

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN *WIRELESS ELECTROCARDIOGRAM* (ECG)
BERBASIS IoT**

Disusun dan diajukan oleh:

IMAM

D041 17 1027



**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**RANCANG BANGUN WIRELESS ELECTROCARDIOGRAM (ECG)
BERBASIS IoT**

Disusun dan diajukan oleh:

**IMAM
D041171027**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Program Studi, Teknik Elektro Fakultas

Teknik Universitas Hasanuddin

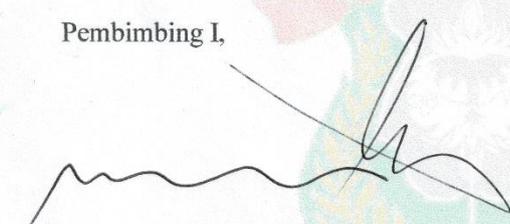
Pada Tanggal 18 Agustus 2022

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Elyas Palantei ST., M.Eng., Ph.D
NIP. 196902011994121001


Azran Budi Arief, S.T., M.T.
NIP. 198902012019031007

Ketua
Departemen Teknik Elektro,




Ir. Dewiani, M.T.
NIP. 196910261994122001

LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI

**RANCANG BANGUN WIRELESS ELECTROCARDIOGRAM (ECG)
BERBASIS IoT**

Oleh:

IMAM

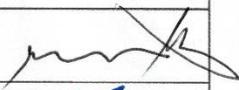
D041171027

Skripsi ini telah dipertahankan pada Ujian Akhir Sarjana pada tanggal *18 Agustus 2022*
Telah dilakukan perbaikan penulisan dan isi skripsi berdasarkan usulan dari
penguji dan pembimbing skripsi.

Persetujuan perbaikan oleh tim penguji:

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Elyas Palantei ST., M.Eng., Ph.D	
Sekretaris	Azran Budi Arief, S.T., M.T.	
Anggota	Merna baharuddin, ST., M.Tel., Eng., Ph.D.	
	Andini Dani Achmad, S.T., M.T.	

Persetujuan perbaikan oleh tim pembimbing:

	Nama	Tanda Tangan
I	Elyas Palantei ST., M.Eng., Ph.D	
II	Azran Budi Arief, S.T., M.T.	

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Imam
NIM : D041171027
Program Studi : Telekomunikasi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Rancang Bangun Wireless Electrocardiogram (ECG) Berbasis IoT

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

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.

Makassar, 21 Agustus 2022

Yang Menyatakan Tanda
tangan



Imam

ABSTRAK

IMAM. *Rancang Bangun Wireless Electrocardiogram (ECG) Berbasis IoT*
(dibimbing oleh Elyas Palantei dan Azran Budi Arief)

Bagian tubuh manusia yang paling penting untuk tetap terjaga adalah jantung. Detak jantung merupakan parameter yang menunjukkan aktivitas dan kesehatan jantung dari seseorang, yang dapat dimonitor menggunakan beberapa sensor sebagai pendeteksi dari aktivitas jantung. Maka pada penelitian ini penulis menggunakan 3 sensor yang dapat mendeteksi aktivitas jantung seseorang yakni, modul AD8232, *Pulse Heart Sensor*, dan Modul CJMCU-ADS1293. Dengan ketiga sensor tersebut masing – masing akan dibuat alat pendeteksi aktivitas jantung yang dihubungkan dengan modul mikrokontroler ESP32. ESP32 memiliki fitur *wifi & bluetooth*, maka monitor aktivitas jantung dapat dilakukan di mana saja dengan menerapkan konsep *Internet of Things*. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan prototipe dari 3 alat pendeteksi aktivitas jantung dengan 3 sensor yang berbeda, yang dapat memonitoring aktivitas jantung dari pengguna alat tersebut. Prototipe yang dirancang portable menggunakan baterai Li-Po sebagai daya alat dan *charger* modul sebagai pengisi daya, alat ini juga dilengkapi dengan layar TFT 3.5” sebagai penampil grafik dari hasil monitoring aktivitas jantung. Hasil pengujian menunjukkan ketiga alat dapat memonitoring jantung pengguna selama 5 menit, yang dimana hasil BPM rata – rata pada ketiga alat sebesar 80,8 BPM dimana nilai terendah sebesar 79 BPM dan tertinggi sebesar 85 BPM. Ketiga alat menggunakan daya sebesar 1,113 W hingga 1,948 W, dengan penggunaan daya terendah diperoleh dari alat ke-3 sebesar 1,113 – 1,239 W dengan daya baterai 14,8 Wh, maka waktu pemakaian alat ke-3 hingga mencapai 13,297 jam. Adapun dari ketiga alat ini telah dapat mengirimkan data *plotting* jantung yang dikirimkan via *bluetooth* ke penerima data menggunakan aplikasi *bluetooth graphics*.

