

SKRIPSI

**INTEGRASI SISTEM PEMANTAUAN ISYARAT
*ELECTROCARDIOGRAM (ECG) NIRKABEL***

Disusun dan diajukan oleh:

ANDI ERI ANDIKA ADIL

D041 18 1021



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**SISTEM PENGAMAN RUANG MELALUI PENGENALAN WAJAH
MENGUNAKAN METODE *SINGLE SHOT DETECTOR* (SSD)**

Disusun dan diajukan oleh:

ANDI ERI ANDIKA ADIL

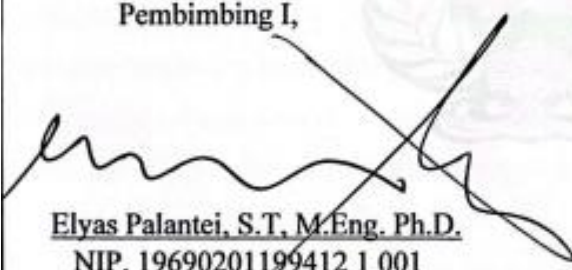
D041 18 1021

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada Tanggal 30 November 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing I,

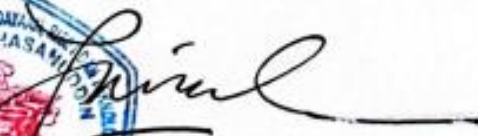
Pembimbing II,


Elyas Palantei, S.T, M.Eng. Ph.D.
NIP. 19690201199412 1 001


Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T., IPM.
NIP. 19691026199412 2 001

Ketua Departemen Teknik Elektro,




Prof. Dr. Ir. Raizal A. Samman, IPU, ACPE, APEC Eng.
NIP. 19750605200212 1 004

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Andi Eri Andika Adil
NIM : D041181021
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

INTEGRASI SISTEM PEMANTAUAN ISYARAT ELECTROCARDIOGRAM (ECG) NIRKABEL

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitnya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklasifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 30 Oktober 2024

Yang Menyatakan



Andi Eri Andika Adil

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanya bagi Allah SWT, oleh karena anugerah-Nya yang melimpah serta kasih setia yang besar, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. penyelesaian skripsi ini merupakan upaya penulis dalam memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Skripsi ini berjudul “INTEGRASI SISTEM PEMANTAUAN ISYARAT *ELECTROCARDIOGRAM* (ECG) NIRKABEL”. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena menyadari segala keterbatasan yang ada. Oleh karena itu, penulis dengan rendah hati menerima segala kritik, saran dan masukan yang membangun.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mengalami berbagai kesulitan. Namun berkat usaha dan ketekunan yang disertai doa, penulisan ini akhirnya dapat terselesaikan. Dalam penyusunan skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan, dorongan, semangat serta bimbingan dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Kedua Orang Tua, ibunda tersayang A. Suhana dan ayahanda tercinta A. Adil yang telah memberikan doa, bantuan, semangat serta dukungan yang tiada hentinya kepada penulis.
2. Bapak Elyas Palantei, S.T, M.Eng. Ph.D. selaku Pembimbing I dan Ibu Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T., IPM selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan memberikan bimbingan, ilmu, bantuan, saran, ide-ide, motivasi, petunjuk, serta dukungannya dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Andini Dani Ahmad S.T., M.T. selaku Penguji I dan Ibu Merna Baharuddin, S.T., M.T. selaku Penguji II yang juga memberi banyak kritikan, masukan dan saran yang membangun dalam penyusunan serta perbaikan dalam skripsi ini.
4. Seluruh dosen dan staf pengajar Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan banyak ilmu yang tidak terbatas, bantuan dan kemudahan selama menempuh penulis menempuh proses perkuliahan.

5. Prof. Dr.-Ing. Ir. Faizal A. Samman , IPU, ACPE, APEC Eng. selaku Ketua Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
7. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc., selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
8. Saudara penulis, Andi Ernila Fadilah dan Andi Fatwa Adil, yang telah memberikan dukungan dan semangat.
9. Keluarga besar penulis atas doa dan dukungannya.
10. Teman-Teman Seperjuangan Laboratorium Antena dan Propagasi serta teman teman seperjuangan di Laboratorium Telekomunikasi dan Microwave yang selalu memberi bantuan, dukungan dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Teman-teman KKN Tematik Gel. 109 UNHAS atas perjuangannya dan dan momen kebersamaannya selama pelaksanaan kuliah kerja nyata
12. Sahabat sekaligus Saudara Seperjuangan “CAL18RATOR” atas momen berharga dan perjalanan penuh makna, yang selalu berbagi waktu, kebersamaan, kebahagiaan dan kesedihan selama berproses menjadi mahasiswa, terkhusus Ketua Angkatan Elektro 2018 Andi Achmad Rifai. Maka dari itu kuatkan diri dan janganlah ragu untuk “MERAIH MIMPI” karena tak kan ada yang hentikan langkahmu dan tak kan lama lagi kita kan berpisah raga, semoga jiwa tetap satu.
13. Saudara-saudara seperjuangan TEKNIK Angkatan 2018 atas momen dan kerja samanya selama berproses menjadi mahasiswa Terkhusus Transisi 2019, Reactor 2018, Feaz18le, Thruster 2018, Cal18rator, Zhincronous 2018, Prisma 2018, Raster 2018, Xhenolith, Tunnel 2018.
14. Kanda EXCITER16, EQUAL17ER, Saudara Seperjuangan CAL18RATOR dan Dinda TR19GER, PROCEZ20R, POLA21ZER serta adik-adik REFLECTOR22 dan BUNTER23 atas momen/hiburannya, bantuan dan kerja samanya selama berproses menjadi mahasiswa.
15. Saudara Sabb OTW Glow Up yang bercandnya tanpa batas.

16. Putri Nadiyah M. yang selalu menjadi support sistem dalam proses pengerjaan penelitian ini.
17. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan mendukung dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi bahan referensi yang berguna. Sekali lagi, terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Gowa, 12 Oktober 2024

Penulis

ABSTRAK

ANDI ERI ANDIKA ADIL. Integrasi Sistem Pemantauan Isyarat Electrocardiogram (ECG) Nirkabel (dibimbing oleh Elyas Palentei dan Dewiani)

The development of health monitoring systems based on the Internet of Things (IoT) has made real-time monitoring of conditions easier. This research designs and implements a monitoring system for heart rate, body temperature, and BPM (beats per minute) using an AD8232 ECG sensor and a DS18B20 temperature sensor integrated with an ESP32 microcontroller. Heart rate data is displayed as a graph on an LCD TFT screen and uploaded to the Node-RED platform via an MQTT server for remote visualization through a public IP website provided by Ngrok software. This system uses Wi-Fi communication to transmit data wirelessly, enabling remote monitoring of a patient's or user's heart and body temperature. The accuracy test results for the ECG system show that the generated data is accurate, with comparable BPM heart rate values between the hospital ECG and the WECG. This data can be displayed on both the LCD and the website, indicating that this system has the potential for use in personal health monitoring or in hospital applications.

Kata Kunci: *ECG, BPM, suhu tubuh, Node-RED, Ngrok, ESP32, LCD, IoT*

ABSTRACT

ANDI ERI ANDIKA ADIL. Integration of a Wireless Electrocardiogram (ECG) Signal Monitoring System (Supervised by Elyas Palentei and Dewiani)

The development of Internet of Things (IoT)-based health monitoring systems is increasingly facilitating real-time monitoring of body conditions. This research designs and implements a monitoring system for heart rate, body temperature, and BPM (beats per minute) using the ECG AD8232 sensor and DS18B20 temperature sensor, integrated with the ESP32 microcontroller. Heart rate data is displayed as a graph on a TFT LCD screen and uploaded to the Node-RED platform through an MQTT server for remote visualization via a public IP website provided by Ngrok software. The system uses Wi-Fi communication to transmit data wirelessly, allowing for easy remote monitoring of patient or user conditions. The ECG system accuracy test results show that the generated data is accurate based on the BPM heart rate comparison values that closely match between hospital ECG readings and WECG, and can be displayed on the LCD and website, making this system potentially useful for personal health monitoring or application in hospitals.

Keywords: *ECG, BPM, temperature, Node-RED, Ngrok, ESP32, LCD, IoT, etc.*

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	I
PERNYATAAN KEASLIAN	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
KATA PENGANTAR.....	III
DAFTAR ISI.....	VIII
DAFTAR GAMBAR.....	XI
DAFTAR TABEL	XII
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Masalah	8
1.6 Teori.....	8
1.6.1 Jantung	8
1.6.1.1 Anatomi Jantung	8
1.6.1.2 Detak Jantung	9
1.6.1.3 Cara Kerja Jantung.....	9
1.6.2 Internet of Things.....	10
1.6.3 ELECTROCARDIOGRAM (ECG)	11
1.6.3.1 Indikasi EKG	11
1.6.4 Electroda Transduser	12
1.6.4.1 Surface Electroda	13
1.6.5 ESP 32.....	13
1.6.5.1 Perbandingan ESP 32 dengan <i>Microcontroller</i> lain	14
1.6.5.2 Arsitektur ESP 32	15
1.6.6 Penguat Instrument AD8232	16
1.6.7 LCD TFT	17
1.6.7.1 Prinsip Operasi LCD TFT.....	17
1.6.7.2 Driver ILI19488.....	18
1.6.8 Photovoltaic	20
1.6.8.1 Sel Photovoltaic	20
1.6.9 Sensor Suhu DS18B20.....	21
1.6.10 <i>Software</i> Arduino IDE	21
1.6.11 <i>NGROK</i>	22
1.6.12 HiveMQ	22
BAB II METODE PERANCANGAN DAN REALISASI	26
2.1 Rancangan Penelitian	26

2.2	Waktu dan Lokasi Penelitian	26
2.2.1	Waktu Penelitian.....	26
2.2.2	Lokasi Penelitian	26
2.3	Tahapan Pelaksanaan Penelitian.....	26
2.4	Studi Literatur.....	27
2.5	Kebutuhan Komponen Perangkat ECG	27
2.5.1	Kebutuhan Perangkat Keras	28
2.5.2	Kebutuhan Perangkat Lunak	28
2.6	Pengujian Komponen	28
2.7	Perancangan dan Pembuatan Alat	28
2.7.1	Blok Diagram Keseluruhan Alat	29
2.7.2	Blok Diagram Masing-masing Perangkat ECG.....	29
2.7.3	Perancangan Jalur Komunikasi antar Komponen ECG.....	31
2.7.4	<i>Flowchart</i> Sistem Perangkat Lunak	33
2.8	Implementasi Perangkat Keras	34
2.9	Implementasi <i>casing</i> perangkat	34
2.10	Pengujian	34
BAB III	HASIL DAN PEMBAHASAN	36
3.1	Proses Pembuatan Alat	36
3.2	Tampilan Perangkat ECG.....	36
3.2.1	Tampilan Design 3D Alat.....	36
3.2.2	Tampilan Fisik alat	37
3.3	Tampilan <i>Website</i>	38
3.3.1	Tampilan Halaman Hasil Deteksi Sensor.....	39
3.4	Hasil Pengujian Perangkat ECG	39
3.4.1	Hasil Pengujian Kinerja ESP32 Terhadap Sensor.....	39
3.4.1.1	Hasil Pengujian Sensor	40
3.4.1.2	Hasil Pengujian Sensor AD8232 dan DS18B20.....	40
3.4.1.3	Hasil Pengujian Akurasi Sensor Detak Jantung ECG	40
3.4.1.4	Hasil Pengujian Akurasi Sensor Suhu ECG	42
3.4.1.5	Hasil Deteksi Sensor AD8232, DS18B20 Pada LCD TFT dan <i>Website</i>	44
3.4.1.5.1	Tampilan Deteksi Sensor pada pada Pasien Berbeda.....	44
3.4.1.5.2	Tampilan Hasil Deteksi Sensor pada <i>website</i> saat dijalankan Bersamaan	46
3.4.2	Hasil Pengujian <i>Software ngrok</i>	47
3.4.3	Hasil Pengujian <i>Packet Loss</i>	49
3.4.4	Hasil Pengujian <i>Delay</i>	50
3.4.5	Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem.....	51
BAB IV		53
KESIMPULAN DAN SARAN		53

