

**RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN
ELEKTROKARDIOGRAF PORTABEL BERBASIS
MIKROKONTROLER ESP8266, SENSOR AD8232, DAN
DISPLAI MONITOR KOMPUTER**

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

mencapai derajat Sarjana S-1



Danish Zaki Dhiyaulhaq

(19106020021)

PROGRAM STUDI FISIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2023

LEMBAR PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2232/Un.02/DST/PP.00.9/08/2023

Tugas Akhir dengan judul : Rancang Bangun dan Pengujian Elektrokardiograf Portabel Berbasis Mikrokontroler ESP8266, Sensor AD8232, dan Displai Monitor Komputer

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : DANISH ZAKI DHIYALHAQ
Nomor Induk Mahasiswa : 19106020021
Telah diujikan pada : Rabu, 16 Agustus 2023
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D.
SIGNED

Valid ID: 64e437cd9dfc1



Penguji I
Dr. Nita Handayani, S.Si, M.Si
SIGNED

Valid ID: 64e42fe0407bf



Penguji II
Nia Maharani Raharja, M.Eng.
SIGNED

Valid ID: 64e46d06a9743



Yogyakarta, 16 Agustus 2023
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 64e4786cdfa9

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Danish Zaki Dhiyaulhaq
NIM : 19106020021
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Rancang Bangun dan Pengujian Elektrokardiograf Portabel Berbasis Mikrokontroler ESP8266, Sensor AD8232, dan Displai Monitor Komputer” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 10 Agustus 2023

Pénulis


Danish Zaki Dhiyaulhaq
NIM. 19106020021

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga



FM-UINSK-BM-05-03/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan skripsi
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Danish Zaki Dhiyaulhaq
NIM : 19106020021
Judul Skripsi : Rancang Bangun dan Pengujian Elektrokardiograf Portabel Berbasis Mikrokontroler ESP8266, Sensor AD8232, dan Displai Monitor Komputer

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Fisika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 10 Agustus 2023

Pembimbing II

Pembimbing I

Frída Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc
NIP. 19780510 200501 1 003

Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19830614 200901 2 009

**RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN ELEKTROKARDIOGRAF
PORTABEL BERBASIS MIKROKONTROLER ESP8266, SENSOR
AD8232, DAN DISPLAI MONITOR KOMPUTER**

Danish Zaki Dhiyaulhaq

19106020021

INTISARI

Penelitian ini dilatar belakangi oleh kurangnya jumlah ketersediaan elektrokardiograf di fasilitas kesehatan Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji elektrokardiograf portabel berbasis mikrokontroler ESP8266, sensor AD8232, dan displai monitor komputer. Penelitian dilakukan dalam tiga tahapan yaitu, perancangan, pembuatan, dan pengujian elektrokardiograf tersebut. Sistem dirancang dengan membuat desain keseluruhan sistem menggunakan Blender dan membuat skema rangkaian menggunakan Fritzing. Tahapan pembuatan sistem dilakukan dengan membuat perangkat keras dan perangkat lunak sistem. Pembuatan perangkat keras meliputi pembuatan seluruh blok sistem dan casing. Perangkat lunak yang dibuat berupa tampilan pada *WebSocket*. Pengujian sistem dilakukan dengan mencari nilai akurasi dan presisi keterulangan dengan parameter gelombang PQRST. Sistem ini telah berhasil dirancang dan dibuat. Sistem telah diuji dengan diperoleh nilai akurasi sebesar 0% untuk parameter amplitudo gelombang P, 66,079% untuk parameter amplitudo gelombang QRS, 81,699% untuk parameter amplitudo gelombang T, 0% untuk parameter interval waktu gelombang QRS, 56,778% untuk parameter interval waktu P-R, 77,485% untuk parameter interval waktu Q-T, dan 82,372% untuk parameter interval R-R. Adapun nilai presisi keterulangan yang didapatkan sebesar 87.531% untuk parameter amplitudo gelombang P, 89.705% untuk parameter amplitudo gelombang QRS, 86,015% untuk parameter amplitudo gelombang T, 44,327% untuk parameter interval waktu gelombang QRS, 60,380% untuk parameter interval waktu P-R, 78,238% untuk parameter interval waktu Q-T, dan 78,449% untuk parameter interval R-R. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa elektrokardiograf portabel belum sepenuhnya memenuhi persyaratan nilai akurat dan konsisten pada seluruh parameter sesuai SNI IEC 60601-2-25. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam bidang teknologi, khususnya dalam bidang telemedis.