Kata kunci: *BPM, Bluetooth, Aktivitas Jantung, ESP32, Sensor Pendeteksi Aktivitas Jantung*

ABSTRACT

IMAM. *Design and Build a Wireless Electrocardiogram (ECG) IoT Based*

(supervised by Elyas Palantei dan Azran Budi Arief)

The most important part of the human body to stay awake is the heart. Heart rate is a parameter that shows the activity and health of a person's heart, which can be monitored using several sensors as a detector of heart activity. So in this study the authors use 3 sensors that can detect a person's heart activity, namely, the AD8232 module, the Pulse Heart Sensor, and the CJMCU-ADS1293 module. With these three sensors, each heart activity detection device will be made using the ESP32 microcontroller module. The ESP32 has wifi & bluetooth features, so monitoring heart activity can be done anywhere by applying the concept of the Internet of Things. This study aims to produce a prototype of 3 heart activity detectors with 3 sensors that can monitor the heart activity of the user of the device. The prototype designed to be portable uses a Li-Po battery as a power tool and a charger module as a charger, this tool is also equipped with a 3.5" TFT screen as a graphic display of the results of heart activity monitoring. The results of the third test show that the device can monitor the user's heart for 5 minutes, where the average BPM result for the three devices is 80.8 BPM, where the lowest value is 79 BPM and the highest is 85 BPM. The three tools use 1,113 W to 1,948 W of power, with the lowest power usage obtained from the 3rd device of 1,113 – 1,239 W with a battery power of 14.8 Wh, so the 3rd tool usage time reaches 13,297 hours. Three of these devices have been able to send heart plotting data that is sent via bluetooth to a data receiver using a bluetooth graphics application.

Keywords: *BPM, Bluetooth, Cardiac Activity, ESP32, Cardiac Activity Detection Sensor*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Puji syukur peneliti panjatkan kepala Allah Subhanahu Wata'ala yang telah memberikan rahmat-Nya, kesehatan, petunjuk, serta kesabaran sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun *Wireless* Electrocardiogram (ECG) Berbasis IoT”. Peneliti menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam isi dari skripsi ini sehingga semua kritik dan saran akan sangat bermanfaat untuk penulis agar dapat lebih baik lagi dikemudian hari.

Pembuatan skripsi ini berdasarkan perkembangan dunia teknologi dan telekomunikasi yang semakin hari semakin pesat di dunia yang memanfaatkan IoT (*Internet of Things*). Tujuan penelitian skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat kelulusan pada Pendidikan Strata Satu (S1) Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Dalam penelitian skripsi ini, peneliti banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu peneliti mengucapkan terima kasih atas bantuan, dukungan, dan doanya. peneliti mengucapkan terima kasih antara lain kepada:

1. Kedua Orang tua, serta keluarga penulis yang tak pernah lelah memberikan dukungan, bantuan, dan doa.
2. Bapak Elyas Palantei, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku pembimbing 1 dan Bapak Azran Budi Arief, S.T., M.T. selaku pembimbing pembimbing 2 yang telah

memberikan bimbingan, saran, dukungan, dan motivasinya dalam penyusunan tugas akhir ini.

3. Ibu Merna Baharuddin, ST., M.Tel. Eng., Ph.D selaku penguji 1 dan Ibu Andini Dani Achmad, S.T., M.T. selaku penguji 2 yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyusunan tugas akhir ini.

4. Bapak/Ibu dosen dan staff Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah banyak memberikan ilmu yang tidak terbatas selama kuliah dan membantu untuk kelancaran proses penyusunan skripsi ini.

5. Teman-teman riset Laboratorium Antena dan Propagasi yang telah menjadi rekan seperjuangan, memberikan banyak pengalaman bersama, selalu berbagi kebahagiaan, berbagi waktu, dan selalu memberikan dukungan.

6. Teman-teman riset Laboratorium Telematika dan Laboratorim Telekomunikasi dan *Microwave* yang memberikan bimbingan dan saran serta memberikan banyak pengalaman.

Akhir kata peneliti mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu peneliti, serta peneliti berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi bahan masukan dalam dunia pendidikan.