4.1	Kesimpulan.....	53
4.2	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA.....		55
LAMPIRAN.....		59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Sinyal Jantung pada EKG	2
Gambar 2 Grafik Detak Jantung Normal	2
Gambar 3 Grafik Detak Jantung Abnormal	3
Gambar 4 Anatomi Jantung Manusia.....	8
Gambar 5 Elektroda Transduser.....	12
Gambar 6 Surface Elektrode	12
Gambar 7 Microcontroller esp32	13
Gambar 8 Arsitektur ESP32.....	15
Gambar 9 Modul AD8232	16
Gambar 10 Diagram Schematic AD8232	17
Gambar 11 LCD TFT.....	17
Gambar 12 Skema Photovoltaic.....	20
Gambar 13 Sensor Suhu DS18B20	21
Gambar 14 Jendela Utama Arduino IDE	22
Gambar 15 Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 16 Blok Diagram Keseluruhan alat	29
Gambar 17 Blok Diagram ECG	30
Gambar 18 Jalur Komunikasi Perangkat ECG.....	31
Gambar 19 Skematik Diagram.....	32
Gambar 20 Alur Sistem Perangkat Lunak	33
Gambar 21 Tampilan desain 3D Tampak samping.....	36
Gambar 22 Tampilan desain 3D tampak depan	36
Gambar 23 Tampilan desain 3D tampak bawah	37
Gambar 24 Tampilan desain 3D tampak atas	37
Gambar 25 Tampilan fisik alat tanpa <i>casing</i> tampak bawah	37
Gambar 26 Tampilan fisik alat tanpa <i>casing</i> tampak atas.....	37
Gambar 27 Tampilan alat dilengkapi dengan <i>casing</i>	38
Gambar 28 Tampilan Perancangan <i>Flow</i>	38
Gambar 29 Tampilan halaman <i>monitoring realtime</i> pada <i>website</i>	39
Gambar 30 Segitiga <i>Einthoven</i>	40
Gambar 37 Hasil Deteksi ECG Rumah Sakit	41
Gambar 38 Hasil Deteksi ECG Portable.....	41
Gambar 39 Perbandingan ECG 01 dengan <i>Thermometer</i>	42
Gambar 40 Perbandingan ECG 02 dengan <i>Thermometer</i>	43
Gambar 41 Perbandingan ECG 03 dengan <i>Thermometer</i>	43
Gambar 42 Perbandingan ECG 04 dengan <i>Thermometer</i>	43
Gambar 43 Perbandingan ECG 05 dengan <i>Thermometer</i>	43
Gambar 44 Perbandingan ECG 06 dengan <i>Thermometer</i>	44
Gambar 31 Hasil Deteksi ECG 01	45
Gambar 32 Hasil Deteksi ECG 02	45
Gambar 33 Hasil Deteksi ECG 03	45
Gambar 34 Hasil Deteksi ECG 04	45
Gambar 35 Hasil Deteksi ECG 05	46

Gambar 36 Hasil Deteksi ECG 06	46
Gambar 45 Tampilan Hasil Deteksi keseluruhan ECG Pada <i>Website</i>	47
Gambar 52 Tampilan ip lokal sebelum diubah ke ip publik oleh <i>ngrok</i>	48
Gambar 53 Tampilan ip setelah di ubah menjadi ip publik oleh <i>ngrok</i>	48
Gambar 54 Tampilan Hasil Deteksi Sensor pada halaman ip publik.....	48
Gambar 55 Jumlah <i>Packet Loss</i>	49
Gambar 56 Statistik pengiriman data	49

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Spesifikasi mikrokontroler ESP32	14
Tabel 2 Fitur Modul AD8232	16
Tabel 3 Perbandingan Sensor Suhu ECG dengan <i>Thermometer</i>	44
Tabel 4 waktu pengiriman data	50

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini merupakan masa dimana Kesehatan dan teknologi merupakan unsur yang berperan aktif dalam kehidupan manusia sehingga kedua unsur tersebut sangat sulit untuk dipisahkan satu sama lain. Bidang Kesehatan berkembang sangat pesat sesuai dengan kemajuan zaman, begitu pula dengan kemajuan teknologi yang ada di seluruh penjuru dunia yang menunjang perkembangan pada bidang Kesehatan dengan terciptanya alat alat yang dapat mempermudah hal hal yang terkait dengan Kesehatan tersebut, salah satu contohnya adalah alat atau teknologi yang tercipta untuk membantu pengobatan makhluk hidup yang ada di muka bumi ini baik itu hewan, tumbuhan dan manusia.

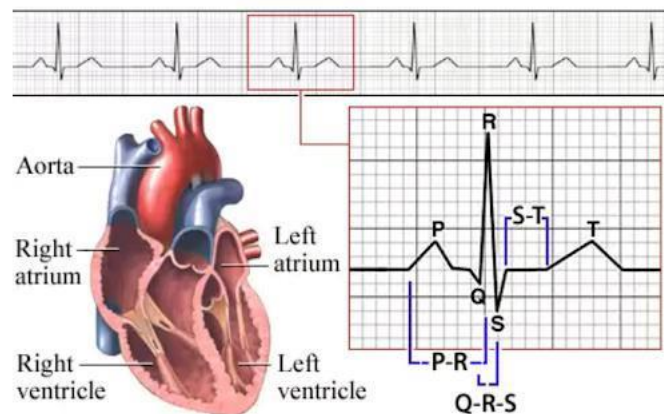
Sebagai manusia yang sangat peduli akan Kesehatan tubuh masing-masing baik itu organ luar maupun organ dalam, sehingga tidak menutup kemungkinan dibutuhkan sebuah teknologi yang dapat membantu dalam menangani masalah-masalah terkait kesehatan tubuh sendiri.

Maka dari itu dirancanglah sebuah alat yang bernama ECG (*ElectroCardioGram*). Elektrokardiogram (EKG) merupakan tes medis untuk mendeteksi sinyal aktivitas listrik yang dihasilkan oleh jantung. Pengukuran menggunakan EKG pada prinsipnya mengukur sinyal listrik dari kulit tubuh. Sinyal listrik ini berasal dari aliran darah yang dipompa jantung. Perangkat untuk mencatat sinyal *elektroCardioGram* yang terekam disebut elektrokardiograf (Uswarman, Rudi.2017).

Pada gelombang sinyal EKG nantinya akan terlihat gelombang yang biasa disebut sebagai gelombang P,Q,R,S, dan T yang dapat dilihat pada gambar 1. Fungsi EKG antara lain yaitu untuk mengetahui kelainan irama pada jantung, mengetahui kelainan otot jantung, menilai fungsi jantung, memperkirakan adanya pembesaran jantung/ hipertropi antrium dan ventrikel, dan juga pengaruh efek obat-obat jantung (Rifali Mysa & Irmawati Dessy, 2019).

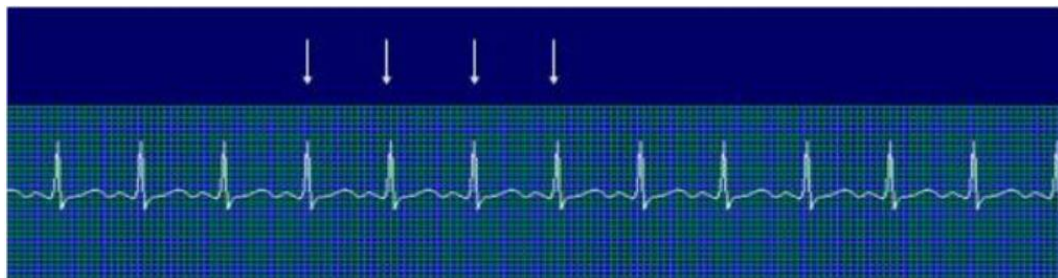
Kabel penghubung antara elektroda dengan sensor Ad8232 (Lead) difungsikan untuk mendeteksi sinyal PQRSST, adapun penjelasannya adalah sebagai berikut :

Lead I, Positif untuk gelombang P, R, dan T, dengan kemungkinan gelombang Q negatif kecil. Lead II, menunjukkan gelombang P yang paling jelas, kompleks QRS yang besar dan positif (dominasi R), serta gelombang T positif. Lead III, menunjukkan gelombang Q negatif yang lebih jelas, dengan P lebih kecil, kompleks R yang positif, dan T yang dapat positif atau bifasik.



Gambar 1 Sinyal Jantung pada EKG

(Sumber : Rifali Mya & Irmawati Dessy, 2019)

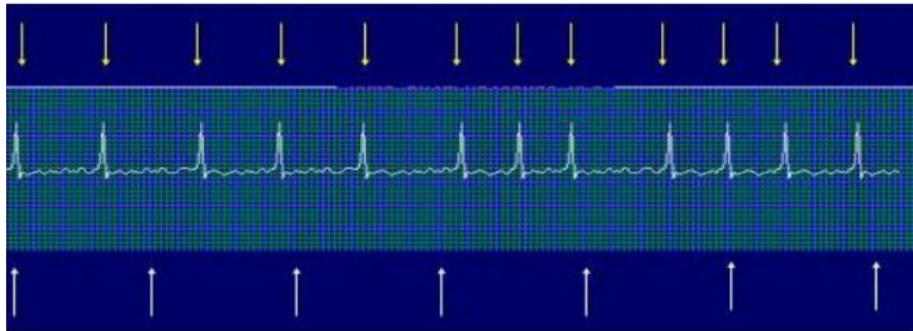


Gambar 2 Grafik Detak Jantung Normal

(Sumber : Rifali Mya & Irmawati Dessy, 2019)

Dalam keadaan normal impuls untuk kontraksi jantung berasal dari nodus SA dengan melewati serabut-serabut otot atrium impuls diteruskan ke nodus AV, dan seterusnya melalui berkas His ke cabang His kiri dan kanan ke jaringan Purkinje akhirnya ke serabut otot ventrikel. Disini nodus SA menjadi pacemaker utama dan pacemaker lain yang terletak lebih rendah tidak berfungsi. Apabila nodus SA terganggu maka fungsi sebagai pacemaker digantikan oleh pacemaker yang lain. Irama jantung normal demikian dinamakan irama sinus ritmis yaitu iramanya

teratur, dan tiap gelombang P diikuti oleh kompleks QRS. Irama sinus merupakan irama yang normal dari jantung dan nodus SA sebagai pacemaker.



Gambar 3 Grafik Detak Jantung Abnormal
(Sumber : Rifali Mysa & Irmawati Dessy, 2019)

Fibrilasi atrium merupakan ritme denyut jantung abnormal pada jantung yang ditandai dengan aktivitas atrium yang cepat dan tidak efektif serta kontraksi ventrikuler yang tidak teratur. Berdasarkan Gambar 3 sinyal EKG Atrial Fibrilasi memiliki ciri antara lain, ciri khas dari AF adalah tidak adanya gelombang P dan iramanya ireguler, morfologi gelombang P berupa fibrilasi.

