

**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**PEMANFAATAN MIKROKONTROLER ATMEGA 8535 UNTUK**  
**SIMULASI PENGUKURAN JUMLAH DETAK JANTUNG**

Diajukan guna melengkapi sebagian syarat dalam  
mencapai gelar sarjana Strata Satu (S1)



Disusun oleh :

UNIVERSITAS : Nama : Muhamad Ilham

MERCU BUANA : NIM : 41417120084

Pembimbing : Prof. Andi Adriansyah, M.Eng

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**JAKARTA**

**2020**

HALAMAN PENGESAHAN

PEMANFAATAN MIKROKONTROLER ATMEGA 8535  
UNTUK SIMULASI PENGUKURAN JUMLAH DETAK JANTUNG



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Disusun Oleh :

Nama : Muhamad Ilham  
NIM : 41417120084  
Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

(Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng)

Kaprodi Teknik Elektro

(Dr. Setiyo Budiyo, ST. MT)

Koordinator Tugas Akhir

(Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST. M Sc)

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini ,

Nama : Muhamad Ilham

NIM : 41417120084

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Pemanfaatan Mikrokontroler Atmega 8535 Untuk Simulasi Pengukuran Jumlah Detak Jantung

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

MERCU BUANA

Jakarta, 08 Agustus 2020



Muhamad Ilham

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat merampungkan tugas akhir dengan judul “Pemanfaatan Mikrokontroler Atmega 8535 Untuk Simulasi Pengukuran Jumlah Detak Jantung”. Ini untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi serta dalam rangka memperoleh gelar S1 Teknik Elektro di Universitas Mercubuana

Dalam penyusunan modul ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, oleh sebab itu penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Setiyo Budiyanto, S.T., M.T selaku Kaprodi Teknik Elektro Universitas Mercubuana
2. Orang tua yang selalu memberikan motivasi serta do'a yang tidak ada hentinya, serta selalu mengingatkan anaknya untuk selalu sholat 5 waktu sehingga penulis diberikan kemudahan dalam mengerjakan tugas akhir oleh Allah SWT.
3. Bapak Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST, M.Sc selaku Koordinator Tugas Akhir
4. Bapak Prof. Andi Adriansyah, M.Eng selaku dosen pembimbing yang selalu membimbing dan memberikan masukan-masukan yang sangat membantu penulis.
5. Ibu Trie Maya Kadarina, ST.,MT. Selaku dosen penguji yang telah menyempatkan waktunya oleh karena itu penulis dapat menyelesaikan modul ini.
6. Ibu Yuliza, ST.,MT Selaku dosen penguji yang telah menyempatkan waktunya oleh karena itu penulis dapat menyelesaikan modul ini.
7. Bapak/Ibu Dosen Teknik Elektro Universitas Mercubuana yang telah memberikan kritik, saran serta masukan agar penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

8. Tak lupa pula penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihakpihak terkait lainnya yang telah banyak membantu baik dalam proses pembuatan alat maupun modul ini.
9. Seluruh keluarga besar Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mercubuana
10. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2018 yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata, semoga dalam proses pembuatan tugas akhir ini dapat memberikan banyak manfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh



Jakarta , 01 Agustus 2020

UNIVERSITAS  
MERCUBUANA Penyusun

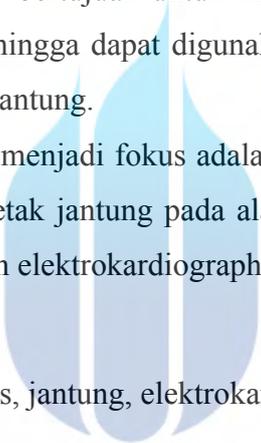
## ABSTRAK

Elektrokardiograph merupakan peralatan medis yang dapat merekam biopotensial jantung dan menampilkan jumlah detak jantung per menit (*Heart Rate*). Dari hasil jumlah denyut jantung tersebut, dapat dinyatakan apakah seseorang mengalami gangguan atau kelainan jantung. Dengan alat tersebut dapat memudahkan untuk mendiagnosa kondisi jantung dan ditampilkan secara real time dalam satuan *Beat Per Minute* (BPM).

Pembuatan Tugas Akhir ini bertujuan untuk menghasilkan *prototype* alat medis dengan metode simulasi sehingga dapat digunakan sebagai diagnosa awal ketika mengalami gangguan pada jantung.

