

LAPORAN TUGAS AKHIR
PHANTOM ECG



Oleh :

INTAN PERMATASARI

NIM P27838018034

PROGRAM STUDI DIPLOMA III
JURUSAN TEKNOLOGI ELEKTRO-MEDIS
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES
SURABAYA
2021

LEMBAR PERSETUJUAN

PHANTOM ECG

**Karya Tulis Ilmiah Adalah Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma III Teknologi Elektro-Medis
Jurusan Teknologi Elektro-Medis
Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya
Menyetujui,**

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Bambang G.I., AIM., MM
NIP. 19580109 198010 1 001

Pembimbing II



Dr. Endro Yulianto, ST., MT.
NIP. 19760717 200112 1 005

Mengetahui,

**Jurusan Teknologi Elektro-Medis
Politeknik Kesehatan Kemenkes Surabaya
Ketua,**



(Hj. Andjar Pudji, ST, MT)
NIP. 19650517 198903 2 001

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PHANTOM ECG

**Telah Diuji Dan Disahkan Sebagai Persyaratan
Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma
III Teknologi Elektro-Medis Pada Bulan Juni Tahun
2021**

1. Ketua Penguji

Nama : M. Ridha Mak'ruf, ST, M.Si
NIP : 19810413 200312 1 002



Tandatangan :

2. Anggota Penguji I

Nama : Prof. Dr. Ir. H Bambang Guruh
Irianto, AIM, MM
NIP : 19580109 198010 1 001



Tandatangan :

3. Anggota Penguji II

Nama : Dr. Endro Yulianto, ST, MT
NIP : 19760717 200112 1 005



Tandatangan :

4. Anggota Penguji III

Nama : Hj. Endang Dian S, ST, MT
NIP : 19760727 199803 2 001



Tandatangan :

5. Anggota Penguji IV

Nama : Hj. Andjar Pudji, ST, MT
NIP : 19650517 1989032 001



Tandatangan :

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan barokahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“PHANTOM ECG”** Dalam melakukan penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir ini penulis telah mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada:

1. Terima kasih untuk Ibu, Bapak, Nenek dan Adik serta Keluarga besar tercinta yang telah mendukung, memberikan semangat serta doa yang tak terhingga setiap harinya kepada penulis dalam proses belajar hingga saat ini.
2. Hj. Andjar Pudji ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknologi Elektro-Medis yang telah dengan penuh kesabaran dan ketulusan ilmu kepada penulis.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Bambang Guruh Irianto, AIM, MM, selaku dosen pembimbing I yang telah dengan penuh kesabaran dan ketulusan memberikan ilmu dan bimbingan terbaik kepada penulis.
4. Bapak Dr. Endro Yulianto, ST, MT selaku dosen pembimbing II yang telah dengan penuh kesabaran

dan ketulusan memberikan ilmu dan bimbingan terbaik kepada penulis.

4. Ibu Dyah Titisari, ST, M.Eng, selaku Ketua Program studi D-3 Teknologi Elektro-Medis yang memberikan ilmu dan bimbingan terbaik kepada penulis.
5. Para Dosen Program Studi D-3 Teknologi Elektro-Medis dan Seluruh staf Para Dosen Program Studi D-3 Teknik Elektromedik yang telah memberikan bekal kepada penulis dan yang telah membantu penulis dalam proses belajar.
6. Terimakasih untuk team Phantom ECG (Ayu, Isthi, Sella, dan Fadilla) partner tugas akhir yang selalu penulis repotkan, yang selalu bersama sama dalam keadaan senang, susah, tertawa dan menangis. Terimakasih sudah mau berjuang bersama, terimakasih sudah tahan banting walaupun menangis.
7. Penghuni Laboratorium PLP dan Laboratorium TTL yang telah saling tolong menolong membantu satu dengan yang lainnya, yang selalu ada disaat – saat genting.
8. Untuk teman – teman basecamp PUTA 5 (ririd, gembul, mince, ayue), terimakasih sudah saling

support, selalu ada satu sama lain, dan menjadi teman yang baik semasa kuliah, semoga akan selalu begini.