Adapun jumlah BPM detak jantung normal adalah sebagai berikut :

- Bayi baru lahir: 100-160 bpm
- Anak usia 0-5 bulan: 90-150 bpm
- Anakan usia 6-12 bulan: 80-140 bpm
- Anak usia 1-3 tahun: 80-130 bpm
- Anak usia 3-4 tahun: 80-120 bpm
- Anak usia 6-10 tahun: 70-110 bpm
- Anak usia 11-14 tahun: 60-105 bpm
- Anak usia 15 tahun ke atas: 60 – 100 bpm

Untuk mengetahui kondisi jantung, maka dirancanglah ECG (*ElectroCardioGram*) yang bertujuan untuk mendeteksi detak jantung dan sebagai alat monitoring bagi pengguna alat tersebut agar jantungnya tetap dalam kondisi yang normal, juga dapat mengurangi resiko serangan jantung tiba tiba saat melakukan aktivitas yang berlebih. Sekarang ini telah diciptakan alat yang digunakan untuk mendeteksi detak jantung manusia dan juga digunakan untuk memonitoring kondisi jantung pasien yaitu *Electrocardiogram* (ECG), beberapa penelitian terakhir terkait alat ini pasti memiliki aspek yang dapat kita kembangkan

kearah yang lebih baik lagi, maka dari itu pada penelitian kali ini penulis akan mengembangkan beberapa aspek yang belum dicantumkan pada penelitian penelitian sebelumnya.

Beranjak pada penelitian terdahulu peneliti menemukan hal yang perlu dikembangkan pada penelitian tersebut, hal ini kemudian yang menjadi latar belakang hadirnya penelitian kali ini.

Yang pertama adalah tentang Rancang Bangun *Wireless Electrocardiogram* (ECG) Berbasis IoT dengan menggunakan 3 sensor yakni modul AD8232 yang menggunakan 3 elektroda, *Pulse heart* Sensor, dan sensor CJMCU – ADS1293 yang menggunakan 6 Elektroda (Imam, 2022). Pada penelitian ini ketiga ECG yang di rancang menggunakan *bloetooth* untuk transfer data ke pc kemudian diteruskan ke *website* dan masih terkoneksi dengan *website* tersendiri yang belum terintegrasi sekaligus pada 1 aplikasi atau *website* sehingga tergolong masih belum efisien untuk memantau seluruh data yang dihasilkan pada tiap-tiap ECG tersebut. Kemudian data yang di tampilkan pada *website* masih berupa IP lokal (Imam, 2022).

Selanjutnya yaitu ,Sistem Cerdas Deteksi Sinyal *Elektrokardiogram* (EKG) untuk Klasifikasi Jantung Normal dan Abnormal Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Pada penelitiannya Menggunakan Arduino UNO dan sensor AD8232 sebagai pemroses *input* tegangan yang diperoleh dari sadapan elektroda, untuk diproses sehingga menghasilkan sinyal EKG dan menggunakan GUI Matlab yang berfungsi untuk dapat menampilkan hasil dari sistem cerdas pengolahan sinyal EKG untuk mendeteksi jantung normal dan abnormal dengan jaringan saraf. Namun pada penelitian ini data hasil yang di deteksi oleh EKG yang ditampilkan pada aplikasi GUI Matlab tidak dapat dipantau secara *real time* dari jarak jauh (Rifali Mysa & Irmawati Dessy, 2019).

Kemudian Rancang Bangun *Wireless Elektrokardiogram* (EKG). Pada penelitiannya merancang dan membangun sistem perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) untuk perekaman detak jantung dengan sistem *wireless* dengan menggunakan 3 elektroda untuk diletakkan pada tubuh manusia kemudian data analog hasil pengukuran diubah menjadi data digital menggunakan ADC berbasis IC MAX 195 yang nantinya akan ditampilkan pada PC dengan *software*

berbasis Bahasa Pascal. Pada penelitian ini telah menggunakan sistem *wireless* akan tetapi masih belum dapat dimonitor secara *real time* dari jarak jauh (Putri Rara Amita. Dkk, 2017).

Selanjutnya, Monitoring Ekg (Elektrokardiograf) Berbasis *Microkontroller* Dan Pemrograman Delphi 7.0. Pada penelitian ini menggunakan modul AD8232 dan elektroda untuk mendeteksi adanya sinyal listrik jantung yang dipasang pada beberapa titik tertentu di permukaan tubuh dan menggunakan *Microkontroller* Atmega8 sebagai pengolah data kemudian data yang dihasilkan ditampilkan pada laptop dengan *software* Delphi7 yang di transfer menggunakan *bluetooth*. Pada penelitian inipun masih belum memungkinkan untuk dimonitor secara *real time* dari jarak jauh (Alif Fitriani Putri & Anang Widianoro, 2020).

Berikutnya adalah, Rancang Bangun Elektrokardiograf Berbasis IoT. Pada penelitian ini dibuat elektrokardiograf berbasis pada transmisi data melalui jaringan internet sehingga dapat dipantau dari jarak jauh untuk meminimalisir penularan virus. Alat ini dibentuk dengan dimensi relatif kecil sehingga mudah untuk dibawa. EKG yang dibuat memiliki penguatan hingga 1000 kali sehingga grafik EKG dapat ditampilkan secara jelas dengan menggunakan ESP 8266 untuk mengolah data kemudian di tampilkan pada *platform spreadsheet* melalui jaringan internet (Abdul Momin.Dkk, 2021).

Kemudian melihat dari penelitian yang berjudul Perancang Pengolah Sinyal EKG dengan Menggunakan Filter *Wiener* Pada *Software Labview* Secara *real time*. Pada penelitian ini melakukan pengontrolan sinyal elektrokardiogram yang dapat memantau sinyal detak jantung pasien namun belum menerapkan *sistem monitoring* jarak jauh Sebab pada penelitian ini menjelaskan bahwa *Software labview* belum dapat digunakan secara *real time* (Bacheramsyah, S. G. Dkk, 2015).

Selanjutnya berdasarkan penelitian yang berjudul Deteksi Penyakit Gagal Jantung Berdasarkan Sinyal EKG Menggunakan *Naive Bayes*, Pada penelitian menjelaskan hal-hal yang dapat mempengaruhi adanya penyakit jantung kemudian mendeteksi sinyal ekg dari jantung pasien kemudian di tampilkan pada layar *monitoring* namun kekurangan pada penelitian ini juga belum menerapkan *monitoring* secara *real time* dari jarak jauh (Desmon, P., Adiwijaya, & Utama, D. Q. 2018).

Kemudian ditemukan penelitian terdahulu yang berjudul Pengembangan Sistem *Monitoring* Kesehatan Jantung Tahan *Noise* Berbasis Sinyal EKG, Pada penelitian ini melakukan *monitoring* jarak jauh menggunakan *website* dan memberikan *file* rekaman detak jantung ke email pasien namun kekurangan pada *website* yang dirancang belum dapat diakses secara *real time* dan belum dapat diakses menggunakan perangkat yang berbeda (Winursito, A. 2022).

Juga ditemukan penelitian yang membahas terkait ECG yang berjudul Rancang Bangun Piranti Keras Sistem Deteksi Detak Jantung Berbasis IoT, pada penelitian ini merancang ECG kemudian meneruskan hasil deteksi sensor ke *web ubidots* namun pada penelitian ini grafik hanya ditampilkan pada *web ubidots* tanpa menampilkan pada layar LCD sehingga tidak memungkinkan adanya perbandingan data tampilan pada LCD dan web yang digunakan dan juga belum menerapkan *monitoring* jarak jauh yang dapat diakses oleh perangkat berbeda secara *real time*.

Kemudian terdapat penelitian serupa yang berjudul Implementasi Jaringan Sensor Nirkabel untuk Pemantauan *Electrocardiogram* di Tenda Medis Menggunakan *Raspberry Pi*. Pada penelitian ini menggunakan *microcontroller Raspberry pi* yang mengontrol sensor yang digunakan untuk mendeteksi detak jantung pasien yang berada di tenda medis yang menggunakan perangkat IoT, namun pada penelitian ini tidak menerapkan pemantauan *real time* dari jarak jauh yang dapat diakses oleh perangkat berbeda (Wiajayanto, D. S. 2017).

Berdasarkan dari penelitian sebelumnya yang telah dicantumkan diatas, maka pada penelitian kali ini memfokuskan untuk merancang 6 ECG kemudian mengintegrasikan data yang dihasilkan oleh keenam ECG tersebut dalam satu *website* sehingga 6 ECG tersebut dapat dipantau sekaligus secara *real time* dalam satu *website*, mengembangkan model rancangan dari ECG terdahulu menjadi model rancangan yang lebih efisien saat digunakan, data yang di tampilkan pada *website* diatur sesuai dengan nama dari pasien pengguna ECG, kemudian memprogram 1 *website* yang untuk mengintegrasikan 6 ECG tersebut agar dapat dipantau sekaligus secara *real time* dari jarak jauh menggunakan koneksi internet (*Wi-Fi*) yang terhubung pada jaringan internet.

Berdasarkan dari apa yang telah dijelaskan pada latar belakang diatas penulis merancang sebuah system untuk mendeteksi detak jantung yang berjudul

“INTEGRASI SISTEM PEMANTAUAN ISYARAT *ELECTROCARDIOGRAM* (ECG) NIRKABEL”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Apakah ECG yang akan dirancang dapat didesain menjadi perangkat ECG yang *portable* dan *handy* ?
2. Apakah ECG yang dirancang dapat menunjukkan grafik detak jantung dan suhu tubuh atau tidak ?
3. Apakah enam ECG dapat di integrasikan dalam 1 *website* menggunakan koneksi *wi-fi* dengan jaringan internet ?
4. Apakah ip lokal dapat di ubah menjadi ip publik ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. merancang ECG yang *portable* dan *handy*.
2. Mengintegrasikan enam ECG dalam 1 *website* menggunakan koneksi *wi-fi* dengan jaringan internet.
3. Menganalisa kinerja dari ECG yang telah di integrasikan dalam 1 *website*.
4. Mengubah ip lokal dari *website* menjadi ip publik

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diharapkan dalam penelitian ini dapat memberikan informasi terkait dengan sistem perancangan ECG yang saling terintegrasi satu sama lain dalam satu *website*
2. Dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan atau referensi dalam upaya pengembangan penelitian yang ada selanjutnya
3. Dengan alat yang tercipta dari penelitian ini akan memudahkan penggunaanya untuk mengetahui dan mengontrol kondisi jantungnya
4. Penelitian ini dapat digunakan sebagai pengembangan dalam penelitian-penelitian berikutnya yang berkaitan.

1.5 Batasan Masalah

Adapun ruang lingkup yang diberikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan koneksi *wi-fi* (jaringan internet) sebagai sistem informasi
2. Data dari 6 ECG dapat ditampilkan pada LCD TFT, saling terintegrasi dan dapat di-*monitoring real time* dalam satu *website*
3. Mengubah lokal host menjadi ip publik sehingga dapat dimonitoring jarak jauh menggunakan perangkat lain

1.6 Teori

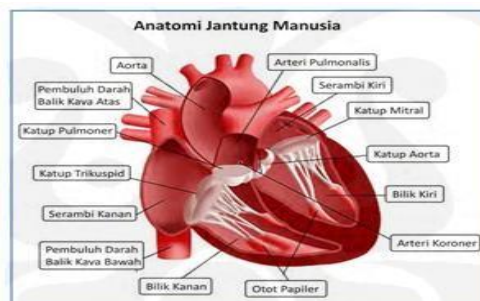
Adapun teori yang dijadikan sebagai landasan dalam pelaksanaan penelitian ini yaitu :

1.6.1 Jantung

Jantung merupakan organ paling penting dalam struktur tubuh manusia, berikut pembahasan terkait jantung.

1.6.1.1 Anatomi Jantung

Jantung secara terminologi, merupakan sebuah pompa yang terbuat dari otot. Istilah *kardiak* berarti segala sesuatu yang berhubungan dengan jantung, dari Bahasa Yunani *cardia* yaitu, jantung. Jantung adalah salah satu organ terpenting dalam tubuh manusia yang berperan penting dalam sistem peredaran darah dan memiliki fungsi untuk memompa darah ke paru-paru hingga ke seluruh bagian tubuh. Jantung berada di rongga dada yang ada di antara kedua paru-paru (Nuryati, Venti. 2010).