Kata Kunci : Elektrokardiograf portabel, ESP8266, AD8232, *WebSocket*

**DESIGN AND TESTING OF PORTABLE ELECTROCARDIOGRAPH
BASED ON ESP8266 MICROCONTROLLER, AD8232 SENSOR, AND
COMPUTER MONITOR DISPLAY.**

Danish Zaki Dhiyaulhaq

19106020021

ABSTRACT

This research is motivated by the lack of availability of electrocardiographs in Indonesian healthcare facilities. The aim of this study is to design, create, and test a portable electrocardiograph based on the ESP8266 microcontroller, AD8232 sensor, and computer monitor display. The research is conducted in three stages: design, fabrication, and system testing. The system is designed by creating the overall system design using Blender and circuit schematics using Fritzing. The fabrication stage involves creating the hardware and software components of the system, including the system blocks and casing. The software component consists of a display on WebSocket. The system is tested by determining accuracy and repeatability precision using the PQRST wave parameters. The designed system has been successfully created and tested. The test results show an accuracy of 0% for the amplitude of the P wave parameter, 66.079% for the amplitude of the QRS wave parameter, 81.699% for the amplitude of the T wave parameter, 0% for the QRS wave time interval parameter, 56.778% for the P-R time interval parameter, 77.485% for the Q-T time interval parameter, and 82.372% for the R-R time interval parameter. Additionally, the obtained precision values are 87.531% for the amplitude of the P wave parameter, 89.705% for the amplitude of the QRS wave parameter, 86.015% for the amplitude of the T wave parameter, 44.327% for the QRS wave time interval parameter, 60.380% for the P-R time interval parameter, 78.238% for the Q-T time interval parameter, and 78.449% for the R-R time interval parameter. The test results indicate that the system has not fully achieved accurate and consistent measurements for some parameters as per SNI IEC 60601-2-25 standards. The results of this research are expected to make a positive contribution to the field of telemedicine and improve accessibility for measurements in remote areas.

Keywords : *Portable electrocardiograph, ESP8266, AD8232, WebSocket*

HALAMAN MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.” (QS. Al-Insyirah: 6-8)



HALAMAN PERSEMBAHAN

Allah SWT.

Orang tua penulis Bapak (Alm.) Budiarto dan Ibu Herawati

Fisika 2019

Study Club Fisika Instrumentasi

Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warakhmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, Alhamdulillah, Alhamdulillah rabbil 'alamin puja dan puji syukur kami panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas berkat rahmat-Nya lah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Rancang Bangun dan Pengujian Elektrokardiograf Portabel Berbasis Mikrokontroler ESP8266, sensor AD8232, dan Displai Monitor Komputer”. Shalawat serta salam tidak lupa tercurahkan selalu kepada Nabi yang insyaa Allah akan memberi syafaat ialah Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan para umatnya.

Alhamdulillah berkat dukungan dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Karenanya penulis menyampaikan rasa terimakasih yang tulus kepada:

1. Kedua orangtua penulis, Bapak (Alm.) Budiarto dan Ibu Herawati, yang selalu memberikan semangat, motivasi dan doa-doanya kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Ibu Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Kepala Program Studi Fisika dan selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan pengarahan dalam tugas akhir ini. Semoga keberkahan selalu tercurah kepada beliau dan semoga selalu memberikan yang terbaik untuk generasi fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan pengarahan dalam tugas akhir ini. Serta, selaku dosen pendamping akademik yang membimbing penulis sejak sah statusnya

sebagai mahasiswa fisika. Semoga senantiasa dimudahkan segala urusannya dan keberkahan selalu tercurah kepada beliau

4. Seluruh dosen Fisika maupun luar fisika yang pernah memberikan ilmunya kepada penulis, semoga mendapat balasan kebaikan dari Allah.
5. Ibu Dr. Khurul Wardati, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
6. Habib selaku rekan penelitian saya, terima kasih telah memberikan semangat, dukungan, kesabaran dalam mendengarkan keluhan, dan menyediakan waktu untuk berbagi ilmu selama penelitian ini.
7. Fieka, Iren, Alissa, WWE, Paracetamol terima kasih telah memberikan semangat, dukungan, kesabaran dalam mendengarkan keluhan, dan menyediakan waktu untuk berbagi ide.
8. Teman-teman Fisika 2019 dan Fisika Instrumentasi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, kalian luar biasa.
9. Serta semua pihak yang memberikan bantuan tulus dan dukungan dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak disebutkan satu persatu.

Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kata sempurna oleh karena itu diharapkan kritik dan saran demi kemajuan dan peningkatan tugas akhir ini. Semoga penelitian ini bermanfaat untuk semuanya.

Wassalamualaikum warakhmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iv
INTISARI	v
ABSTRACT	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	8
1.3 Tujuan Penelitian	8
1.4 Batasan Penelitian	9
1.5 Manfaat Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Studi Pustaka	11

2.2 Landasan Teori.....	16
2.2.1 Jantung	16
2.2.2 Elektokardiogram.....	17
2.2.3 NodeMCU ESP8266	26
2.2.4 Sensor AD8232	28
2.2.5 Sensor DHT22.....	29
2.2.6 Modul Pengisian Baterai TP4056	30
2.2.7 Arduino IDE.....	32
2.2.8 Monitor Komputer	36
2.2.9 <i>WebSocket</i>	37
2.2.10 Elektroda	38
2.2.11 GE Responder 2000 Defibrillator	39
2.2.12 Kertas EKG	41
2.2.13 Karakterisasi alat ukur.....	42
2.2.14 Wawasan Islam Mengenai Menjaga Jiwa	45
BAB III METODE PENELITIAN	47
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	47
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	48
3.3 Prosedur Penelitian	49
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	62
4.1 Hasil Penelitian	62
4.2 Pembahasan.....	68
4.3 Integrasi-Interkoneksi	77
BAB V PENUTUP	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN	85

