

## **PERNYATAAN**

Penulis menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat Profesi Ahli Madya atau gelar kesarjanaan pada suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan penulis juga tidak terdapat pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini serta disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 31 Juli 2017

Yang menyatakan,

Adi Surya

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Wireless Electrocardiograph 3 Leads Via Personal Computer”. Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar *Ahli Madya* pada Program Studi D3 Teknik Elektromedik Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dalam melakukan penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir ini penulis telah mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Dr. Bambang Jatmiko, S.E., M.Si. selaku Direktur Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan Hanifah Rahmi Fajrin, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektromedik Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang memberikan izin kepada penulis untuk belajar.
2. Inda Rusdia Sofiani, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing satu, dan Kuat Supriyadi, B.E., S.E., S.T., M.M., selaku dosen pembimbing dua, yang telah dengan penuh kesabaran dan ketulusan memberikan ilmu dan bimbingan terbaik kepada penulis.
3. Para Dosen dan Laboran Program Studi Teknik Elektromedik Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis.

4. Para Karyawan/wati Program Studi Teknik Elektromedik Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah membantu penulis dalam proses belajar.
5. Kedua orang tua saya yang selalu membimbing dan memberikan semangat dorongan untuk menjalani hidup dengan selalu mengedepankan sikap berusaha berbuat sesuatu yang bermanfaat.
6. Seluruh teman-teman dan sahabat di keluarga TEM UMY Angkatan 2014 dan keluarga besar HIMATEM UMY yang telah membantu memberikan semangat dan senyuman indahnnya dalam proses pembuatan tugas akhir ini.
7. Seluruh kawan kerja dan kawan lembur di Keluarga Asisten Praktikum dan Laboran Laboratorium Teknik Elektromedik Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang selalu memberikan motivasi dan vitamin segar canda tawa setiap kali sedang dilanda kebosanan dan kebingungan.
8. Seseorang yang setiap kali dan tak pernah bosan membagikan cerita-cerita yang menggelitik di hati.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu semua jenis saran, kritik dan masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat dan memberikan wawasan tambahan bagi para pembaca dan khususnya bagi penulis sendiri.

Yogyakarta, 31 Juli 2017

Adi Surya

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
Daftar Isi .....	vi
Daftar Tabel .....	x
Daftar Gambar .....	xii
 <b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Kegunaan .....	5
 <b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Terdahulu .....	6
2.2 Landasan Teori .....	8
2.2.1 Jantung .....	8
2.2.2 Elektrokardiograph .....	9
2.2.3 Indikasi Pemasangan EKG.....	11
2.2.4 Sadapan pada EKG.....	11
2.2.5 Proses Terbentuknya EKG .....	13
2.2.6 Arduino .....	14
2.2.7 Delphi .....	15
2.3 Tinjauan Komponen .....	17
2.3.1 Konfigurasi <i>IC AT Mega 328P</i> .....	17
2.3.2 Fitur <i>IC AT Mega 328P</i> .....	20
2.3.3 Modul <i>Bluetooth HC-05</i> .....	21
2.3.4 Rangkaian <i>Instrumentation Amplifier</i> .....	22
2.3.5 Rangkaian <i>High Pass Filter</i> Pasif .....	23
2.3.6 Rangkaian <i>Low Pass Filter</i> Aktif .....	24

2.3.7	Rangkaian <i>Non-Inverting Amplifier</i> .....	25
2.3.8	Rangkaian Clamper .....	27

### **BAB III. METODE PENELITIAN**

3.1	Diagram Blok Sistem .....	30
3.2	Diagram Alir Sistem .....	31
3.3	Rangkaian Sistem Keseluruhan .....	34
3.4	Diagram Mekanis .....	37
3.5	Alat dan Bahan .....	37
3.6	Jenis Penelitian .....	38
3.7	Variabel Penelitian .....	39
3.8	Definisi Operasional Variabel .....	39
3.9	Waktu dan Tempat Pembuatan Modul .....	40
3.10	Teknik Analisis Data .....	40
3.11	Urutan Kegiatan .....	42
3.12	Jadwal Kegiatan .....	43

