

**ALAT UNTUK MEMPERAGAKAN IRAMA DENYUT JANTUNG
SEBAGAI BUNYI DAN PENGUKUR KECEPATAN DENYUT JANTUNG
MELALUI ELEKTRODA PADA TELAPAK TANGAN**

Ervan / 0622085

E-mail : wangervan@yahoo.com

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

Jalan Prof. Drg. Suria Sumantri 65

Bandung 40164, Indonesia

ABSTRAK

Irama dan kecepatan denyut jantung merupakan informasi kesehatan yang umum digunakan sebagai parameter kondisi kesehatan manusia. Namun, jarang terdapat alat yang memperagakan irama denyut jantung sebagai bunyi yang penggunaannya praktis dan tidak memerlukan panduan pihak medis. Pada penelitian ini telah direalisasi alat untuk memperagakan irama denyut jantung ke dalam bunyi gendang dan pengukur kecepatan denyut jantung. Pada penggunaannya, elektroda digenggam melalui telapak tangan dan konduktor stainless steel sebagai referensi diinjak. Sinyal jantung dideteksi dengan rangkaian pendeteksi denyut jantung yang terdiri dari rangkaian penguat biopotensial, 50 Hz *notch filter*, rangkaian *threshold*, komparator dan rangkaian *monostable*. Mikrokontroler ATMEGA16 berfungsi untuk menghitung dan menampilkan kecepatan denyut jantung pada *seven segment*. Berdasarkan percobaan yang dilakukan, alat berhasil mendeteksi denyut jantung, memperagakan irama denyut jantung sebagai bunyi gendang dan menampilkan kecepatan denyut jantung. Adapun selisih hasil pengukuran antara kecepatan denyut jantung melalui alat peraga dan hasil pengukuran dengan osiloskop digital sebagai referensi yaitu sekitar 0.5- 2 bpm.

Kata Kunci: Irama Denyut Jantung, Kecepatan Denyut Jantung, Rangkaian Pendeteksi Denyut Jantung, Mikrokontroler ATmega 16.

**EQUIPMENT FOR DEMONSTRATING HEART BEAT RHYTHM AS
SOUND AND HEART RATE'S GAUGE THROUGH ELECTRODE ON
THE PALM**

Ervan / 0622085

E-mail : wangervan@yahoo.com

Electrical Engineering, Technic Faculty, Maranatha Christian University

Prof. Drg. Suria Sumantri 65 Street

Bandung 40164, Indonesia

ABSTRACT

Heart rhythm and heart rate are medical information that is commonly used as parameter of human health conditions. However, practically equipment that demonstrate the rhythm of the heartbeat as sound requires no medical side guides are very still uncommon. In this research has been realized an equipment to demonstrate the rhythm of the heart beat as the sound of the drum and measure heart rate. In use, the electrode is hand-gripped and a stainless steel conductor as a reference is stepped on. Heart signals detected by the heartbeat detection circuit that consist of a biopotential amplifier, a 50 Hz notch filter, and threshold, comparator and monostable circuits. ATmega16 microcontroller is used to calculate and display the heart rate on the seven segment. Based on the experiments, this equipment has successfully detected heart beat, demonstrating the rhythm of the heartbeat as the sound of the drum and displaying the heart rate. The deviations between heart rate measurements result through props with the digital oscilloscope measurements as reference were ranged between 0.5-2 bpm.

Keywords: Cardiac Beats Rhythm, Heart Rate, Heart Beats Detector Circuit, Microcontroller ATmega 16.

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Pembatasan Masalah.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3

BAB 2 LANDASAN TEORI

2.1 Dasar Elektrokardiogram	5
2.1.1 Hubungan antara Siklus Jantung dengan Gambar Elektrokardiogram	5
2.1.2 Karakteristik Sinyal Elektrokardiogram.....	6
2.1.3 Segitiga dan Hukum Einthoven.....	9
2.1.4 Sadapan Bipolar pada Anggota Tubuh	11
2.1.5 Kecepatan Denyut Jantung	12
2.2 Rangkaian Penguat.....	13

2.2.1	<i>Noninverting Amplifier</i>	13
2.2.2	<i>Differential Amplifier</i>	14
2.2.3	<i>Instrumentation Amplifier</i>	15
2.3	<i>Right Leg Driven Circuit</i>	16
2.4	Filter Analog.....	17
2.4.1	<i>Simple Active High Pass Filter</i>	17
2.4.2	<i>Simple Active Low Pass Filter</i>	18
2.4.3	<i>Twin -T Nocth Filter</i>	18
2.5	<i>Rangkaian Threshold</i>	19
2.6	Komparator dengan Histerisis.....	20
2.7	Timer 555 Sebagai Monostabil.....	22
2.8	Solenoida.....	23
2.9	Mikrokontroler AVR ATMEGA16.....	23
2.9.1	Konfigurasi <i>Pin</i> AVR ATMEGA16.....	24
2.9.2	<i>Seven Segment</i> pada Mikrokontroler AVR ATMEGA- 16.....	26