Lampiran 1 : Perancangan Sistem.....	85
Lampiran 2: pembuatan sistem	86
Lampiran 3 : Pengujian Sistem	98



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Studi pustaka	11
Tabel 2. 2 Standar gelombang EKG (Putra, 2021).....	22
Tabel 3. 1 Alur waktu penelitian.....	47
Tabel 3. 2 Alat perancangan sistem.....	48
Tabel 3. 3 Alat pembuatan sistem	48
Tabel 3. 4 Bahan pembuatan sistem	49
Tabel 3. 5 Alat pengujian sistem	49
Tabel 3. 6 Daftar <i>library</i> yang akan digunakan.....	57
Tabel 3. 7 Data untuk pengujian akurasi parameter waktu	59
Tabel 3. 8 Data untuk pengujian akurasi parameter amplitudo.....	59
Tabel 3. 9 Data untuk pengujian presisi parameter waktu	60
Tabel 3. 10 Data untuk pengujian presisi parameter amplitudo	60
Tabel 3. 11 Hasil Pengujian akurasi sistem.....	61
Tabel 3. 12 Hasil Pengujian akurasi sistem.....	61
Tabel 4. 1 Hasil pengujian akurasi.....	67
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian presisi keterulangan	67

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Tampilan posterior dari jantung.....	16
Gambar 2. 2	Grafik Sinyal EKG	18
Gambar 2. 3	Proses urutan terjadinya sinyal EKG.....	24
Gambar 2. 4	Metode sadapan Einthoven.....	25
Gambar 2. 5	NodeMCU ESP8266.....	28
Gambar 2. 6	Modul AD8232.....	29
Gambar 2. 7	Modul DHT22	30
Gambar 2. 8	Modul TP4056	31
Gambar 2. 9	Monitor Komputer	36
Gambar 2. 10	Elektroda AgCL.....	39
Gambar 2. 11	Responder 2000	40
Gambar 2. 12	Ilustasi cara membaca kertas EKG	42
Gambar 3. 1	Tahapan prosedur penelitian.....	50
Gambar 3. 2	Diagram blok sistem.....	51
Gambar 4. 1	Desain rancangan casing tampak luar.....	62
Gambar 4. 2	Skema rangkaian sistem	63
Gambar 4. 3	Hasil Pembuatan Perangkat Keras.....	64
Gambar 4. 4	Hasil pembuatan perangkat lunak data subjek 1.....	65
Gambar 4. 5	Hasil pembuatan perangkat lunak data subjek 2.....	65
Gambar 4. 6	Hasil pembuatan perangkat lunak data subjek 3.....	66
Gambar 4. 7	Hasil pembuatan perangkat lunak menampilkan suhu, kelembaban dan waktu ke OLED	66
Gambar 4. 8	(a) Grafik EKG Sistem portabel Subjek 1 (b) Grafik EKG Responder 2000 Subjek 1	71
Gambar 4. 9	(a) Grafik EKG Sistem portabel Subjek 2 (b) Grafik EKG Responder 2000 Subjek 2.....	71

Gambar 4. 10 (a) Grafik EKG Sistem portabel Subjek 3 (b) Grafik EKG Responder

2000 Subjek 3..... 72



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manusia adalah makhluk sempurna yang memiliki beberapa organ vital penting untuk bisa bertahan hidup. Salah satu organ vital penting yang dimiliki manusia adalah jantung. Jantung berfungsi untuk memompa darah agar dapat disalurkan ke seluruh bagian tubuh manusia yang membutuhkan. Jantung adalah salah satu organ yang memiliki sistem impuls agar mampu berdetak dengan irama dan kecepatan yang konsisten yang disebut denyut jantung. Ritme kecepatan frekuensi denyut jantung dapat menggambarkan keadaan kondisi jantung dan tubuh (Prayogo, dkk., 2017).

Penurunan fungsi jantung yang tidak segera ditangani akan membuat komplikasi pada jantung hingga kematian. Penurunan fungsi jantung ini dapat disebabkan oleh gaya hidup yang tidak sehat, seperti makan makanan berlemak atau yang tinggi karbohidrat. Obesitas dan jarang melakukan olahraga serta kebiasaan merokok dapat memperburuk resiko penurunan fungsi jantung. Riwayat keluarga juga memainkan peran besar akan terkena resiko penyakit jantung.

Resiko terkena penyakit jantung dapat dialami siapa saja. Saat memasuki usia lanjut diatas 65 tahun, resiko terkena penyakit jantung semakin meningkat seiring dengan penurunan fungsi tubuh pada lansia. Penyakit jantung tidak hanya ditemukan pada usia tua, tren terbaru menunjukkan usia muda juga beresiko tinggi mengalami penyakit jantung. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia merilis

data dimana masyarakat Indonesia rentang usia kurang dari 40 tahun mengalami peningkatan prevalensi terkena serangan jantung sebanyak 2% setiap tahunnya dari tahun 2000 sampai 2016. Penyakit jantung juga bisa dialami bayi yang baru lahir, di Indonesia setiap tahunnya terdapat 6000 bayi baru lahir yang meninggal diakibatkan oleh penyakit jantung bawaan. Penyakit jantung menjadi salah satu penyakit yang mematikan karena tidak memandang usia dan dapat menyerang secara tiba-tiba, hingga dijuluki *silent killer*.