### **BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Hasil Pengukuran Test Point.....	44
4.1.1	<i>Output Instrument Amplifier</i> .....	44
4.1.2	<i>Output Filter</i> .....	50
4.1.3	<i>Output Adder/Clamper Pasif dan Buffer</i> .....	59
4.1.4	<i>Input ADC Microcontroller ATmega 328P</i> .....	60
4.2	Hasil Pengujian dan Pengukuran terhadap Kalibrator (Nilai BPM)	61
4.2.1	Hasil Pengujian Sinyal Modul EKG (Nilai BPM) .....	61
4.2.2	Analisis Perbandingan Data BPM Terhadap Kalibrator Phantom	64
4.3	Hasil Pengukuran Kalibrator (Kertas EKG) .....	65
4.3.1	Analisis Perbandingan data berdasarkan bentuk sinyal EKG	67
4.3.2	Hasil Pengujian Sinyal pada Modul EKG Tugas Akhir ...	67
4.5	Pembahasan .....	77

4.5.1	Rangkaian <i>Instrument Amplifier</i> .....	77
4.5.2	Rangkaian <i>Filter</i> .....	81
4.5.3	Rangkaian <i>Adder/Clamper</i> dan <i>Buffer</i> .....	89
4.5.4	Rangkaian <i>Minimum Sistem ATmega328P</i> .....	90
4.5.5	Pembahasan Rangkaian Keseluruhan .....	93
4.5.6	Listing Program Pengolahan <i>ADC</i> .....	96
4.5.7	Listing Program Pengolahan <i>Bluetooth</i> .....	96
4.5.8	Listing Program <i>Delphi</i> .....	98
4.5.9	Listing Program Pengolahan <i>Bluetooth</i> pada <i>Delphi</i> .....	99

## **BAB V. PENUTUP**

5.1	Kesimpulan .....	101
3.2	Saran .....	102

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	104
-----------------------------	-----

## DAFTAR TABEL

3.1	Tabel Macam-macam Alat yang digunakan .....	35
3.2	Tabel Macam-macam Bahan yang digunakan .....	36
3.3	Tabel Definisi Operasional <i>Variable</i> .....	37
3.4	Tabel Jadwal Kegiatan .....	41
4.1	Tabel Hasil pengukuran <i>output HPF pasif 20 dB 0,482 Hz Lead I</i> .....	50
4.2	Tabel Hasil pengukuran <i>output HPF Pasif 20 dB 0,482 Hz Lead II</i> .....	51
4.3	Tabel Hasil pengukuran <i>output HPF Pasif 20 dB 0,482 Hz Lead III</i> .....	51
4.4	Tabel Hasil pengukuran <i>output LPF Aktif 40 dB 20 Hz Lead I</i> .....	53
4.5	Tabel Hasil pengukuran <i>output LPF Aktif 40 dB 20 Hz Lead II</i> .....	53
4.6	Tabel Hasil pengukuran <i>output LPF Aktif 40 dB 20 Hz Lead III</i> .....	54
4.7	Tabel Hasil pengukuran <i>output LPF Pasif 20 dB 33,86 Hz Lead I</i> .....	56
4.8	Tabel Hasil pengukuran <i>output LPF Pasif 20 dB 33,86 Hz Lead I</i> .....	56
4.9	Tabel Hasil pengukuran <i>output LPF Pasif 20 dB 33,86 Hz Lead III</i> .....	57
4.10	Tabel Hasil Pengukuran <i>output</i> rangkaian <i>Clamper</i> dan <i>Buffer</i> .....	58
4.11	Tabel Hasil pengukuran rangkaian <i>input ADC</i> .....	59
4.12	Tabel Hasil Pengukuran BPM menggunakan Phantom .....	63
4.13	Tabel Hasil Pengukuran Tinggi Pulsa R Sinyal EKG pada Kalibrator Kertas EKG .....	66
4.14	Tabel Hasil Pengukuran Lebar Pulsa R Sinyal EKG pada Kalibrator Kertas EKG .....	66
4.15	Tabel Hasil Pengukuran Tinggi Pulsa R Sinyal EKG Lead I pada Modul EKG Tugas Akhir .....	70
4.16	Tabel Hasil Pengukuran Lebar Pulsa R Sinyal EKG Lead I pada Modul EKG Tugas Akhir .....	71
4.17	Tabel Hasil Pengukuran Tinggi Pulsa R Sinyal EKG Lead II pada Modul EKG Tugas Akhir .....	72
4.18	Tabel Hasil Pengukuran Lebar Pulsa R Sinyal EKG Lead II pada Modul EKG Tugas Akhir .....	73