Gambar 4 Anatomi Jantung Manusia

(Sumber : Nuryati, Venti. 2010)

1.6.1.2 Detak Jantung

Detak Jantung terjadi sebab adanya dua fase yang terjadi pada jantung yaitu *systole* dan *diastole*. *Sistole* adalah mekanisme yang dimana serambi relaksasi, serta bilik dari jantung berkontraksi. Oleh adanya kontraksi ini menyebabkan bagian dalam bilik bertekanan tinggi, serta terjadi gerakan *peristaltic* sehingga darah akan mengalir ke ruang bertekanan lebih rendah, yakni menuju arteri, kemudian darah akan beredar ke organ-organ melalui pembuluh darah (Nuryati, Venti. 2010).

Sedangkan *Diastole* yaitu, mekanisme yang terjadi saat serambi kontraksi sedangkan bilik dalam kondisi relaksasi. Pada saat terjadi kontraksi serambi terjadi tekanan yang lebih besar pada ruang serambi akibat kontraksinya tersebut, memungkinkan adanya tekanan yang lebih besar pada bagian serambi ini dibandingkan dengan daerah bilik, maka darah akan mengalir menuju bilik yang bertekanan rendah (Nuryati, Venti. 2010).

Kondisi normalnya terdapat dua bunyi yang terjadi setiap satu siklus Jantung. Bunyi pertama “lub” rendah yang agak memanjang , yang disebabkan oleh mulainya vibrasi oleh penutupan mendadak katup *mitral* dan *tricuspid* pada awal *sistole* bilik. Bunyi kedua “dup” bernada tinggi yang lebih singkat , yang disebabkan oleh vibrasi yang disertai dengan penutupan katup aorta dan pulmonalis tepat setelah akhir *sistole* bilik. Bunyi ketiga bernada rendah yang lunak terdengar sekitar sepertiga jalan melalui *diastole* dalam banyak individu normal. Ia bersamaan dengan masa pengisian bilik cepat dan mungkin karena vibrasi dimulai oleh aliran masuk darah. Bunyi keempat kadang-kadang dapat terdengar segera sebelum bunyi pertama sewaktu tekanan serambi tinggi atau bilik kaku dalam pengisian dan jarang terdengardalam dewasa normal (Nuryati, Venti. 2010).

1.6.1.3 Cara Kerja Jantung

Pada saat berdenyut, setiap ruang jantung mengendur dan terisi darah disebut dengan *diastole*. Selanjutnya jantung berkontraksi dan memompa darah keluar dari ruang jantung yang biasa disebut dengan *sistole*. Kedua serambi mengendur dan berkontraksi bersamaan, begitu pula kedua bilik juga mengendur dan berkontraksi secara bersamaan (Nuryati, Venti. 2010).

Darah yang kehabisan oksigen dan mengandung banyak karbondioksida dari seluruh tubuh mengalir melalui dua vena terbesar (*vena kava*) menuju kedalam

serambi kanan. Dari bilik kanan, darah akan dipompa melalui katup pulmoner ke dalam arteri pulmonalis menuju ke paru-paru. Darah akan mengalir melalui pembuluh yang sangat kecil (pembuluh kapiler) yang mengelilingi kantong udara di paru-paru, menyerap oksigen dan melepaskan karbondioksida yang selanjutnya dihembuskan (Nuryati, Venti. 2010).

Darah yang kaya akan oksigen mengalir kedalam *vena pulmonalis* menuju ke serambi kiri. Peredaran darah diantara bagian kanan jantung, paru-paru dan serambi kiri disebut pulmoner. Di dalam serambi kiri darah akan didorong menuju bilik kiri, yang selanjutnya akan memompa darah bersih melewati katup aorta masuk ke dalam aorta (arteri terbesar dalam tubuh). Darah kaya oksigen ini disediakan untuk seluruh tubuh, kecuali paru-paru (Nuryati, Venti. 2010).

1.6.2 Internet of Things

Internet of Things pertama kali diperkenalkan oleh Kelvin Ashton pada tahun 1999. Teori IoT diperkenalkan 22 Tahun Yang lalu, hingga hari ini belum ada konsensus global tentang IoT. Secara umum, konsep IoT merujuk kepada kemampuan untuk menghubungkan objek pintar dan memungkinkan mereka untuk berinteraksi dengan objek lain, seperti lingkungan atau dengan perangkat komputasi pintar lainnya melalui Internet. Dengan adanya teknologi IoT membuat kehidupan manusia jauh lebih praktis dan berpengaruh besar pada bidang domestik antara lain, aplikasi rumah dan mobil pintar. Dari sudut pandang pengguna bisnis, IoT memberikan pengaruh dalam meningkatkan *volume* dan kualitas produksi, memantau distribusi barang, mencegah pemalsuan, dan memperpendek ketersediaan barang di arena ritel. Terminal pengumpulan data melalui Internet atau jaringan komunikasi lainnya (Efendi, Y. 2018).

IoT ini dapat berisi informasi tentang lingkungan objek, yang direkam secara *real time* atau teratur dan kemudian diubah menjadi data yang sesuai dan ditransmisikan melalui jaringan dan dikirim ke pusat data. Yaitu, melalui prosesor pintar yang menggunakan komputasi awan dan teknologi komputasi pintar lainnya yang dapat memproses data dalam jumlah besar. Dengan banyaknya teknologi IoT, Anda memerlukan sistem keamanan yang dapat melindungi setiap bagian sistem dari ancaman. Ada beberapa skema yang dimiliki IoT, yaitu keamanan fisik, keamanan operasional, dan keamanan data. IoT adalah sistem yang

terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, dan web. Perangkat yang tidak terhubung langsung ke Internet juga dapat terhubung, tetapi mereka membentuk grup dan terhubung ke *coordinator* (Wijaksana, Isma, T., Yuliza, M., Angraini, T., & Susanti, R. 2020).

1.6.3 ELECTROCARDIOGRAM (ECG)

Elektrokardiograf (EKG) adalah alat diagnostik yang dimanfaatkan sebagai alat untuk mendeteksi aktivitas listrik jantung dalam bentuk grafik yang merekapitulasi perubahan potensial listrik jantung setiap satuan waktu. Einthoven memelopori penggunaan elektrokardiogram pada tahun 1903 menggunakan galvanometer. Galvanometer senar ini adalah instrumen yang begitu sensitif dapat merekam perbedaan kecil pada tegangan jantung (Cahyono, A. 2016).

EKG adalah representasi grafis dari aktivitas listrik maksimum serat otot jantung dalam bentuk kurva tegangan *versus* waktu yang dibentuk oleh beberapa puncak. EKG dapat merekam sinyal listrik dari elektroda yang menempel pada kulit karena tubuh merupakan penghantar listrik yang baik. Perubahan listrik yang terjadi di dalam tubuh menciptakan arus listrik ke seluruh tubuh yang dapat dianggap sebagai konduktor. Ini adalah efek yang sangat berguna karena memungkinkan perekaman peristiwa listrik dari permukaan tubuh. Karena sumber perubahan listrik di jantung ada di simpul sinus selama irama jantung normal, hampir semua perubahan listrik di jantung sangat dipengaruhi olehnya. Dan perubahan listrik dapat direkam di seluruh jantung. Meskipun potensial listrik yang diperoleh dari depolarisasi sel otot jantung tunggal sangat kecil, depolarisasi simultan sekelompok besar otot jantung dapat memperoleh potensial listrik yang dapat diukur di luar tubuh dalam *millivolt* (Cahyono, A. 2016). Saraf dan otot jantung dapat dianggap sebagai sumber kekuatan untuk dada dan perut. Tidak memungkinkan mengukur produksi listrik jantung secara langsung. Informasi diagnostik diperoleh dengan mengukur perbedaan potensial listrik yang diperoleh oleh jantung di berbagai titik di permukaan tubuh.

1.6.3.1 Indikasi EKG

Menurut Skill Lab Sistem Kardiovaskular Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar, 2009 :

- a. Pasien dengan aritmia jantung

- b. Pasien dengan kelainan miokard seperti infark
- c. Pasien dengan pengaruh obat jantung, khususnya digitalis
- d. Pasien dengan ketidakseimbangan elektrolit
- e. Pasien dengan perikarditis
- f. Pasien dengan pembesaran jantung
- g. Pasien dengan penyakit jantung inflamasi. Jam pasien perawatan intensif

1.6.4 Elektroda Transduser

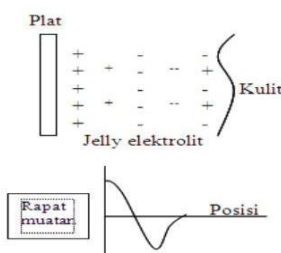
Elektroda transduser adalah Sensor pada alat medis begitu penting sebab bersentuhan langsung dengan pasien. Dalam beberapa kasus, transduser berfungsi untuk mengubah parameter fisiologis menjadi tegangan. Itu harus cukup besar untuk diproses secara akurat oleh peralatan elektronik.



Gambar 5 Elektroda Transduser

(Sumber: <https://indonesian.alibaba.com>)

Transduser elektroda memasang tegangan pada permukaan tubuh ke instrumen elektronik. Potensi permukaan tubuh berkisar dari 1 mikrovolt di tengkorak hingga 1 *milivolt* di lengan dan 0,1 volt di perut. Elektroda dibagi menjadi dua jenis, *invasif*, yang menembus kulit seperti elektroda jarum, dan elektroda permukaan *non-invasif*, yang tidak menembus. Jenis yang paling umum digunakan adalah elektroda permukaan (Zhang, J. X. J., & Hoshino, K.2008).



Gambar 6 Surface Elektrode

(Sumber: <https://www.sciencedirect.com>)

1.6.4.1 Surface Electroda

Pada elektroda ini terdapat plat logam yang dilapisi dengan cairan elektrolit. Terkadang elektroda terdiri dari pelat logam, yang terpisah dari permukaan tubuh oleh isolator untuk membentuk pasangan kapasitor (Blanc, Y., & Dimanico, U. 2014).

Potensi dari elektroda ini dihasilkan oleh aliran elektron yang meninggalkan elektrolit cair dan menembus pelat logam, meninggalkan distribusi muatan yang bergantung pada posisi. Distribusi muatan ini mirip dengan karakteristik *capasitor*, dengan satu sisi bermuatan negatif dan sisi lainnya bermuatan positif. Oleh karena itu rangkaian ekivalen termasuk *capasitor Cd*. Distribusi muatan ini juga menghasilkan potensial yang disebut potensial setengah sel Ehc. Resistansi bocor R_d dihubungkan secara paralel dengan kapasitor ekivalen. *Resistor Rs* yang dihubungkan secara seri pada rangkaian ekivalen menyatakan cairan elektrolit dalam keadaan keseimbangan muatan (Zaini, M.,dkk. 2020).

1.6.5 ESP 32

ESP32 adalah *microkontroller* yang memiliki chip 2,4 GHz Wi-Fi, selain itu juga disertai dengan *bluetooth* yang dirancang dengan TSMC ultra-daya rendah. *Microkontroller* ini dipelopori oleh *Espressif system* yang merupakan penerus dari ESP8266. ESP32 memiliki beberapa keunggulan diantaranya memiliki daya daya pemakaian rendah, memiliki modul *wi-fi* yang sudah terintegrasi, serta memiliki *Bluetooth* dengan mode ganda dengan daya pemakaian rendah. ESP32 ini sangat kompatibel dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) (Silvia, A.F., Haritman, E., dan Muladi, Y., 2014).