World Health Organization (WHO) pada tahun 2015 merilis data 70% kematian di dunia disebabkan oleh Penyakit Tidak Menular (PTM), dimana 45% PTM disebabkan oleh penyakit jantung dan pembuluh darah. Pada tahun 2021 WHO kembali merilis data yang menyebutkan bahwa kematian yang disebabkan oleh penyakit jantung mencapai 17,8 juta kematian yang berarti satu dari tiga kematian di dunia diakibatkan oleh penyakit jantung. Angka ini tiap tahunnya selalu bertambah, dan diprediksi akan terus meningkat hingga berjumlah 23 juta kematian pertahun di 2030. Dengan demikian, perlu adanya perhatian khusus terhadap tingginya kematian yang disebabkan oleh penyakit jantung (*Direktorat P2PTM, 2019*).

Perhatian khusus dan cara untuk menekan kematian yang diakibatkan penyakit jantung menjadi salah satu anjuran dalam agama islam untuk menjaga kehidupan. Allah SWT sangat memuliakan setiap insan manusia yang menjaga kehidupan dan keselamatan jiwanya. Manusia yang merupakan makhluk sosial memiliki hubungan dan ikatan dengan manusia lain, sehingga melindungi nyawa seorang manusia seakan sama dengan melindungi seluruh nyawa umat manusia.

Melindungi nyawa seorang manusia memiliki hakekat yang sama dengan menjaga eksistensi kehidupan manusia di muka bumi. Begitu bernilai dan berharganya jiwa dan kehidupan manusia menjadi salah satu dari lima tujuan utama beragama islam yaitu *hifdzu al nafs* (menjaga jiwa). Prinsip menjaga jiwa tertulis dalam Q.S. al-Maidah (5): 32.

وَمَنْ أَحْيَاهَا فَكَأَنَّمَا أَحْيَا النَّاسَ جَمِيعًا

Artinya : “....Sebaliknya, siapa yang memelihara kehidupan seorang manusia, dia seakan-akan telah memelihara kehidupan semua manusia...” (Kementerian Agama Republik Indonesia, 2019).

Dalam tafsir yang dikeluarkan oleh Kementerian Agama RI Q.S. al-Maidah (5): 32 menunjukkan adanya keharusan untuk umat bersatu dan kewajiban mereka masing-masing terhadap yang lainnya. Salah satunya adalah menjaga keselamatan hidup dan kehidupan bersama dengan menjauhi hal-hal yang membahayakan keselamatan orang lain. Hal ini didasarkan pada sikap manusia sebagai makhluk sosial yang tidak bisa memenuhi kebutuhannya sendiri, sehingga memerlukan uluran tangan tolong menolong antara satu sama lain.

Terdapat beberapa cara untuk mencegah dan mengurangi resiko yang diakibatkan oleh penyakit jantung, salah satunya dengan melakukan pemeriksaan jantung secara rutin ke dokter. Dokter dalam melakukan pemeriksaan jantung biasanya melakukan prosedur pemeriksaan rekam jantung. Rekam jantung merupakan prosedur sederhana yang mampu mengukur dan merekam aktivitas kelistrikan jantung. Prosedur rekam jantung ini mampu mendeteksi kinerja serta

kelainan yang terjadi pada jantung, seperti kelainan otot jantung, kelainan ritme tidak teraturnya detak jantung, jantung koroner, dan serangan jantung.

Prosedur rekam jantung menggunakan instrumen bantuan untuk mengetahui kondisi jantung tanpa harus melihat jantung secara langsung, instrumen bantuan yang digunakan adalah elektrokardiograf. Elektrokardiograf merupakan instrumen medis yang digunakan untuk menerjemahkan impuls listrik jantung menjadi sebuah grafik yang disebut elektrokardiogram (Pratama dan Setiabudi, 2020). Hasil grafik ini yang digunakan oleh dokter untuk melakukan diagnosis atau memantau kondisi kesehatan jantung pasien. Penggunaan elektrokardiograf biasanya menggunakan elektroda dalam prosedur pengambilan data. Prosedur rekam jantung yang rutin dapat membantu mencegah terjadinya kematian mendadak.

Permasalahan yang ada di lapangan adalah minimnya peralatan elektrokardiograf pada fasilitas kesehatan tingkat pertama di Indonesia. Elektrokardiograf rata-rata hanya dimiliki oleh rumah sakit yang ada di kota-kota besar di Indonesia. Selain itu, elektrokardiograf yang ada saat ini memiliki harga satuan yang cukup mahal dalam rentang 15-60 juta (Ananto, 2019). Keterbatasan-keterbatasan tersebut berdampak pada penumpukan pasien yang ingin melakukan rekam jantung di rumah sakit di kota-kota besar. Pasien dari daerah harus menghabiskan waktu, tenaga, dan uang untuk datang ke kota agar dapat melakukan pengecekan kondisi jantungnya. Begitu pula pasien yang ada di kota-kota besar, mereka harus ikut mengantri panjang dengan pasien lain yang datang dari daerah lain (Ananto, 2019).