9. Untuk teman – teman SMA saya (pinoy,mbak ifah, mbing, suryo dll) yang sudah dengan setia mendengarkan cerita dan keluh kesah saya setiap hari, dari awal perkuliahan sampai detik ini Yang juga sudah dengan memberikan semangat disetiap hari, saya ucapkan terimakasih sebanyak – banyaknya.
10. Terima kasih buat teman-teman EM-24 dan EMT-06 yang telah mendukung dan membantu dalam mengerjakan tugas akhir ini.
11. Untuk Instruktur PKL di PT Bartec Semarang dan RSUD Ibnu Sina Gresik terimakasih telah memberikan bekal ilmu yang sangat bermanfaat dan pengalaman yang sangat berkesa sehingga penulis mendapatkan ilmu dan pengalaman baru serta memberikan pandangan bagaimana dunia kerja.

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

Surabaya, Juni 2021

Intan Permatasari

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Organ Jantung.....	10
Gambar 2.2 Elektrokardiograf.....	11
Gambar 2.3 Segita Einthoven.....	13
Gambar 2.4 Sadapan aVR aVL aVF	14
Gambar 2.5 Sadapan Unipolar.....	15
Gambar 2.6 Sinyal PQRS.....	16
Gambar 2. 7Atmega2560.....	19
Gambar 2.8 DAC MCP4921	20
Gambar 2.9 TFT Display.....	21
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem.....	23
Gambar 3.2 Diagram Alir.....	25
Gambar 3.3 Tampak Depan.....	26
Gambar 4. 1 Tampak atas dan belakang dari modul	35
Gambar 4. 2 Tampak samping dari modul	35
Gambar 4. 3 Sinyal Output DAC BPM 30	36
Gambar 4. 4 Sinyal Output DAC BPM 60	37
Gambar 4. 5 Sinyal Output DAC BPM 120	37
Gambar 4. 6 Sinyal Output DAC BPM 180	38
Gambar 4. 7 ECG Simulator pembanding.....	43
Gambar 4. 8 Alat ECG Recorder.....	43
Gambar 5. 1 Engauge Digitizer File Import	48
Gambar 5. 2 Engauge Digitizer Open File Import	48

Gambar 5. 3 Tampilan setelah file di-import	49
Gambar 5. 4 Axis Point Tool.....	49
Gambar 5. 5 Peletakan Axis Point.....	50
Gambar 5. 6 Nilai Axis Point Pertama	50
Gambar 5. 7 Nilai Axis Point Kedua.....	51
Gambar 5. 8 Nilai Axis Point Ketiga.....	51
Gambar 5. 9 Icon Curve Point Tool	51
Gambar 5. 10 Trace Bentuk Sinyal ECG	52
Gambar 5. 11 Export Format.....	53
Gambar 5. 12 Preview Export Format.....	53
Gambar 5. 13 Koordinat Hasil Engauge Digitizer	54
Gambar 5. 14 Command Prompt Script Python	58
Gambar 5. 15 Hasil Convert Koordinat.....	59
Gambar 5.16 DAC MCP4921	60
Gambar 5.17 Rangkaian Resistor Network	61
Gambar 5.18 Rangkaian Utama	62
Gambar 5.19 Printout Modul ECG simulator lead I, II dan III	63
Gambar 5.20 Printout Modul ECG simulator lead V1 sampai V6	65

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Batasan Masalah	4
1.3. Rumusan Masalah	4
1.4. Tujuan.....	5
1.4.1. Tujuan Umum.....	5
1.4.2. Tujuan Khusus.....	5
1.5. Manfaat.....	5
1.5.1. Manfaat Teoritis	5
1.5.2. Manfaat Praktis	5
BAB 2	7
TINJAUAN PUSTAKA	7

