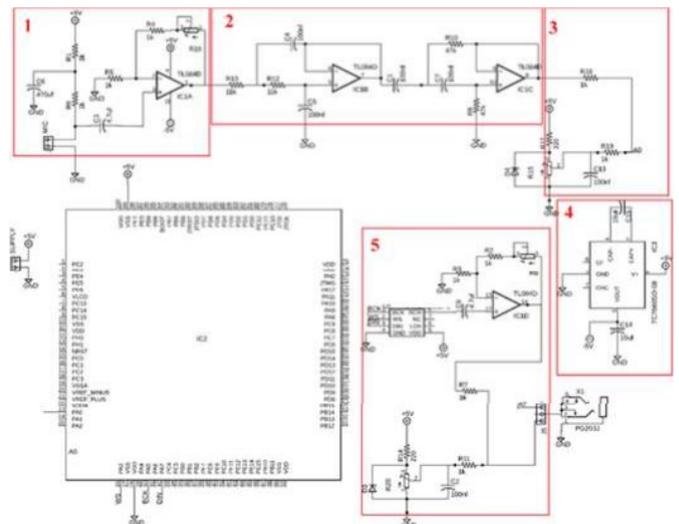
Program mikrokontroler Atmega 328 menggunakan software Arduino IDE yang di tunjukkan sesuai Gambar 3.



Gambar 3 Flowchart program Atmega 328

D. Rangkaian Analog

Rangkaian keseluruhan yang diginakan ditunjukkan oleh Gambar 4. Blok 1 adalah *Preamplifier* , blok 2 adalah *Band Pass filter* 10-1000Hz, Blok 3 adalah *adder*, blok 4 adalah *DC Converter*, dan blok 5 adalah *Digital to Analog Converter*.



Gambar 4. Rangkaian Keseluruhan

1) *Preamplifier*

Berguna untuk memberikan penguatan awal pada masukan, pada blok ini terdapat rangkaian yang berguna sebagai pembagi tegangan dan kapasitor pada kaki 3 (+) yang berguna sebagai DC coupling untuk menghilangkan referensi sinyal sebelum dikuatkan. Rangkaian ini menggunakan rangkaian penguat non-inverting amplifier dengan rumus *output*

$$V_{out} = 1 + \frac{R_f}{R_i} \times V_{in} \quad (1)$$

2) *Band Pass Filter*

Rangkaian ini terdiri dari rangkaian HPF 40dB dengan frekuensi *cutoff* 10 Hz dan rangkaian LPF 40 dB dengan frekuensi *cutoff* 1000 Hz tanpa ada penguatan. Adapun rumus untuk perhitungan frekuensi *cutoff* adalah sebagai berikut :

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} \quad (2)$$

Dimana R adalah nilai resistansi resistor, dan C adalah nilai kapasitansi kapasitor, dan f_c adalah nilai frekuensi *cutoff*.

3) *Adder*

Rangkaian ini berfungsi untuk menaikkan referensi dari sinyal sehingga dapat dibaca oleh mikrokontroler. Pada rangkaian ini memanfaatkan pembagian tegangan untuk mengatur tegangan referensinya. Terdapat kapasitor dan diode zener yang berguna untuk menstabilkan tegangan referensi.

4) *DC Converter*

Berguna untuk menghasilkan tegangan negatif -5Vdc yang didapat dari modul step-up. Rangkaian ini menggunakan IC7660 dan terdapat kapasitor dengan nilai 10uf untuk menstabilkan tegangan negatifnya.

5) *Digital to Analog Converter*

Blok 5 pada gambar 4 menunjukkan rangkaian DAC MCP4921 dengan resolusi 12 bit. Pada blok ini terdapat rangkaian tambahan berupa rangkaian non-inverting agar volume suara jantung pada earphone dapat diatur secara manual.

III. HASIL

1) *Rancang Bangun Stetoskop Digital*

Desain rangkaian dan desain mekanik dari rancang bangun Stetoskop elektrik berbasis mikrokontroler Atmega 328 yang telah dibuat ditunjukkan pada Gambar. 5 dan Gambar 6.