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dari waktu ke waktu dapat menjadi jawaban untuk mengurai berbagai permasalahan yang ada. Perkembangan ilmu pengetahuan mendorong terciptanya sebuah teknologi mutakhir dan murah yang mampu dijangkau banyak kalangan. Seperti halnya penemuan mikrokontroler dan sensor yang memiliki kemampuan spesifik dengan harga yang murah. Kedua komponen tersebut dapat digunakan untuk membuat elektrokardiograf portabel, sehingga dapat mengurangi terbatasnya jumlah elektrokardiograf saat ini.

Perkembangan ini telah dimanfaatkan dengan adanya beberapa penelitian yang merancang serta membuat elektrokardiograf portabel. Terdapat beberapa perbedaan jenis elektrokardiograf yang dibuat baik dari sisi pengiriman data ataupun dari prosesnya. Rohadatul Aisy merancang sebuah elektrokardiograf yang dapat ditampilkan di komputer ('Aisy, 2016), namun penelitian yang dilakukan oleh 'Aisy ini masih dalam bentuk prototipe. Novianta melakukan pengembangan dengan menggunakan pengiriman melalui bluetooth dan dapat ditampilkan pada android dan masih bersifat prototipe (Andang Novianta dan Subandi, 2017).

Dari beberapa penelitian tersebut maka ada beberapa hal yang dapat diselesaikan melalui sebuah penelitian pembuatan sistem portabel dan belum menggunakan komputer sebagai pengolah data. Oleh karena itu pada penelitian ini dirancang dan dibuat sebuah elektrokardiograf portabel dengan tujuan menyempurnakan beberapa penelitian sebelumnya. Penggunaan rancangan ini lebih efektif karena memiliki kelebihan dalam hal sistem yang sudah portabel dan kompatibel dengan Mikrokontroler ESP8266 yang mampu melakukan pengiriman data menggunakan jaringan *Wi-Fi* dengan interface yang mampu ditampilkan pada

komputer secara real time. Perbedaan mendasar dari Elektrokardiograf yang dibuat sebelumnya adalah mikrokontroler, sensor dan penampil data yang dipilih yaitu sistem komputer untuk mempermudah pengolahan data.

Sama seperti elektrokardiograf standar medis yang ada, elektrokardiograf portabel yang dibuat pada penelitian ini mempunyai beberapa kesamaan komponen utama yaitu mikrokontroler, sensor, dan penampil data. Mikrokontroler memiliki fungsi untuk membaca dan memberikan perintah kepada sensor maupun penampil data. Beberapa contoh mikrokontroler yang ada di pasaran dengan harga terjangkau seperti Arduino Uno, ESP8266, ESP32, dan ATmega128. Pada penelitian ini, mikrokontroler yang akan digunakan adalah ESP8266. Mikrokontroler ini dipilih karena memiliki harga terjangkau dan sudah dilengkapi modul *Wi-Fi*. ESP8266 memiliki bentuk ringkas sehingga dapat menghemat ruang dan mampu bekerja dengan daya yang rendah.

Elektrokardiograf portabel juga memerlukan sensor untuk membaca impuls listrik jantung yang sangat kecil, salah satu sensor yang dapat digunakan adalah sensor AD8232. Modul sensor AD8232 adalah sensor pembaca impuls jantung paling ringkas dan banyak terdapat di pasaran. Penggunaan modul sensor AD8232 dalam elektrokardiograf karena sensor ini memiliki resolusi yang tinggi dalam pembacaan tegangan yang dihasilkan oleh jantung. Tegangan listrik yang dibaca sensor, selain dapat diubah menjadi bentuk grafik elektrokardiogram, juga dapat diubah menjadi informasi jumlah denyut jantung tiap menitnya. Data berupa tegangan impuls listrik jantung yang dibaca oleh modul sensor AD8232 nantinya

akan dikonversi oleh mikrokontroler hingga berbentuk grafik elektrokardiogram yang akan ditampilkan pada penampil data.

Selain itu, terdapat komponen yang berfungsi sebagai penampil data. Komponen ini nantinya akan menampilkan hasil pengolahan pembacaan sensor oleh mikrokontroler berupa grafik elektrokardiogram. Displai komputer dipilih pada penelitian ini untuk menampilkan data yang dihasilkan alat, karena dapat ditampilkan secara langsung menggunakan kabel atau secara tidak langsung menggunakan sambungan *local host Wi-Fi*. Manfaat dari penggunaan displai komputer ini untuk mempermudah dalam pembacaan hasil pada elektrokardiograf portabel.

Perancangan sistem perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum membuat sistem elektrokardiograf portabel. Rancangan dibuat untuk mempermudah pembuatan sistem. Perancangan ini termasuk dalam dasar pembuatan sistem. Perancangan ini memiliki manfaat sebagai pedoman dalam pembuatan sistem elektrokardiograf portabel berbasis mikrokontroler ESP8266, sensor AD8232, dan displai monitor komputer.