4.19	Tabel Hasil Pengukuran Tinggi Pulsa R Sinyal EKG Lead III pada Modul EKG Tugas Akhir .....	74
4.20	Tabel Hasil Pengukuran Lebar Pulsa R Sinyal EKG Lead III pada Modul EKG Tugas Akhir .....	75
4.21	Tabel Perbandingan perhitungan dan pengukuran <i>output HPF Pasif</i> ....	84
4.22	Tabel Perbandingan perhitungan dan pengukuran <i>output LPF Aktif</i> .....	86
4.23	Tabel Perbandingan perhitungan dan pengukuran <i>LPF Pasif</i> .....	88



## DAFTAR GAMBAR

2.1	Gambar Bagian-bagian Jantung .....	7
2.2	Gambar <i>Electrocardiograph</i> .....	8
2.3	Gambar Grafik Sinyal ECG .....	11
2.4	Gambar IC ATmega 328P .....	14
2.5	Gambar Blok Diagram Sistem IC ATmega 328P .....	16
2.6	Gambar IC ATmega 328P .....	17
2.7	Gambar Modul <i>Bluetooth HC-05</i> .....	18
2.8	Gambar Rangkaian <i>Instrument Amplifier</i> .....	19
2.9	Gambar Rangkaian <i>High Pass Filter</i> Pasif .....	20
2.10	Gambar Rangkaian <i>Low Pass Filter</i> Aktif .....	21
2.11	Gambar Rangkaian <i>Non-Inverting Amplifier</i> .....	21
2.12	Gambar Bentuk sinyal <i>output</i> dan <i>input Non-Inverting Amplifier</i> .....	27
2.13	Gambar Rangkaian Clamper .....	28
2.14	Gambar Bentuk sinyal output Rangkaian Clamper Sederhana .....	29
3.1	Gambar Diagram Blok Sistem Alat .....	24
3.2	Gambar Diagram Alir <i>Transmitter</i> .....	26
3.3	Gambar Diagram Alir <i>Receiver</i> .....	27
3.4	Gambar Rangkaian Sistem Keseluruhan.....	29
3.5	Gambar Diagram Mekanis .....	30
4.1	Gambar Rangkaian <i>Instrument Amplifier Lead I</i> .....	42
4.2	Gambar <i>Output Instrument Amplifier Lead I</i> amplitudo 0,5 mV.....	43
4.3	Gambar <i>Output Instrument Amplifier Lead I</i> amplitudo 1 mV.....	43
4.4	Gambar <i>Output Instrument Amplifier Lead I</i> amplitudo 2 mV.....	44
4.5	Gambar Rangkaian <i>Instrument Amplifier Lead II</i> .....	44
4.6	Gambar <i>Output Instrument Amplifier Lead II</i> amplitudo 0,5 mV .....	45
4.7	Gambar <i>Output Instrument Amplifier Lead II</i> Amplitudo 1 mV .....	46
4.8	Gambar <i>Output Instrument Amplifier Lead II</i> Amplitudo 2 mV .....	46
4.9	Gambar Rangkaian <i>Instrument Amplifier Lead 3</i> .....	47
4.10	Gambar <i>Output Instrument Amplifier Lead III</i> amplitudo 0,5 mV .....	48