Gambar 7 Microcontroller esp32

(Sumber: ESP32 Series Datasheet)

Tabel 1 Spesifikasi mikrokontroller ESP32

(Sumber : Zaini, M.,dkk. 2020)

Atribut	Detail
CPU	Tensilica Xtensa LX6 32bit Dual-Core di 160/240MHz
SRAM	520 KB
FLASH	2 MB
Tegangan	2.2 – 3.6 Vdc
Arus Kerja	Rata-rata 80mA
Dapat diprogram	Ya (C,C++,Python,Lua)
<i>Open Source</i>	Ya
Pin I/O	
GPIO	32
SPI	4
I2C	2
PWM	8
ADC	18 (12-bit)
DAC	2 (8-bit)
Konektivitas	
Wi-Fi	802.11b/g/n
<i>Bluetooth</i>	4.2 BR/EDR+BLE
UART	3

1.6.5.1 Perbandingan ESP 32 dengan *Microcontroller* lain

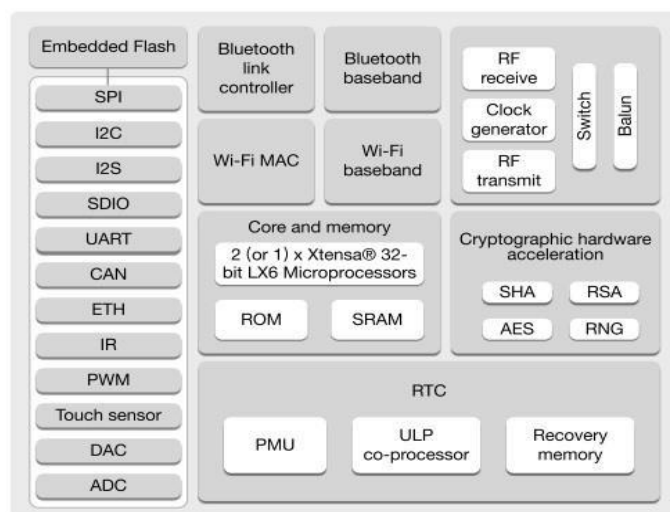
Dalam proses pengembangan dan penelitian, *microkontroller* yang sering digunakan oleh peneliti adalah Arduino uno. Arduino UNO adalah sebuah rangkaian yang digunakan dari *microkontroller* berbasis ATmega328 (Sokop, S.J., Mamahit, D.J., dan Sompie, S.R.U.A., 2016). Arduino UNO dapat di-*suplay* melalui USB atau dengan sebuah *power suplay* eksternal. Sumber daya telah dipilih secara otomatis. *Suplay* eksternal (*non-USB*) dapat diperoleh dari sebuah *adaptor* AC ke DC atau *Battery* (Pradisti, R., dan Mustaziri, 2018). Dimana Arduino UNO memiliki pin ADC10-bit, yang artinya nilai hasil konversi berkisar dari 0 hingga 1023. Arduino UNO pun mempunyai kekurangan yang tidak dapat terkoneksi

dengan *wi-fi*, maka dari itu untuk dapat terkoneksi dengan *wi-fi* harus menambahkan *wi-fi module* (Silvia, A.F., Haritman, E., dan Muladi, Y., 2014).

Maka dari itu untuk mengatasi dan menutupi kekurangan dari mikrokontroller diatas khususnya yaitu Arduino UNO maka yang menjadi pilihan terbaik adalah mikrokontroller ESP32. ESP32 Memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroller lain, mulai dari pin *out* yang lebih banyak, pin analog lebih banyak, memori yang lebih besar, serta terdapat *low energy Bluetooth 4.0* (Wahyudi, J., 2014). Pada *mikrokontroller* ESP32 ini sudah tersedia modul *wi-fi* dalam *chip processor dual core* yang berjalan di intruksi xtensa LX16 sehingga dapat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things* (Silvia, A.F., Haritman, E., dan Muladi, Y., 2014). Yang menjadi keunggulan utama dari *mikrokontroller* ESP32 ini adalah harganya yang relatif murah, mudah diprogram, memiliki jumlah pin I/O yang memadai dan memiliki *adapter wi-fi* (Wahyudi, J., 2014).

1.6.5.2 Arsitektur ESP 32

Berikut blok diagram dari *mikrokontroller* EP32, dapat iilustrasikan pada gambar berikut : (E. Systems, “ESP32 Series Datasheet, 2019).

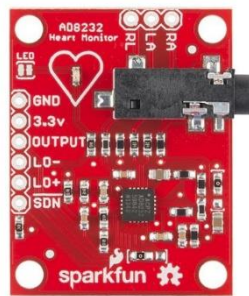


Gambar 8 Arsitektur ESP32

(Sumber : E. Systems, “ESP32 Series Datasheet, 2019)

1.6.6 Penguat Instrument AD8232

AD8232 yaitu, modul kit yang di produksi oleh *SparkFun*, modul kit ini khusus di operasikan untuk mengukur aktifitas listrik jantung. Aktifitas listrik ini dapat di kategorikan sebagai sinyal EKG jantung. Sinyal listrik jantung yang dihasilkan merupakan sinyal data analog. Dalam pengukuran sinyal EKG biasanya terdapat banyak noise, pada rangkaian modul AD8232 ini terdapat Op-Amp yang dapat membantu mendapatkan sinyal yang jelas dari PR dan QT interval (Cahyono, A. 2016).



Gambar 9 Modul AD8232

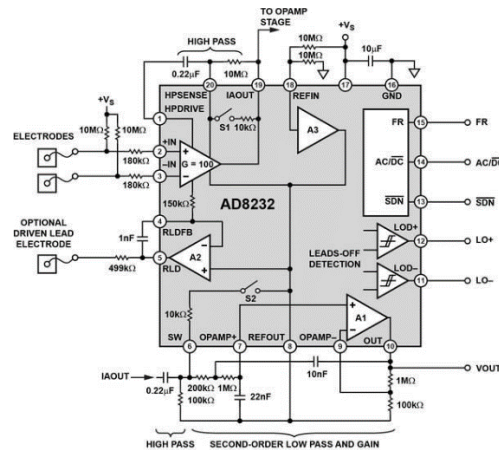
(Sumber : www.sparkfun.com)

AD8232 adalah sebuah blok pengkondisian sinyal yang terintegrasi untuk ECG dan aplikasikan untuk pengukuran *biopotential* lainnya. Hal ini dirancang untuk mengekstrak, memperkuat, dan menyaring sinyal *biopotential* kecil (Cahyono, A. 2016).

Tabel 2 Fitur Modul AD8232

(Sumber : Cahyono A. 2016)

<i>Board Label</i>	<i>Pin Function</i>
<i>GND</i>	<i>Ground</i>
<i>3.3 V</i>	<i>3.3 V Power Supply</i>
<i>OUTPUT</i>	<i>Output Signal</i>
<i>LO-</i>	<i>Lead-Off Detect Signal -</i>
<i>LO+</i>	<i>Lead-Off Detect Signal +</i>
<i>SND</i>	<i>Shutdown</i>



Gambar 10 Diagram Schematic AD8232

(Sumber: <https://electronicsinnovation.com>)

1.6.7 LCD TFT

layar sentuh TFT LCD dapat dilihat pada Gambar 9 TFT adalah singkatan dari transistor film tipis. Ini adalah jenis layar LCD yang umum untuk ponsel dan *smartphone* lainnya. TFT juga dapat diartikan sebagai semacam layar kristal cair. Layar panel datar (LCD) di mana setiap piksel digerakkan dari 1 hingga 4 transistor (Wahyudi, J. 2014). Teknologi ini memberikan resolusi tertinggi dari teknologi data panel. TFT LCD sering disebut sebagai LCD matriks aktif Layar ini memiliki kaya warna dan sensitif sentuhan di permukaan. di bawah ini:



Gambar 11 LCD TFT

(Sumber : www.technookezone.com)

1.6.7.1 Prinsip Operasi LCD TFT

Ahli botani Friedrich Reinitzer pada tahun 1888 menemukan fase peralihan antara fase padat dan cair. Fase ini memiliki sifat padat dan cair. Molekul mempunyai arah yang sama dengan padatan, tetapi dapat bergerak bebas seperti cairan. Fase kristal cair ini menjadi mendekati fase cair karena berubah menjadi fase cair segera setelah suhu naik (panas) sedikit. Properti ini menunjukkan sensitivitas suhu tinggi.

Properti ini adalah dasar utama untuk penggunaan kristal cair dalam teknologi. Kristal cair datang dalam tiga fase, yaitu padat, cair, dan gas. Perbedaan keadaan zat-zat ini adalah tingkat keteraturan dalam bahan, yang secara langsung berhubungan dengan suhu dan tekanan lingkungan. Molekul padat menyebar secara teratur dan posisinya tidak berubah, tetapi molekul cair berada pada posisi tidak beraturan karena dapat bergerak secara acak ke segala arah (Fianti, S. 2017).

1.6.7.2 Driver ILI9488

ILI9488 adalah chip *driver* 16,7M SoC yang digunakan dalam TFT-LCD. Panel dengan resolusi 320 (RGB) x 480 titik. ILI9488 ini terdiri dari 960 buah *Driver* saluran sumber, 480 *driver* saluran gerbang, 345.600byte GRAM 320 (RGB) x 480 titik data grafis dan sirkuit listrik. ILI9488 beroperasi pada tegangan antarmuka 1,65V I/O. Mendukung berbagai catu daya analog. Ini adalah penghematan daya baterai yang diinginkan. Ponsel digital, telepon pintar, pemutar MP3, pemutar media pribadi, Perangkat serupa dengan tampilan grafis berwarna. Resolusi layar LCD TFT ini Yaitu, 320 (RGB) (H) x 480 (V). Fungsi dari 9488 *driver* ILI-LCD-TFT. Resolusi layar TFT dari LCD ini adalah 320 (RGB) (H) × 480 (v), adalah sebagai berikut:

Mode tampilan warna:

- 16.7M warna dengan fungsi sebagai (24-bit data, R: 8-bit, G: 8-bit, B: 8-bit)
- 262K warna (18-bit data, R: 6-bit, G: 6-bit, B: 6-bit)

Untuk mode warna dikurangi:

65K warna (16-bit data, R: 5-bit, G: 6-bit, B: 5-bit)

8 warna (3-bit data, R: 1-bit, G: 1-bit, B: 1-bit)

-Tampilan modul:

- Ukuran memori 345,600byte, 320 (RGB) (H) x 480 (V) x 18 bit
- Mendukung 960 *channel* sumber *output*
- Mendukung hingga 480 garis gerbang
- Mendukung 24-bit inputan fungsi gambar

-Jenis tampilan antarmuka:

- *Type B* (i-80 system), 8-/9-/16-/18-/24-bit bus
- *Type C* Serial data transfer *interface*, 3/4-line SPI)

MIPI-DPI (*Display Pixel Interface*)

- Mendukung 24 bit/pixel (R: 8-bit, G: 8-bit, B: 8-bit)
- Mendukung 18 bit/pixel (R: 6-bit, G: 6-bit, B: 6-bit)
- Mendukung 16 bit/pixel (R: 5-bit, G: 6-bit, B: 5-bit)

MIPI-DSI (*Display Serial Interface*)

- Mendukung satu data jalur/*maximum speed* 500M
- Mendukung DSI *version* 1.01
- Mendukung D-PHY *version* 1.00

-Input power

-Pasokan daya operasi rendah

- VDD = 1,65 V - 1.95V (*non-regulated* masukan untuk logika)
- I/O VCC = 1.65 hingga 3.3V (*Interface I/O / Regulated* masukan untuk logika)
- VCI = 2.5 hingga 3.3V (*power supply* untuk rangkaian analog interna)
- OTP *programming voltage* (DDVDH) = 7V

-Mode hemat daya

- *Deep-standby mode*
- *Sleep mode*

-Maksimum Gerbang Driving Tegangan Output : 30V p-p

- Sumber Driving Tegangan Output: 0-5V.

- RAM berfungsi untuk sinkronisasi Write.