Setelah sistem elektrokardiograf portabel berbasis mikrokontroler ESP8266, sensor AD8232, dan displai monitor komputer telah berhasil dibuat, maka perlu dilakukan pengujian. Pengujian ini memiliki tujuan untuk menguji kinerja dari sistem elektrokardiograf portabel berbasis mikrokontroler ESP8266, sensor AD8232, dan displai monitor komputer. Dengan memahami karakter sistem, maka dapat mengoptimalkan kinerja dari sistem tersebut. Dengan dibuatnya sistem

elektrokardiograf portabel berbasis mikrokontroler ESP8266, sensor AD8232, dan displai monitor komputer akan mendukung kegiatan medis berupa rekam jantung secara portabel. Pengguna dapat mengamati dan mendapatkan data elektrokardiogram pada monitor komputer selama masih dalam jangkauan *local host Wi-Fi*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka permasalahan dalam penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut.

1. Bagaimana rancangan elektrokardiograf portabel berbasis mikrokontroler ESP8266, sensor AD8232, dan displai monitor komputer mampu untuk mendukung kegiatan medis berupa rekam jantung?
2. Bagaimana hasil pembuatan elektrokardiograf portabel berbasis mikrokontroler ESP8266, sensor AD8232, dan displai monitor komputer mampu untuk mendukung kegiatan medis berupa rekam jantung?
3. Bagaimana kinerja sistem elektrokardiograf portabel berbasis mikrokontroler ESP8266, sensor AD8232, dan displai monitor komputer dalam mendukung kegiatan medis berupa rekam jantung?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah penelitian, maka dapat diturunkan tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Merancang elektrokardiograf portabel berbasis mikrokontroler ESP8266, sensor AD8232, dan displai monitor komputer.
2. Membuat elektrokardiograf portabel menggunakan mikrokontroler ESP8266, sensor AD8232, dan displai monitor komputer.
3. Menguji kinerja elektrokardiograf portabel yang telah dibuat.

1.4 Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi hanya pada hal-hal berikut:

1. Grafik elektrokardiograf ditampilkan pada displai komputer di laptop melalui sambungan *localhost Wi-Fi*.
2. Pengujian kinerja sistem yang dilakukan hanya sebatas tingkat pengujian pada laboratorium.
3. Pengujian kinerja sistem dilakukan terhadap subjek tiga orang dewasa (laki-laki) rentang umur 21-23 tahun dalam keadaan sehat.
4. Pengujian kinerja sistem dilakukan dengan mengkondisikan subjek setelah berolahraga (*stress test*).
5. Uji kinerja yang dilakukan hanya sebatas uji akurasi dan presisi keterulangan (*repeatability*).

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan didapatkan manfaat antara lain:

1. Elektrokardiograf portabel menggunakan mikrokontroler ESP8266, sensor AD8232, dan displai monitor komputer yang murah dapat menjadi solusi

elektrokardiograf yang mahal untuk dimiliki fasilitas kesehatan yang memiliki pendanaan terbatas.

2. Elektrokardiograf portabel menggunakan mikrokontroler ESP8266, sensor AD8232, dan display monitor komputer yang dapat membantu dokter dalam menentukan diagnosis terkait penyakit jantung yang dialami pasien dimanapun pasien berada.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, membuat, dan menguji elektrokardiograf portabel menggunakan mikrokontroler ESP8266, sensor AD8232, dan displai monitor komputer. Berdasarkan hasil penelitian beserta dengan pembahasannya, maka dapat ditarik sebuah kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan dari penelitian tersebut sebagai berikut

1. Elektrokardiograf portabel menggunakan mikrokontroler ESP8266, sensor AD8232, dan displai monitor komputer telah berhasil dirancang menggunakan perangkat lunak Blender dan Fritzing. Hasil perancangan berupa desain keseluruhan sistem dan skema rangkaian sistem.
2. Elektrokardiograf portabel menggunakan mikrokontroler ESP8266, sensor AD8232, dan displai monitor komputer telah berhasil dibuat. Hasil dari pembuatan berupa perangkat keras dan perangkat lunak sistem. Perangkat lunak sistem terdiri dari blok catu daya yang tersusun dari modul TP4056, modul DC *step-Up Boost Converter*, baterai Li-Ion 18650 dan wadahnya. Serta blok input, proses, dan output yang terdiri dari sensor AD8232, sensor DHT 22, mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan OLED. Sedangkan perangkat lunak sistem terdiri dari kode program perintah sistem dan tampilan berbasis *localhost*.
3. Elektrokardiograf portabel menggunakan mikrokontroler ESP8266, sensor AD8232, dan displai monitor komputer telah berhasil diuji. Berdasarkan hasil

pengujian menunjukkan bahwa elektrokardiograf portabel yang sudah dibuat belum dapat diterapkan sebagai perangkat portabel pengganti alat rekam jantung elektrokardiograf. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan nilai akurasi sebesar 0% dalam mengukur amplitudo gelombang P, 66,079% dalam mengukur amplitudo gelombang QRS, 81,699% dalam mengukur amplitudo gelombang T, 0% dalam mengukur interval waktu gelombang QRS, 56,778% dalam mengukur interval waktu P-R, 77,485% dalam mengukur interval waktu Q-T, dan 82,372% dalam mengukur interval waktu R-R. Adapun nilai presisi keterulangan yang didapatkan sebesar 87,531% untuk parameter amplitudo gelombang P, 89,7049% untuk parameter amplitudo gelombang QRS, 86,015% untuk parameter amplitudo gelombang T, 44,327% untuk parameter interval waktu gelombang QRS, 60,380% untuk parameter interval waktu P-R, 78,238% untuk parameter interval waktu Q-T, dan 78,449% untuk parameter interval waktu R-R.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kekurangan pada sistem yang perlu diperbaiki pada penelitian selanjutnya. Berikut adalah saran peneliti terhadap penelitian yang dapat dilakukan berikutnya.