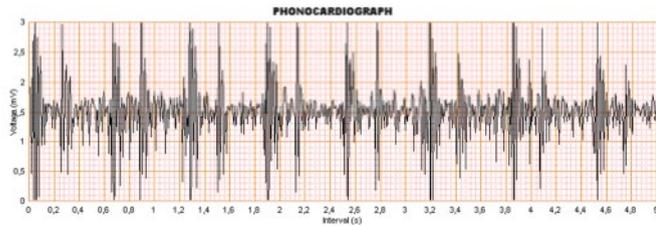
Gambar 5 Desain Rangkaian



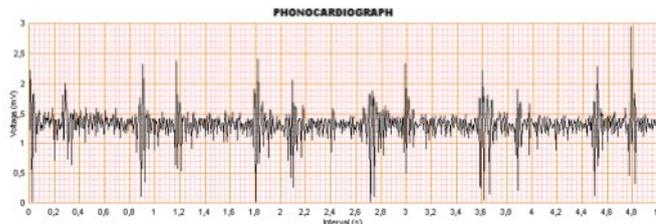
Gambar 6 Desain Mekanis

Bagian analog terdiri dari 1 TL084 (OP-AMP) yang terdiri dari empat OP-AMP, 1 IC L7660 yang berfungsi sebagai DC converter untuk menghasilkan tegangan negatif. Terdapat beberapa variable resistor (multiturn 10k/100k) untuk penyesuaian gain dan offset. Bagian digital terdiri dari mikrokontroler Arduino Nano yang merupakan board utama perangkat ini, modul charger TP4056 untuk mengisi daya baterai, dan modul MT3608 DC to DC step-up untuk menaikkan tegangan baterai menjadi 5 Vdc.

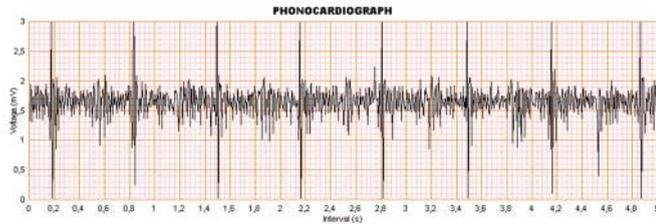
Sebelum di aplikasikan ke manusia, telah dilakukan pengujian rangkaian menggunakan Oscilloscope penyimpanan digital (Textronix, DPO2012, Taiwan). Stetoskop digital ini diujikan pada 10 responden dengan 5 responden laki-laki dan 5 responden perempuan, dimana setiap responden diambil data sebanyak 6 kali. Hasil keluaran stetoskop digital berupa sinyal suara jantung yang ditampilkan pada PC untuk melihat sinyal S1 (suara lub), S2 (suara dub), suara S3 yang disebabkan oleh osilasi darah antara dinding aorta dan ventrikular serta S4 yang disebabkan oleh turbulensi injeksi darah dan keluaran suara pada earphone. Berikut beberapa contoh tampilan sinyal pada PC menggunakan *software Delphi*



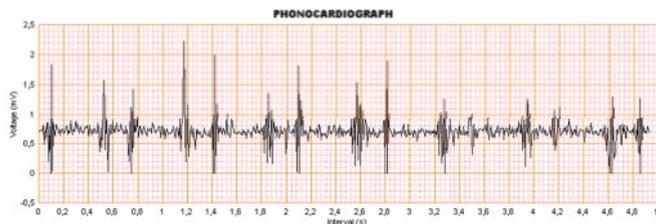
Gambar 7 Data Responden 1



Gambar 8 Data Responden 2



Gambar 9 Data Responden 3



Gambar 10 Data Responden 4

Berikut adalah data responden yang diambil dari 10 responden :

TABEL 1. DATA RESPONDEN 1 HINGGA 10

Respon den	Jenis Kelamin	Usia (thn)	Berat Badan (Kg)	BB Ideal (Kg)	Posisi Rekaman	S1 (mV)	S2 (mV)
1	Laki-laki	22	50	58,25	Right Ventricle	3	2,5
2	Laki-laki	20	63	63,9	Right Ventricle	2,5	1,7
3	Perempuan	21	70	55,25	Pulmonary Artery	2,6	2,1
4	Perempuan	22	68	62	Aortic	1,6	2,1
5	Laki-laki	21	57	61,2	Right Ventricle	3	2,3
6	Perempuan	21	65	64,25	Pulmonary Artery	1,8	1,3
7	Perempuan	22	58	53,55	Pulmonary Artery	2,1	2,5
8	Laki-laki	24	55	62,1	Right Ventricle	2,5	3
9	Laki-laki	25	76	59,4	Right Ventricle	1,5	2,5
10	Perempuan	20	55	57,8	Pulmonary Artery	1,9	1,3

Berikut adalah data hasil rata rata dari responden yang telah diambil 6 kali pengambilan data.



Gambar 11 Grafik amplitudo S1 dan S2 Responden

Setiap responden diambil data sebanyak 6 kali lalu di rata-rata maksimal amplitudo sinyal suara jantungnya untuk mendapatkan nilai S1 dan S2 yang lebih akurat untuk setiap respondennya (tabel 1).