- Mendukung pembalikan Baris dan Frame.

- Pemilihan Software pada pusat layar *Scrolling*, atas layar *Scrolling*, bawah layar *Scrolling* dan seluruh layar *Scrolling*.

- Sumber dan Gerbang kontrol arah pemindaian.

- On-Chip Voltage Generator.

- On-Chip DC-DC Converter hingga 6x / -6x.

- Programmable Gamma Correction Curve.

- Non-Volatile Memory (OTP) untuk kalibrasi VCOM.

ILI9488 mencakup rangkaian osilator RC. Pengaturan perintah yang digunakan untuk mengubah frekuensi bingkai. LCD driver Circuit memiliki sumber driver 960-channel (S1 ~ S960) dan maksimal 480 garis gerbang (G1 ~

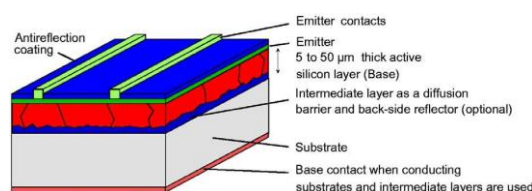
G480). Ketika 320 berasal dari sumber *driver* menurut data terkunci. (ILI *technology Corp-Si TFT LCD Single Chip Driver 320(RGB) x 480 Resolution*).

1.6.8 Photovoltaic

Photovoltaic (PV) yaitu, suatu sistem (*direct*) untuk mentransfer radiasi surya atau tenaga cahaya sebagai tenaga listrik. Sistem *Photovoltaic* bekerja menggunakan prinsip dampak *Photovoltaic*. Efek *Photovoltaic* pertama kali ditemukan sang Henri Becquerel dalam tahun 1839. Efek *Photovoltaic* merupakan hal yang nyata dimana suatu sel *Photovoltaic* bisa menyerap tenaga cahaya & menggantinya sebagai tenaga listrik. Efek *Photovoltaic* diartikan menjadi suatu hal yang nyata keluarnya voltase listrik dampak hubungan 2 elektroda yang dihubungkan menggunakan sistem padatan atau cairan waktu diexpose di bawah tenaga cahaya (Goetzberger, A. (Adolf), & Hoffmann, V. U. 2005). Energi solar atau radiasi cahaya terdiri menurut biasan foton-foton yang mempunyai taraf tenaga yang berbeda-beda. Perbedaan taraf tenaga menurut foton cahaya inilah yang akan memilih panjang gelombang menurut spektrum cahaya. Ketika foton tentang bagian atas suatu sel PV, maka foton tadi bisa dibiaskan, diserap, ataupun diteruskan menembus sel PV. Foton yang terserap sang sel PV inilah yang akan memicu timbulnya tenaga listrik.

1.6.8.1 Sel Photovoltaic

Sel Photovoltaic atau sel surya adalah suatu elemen aktif yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik, dengan prinsip yang disebut efek *photovoltaic*. Sel surya terbuat dari keping (*wafer*) bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif, sama dengan dioda hanya permukaannya dibuat luas supaya bisa menangkap cahaya matahari sebanyak mungkin. Apabila cahaya jatuh pada permukaan sel surya maka akan timbul perbedaan tegangan. Sistem sel PV pada dasarnya terdiri dari *pn junction* atau hubungan antara sisi positif dan negatif dari sistem semikonduktor.



Gambar 12 Skema Photovoltaic

(Sumber: Goetzberger & Hoffmann, 2005)

1.6.9 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 yaitu, Sensor suhu yang menggunakan *interface one wire*, sehingga hanya menggunakan kabel yang minim dalam instalasinya. Keunggulan sensor ini biasa dijadikan paralel dengan satu *input* dengan kata lain kita bisa menggunakan Sensor DS18B20 lebih dari satu namun *output* sensornya hanya dihubungkan ke satu Pin *microkontroller*. hal ini membuat Sensor ini banyak digunakan karena memiliki tipe *waterproof* (Imam,Muammarul. Dkk. 2019).



Gambar 13 Sensor Suhu DS18B20

(Sumber : www.cncstorebandung.com)

1.6.10 Software Arduino IDE

Untuk memprogram *board* Arduino, kita butuh aplikasi IDE (*Integrated Development Environment*). Arduino IDE adalah *software* yang disediakan di situs arduino.cc yang ditujukan sebagai perangkat pengembangan *sketch* yang digunakan sebagai program di papan Arduino. IDE berarti bentuk alat pengembangan program yang terintegrasi sehingga berbagai keperluan disediakan dan dinyatakan dalam bentuk antarmuka berbasis menu. Dengan menggunakan Arduino IDE, kita bisa menulis *sketch*, memeriksa ada kesalahan atau tidak di *sketch*. Dan kemudian mengunggah atau *uploadsketch* yang sudah terkompilasi ke dalam *board* arduino. Arduino IDE dapat di *download* pada *website* [aeduino.cc](http://arduino.cc) yang ada di web (Destiarini, & Kumara Pius Widya.2019).

Arduino IDE adalah sebuah *software* untuk membuat suatu program, mengompilasi menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam memori *microkontroller*. *Software* IDE Arduino adalah *software* yang ditulis dengan menggunakan java. Jendela utama IDE Arduino terdiri dari tiga bagian utama, yaitu : (Syahwil, Muhammad. 2013),

- a. Bagian atas yakni *Toolbar*, pada bagian atas juga terdapat menu *file*, edit, *sketch*, *tools* dan *help*.
- b. Bagian tengah, yaitu tempat penulisan *code* program.

- c. Bagian bawah berupa jendela pesan (*message windows*) atau tes konsul yang berisi status dan pesan *error* .



Gambar 14 Jendela Utama Arduino IDE

(Sumber : Syahwil Muhammad, 2013)

1.6.11 NGROK

Ngrok adalah suatu *proxy server reserve* yang dapat membuat terowongan yang aman dari *end point* publik ke sebuah layanan web lokal yang berjalan. *Ngrok* menangkap dan menganalisa semua lalu lintas yang melalui sebuah terowongan untuk memeriksa kemudian dan *replay*. *Ngrok* ini dimanfaatkan untuk menghubungkan antara pengakses *local host* dengan internet (Ghazali, Telaumbanua Achmad. 2018).

Kegunaan dari *Ngrok* ini yaitu ;

- Menjalankan sebuah layanan jaringan pada mesin yang *firewall* off dari internet
- Demoing* dari sebuah aplikasi di hackathon tanpa menyebarkannya
- Debugging* dan memahami layanan dari web apapun lalu memeriksa lalu lintas HTTP.
- Sementara berbagi *website* dan hanya berjalan untuk mesin pengembangan
- Mengembangkan setiap layanan yang dapat mengonsumsi *webhooks* (*callback HTTP*) yang dapat memungkinkan pengguna untuk dapat memutar ulang permintaan *klien*

1.6.12 HiveMQ

HiveMQ adalah platform broker MQTT yang memungkinkan komunikasi mesin-ke-mesin (M2M) dalam aplikasi Internet of Things (IoT). MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) adalah protokol komunikasi ringan yang banyak digunakan untuk menghubungkan perangkat yang memiliki sumber daya terbatas

melalui jaringan yang tidak stabil atau bandwidth rendah. HiveMQ digunakan untuk mengelola pesan antara perangkat IoT dengan cara yang efisien dan andal (<https://www.hivemq.com/>. 2024).

Kelebihan HiveMQ :

1. Scalability (Skalabilitas): HiveMQ dapat menangani skala besar perangkat dan pesan dalam sistem IoT. Ini sangat penting untuk implementasi IoT industri atau komersial yang membutuhkan koneksi jutaan perangkat.
2. Reliability (Keandalan): HiveMQ menawarkan delivery message yang andal melalui dukungan protokol QoS (Quality of Service). Ini memastikan bahwa pesan sampai di tujuan meskipun ada gangguan jaringan.
3. Clustering: HiveMQ mendukung clustering, yang berarti dapat menyebarkan beban kerja di beberapa server, sehingga meningkatkan ketersediaan dan kinerja sistem.
4. Real-time Monitoring & Analytics: HiveMQ menyediakan fitur untuk pemantauan real-time dan analisis kinerja jaringan MQTT, yang memudahkan dalam pengelolaan dan optimisasi jaringan IoT.
5. Interoperability (Interoperabilitas): HiveMQ mendukung berbagai perangkat dan platform yang berbeda, serta dapat diintegrasikan dengan sistem IT yang ada.
6. Security (Keamanan): HiveMQ menyediakan enkripsi TLS/SSL, otentikasi berbasis sertifikat, dan mekanisme kontrol akses untuk memastikan keamanan data dan perangkat yang terhubung.
7. Cross-platform: HiveMQ dapat dijalankan di berbagai sistem operasi, seperti Linux, Windows, dan MacOS, yang memberikan fleksibilitas dalam pengelolaan infrastruktur.

Kekurangan HiveMQ :

1. Cost (Biaya): Meskipun HiveMQ memiliki versi komunitas yang gratis, fitur lengkap seperti clustering dan manajemen perangkat memerlukan lisensi komersial yang dapat menjadi mahal bagi beberapa pengguna, terutama untuk skala besar.

2. Complexity (Kompleksitas): Konfigurasi dan setup HiveMQ, terutama dalam skenario clustering dan skalabilitas besar, bisa rumit dan membutuhkan pemahaman teknis mendalam tentang protokol MQTT dan jaringan IoT.
3. Resource Intensive (Memerlukan Sumber Daya): Dibandingkan dengan broker MQTT yang lebih ringan, seperti Mosquitto, HiveMQ mungkin memerlukan lebih banyak sumber daya komputasi dan memori, terutama untuk aplikasi skala besar.
4. Learning Curve: Untuk pengguna baru atau yang tidak familiar dengan MQTT, HiveMQ mungkin memerlukan waktu lebih untuk dipelajari dibandingkan broker MQTT yang lebih sederhana.

Kekurangan HiveMQ versi gratis :

1. Tidak Mendukung Clustering: Salah satu fitur utama dari versi komersial HiveMQ adalah kemampuannya untuk melakukan clustering, yang memungkinkan beberapa server bekerja bersama-sama untuk menangani lalu lintas pesan yang besar. Pada versi gratis, fitur clustering ini tidak tersedia, sehingga membuatnya kurang cocok untuk sistem IoT skala besar yang membutuhkan skalabilitas tinggi dan ketersediaan terus-menerus.
2. Tidak Ada Dukungan Teknis Resmi: Pengguna versi gratis tidak mendapatkan dukungan teknis resmi dari tim HiveMQ. Jadi, jika ada masalah atau bug, pengguna harus mencari solusi sendiri melalui dokumentasi atau komunitas online, yang mungkin tidak secepat dukungan profesional.
3. Fitur Monitoring Terbatas: Versi gratis memiliki fitur monitoring yang lebih terbatas dibandingkan versi komersial. Ini berarti pengguna tidak mendapatkan akses penuh ke real-time monitoring dan analisis performa yang mendalam, yang bisa penting dalam sistem IoT skala besar atau kritis.
4. Tidak Ada Integrasi Enterprise: HiveMQ versi komersial mendukung integrasi dengan sistem enterprise seperti databases, message queues, dan data analytics tools (misalnya, Kafka, SQL, NoSQL, dll). Integrasi ini tidak tersedia di versi gratis, sehingga pengguna harus mencari solusi lain untuk kebutuhan integrasi mereka.
5. Fitur Keamanan Terbatas: Meskipun versi gratis sudah mendukung TLS/SSL, beberapa fitur keamanan tingkat lanjut, seperti pembatasan akses granular dan

dukungan untuk sertifikat otentikasi klien yang lebih kompleks, hanya tersedia di versi komersial.