1. Area sekitar elektroda yang kurang bersih dapat menimbulkan *noise* pada saat pengambilan data rekam jantung. Sehingga, sebelumnya terlebih dahulu memastikan area sekitar permukaan kulit yang akan dipasangkan elektroda bersih dari kotoran dan rambut.

2. Modul sensor AD8232 memiliki karakteristik sensor multidimensional yang mengharuskan adanya kalibrasi pada nilai amplitudo dengan osiloskop sebelum digunakan. Kalibrasi yang dilakukan dapat membantu untuk menentukan titik 0 pada gratikul di halaman peramban. Selain itu pemilihan jenis mikrokontroler dengan bit lebih tinggi dan jangkauan resolusi diskrit lebih luas mampu untuk mengurangi kesalahan pembacaan keluaran sensor. Jumlah bit dan resolusi diskrit yang lebih luas diharapkan mampu untuk membaca nilai amplitudo kelistrikan yang sangat kecil pada jantung.
3. Penelitian ini dapat dikembangkan lagi dengan membuat software GUI yang mampu menampilkan data sesuai dengan nilai gratikul seperti pada kertas EKG.
4. *Noise* grafik yang ada pada hasil laman perambang menunjukkan perlunya kegiatan *preprocessing signal* sebelum akhirnya dapat ditampilkan hasilnya. *Preprocessing signal* diharapkan mampu menampilkan grafik yang lebih jelas dan baik lagi tanpa adanya *noise*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, I. 2019. Rancang Bangun Pemantau Detak Jantung dan Suhu Tubuh Portabel Dengan Sistem IoT. *Jurnal Amplifier November 2019*, **9(2)**.
- 'Aisy, R. 2016. Cardiac Monitor Berbasis Personal Computer (PC) Parameter Electrocardiograph (ECG). *Digilib*, **1(0)**, 1–12.
- Ananto, D. (2019). *Alat Monitoring Detak Jantung Pasien Rawat Jalan*. Tegal. Politeknik Harapan Bersama Tegal
- Andang Novianta, M., dan Subandi, D. 2017. Perancangan Monitoring Sinyal EKG (Elektrokardiografi) Jantung Menggunakan Mikrokontroler Berbasis Android Sebagai Penampil Sinyal Dengan Memanfaatkan Komunikasi Bluetooth. *Jurnal Elektrikal*, **Vol.4 No.2**, 54–63. <https://journal.akprind.ac.id/index.php/elektrikal/article/view/2549>
- Cossey, B. H., dan Wheeler, R. M. 2003. Home Program. *AORN Journal*, **78(4)**. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14575183/>
- Direktorat P2PTM . 2019. Hari Jantung Sedunia (HJS) Tahun 2019 : Jantung Sehat, SDM Unggul - Direktorat P2PTM. Diakses April 11, 2023 (19.57 WIB), dari <https://p2ptm.kemkes.go.id/kegiatan-p2ptm/pusat-/hari-jantung-sedunia-hjstahun-2019-jantung-sehat-sdm-unggul>
- Dupre, A. Vincent, S. dan Iaizzo, P.A. 2005. *Basic EKG Theory, Recordings, and Interpretation*. In: *Iaizzo, P.A. (eds) Handbook of Cardiac Anatomy, Physiology, and Devices*. Humana Press. https://doi.org/10.1007/978-1-59259-835-9_15
- Puspasari, F. Satya, T.P. Oktiawati, U.Y. Fahrurrozi, I. dan Prisyanti, H. 2020. Analisis Akurasi Sistem Sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohyrometer Standar. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, **40(45)**, 33.
- Fraden, J. 2016. *Handbook of Modern Sensors In Handbook of Modern Sensors*. San Diego. Elsevier.
- Ferri Kusuma. Hari Jantung Sedunia (HJS) Tahun 2019 : Jantung Sehat, SDM Unggul - Direktorat P2PTM. diakses April 11, 2023 (20.38 WIB), dari <https://p2ptm.kemkes.go.id/kegiatan-p2ptm/pusat-/hari-jantung-sedunia-hjs-tahun-2019-jantung-sehat-sdm-unggul>
- Goldberger dan Kin. 2013. *Goldberger's Clinical Electrocardiography-A Simplified Approach*. New York. Elsevier
- Hafydz, V. 2022. Rancang Bangun DIY Elektrokardiograf 3 - Leads Berbasis Mikrokontroler Sebagai Real Time Non - Internet Monitoring. *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)* **11(3)**: 88 - 96.
- Irawati, L. 2015. Aktifitas Listrik pada Otot Jantung. *Jurnal Kesehatan Andalas*, **4(2)**, 596–599. <https://doi.org/10.25077/jka.v4i2.306>