Pada Tugas Akhir ini yang menjadi fokus adalah perhitungan serta perbandingan keakurasian hasil jumlah detak jantung pada alat *prototype* simulasi pengukuran jumlah detak jantung dengan elektrokardiograph.

Kata Kunci : peralatan medis, jantung, elektrokardiograph



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## ***ABSTRACT***

*Electrocardiograph is a medical device that can record biopotential of the heart and display the number of heartbeats per minute (Heart Rate). From the results of the heart rate, it can be stated whether a person has a heart disorder or abnormality. With this tool it can make it easy to diagnose heart conditions and be displayed in real time in units of Beat Per Minute (BPM).*

*Making this Final Project aims to produce a prototype of a medical device with a simulation method so that it can be used as an initial diagnosis when experiencing heart problems.*

*In this Final Project, the focus is the calculation and comparison of the accuracy of the results of the number of heartbeats on a prototype simulation tool to measure the number of heartbeats with an electrocardiograph.*

*Keywords: medical device, heart, electrocardiograph*



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.2.1 Identifikasi Masalah	2
1.2.2 Batasan Masalah	2
1.2.3 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.3.1 Tujuan Penelitian	3
1.3.2 Manfaat Penelitian	3
1.4 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Jantung Manusia	5
2.1.1 Anatomi Jantung	5
2.1.2 Sistem Kelistrikan pada Jantung	6
2.2 Gambaran Umum Pesawat Elektrokardiograph	7
2.2.1 Titik-Titik Sadapan ( <i>Lead</i> ) EKG	10
2.2.2 Perbedaan EKG 12 Channel dengan EKG 1 <i>Channel</i>	14
2.3 Jumlah Detak Jantung ( <i>Heart Rate</i> )	16

2.3.1	Sistem Perhitungan Jumlah Detak Jantung .....	17
2.4	Penguat Operasional .....	18
2.4.1	Op-Amp Ideal .....	20
2.4.2	IC OP27 .....	21
2.4.3	OP27 Sebagai Penguat Instrumentasi .....	22
2.4.4	OP27 Sebagai Penguat <i>Non-Inverting</i> .....	23
2.4.5	OP27 Sebagai <i>Band Pass Filter</i> .....	24
2.4.6	OP27 Sebagai <i>Notch Filter</i> .....	25
2.4.7	OP27 Sebagai Rangkaian Detektor .....	26
2.5	Transistor Sebagai Saklar .....	27
2.6	IC 74107 Sebagai Pembentuk Periode Jantung.....	29
2.7	Mikrokontroler ATMega 8535 .....	30
2.7.1	Arsitektur ATMega 8535 .....	31
2.7.2	Konfigurasi Pin ATMega 8535 .....	32
2.8	<i>Liquid Crystal Display (LCD)</i> .....	34
2.9	Bahasa Pemrograman BASIC .....	35
BAB III	METODE PENELITIAN .....	37
3.1	Diagram Alir .....	37
3.2	Tahapan Penelitian .....	38
3.2.1	Pembuatan Perangkat Keras (Hardware)	
3.2.1.1	Simulasi Pengukuran Jumlah Detak Jantung .....	38
3.2.1.1.1	Blok Diagram dan Fungsi Rangkaian .....	38
3.2.1.1.2	Rangkaian Penguat .....	39
3.2.1.1.3	Rangkaian Filter .....	41
3.2.1.1.4	Rangkaian Detektor .....	44
3.2.1.1.5	Rangkaian JK Flip-Flop .....	45
3.2.1.1.6	Rangkaian Mikrokontroler .....	47
3.2.1.1.7	Rangkaian Display .....	48
3.3	Pembuatan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....	48
3.3.1	Diagram Alir <i>Software (Flowchart)</i> .....	48
3.3.2	<i>Setting Range Monitoring</i> .....	50