BAB 3 PERANCANGAN DAN REALISASI

3.1	Diagram Blok Sistem.....	28
3.2	Perancangan dan Realisasi.....	30
3.2.1	Rangkaian <i>Power Supply</i>	30
3.2.2	Rangkaian Pendeteksi Denyut Jantung.....	31
3.2.3	Rangkaian <i>Driver</i> Solenoida.....	54
3.2.4	Realisasi Elektroda dan Alat Pemukul Gendang.....	55
3.2.5	Rangkaian untuk Mengukur dan Menampilkan Kecepatan Denyut Jantung.....	56
3.3	Algoritma Pengukur Kecepatan Denyut Jantung.....	62

BAB 4 DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS DATA

4.1	Data Pengamatan.....	66
4.1.1	CMRR Penguat Biopotensial.....	66
4.1.2	Respon Frekuensi Penguat Biopotensial dan Penguat Biopotensial+50Hz <i>Notch Filter</i>	69
4.1.3	Hubungan Setiap Keluaran pada Rangkaian Pendeteksi Denyut Jantung.....	74
4.1.4	Perbandingan Hasil Pengukuran Kecepatan Denyut Jantung antara Alat Peraga dan <i>Oscilloscope</i>	77
4.2	Analisis Data.....	78
4.2.1	CMRR Penguat Biopotensial.....	78
4.2.2	Respon Frekuensi Penguat Biopotensial dan Penguat Biopotensial+50Hz <i>Notch Filter</i>	79
4.2.3	Hubungan Setiap Keluaran pada Rangkaian Pendeteksi Denyut Jantung.....	80
4.2.4	Perbandingan Hasil Pengukuran Kecepatan Denyut Jantung Menggunakan Alat Peraga dan <i>Oscilloscope</i>	82

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	83
5.2	Saran.....	84

DAFTAR PUSTAKA	85
----------------------	----

LAMPIRAN A FOTO ALAT UNTUK MEMPERAGAKAN IRAMA DENYUT
JANTUNG SEBAGAI BUNYI DAN PENGUKUR
KECEPATAN DENYUT JANTUNG

LAMPIRAN B PENURUNAN FUNGSI TRANSFER PENGUAT
BIOPOTENSIAL

LAMPIRAN C PROGRAM BAHASA C PENGUKUR KECEPATAN
DENYUT JANTUNG JANTUNG

LAMPIRAN D DATASHEET LM 324 DAN LM 555

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Fungsi Khusus Port B.....	25
Tabel 2.2	Fungsi Khusus Port C.....	25
Tabel 2.3	Fungsi Khusus Port D.....	26
Tabel 3.1	Pemilihan <i>Seven Segment</i> yang Menyala	61
Tabel 3.2	Menampilkan Bilangan Desimal ke <i>Seven Segment</i>	61
Tabel 4.1	Hubungan Masukan dan Keluaran Penguat Biopotensial	70
Tabel 4.2	Hubungan Masukan dan Keluaran Penguat Biopotensial+50 Hz <i>Notch filter</i>	72
Tabel 4.3	Perbandingan Kecepatan Denyut Jantung Alat Peraga dan <i>Oscilloscope</i>	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bentuk Gelombang Listrik Jantung.....	6
Gambar 2.2	Spektral Daya Relatif Gelombang Kompleks QRS, P, T dan <i>Motion Artifacts</i>	7
Gambar 2.3	<i>Bandwith</i> yang Digunakan Pada Elektrokardiografi.....	8
Gambar 2.4	Plot Signal-to-Noise Ratio (SNR) dari Kompleks QRS.....	8
Gambar 2.5	Segitiga Einthoven.....	9
Gambar 2.6	<i>Lead</i> I, II, dan III Sebagai Perbedaan Potensial antara Titik Ukur.....	10
Gambar 2.7	(a)Lead I (b). Lead II (c). Lead III.....	12
Gambar 2.8	<i>Noninverting Amplifier</i>	13
Gambar 2.9	<i>Differential Amplifier</i>	14
Gambar 2.10	<i>Instrumentation Amplifier</i>	16
Gambar 2.11	<i>Right leg Driven Circuit</i>	16
Gambar 2.12	<i>Simple Active High Pass Filter</i>	17
Gambar 2.13	<i>Simple Active Low Pass Filter</i>	18
Gambar 2.14	<i>Twin T Notch Filter</i>	18
Gambar 2.15	Rangkaian <i>Threshold</i>	19
Gambar 2.16	(a) <i>Inverting Level Detector with Hysteresis</i> (b) Hubungan Masukan dan Keluaran <i>Inverting level Detector</i> <i>with Hysteresis</i>	21
Gambar 2.17	(a) Rangkaian Dasar Monostabil 555..... (a) Bentuk Gelombang Monostabil.....	22
Gambar 2.18	Solenoida.....	23
Gambar 2.19	<i>Pin</i> AVR ATMEGA16.....	24
Gambar 2.20	Susunan LED pada <i>Seven Segment</i> HS-23012BSR.....	27