IV. PEMBAHASAN

Stetoskop digital ini didesain portable sehingga memungkinkan penggunaan dimanapun dan kapanpun, menggunakan batre GMA BL-5C 2350 mAh mampu bertahan hingga 6 jam dengan dalam keadaan *stand-by*, dengan waktu 1 jam 30 menit untuk mengisi daya hingga penuh.

Grafik di atas merupakan grafik nilai S1 dan S2 untuk 10 responden. Sinyal suara S1 di tunjukkan oleh grafik berwarna biru, sedangkan sinyal suara S2 ditunjukkan oleh grafik berwarna jingga. Posisio responden dalam keadaan duduk relaks. Posisi perekaman yang berbeda-beda untuk setiap respondennya. Responden 1,2,5,8 dan 9 merupakan responden berjenis kelamin laki-laki sedangkan responden 3,4,6,7 dan 10 merupakan responden berjenis kelamin perempuan. Nilai amplitudo suara S1 dan S2 berkisar antara 1,3 V hingga 3 V dimana hal tersebut dapat dipengaruhi oleh titik perekaman, penguatan dan filter yang digunakan. Pada responden 1,2,3,5,6 dan 10 memiliki nilai amplitudo suara S1 lebih besar di bandingkan nilai S2, sedangkan pada responden 4,7,8 dan 9 memiliki nilai amplitudo suara S1

lebih kecil di bandingkan nilai S2. Hal ini dapat disebabkan oleh titik sadapan yang berbeda beda untuk setiap responde. Dari data phonocardiograph pasien diatas menunjukkan noise yang cukup besar akibat sensor mic kondensor yang terlalu sensitif baik oleh kebisingan sekitar maupun oleh gesekan ketika proses perekaman. Pada penelitian sebelumnya telah di kembangkan stetoskop digital dengan menggunakan filter digital FIR dan IIR tampil matlab manunjukkan bahwa terdapat noise serupa ketika gesekan dan pergerakan selama proses peletakan membran stetoskop [3].

V. KESIMPULAN

Pada penelitian telah berhasil membuat stetoskop elektrik portabel yang terdiri dari rangkaian pre-amplifier, BPF (band pass filter), penguat, adder dan mikrokontroller Atmega328 untuk ditampilkan pada delphi berupa grafik dan data dengan format file .txt menggunakan program komunikasi serial melalui kabel mikroUSB. Dari data yang diperoleh, untuk responden laki-laki maupun perempuan ada banyak faktor yang mempengaruhi amplitudo S1 dan S2 setiap pasien sedangkan untuk nilai S3 dan S4 tidak terlihat dengan jelas. Jika berat badan responden diatas berat badan idealnya maka amplitudo S1 dan S2 akan cenderung lebih kecil dan sebaliknya, jika berat badan responden kurang dari berat badan idealnya maka amplitudo S1 dan S2 akan cenderung lebih besar. Selain itu juga, seberapa kuat stetoskop ditekan ketika melakukan perekaman juga dapat mempengaruhi amplitudo S1 dan S2. Terdapat kendala pada proses pengambilan data dimana responden perempuan cenderung lebih sulit untuk menemukan titik rekaman suara jantung di bandingkan laki-laki dan hanya pada titik-titik sadapan tertentu yang dapat terlihat nilai S1 dan S2 dengan jelas. Hal tersebut dapat diakibatkan oleh frekuensi cut off yang digunakan berkisar antara 10 – 1000 Hz yang lebar sehingga memungkinkan suara noise akan mudah terdeteksi terutama suara paru dan juga toleransi dari nilai resistor serta kapasitor yang digunakan akan mempengaruhi kualitas filter.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Jusak, H. Pratikno, and V. H. Putra, "Internet of Medical Things for cardiac monitoring: Paving the way to 5G mobile networks," *2016 IEEE Int. Conf. Commun. Network, Satell. COMNETSAT 2016 - Proc.*, no. November, pp. 75–79, 2017, doi: 10.1109/COMNETSAT.2016.7907420.
- [2] S. Debbal and F. Bereksi-Reguig, "Frequency Analysis of the heartbeat sounds," *Biomed. Soft Comput. Hum. Sci.*, vol. 13, no. 1, pp. 85–90, 2008.
- [3] A. Rizal, "Stetoskop Elektronik Sederhana Berbasis PC dengan Fasilitas Pengolahan Sinyal Digital untuk Auskultasi Jantung dan Paru," pp. 236–239, 2006.
- [4] S. Nur Hidayah Malek, W. Suhaimizan Wan Zaki, A. Joret, and M. Mahadi Abdul Jamil, "Design and development of wireless stethoscope with data logging function," *Proc. - 2013 IEEE Int. Conf. Control Syst. Comput. Eng. ICCSCE 2013*, no. November, pp. 132–135, 2013, doi: 10.1109/ICCSCE.2013.6719946.