3.3.3	Program Pengaktifan <i>Time Base</i>	51
3.3.4	Program Konversi Jumlah <i>Count</i> ke Nilai BPM	52
3.4	Proses pengukuran Jumlah Detak Jantung	52
3.4.1	Persiapan Pendataan	52
3.4.2	Persiapan Peralatan	52
3.5	Metode Pengukuran dan Pengujian	53
3.5.1	Pengukuran dan Pengujian Jumlah Detak Jantung	54
3.5.2	Pengukuran Keakurasian	54
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1	Hasil Pengukuran Pada <i>Test Point</i>	56
4.1.1	Hasil Pengukuran Pada TP1	56
4.1.2	Hasil Pengukuran Pada TP2	57
4.1.3	Hasil Pengukuran Pada TP3	57
4.1.4	Hasil Pengukuran Pada TP4	58
4.1.5	Hasil Pengukuran Pada TP5	59
4.1.6	Hasil Pengukuran Pada TP6	59
4.1.7	Hasil Pengukuran Pada TP7	60
4.2	Pengujian Dengan <i>Phantom</i>	61
4.2.1	Pengujian 30 BPM	61
4.2.2	Pengujian 60 BPM	61
4.2.3	Pengujian 120 BPM	62
4.2.4	Pengujian 180 BPM	62
4.2.5	Pengujian 240 BPM	63
4.3	Pengujian Dengan EKG	63
4.3.1	Pengujian 30 BPM	63
4.3.2	Pengujian 60 BPM	64
4.3.3	Pengujian 120 BPM	64
4.3.4	Pengujian 180 BPM	65
4.3.5	Pengujian 240 BPM	65

4.4 Hasil Pengukuran .....	66
4.4.1 Hasil Pengukuran Keakurasian	
Dengan <i>Phantom</i> .....	66
4.4.1.1 Hasil Pengukuran 30 BPM .....	66
4.4.1.2 Hasil Pengukuran 60 BPM .....	66
4.4.1.3 Hasil Pengukuran 120 BPM .....	66
4.4.1.4 Hasil Pengukuran 180 BPM .....	66
4.4.1.5 Hasil Pengukuran 240 BPM .....	66
4.4.2 Hasil Pengukuran Keakurasian	
Dengan EKG .....	67
4.4.2.1 Hasil Pengukuran 30 BPM .....	67
4.4.2.2 Hasil Pengukuran 60 BPM .....	67
4.4.2.3 Hasil Pengukuran 120 BPM .....	68
4.4.2.4 Hasil Pengukuran 180 BPM .....	68
4.4.2.5 Hasil Pengukuran 240 BPM .....	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	70
DAFTAR PUSTAKA .....	71
LAMPIRAN .....	72

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Letak Jantung Manusia .....	5
Gambar 2.2	Jantung Manusia .....	6
Gambar 2.3	Elektrokardiograph (EKG) .....	8
Gambar 2.4	Ukuran dan Skala Kertas Rekaman EKG .....	8
Gambar 2.5	Penempatan <i>Electrode</i> yang Benar .....	9
Gambar 2.6	Sadapan <i>Einthoven</i> atau <i>Bipolar Limb Lead</i> .....	10
Gambar 2.7	Pengukuran <i>Bipolar Limb Lead</i> .....	11
Gambar 2.8	Sadapan <i>Goldberger Augmented</i> atau <i>Unipolar Limd Lead</i> .....	11
Gambar 2.9	Pengukuran <i>Unipolar Limb Lead</i> .....	12
Gambar 2.10	<i>Unipolar Chest Lead</i> atau Sadapan <i>Precordial</i> .....	12
Gambar 2.11	Sinyal EKG 12 Sadapan .....	13
Gambar 2.12	Bentuk Sinyal EKG 12 Sadapan .....	13
Gambar 2.13	Jantung dan Keteranganannya .....	15
Gambar 2.14	Periode RR .....	16
Gambar 2.15	Sistem Perhitungan R-R .....	17
Gambar 2.16	Simbol Op-Amp .....	18
Gambar 2.17	Bentuk Fisik dan Konfigurasi PIN IC OP27 .....	22
Gambar 2.18	Op-Amp Sebagai Penguat Instrumentasi .....	23
Gambar 2.19	Op-Amp Sebagai Penguat Non-Inverting .....	24
Gambar 2.20a	Rangkaian Band Pass Filter .....	25
Gambar 2.20b	Tanggapan Band Pass Filter .....	25
Gambar 2.21a	Rangkaian Notch Filter .....	25
Gambar 2.21b	Tanggapan Notch Filter .....	25
Gambar 2.22	Rangkaian Detektor Taraf Positif Tidak Membalik	26
Gambar 2.23	Sinyal Output Rangkaian Detektor Taraf Positif Tidak Membalik .....	26
Gambar 2.24	Rangkaian Transistor Sebagai Saklar .....	27
Gambar 2.25	Garis Beban Transistor .....	28