Gambar 3.1	Diagram Blok Alat Peraga Denyut Jantung dan Pengukur Kecepatan Denyut Jantung.....	29
Gambar 3.2	Skematik Rangkaian <i>Power Supply</i>	31
Gambar 3.3	Rangkaian Penguat Biopotensial dengan <i>Bandpass Filter</i>	32
Gambar 3.4	Respon Frekuensi Penguat Biopotensial Hasil Perancangan Sementara.....	35
Gambar 3.4	Respon Frekuensi Penguat Biopotensial Secara Teoritis.....	37
Gambar 3.6	Rangkaian <i>Right Leg Driven Circuit</i>	37
Gambar 3.7	Rangkaian Ekuivalen <i>Right Leg Driven Circuit</i>	38
Gambar 3.8	Rangkaian <i>Twin-T Notch Filter</i>	39
Gambar 3.9	Respon Frekuensi 50Hz <i>Notch Filter</i> Secara Teoritis.....	41
Gambar 3.10	Respon Frekuensi Rangkaian penguat Biopotensial + 50Hz <i>Notch Filter</i> Secara Teoritis.....	42
Gambar 3.11	Rangkaian <i>Threshold</i>	43
Gambar 3.12	Rangkaian Komparator dengan Histerisis.....	46
Gambar 3.13	Rangkaian Monostabil.....	49
Gambar 3.14	Rangkaian Pendeteksi Denyut Jantung.....	51
Gambar 3.15	Skematik Rangkaian Pendeteksi Denyut Jantung.....	52
Gambar 3.16	Rangkaian <i>Driver Solenoida</i>	53
Gambar 3.17	Realisasi Elektroda.....	55
Gambar 3.18	Realisasi Alat Pemukul Gendang.....	55
Gambar 3.19	Rangkaian <i>Driver Seven Segment</i>	56
Gambar 3.20	Skematik Mikrokontroler ATMEGA16, <i>Driver</i> dan <i>Seven Segment</i>	60
Gambar 3.21	Diagram Alir Algoritma Pengukur Kecepatan Denyut Jantung.....	62

Gambar 4.1	Teknik Pengukuran Penguatan Diferensial.....	67
Gambar 4.2	Sinyal Masukan dan Sinyal Keluaran Diferensial	67
Gambar 4.3	Teknik Pengukuran Penguatan <i>Common Mode</i>	68
Gambar 4.4	Sinyal Masukan dan Sinyal Keluaran <i>Common Mode</i>	69
Gambar 4.5	Teknik Pengukuran untuk Mencari Respon Frekuensi Penguat Biopotensial	70
Gambar 4.6	Respon Frekuensi Penguat Biopotensial	71
Gambar 4.7	Teknik Pengukuran untuk Mencari Respon Frekuensi Penguat Biopotensial+50Hz <i>Notch Filter</i>	72
Gambar 4.8	Respon Frekuensi Penguat Biopotensial+50Hz <i>Notch Filter</i>	73
Gambar 4.9	Keluaran Penguat Biopotensial dan Keluaran Penguat Biopotensial+50Hz <i>Notch Filter</i>	74
Gambar 4.10	Keluaran Penguat Biopotensial+50Hz <i>Notch Filter</i> dan Keluaran Rangkaian <i>Threshold</i>	75
Gambar 4.11	Keluaran Penguat Biopotensial+50Hz <i>Notch Filter</i> dan Keluaran Komparator	75
Gambar 4.12	Keluaran Komparator dan Keluaran Rangkaian- Monostabil.....	76
Gambar 4.13	Keluaran Rangkaian Monostabil dan Keluaran pada Kolektor <i>Driver Solenoida</i>	76
Gambar 4.14	Teknik Pengukuran Kecepatan Denyut Jantung Menggunakan Alat Peraga dan <i>Oscilloscope</i>	77
Gambar 4.15	Respon Frekuensi Penguat Biopotensial Secara Praktik dan Teoritis	79
Gambar 4.16	Respon Frekuensi Penguat Biopotensial+50 Hz <i>Notch Filter</i> Secara Praktik dan Teoritis.....	80