2.1.	Studi Pustaka.....	7
2.2.	Dasar Teori	9
2.2.1	Jantung	9
2.2.2	Elektrokardiograf	10
2.2.3	Sadapan EKG Standar	12
2.2.4	Sinyal EKG Normal	15
2.2.5	EKG Simulator	17
2.2.6	Mikrokontroler Atmega2560	18
2.2.7	DAC MCP4921	19
2.2.8	TFT (Thin Film Transistor)	21
BAB 3		23
METODOLOGI		23
3.1	Diagram Blok Sistem	23
3.2	Diagram Alir	25
3.3	Diagram Mekanis Sistem	26
3.4	Alat dan Bahan.....	26
3.4.1	Alat.....	26
3.4.2	Bahan.....	27
3.5	Jenis Penelitian.....	28
3.6	Variabel Penelitian	28
3.6.1	Variabel Bebas	28
3.6.2	Variabel Terikat	29
3.6.3	Variabel Terkendali	29
3.7	Definisi Operasional Variabel.....	29

3.8 Teknik Analisis Data	30
3.8.1 Rata-rata	30
3.8.2 Error	31
3.9 Urutan Kegiatan (Prosedur Penelitian)	31
3.10 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	33
3.10.1 Tempat Penelitian.....	33
3.10.2 Jadwal Penelitian.....	33
BAB 4 HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS ...	35
4.1 Hasil Pengerjaan Modul.....	35
4.2 Pengujian Rangkaian DAC	35
4.3 Hasil Pengukuran Nilai BPM	38
4.3.1 Hasil Pengukuran Setiap Kenaikan BPM.	39
4.4 Hasil Pengukuran BPM Menggunakan Multimeter	41
4.5 Pengujian Kinerja Sistem Keseluruhan	42
4.5.1 Pengujian Kinerja BPM	42
BAB 5	47
PEMBAHASAN.....	47
5.1 Pembentukan Gelombang ECG	47
5.2 Pembahasan Rangkaian	59
5.2.1 Rangkaian DAC	59
5.2.2 Rangkaian Resistor Network	60
5.2.3 Rangkaian Utama.....	61
5.3 Dasar ECG Untuk Penentuan Nilai Resistor ..	62

5.4 Pembahasan Program Arduino	66
5.4.1 Fungsi Input Library dan Inisialisasi.....	66
5.4.2 Fungsi ProgramVoid Setup	67
5.4.3 Fungsi Void Loop	68
5.4.4 Fungsi Generate Data	69
5.4.5 Fungsi Void Pemanggilan Tombol Perintah.....	73
5.4.6 Fungsi Antarmuka DAC dan Timer Interupsi	74
5.4.7 Fungsi program Void Setup Callback.....	75
BAB 6	77
PENUTUP	77
6.1 Kesimpulan.....	77
6.2 Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Definisi Operasional Variabel	29
Tabel 3. 2 Jadwal Kegiatan.....	34
Tabel 4. 1 Pengukuran nilai BPM Modul sensitivitas 0.5 mV.....	39
Tabel 4. 2 Pengukuran nilai BPM Modul sensitivitas 1.0 mV	40
Tabel 4. 3 Pengukuran nilai BPM Modul sensitivitas 2.0 mV	40
Tabel 4. 4 Pengukuran Output DAC dan Channel pada BPM 30.....	41
Tabel 4. 5 Pengukuran Output DAC dan Channel pada BPM 60.....	41
Tabel 4. 6 Pengukuran Output DAC dan Channel pada BPM 120.....	42
Tabel 4. 7 Pengukuran Output DAC dan Channel pada BPM 180.....	42
Tabel 4. 8 Perhitungan nilai Error pada setiap BPM Sensitivitas 0.5 mV	44
Tabel 4. 9 Perhitungan nilai Error pada setiap BPM Sensitivitas 1.0 mV	44

Tabel 4. 10 Perhitungan nilai Error pada setiap BPM

Sensitivitas 2.0 mV 45