Gambar 2.26	Bentuk Fisik Transistor BD139 .....	28
Gambar 2.27	Bentuk Fisik dan Konfigurasi Pin IC 74107 .....	29
Gambar 2.28	Pembentukan Periode R –R .....	30
Gambar 2.29	Arsitektur Mikrokontroler ATmega 8535 .....	32
Gambar 2.30	Bentuk Fisik dan Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega 8535 .....	33
Gambar 2.31	Bentuk Fisik dan Konfigurasi Pin LCD 16 x 32 .....	35
Gambar 3.1	Diagram Alir Tahapan Penelitian .....	37
Gambar 3.2	Blok Diagram Rangkaian Simulasi Pengukuran Jumlah Detak Jantung .....	38
Gambar 3.3	Rangkaian Penguat Instrumentasi .....	40
Gambar 3.4	Rangkaian Penguat <i>Non-Inverting</i> .....	41
Gambar 3.5	Rangkaian <i>Band Pass Filter</i> .....	43
Gambar 3.6	Rangkaian <i>Notch Filter</i> .....	44
Gambar 3.7	Rangkaian Detector .....	45
Gambar 3.8	Rangkaian JK Flip-Flop .....	46
Gambar 3.9	Periode Tj Yang Terbentuk Oleh JK Flip-Flop .....	46
Gambar 3.10	Rangkaian sistem minimum ATmega 8535 .....	47
Gambar 3.11	Rangkaian <i>display</i> LCD 16x2 .....	48
Gambar 3.12	<i>Flowchart Software</i> Secara Keseluruhan .....	49
Gambar 4.1	<i>Output</i> rangkaian instrumentasi .....	56
Gambar 4.2	<i>Output</i> Rangkaian <i>Non-Inverting</i> .....	57
Gambar 4.3	<i>Output</i> Rangkaian <i>Band Pass Filter</i> .....	57
Gambar 4.4	<i>Output</i> Rangkaian <i>Notch Filter</i> .....	58
Gambar 4.5	<i>Output</i> Rangkaian Detektor .....	59
Gambar 4.6	<i>Output</i> Kaki Kolektor Transistor .....	59
Gambar 4.7	<i>Output</i> Rangkaian JK Flip-Flop .....	60
Gambar 4.8	Hasil Pengujian 30 BPM Dengan EKG .....	61
Gambar 4.9	Hasil Pengujian 60 BPM Dengan EKG .....	61
Gambar 4.10	Hasil Pengujian 120 BPM Dengan EKG .....	62
Gambar 4.11	Hasil Pengujian 180 BPM Dengan EKG .....	62

Gambar 4.12	Hasil Pengujian 240 BPM Dengan EKG .....	63
Gambar 4.13	Hasil pengujian 30 BPM Dengan Phantom .....	63
Gambar 4.14	Hasil pengujian 60 BPM Dengan Phantom .....	64
Gambar 4.15	Hasil pengujian 120 BPM Dengan Phantom .....	64
Gambar 4.16	Hasil Pengujian 180 BPM Dengan Phantom .....	65
Gambar 4.17	Hasil Pengujian 240 BPM Dengan Phantom .....	65



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perhitungan Nilai BPM .....	18
Tabel 2.2	Tabel Kebenaran IC 74107 .....	29
Tabel 2.3	Konfigurasi dan Fungsi Pin LCD M1632 .....	35
Tabel 4.1	Hasil Pengujian dan Presentase Kesalahan Pada Perhitungan BPM Dengan Phantom .....	67
Tabel 4.2	Hasil Pengujian dan Presentase Kesalahan Pada Perhitungan BPM Dengan EKG .....	68



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR RUMUS

Rumus (2.1) .....	16
Rumus (2.2) .....	17
Rumus (2.3) .....	17
Rumus (2.4) .....	17
Rumus (2.5) .....	18
Rumus (2.6) .....	23
Rumus (2.7) .....	23
Rumus (2.8) .....	23
Rumus (2.9) .....	24
Rumus (2.10) .....	24
Rumus (2.11) .....	24
Rumus (2.12) .....	27
Rumus (2.13) .....	28
Rumus (2.14) .....	28
Rumus (2.15) .....	28
Rumus (3.1) .....	42
Rumus (3.2) .....	42
Rumus (3.3) .....	54
Rumus (3.4) .....	54

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Rangkaian Pengkondisian Sinyal Jantung .....	72
Lampiran 2	Rangkaian Sistem ATmega 8535 dan Display .....	73
Lampiran 3	Program Simulasi Pengukuran Jumlah Detak Jantung ...	74