6. Tidak Ada Dukungan untuk Manajemen Pengguna dan Perangkat: Versi komersial dari HiveMQ memiliki fitur untuk manajemen pengguna dan perangkat, yang memungkinkan pengguna untuk dengan mudah mengelola banyak perangkat dan mengatur kontrol akses. Fitur ini tidak tersedia di versi gratis.
7. Pembatasan Kinerja (Performance Limitations): Versi gratis mungkin menghadapi batasan performa dalam hal jumlah pesan yang dapat diproses dan jumlah koneksi perangkat yang didukung. Untuk sistem skala kecil, ini mungkin tidak menjadi masalah, tetapi untuk aplikasi dengan kebutuhan skala besar seperti kebutuhan real time dalam pengiriman data, ini bisa menjadi hambatan (<https://www.hivemq.com/>. 2024).

BAB II

METODE PERANCANGAN DAN REALISASI

2.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan *prototype*. Dengan tahapan yang dilakukan pada penelitian yakni, Studi literatur, Pengujian komponen, perancangan, pembuatan *prototype*, hingga pengujian “Integrasi Sistem Pemantauan Isyarat *Electrocardiogram* (ECG) Nirkabel”.

2.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

2.2.1 Waktu Penelitian

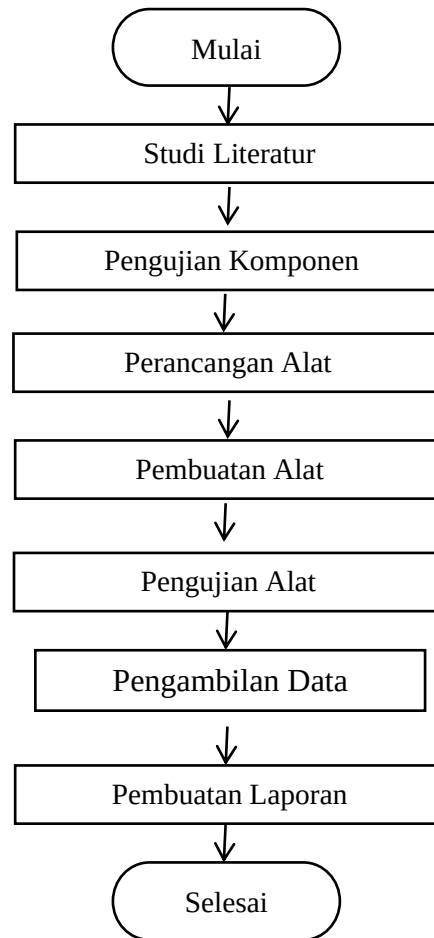
Waktu pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 01 November 2022 hingga 30 September 2024. Adapun tabel penelitian sebagai berikut :

2.2.2 Lokasi Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Antena dan propagasi, dan Laboratorium Telekomunikasi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

2.3 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tahapan penelitian adalah metode yang akan dilaksanakan peneliti dalam membuat perangkat keras dan perangkat lunak dari penelitian terkait “Integrasi Sistem Pemantauan Isyarat *Electrocardiogram* (ECG) Nirkabel” . Berikut tahapan pelaksanaan penelitian :



Gambar 15 Diagram Alir Penelitian

2.4 Studi Literatur

Studi Literatur ditujukan untuk melakukan pencarian referensi yang berkaitan dengan penelitian tugas akhir. Referensi dapat digunakan seperti buku yang relevan, jurnal ilmiah penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, *website*, *datasheet* perangkat elektronika, dan data yang tersedia untuk mendukung teori penelitian. Pada studi literatur ini mencari teori mengenai masalah yang kerap terjadi dan penyelesaian dari masalah tersebut dapat diselesaikan dengan memperkuat literasi dari berbagai sumber dengan permasalahan yang akan diteliti.

2.5 Kebutuhan Komponen Perangkat ECG

Komponen yang dibutuhkan dalam perancangan perangkat ECG terdiri dari kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak, adapun komponen yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

2.5.1 Kebutuhan Perangkat Keras

Pembuatan sistem *wireless* ECG (*Electrocardiogram*) ini memerlukan perangkat keras yang spesifikasinya adalah sebagai berikut :

1. ESP 32
2. *Electroda Transduser*
3. Modul AD8232
4. Sensor Suhu DS18B20
5. TP4056
6. *Step Up 5V Out*
7. Baterai Li-Po
8. *Audio jack*
9. *ADS1115*
10. *Port kabel USB type c*

2.5.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

Adapun Perangkat Lunak yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

1. *Software* Arduino IDE
2. *NODE-RED*
3. *Ngrok*

2.6 Pengujian Komponen

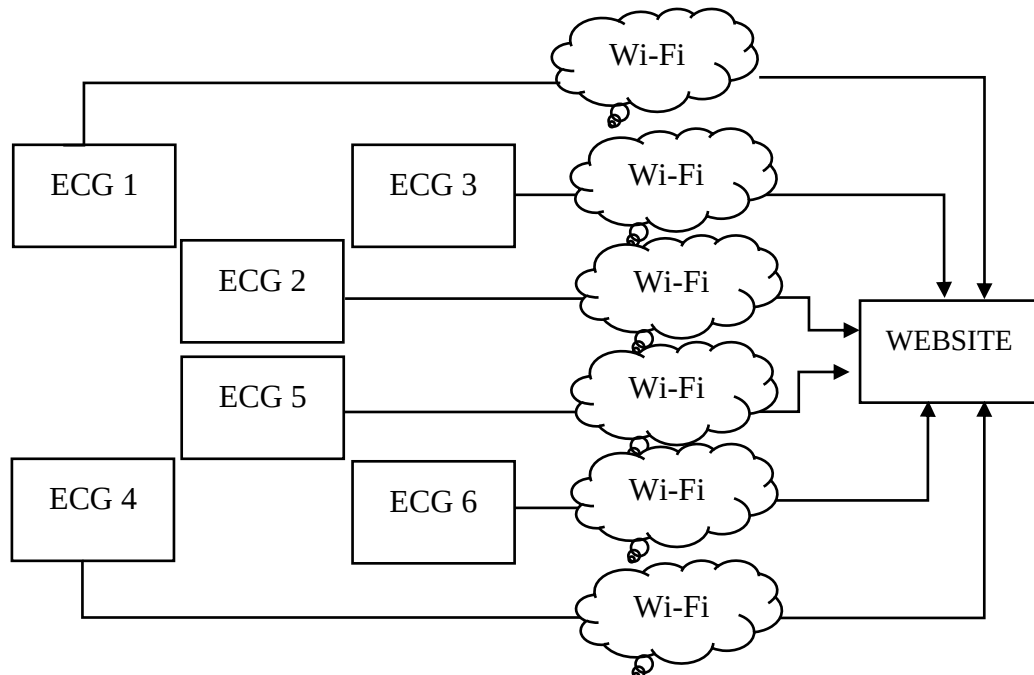
Serangkaian kegiatan dengan metode pengujian masing-masing komponen dalam rangkaian alat yang dirancang yang dilakukan secara terpisah agar komponen yang digunakan dapat dipastikan dalam kondisi layak untuk digunakan.

2.7 Perancangan dan Pembuatan Alat

Penelitian ini merancang 6 ECG yang memiliki fungsi yang sama kemudian di integrasikan dalam satu *website* agar keenam alat tersebut dapat dimonitoring secara *real time* dan sekaligus dalam satu *website*. Prinsip kerja dari alat ini yaitu dapat *me-monitor* perubahan detak jantung dan suhu tubuh pasien dengan menggunakan elektroda transduser yang terhubung dengan sensor AD8232 dan sensor suhu DS18B20, AD8232 sebagai alat pendeteksi detak jantung kemudian mengubah sinyal informasi biologis ini menjadi sinyal listrik. Kemudian sinyal berlanjut pada filter yang berfungsi untuk memperkuat sinyal dengan amplitudo

rendah dan mengurangi *noise*. Sinyal analog yang dihasilkan oleh AD8232 akan diterima dan diproses oleh ESP32, kemudian akan menampilkan data dari DS18B20 dan AD8232 berupa digital ke LCD TFT 3.5” berupa grafik detak jantung dan nilai suhu tubuh, serta akan mengirimkan data yang akan dikirim secara *real time* pada penerima data (*website*) melalui koneksi internet.

2.7.1 Blok Diagram Keseluruhan Alat

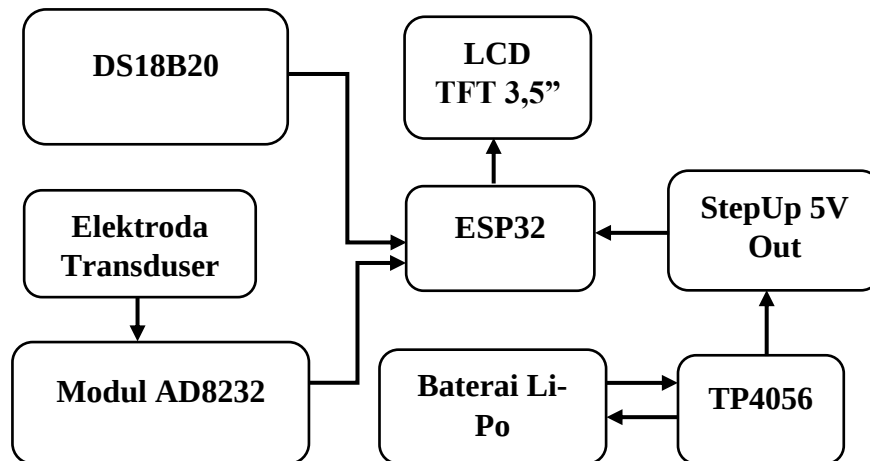


Gambar 16 Blok Diagram Keseluruhan alat

Pada gambar 16 blok diagram yang dirancang pada penelitian ini yaitu, merancang 6 ECG yang akan diintegrasikan dengan 1 *website* yang dapat menampilkan seluruh data hasil yang diperoleh dari 6 ECG tersebut menggunakan koneksi internet (*wi-fi*).

2.7.2 Blok Diagram Masing-masing Perangkat ECG

Perancangan blok diagram dari Perangkat ECG ini bertujuan agar dapat memudahkan peneliti dalam proses perancangan hingga proses pengerjaan.



Gambar 17 Blok Diagram ECG

Berdasarkan gambar 17 yaitu, sensor AD8232 dihubungkan dengan Elektroda Transduser untuk mengumpulkan sinyal listrik dari jantung. Fungsi transduser adalah mengubah informasi biologis menjadi sinyal listrik yang terukur. Dan Sensor DS18B20 sebagai sensor suhu untuk mendeteksi suhu tubuh pasien.