- Linna, M S. 2020. Portable Electrocardiograph Dengan Sadapan Pada Telapak Tangan Dan Kaki. *Jurnal Teknokes*, **13(2)**, 107-114.
- Momin, A. Hartono. dan Aziz, A N. 2021. Rancang Bangun Elektrokardiograf Berbasis IoT. *Jurnal Fisika*, **11(2)**: 60-76. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jf/index>
- Morris, A. S., dan Langari, R. 2012. *Measurement and Instrumentation*. Los Angel. Elsevier.
- Nugroho, D. P., Munadi, R., dan Santoso, I. H. 2021. Sistem Pemantauan Kondisi Detak Jantung Berbasis Internet of Things Menggunakan Sensor Ekg Dengan Media Aplikasi Android. *E-Proceeding of Engineering*, **8(5)**, 5530–5536.
- Pratama, S. A. P., dan Setiabudi, D. H. 2020. Sistem Pemantauan Pasien berbasis IoT menggunakan ESP8266 dan Arduino. *Jurnal Infra Petra*, Vol.7.
- Prayogo, I., Alfita, R., dan Wibisono, K. A. 2017. Sistem Monitoring Denyut Jantung Dan Suhu Tubuh Sebagai Indikator Level Kesehatan Pasien Berbasis IoT (Internet Of Thing) Dengan Metode Fuzzy Logic Menggunakan Android. *Journal of Electrical and Computer Engineering TRIAC*, **4(2)**.
- Price, D., Cardiologist, C., Mary, S., Wight, I. (2010). How to read anelectrocardiogram (EKG). Part 1: Basic principles of the EKG. The normal EKG. *South Sudan Medical Journal*, **3(2)**: 26–31.
- Putra, A. E., Prawiroedjo, K., Candra, H., Julian, E. S., dan Tjahjadi, G. 2021. Prototipe Elektrokardiograf Tiga Lead Berbasis Komputer Jinjing. *TELKA - Telekomunikasi Elektronika Komputasi Dan Kontrol*, **7(2)**, 144–160. <https://doi.org/10.15575/telka.v7n2.144-160>
- Putri, A. F., dan Widiatoro, A. 2020. Monitoring Ekg (Elektrokardiograf) Berbasis Mikrokontroller Dan Pemrograman Delphi 7.0. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer TRIAC*, Vol **7(1)**, 23–27. <https://doi.org/10.21107/triac.v7i1.7196>
- Riyanto. 2014. *Validasi dan Verifikasi Metode Uji Sesuai dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi* (1st ed.). Yogyakarta. deepublish.
- Riza Fikriana, S.Kep., Ns., M. K. 2018. *Sistem Kardiovaskuler*. Yogyakarta. deepublish .
- Sahu, Manju Lata. Atulkar, Mithilesh. Ahirwal, Mitul Kumar. dan Ahamad, Afsar. 2021. IoT-enabled cloud-based real-time remote EKG monitoring system. *Journal of Medical Engineering dan Technology*, **45(6)**: 473-485. <https://doi.org/10.1080/03091902.2021.1921870>
- Shita, R. T., dan Hin, L. L. 2018. Sistem Monitoring Dan Controlling Suhu Dengan Mikrocontroller Berbasis Pc Dan Sms Pada Data Center Pt. Mnc Media. *Telematika MKOM*, **9(2)**, 72–78. <https://journal.budiluhur.ac.id/index.php/telematika/article/view/529%0Ahttps://journal.budiluhur.ac.id/index.php/telematika/article/viewFile/529/456>

- Suryana, Y., dan Aziz, R. 2018. Sistem Pemonitor Detak Jantung Portable Menggunakan Tiga Sensor Elektroda. *JURNAL AL-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI*, **4(1)**, 14. <https://doi.org/10.36722/sst.v4i1.240>
- Thaler, M. 2014. *Satu-satunya Buku EKG yang Anda Perlukan (Edisi Kedelapan)*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran:(EGC). (ISBN 978-979-044-460-7).
- Tso, C., Currie, G. M., Gilmore, D., dan Kiat, H. 2015. Electrocardiography: A technologist's guide to interpretation. *Journal of Nuclear Medicine Technology*, **43(4)**: 247– 252. <https://doi.org/10.2967/jnmt.115.163501>
- Uswarman, R. 2017. Desain dan Implementasi Elektrokardiogram (EKG) Portable Menggunakan Arduino. *Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, **11(1)**, 1–8. <https://doi.org/10.32604/iasc.2022.024005>
- Utomo, T. P., Nuryani, N., dan Darmanto. 2017. QRS peak detection for heart rate monitoring on Android smartphone. *Journal of Physics: Conference Series*, **909(1)**. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/909/1/012006>
- Williams, L., dan Wilkins. 2016. Satu-Satunya Buku Ekg Yang Anda Perlukan. Penerbit Buku Kedokteran EGC, 65–82.
- Wijaksana Isma, T. 2020. Efektifitas Sensor Elektrokardiograf (EKG) AD8232 Untuk Mendeteksi Kelelahan Pada Saat Penggunaan SMARTPHONE. *Elektron Jurnal Ilmiah*, **12**. <https://jie.pnp.ac.id/index.php/jie/article/download/148/107/>
- Yang, Zhe. 2016. An IoT-cloud Based Wearable EKG Monitoring System for Smart Healthcare. *Journal of Medical System*, **40(286)**. <http://dx.doi.org/10.1007/s10916-016-0644-9>