4.11	Gambar <i>Output Instrument Amplifier Lead III</i> amplitudo 1 mV .....	48
4.12	Gambar <i>Output Instrument Amplifier Lead III</i> amplitudo 2mV .....	49
4.13	Gambar Rangkaian <i>High Pass Filter Pasif 20 dB 0,482 Hz</i> .....	49
4.14	Gambar Grafik <i>output</i> rangkaian <i>HPF Pasif 20 dB 0,482 Hz Lead I</i> .....	50
4.15	Gambar Grafik <i>output</i> rangkaian <i>HPF Pasif 20 dB 0,482 Hz Lead II</i> ....	51
4.16	Gambar Grafik <i>output</i> rangkaian <i>HPF Pasif 20 dB 0,482 Hz Lead II</i> ....	52
4.17	Gambar Rangkaian <i>Low Pass Filter Aktif 40 dB 20 Hz</i> .....	52
4.18	Gambar Grafik <i>output</i> rangkaian <i>LPF Aktif 40 dB 20 Hz Lead I</i> .....	53
4.19	Gambar Grafik <i>output</i> rangkaian <i>LPF Aktif 40 dB 20 Hz Lead II</i> .....	54
4.20	Gambar Grafik <i>output</i> rangkaian <i>LPF Aktif 40 dB 20 Hz Lead III</i> .....	55
4.21	Gambar Rangkaian <i>Low Pass Filter Pasif 20 dB 33,86 Hz</i> .....	55
4.22	Gambar Grafik <i>output</i> rangkaian <i>LPF Pasif 20 dB 33,86 Hz Lead I</i> .....	56
4.23	Gambar Grafik <i>Output Rangkaian LPF Pasif 20 dB 33,86 Hz Lead II</i> ..	57
4.24	Gambar Grafik <i>Output Rangkaian LPF Pasif 20 dB 33,86 Hz Lead II</i> ..	57
4.25	Gambar Rangkaian <i>Clamper/Adder Pasif dan Buffer</i> .....	58
4.26	Gambar Rangkaian <i>Input ADC Lead I, Lead II, dan Lead III</i> .....	59
4.27	Gambar Tampilan pengambilan data 1 BPM 60.....	60
4.28	Gambar Tampilan pengambilan data 2 BPM 60.....	61
4.29	Gambar Tampilan pengambilan data 3 BPM 60.....	61
4.30	Gambar Tampilan pengambilan data 4 BPM 60 .....	62
4.31	Gambar Tampilan pengambilan data 5 BPM 60 .....	62
4.32	Gambar Tampilan pengambilan data 6 BPM 60.....	63
4.33	Gambar Hasil Rekam Lead I Kalibrator Pesawat EKG Asli .....	64
4.34	Gambar Hasil Rekam Lead II Kalibrator Pesawat EKG Asli .....	65
4.35	Gambar Hasil Rekam Lead III Kalibrator Pesawat EKG Asli .....	65
4.36	Gambar Tampilan data 1 Sinyal EKG Lead I pada EKG Modul .....	67
4.37	Gambar Tampilan data 1 Sinyal EKG Lead II pada EKG Modul .....	67
4.38	Gambar Tampilan data 1 Sinyal EKG Lead III pada EKG Modul.....	67
4.39	Gambar Tampilan data 2 Sinyal EKG Lead I pada EKG Modul .....	67
4.40	Gambar Tampilan data 2 Sinyal EKG Lead II pada EKG Modul .....	67
4.41	Gambar Tampilan data 2 Sinyal EKG Lead III pada EKG Modul.....	68

4.42	Gambar Tampilan data 3 Sinyal EKG Lead I pada EKG Modul .....	68
4.43	Gambar Tampilan data 3 Sinyal EKG Lead II pada EKG Modul .....	68
4.44	Gambar Tampilan data 3 Sinyal EKG Lead III pada EKG Modul .....	68
4.45	Gambar Tampilan data 4 Sinyal EKG Lead I pada EKG Modul .....	68
4.46	Gambar Tampilan data 4 Sinyal EKG Lead II pada EKG Modul .....	68
4.47	Gambar Tampilan data 4 Sinyal EKG Lead III pada EKG Modul .....	69
4.48	Gambar Tampilan data 5 Sinyal EKG Lead I pada EKG Modul .....	69
4.49	Gambar Tampilan data 5 Sinyal EKG Lead II pada EKG Modul .....	69
4.50	Gambar Tampilan data 5 Sinyal EKG Lead III pada EKG Modul .....	69
4.51	Gambar Tampilan data 6 Sinyal EKG Lead I pada EKG Modul .....	69
4.52	Gambar Tampilan data 6 Sinyal EKG Lead II pada EKG Modul .....	69
4.53	Gambar Tampilan data 6 Sinyal EKG Lead III pada EKG Modul .....	70
4.54	Gambar Rangkaian <i>Instrument Amplifier Lead I</i> .....	78
4.55	Gambar <i>Output Instrument Amplifier Lead I</i> amplitudo 1 mV .....	79
4.56	Gambar <i>Output Instrument Amplifier Lead II</i> Amplitudo 1 mV .....	79
4.57	Gambar <i>Output Instrument Amplifier Lead III</i> amplitudo 1 m.....	80
4.58	Gambar <i>Output Instrument Amplifier Lead III</i> amplitudo 1 mV .....	81
4.59	Gambar <i>Output High Pass Filter</i> pada TP 2 .....	82
4.60	Gambar <i>Output Low Pass Filter Aktif</i> pada TP 3 .....	85
4.61	Gambar <i>Output Low Pass Filter Aktif</i> pada TP 4 .....	87
4.62	Gambar Rangkaian <i>Adder dan Buffer</i> .....	89
4.63	Gambar <i>Output Clamper</i> .....	90
4.64	Gambar Rangkaian <i>Sistem Minimum ATmega 328P</i> .....	93
4.65	Gambar Rangkaian Sistem Keseluruhan .....	95