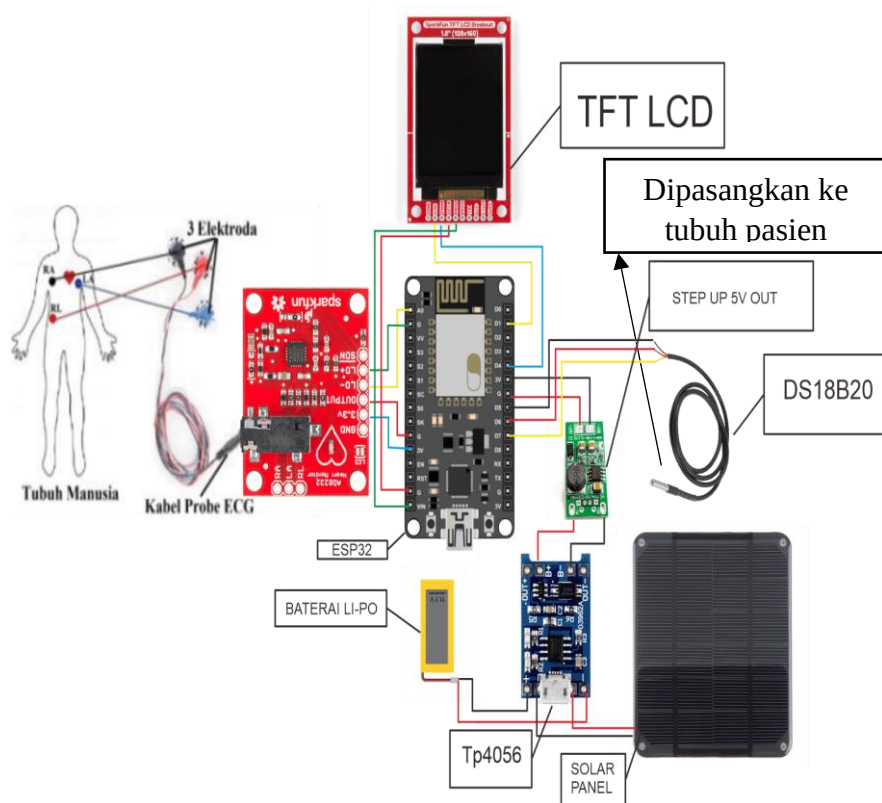
ESP32 Berfungsi sebagai pengelola data digital yang diterima dari sensor – sensor pendeteksi ECG yang akan digunakan, yang nantinya data tersebut akan diproses dan akan diolah menjadi sebuah *plotting* jantung yang akan ditampilkan ke layar TFT ILI19488 serta melalui *wi-fi* ke penerima. Modul AD8232 Digunakan untuk mengukur *Elektrokardiogram* (EKG) dan aktivitas *bioelektrik* yang terjadi dalam tubuh manusia. Modul ini mendeteksi aktivitas listrik di miokardium dan mengirimkan hasil pengukuran dalam bentuk sinyal analog, kemudian AD8232 sebagai *analog-to-digital converter* (ADC) mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital sehingga dapat diproses oleh *microcontroller* yang digunakan yakni esp32. Anda dapat menggunakan LCD untuk melihat pembacaan modul sensor, *Step Up 5V Out* Berfungsi untuk menaikkan tegangan yang dihasilkan dari baterai Li-Po yang hanya 3.7V menjadi tegangan 5V agar sesuai dengan tegangan kerja yang diinginkan, Baterai Li-Po Berfungsi sebagai daya utama dari ESP32.

Pada alat ini ESP32 membaca data yang diterima yang dimulai dengan elektroda yang mendeteksi sinyal listrik di jantung dan kemudian mengubah sinyal informasi biologis ini menjadi sinyal listrik. Kemudian sinyal berlanjut pada penguat instrumen AD8232, yang terdiri dari beberapa penguat operasional dan filter yang berfungsi untuk memperkuat sinyal dengan amplitudo rendah dan mengurangi *noise*. Sinyal analog yang dihasilkan oleh penguat instrumentasi akan

diterima oleh ESP32, kemudian memproses data tersebut. ESP32 akan menampilkan data AD8232 berupa digital ke TFT 3.5" berupa grafik detak jantung, serta akan mengirimkan data yang akan dikirim secara *real time* pada penerima data melalui koneksi (*wi-fi*).

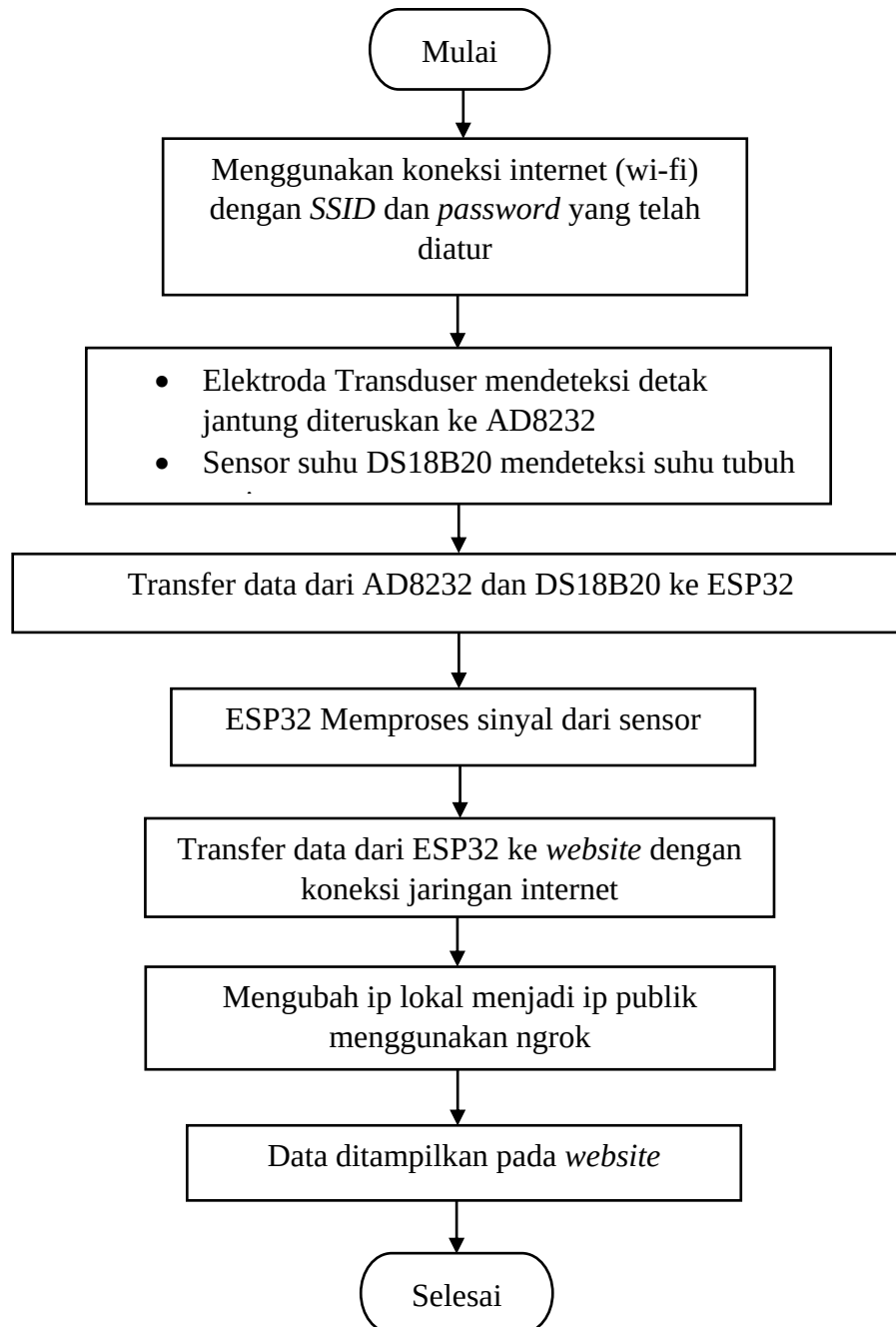
2.7.3 Perancangan Jalur Komunikasi antar Komponen ECG

Adapun jalur komunikasinya yaitu, dimulai dengan pendeteksian sinyal listrik jantung dengan elektroda yang telah dihubungkan dengan penguat instrumentasi AD8232 dan pendeteksian suhu tubuh oleh sensor DS18B20, kemudian *output* digital AD8232 dan DS18B20 akan diteruskan ke ESP32 untuk dikelola dan nantinya akan ditampilkan di TFT 3.5" ILI19488, serta data yang telah di kelola oleh ESP32 akan dikirimkan ke penerima data *website* menggunakan modul *wi fi* yang dihubungkan dengan (*wi-fi*). Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 16 di bawah :



Gambar 18 Jalur Komunikasi Perangkat ECG

2.7.4 Flowchart Sistem Perangkat Lunak



Gambar 20 Alur Sistem Perangkat Lunak

Adapun standar yang telah ditentukan terkait dengan tampilan pada *website* sistem yang telah dirancang adalah sebagai berikut :

1. *Website* yang dibuat dapat menampilkan seluruh data hasil deteksi oleh keenam ECG

2. *Website* dapat memantau keenam ECG tersebut sekaligus secara *realtime* dan dapat diakses oleh user diluar perangkat.

2.8 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras adalah tahap yang akan dilakukan setelah perancangan perangkat keras telah selesai dibuat. Tahap implementasi akan menerapkan apa yang akan dilakukan perancangan sistem. Setelah semua komponen yang diperlukan tersedia, maka implementasi sistem telah selesai.

Perancangan sistem ECG berdasarkan seberapa keras dan lemahnya detak jantung yang dideteksi oleh Elektroda Transduser yang kemudian diteruskan dan dikelola oleh mikrokontroller ESP32. Untuk memudahkan pengguna dalam mengontrol kesehatan jantungnya maupun kesehatan jantung orang terdekatnya secara *real time*, maka digunakan *website* untuk melihat hasil deteksi detak jantung yang diteruskan ke penerima data dengan koneksi internet (*wi-fi*).

2.9 Implementasi casing perangkat

Pada tahap ini akan dibuat *casing/cover* untuk masing-masing perangkat untuk menjaga komponen utama yaitu *board pcb* dan sensor yang digunakan agar tetap aman dari gangguan yang bisa menyebabkan kerusakan pada alat, adapun *casing* ini di desain menggunakan aplikasi *design* grafis yang umumnya digunakan seperti *corel draw*, *photoshop*, dll. Kemudian di cetak pada *3d printer* menggunakan filamen.

2.10 Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memastikan sistem yang akan terintegrasi dengan perangkat keras dan perangkat lunak dapat berfungsi dengan baik, dan ECG yang sudah dirancang sedemikian dapat menunjukkan data hasil yang dideteksi oleh masing-masing ECG terhadap detak jantung pasien.

Pada tahap pengujian ini, dilakukan uji coba terhadap penggunaan alat dengan data dari sensor yang ditampilkan pada LCD TFT dan *website* untuk mengetahui kinerja dari alat yang telah dibuat.

Langkah-langkah pengujian dapat dilihat pada langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Pengujian Kinerja ESP32

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa ESP32 digunakan dalam kondisi yang baik dan dapat digunakan sebagai mana mestinya, yakni dapat meneruskan data sensor yang digunakan ke LCD TFT dan *website*.

b. Pengujian Sensor

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sensor AD8232 dan DS18B20 yang digunakan telah dapat mendeteksi detak jantung dan suhu tubuh atau tidak.

c. Pengujian *website*

Pengujian ini untuk melihat apakah *website* dapat menampilkan data detak jantung dalam bentuk grafik, jumlah detak jantung (bpm) dan suhu tubuh pasien yang dideteksi secara *real time* pada masing-masing ECG.

d. Pengujian *Delay*

Delay adalah waktu yang dibutuhkan untuk paket/data mnempuh dari sumber ke tujuan. Pengujian ini untuk melihat berapa lama keterlambatan data untuk sampai ke tujuan yaitu *server mqtt*.

e. Pengujian *Packet Loss*

Pengujian *Packet Loss* untuk menguji berapa paket yang hilang pada saat transfer data dari sensor ke *server mqtt*.

f. Pengujian *Software ngrok*

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengubah ip lokal menjadi ip publik sehingga *website monitoring* dapat di akses oleh *user* diluar perangkat sehingga memungkinkan *monitoring* dari jarak jauh dengan perangkat berbeda.

g. Pengujian keseluruhan sistem

Pengujian keseluruhan sistem ini dilakukan untuk mengetahui hasil dari keseluruhan sistem yang telah dibuat. Pada saat elektroda mendeteksi sinyal listrik detak jantung yang selanjutnya dikirim pada mikrokontroller ESP32 yang kemudian akan dikirim ke *website* dengan koneksi internet. Pengujian secara keseluruhan sistem ini dilakukan untuk memastikan ECG sudah berjalan dengan baik,yakni menampilkan grafik detak jantung, jumlah BPM, suhu tubuh pada LCD dan dapat ditampilkan pada *website* menggunakan koneksi internet (Wi-Fi).