Gowa, 21 Agustus 2022

Imam

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Tujuan Penelitian	3
I.4 Manfaat Penelitian	3
I.5 Batasan Masalah	4
I.6 Metode Penelitian	4
I.7 Sistematika Penulisan	5
BAB I: PENDAHULUAN	5
BAB II: TINJAUAN PUSTAKA	5
BAB III: PERANCANGAN SISTEM	6
BAB IV: PENGUJIAN DAN ANALISIS	6
BAB V: PENUTUP	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7

2.1 Jantung	7
2.1.1 Cara Kerja Jantung	7
2.1.2 Fungsi Jantung	8
2.1.3 Denyut Jantung	9
2.2 <i>Internet of Things</i>	10
2.3 Elektrokardiograf (EKG)	11
2.3.1 Indikasi EKG	12
2.4 Elektrode Transduser	12
2.4.1 <i>Surface Electrode</i> (Elektroda Permukaan)	13
2.5 Modul <i>Heart Rate Pulse Sensor</i>	14
2.6 Penguat Instrumentasi AD8232	17
2.7 CJMCU-ADS1293	18
2.8 Arduino IDE	20
2.9 ESP32	21
2.10 LCD TFT	23
2.10.1 Definisi LCD TFT	23
2.10.2 Prinsip operasi TFT-LCD	23
2.10.3 <i>Driver</i> ILI9488	24
2.11 <i>Photovoltaic</i> (PV)	26
2.11.1. Sel <i>Photovoltaic</i>	27
2.12 Sensor Suhu DS18B20	27
2.13 <i>Ubidots IoT Platform</i>	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
III.1 Jenis Penelitian	31
III.2. Tempat dan Waktu Penelitian	31

III.3. Spesifikasi Rancangan	31
III.4 Diagram Alir Perancangan	33
III.5 Diagram Blok	35
III.6 Prinsip Kerja Alat	37
III.7 Perancangan Alat	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1, Pembuatan Alat	43
4.2 Gambaran alat yang dibuat	44
4.3 Pengujian Alat	45
4.3.1 Pengujian jarak pengiriman data dan daya signal yang dipancarkan	45
4.3.1.1 Pengujian Pengiriman Data <i>Via Bluetooth</i>	46
4.3.2 Pengujian Sensor AD8232	48
4.3.3 Pengujian Sensor <i>Pulse heart</i>	50
4.3.4 Pengujian Sensor CJMCU-ADS1293	52
4.3.5 Tampilan Grafik Ketiga Alat Pada Web Ubidots	55
4.3.6 Hasil BPM dari ketiga alat	56
4.3.7 Perbandingan BPM Dari Ketiga Alat	56
4.3.8 Perbandingan Arus Dan Tegangan Dari Ketiga Alat	57
4.3.9 Perhitungan Daya <i>Charging Adapter Charger</i> dan Panel Surya	58
4.3.10 Perbandingan Daya Dari Ketiga Alat	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1. Kesimpulan	61
5.2. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Panduan BPM detak jantung normal dan maksimal	10
Tabel 2.2 Fitur Modul AD8232	17
Tabel 2.3 Spesifikasi ESP32	22
Tabel 3.1 Daftar Komponen	31
Tabel 4.1 Komponen – komponen alat	43
Tabel 4. 2 Kelengkapan alat yang telah dibuat	43
Tabel 4.3 Daya signal bluetooth	46
Tabel 4.4 Pengirim dan Penerima Data Via Bluetooth	46
Tabel 4.5 Arus dan Tegangan Pengujian Sensor AD8232	48
Tabel 4.6 Arus dan Tegangan Pengujian Sensor Pulse Heart	50
Tabel 4.7 Arus dan Tegangan Pengujian Sensor CJMCU-ADS1293	52
Tabel 4.8 Pengujian kondisi pengguna dari ketiga alat	56
Tabel 4.9 Perbandingan BPM ketiga alat	56
Tabel 4.10 Perbandingan Arus dan Tegangan	58
Tabel 4.11 Perbandingan Daya Alat	60
Tabel 4.12 Waktu Pemakaian Alat	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jantung dan signal ECG	2
Gambar 2.1 Jantung dan bagiannya	9
Gambar 2.2 Elektroda transduser	12
Gambar 2.3 Surface elektrode	13
Gambar 2.4 Rangkaian Ekuivalent Elektroda Permukaan	13
Gambar 2.5 Heart Rate Pulse Sensor	14
Gambar 2.6 Diagram Skematik heart rate pulse sensor	15
Gambar 2.7 Pemakaian Sensor pulse heart	15
Gambar 2.8 Modul AD8232	17
Gambar 2.9 Schematic Modul AD8232	18
Gambar 2.10 Modul CJMCU-ADS1293	18
Gambar 2.11 Arduino IDE	20
Gambar 2.12 ESP32 Pin Out	21
Gambar 2.13 Tampak Depan TFT ILI9488	23
Gambar 2.14 Tampak samping dan belakang TFT ILI9488	24
Gambar 2.15 Skema Photovoltaic	27
Gambar 2.16 Sensor suhu DS18B20	28
Gambar 2.17 Tampilan home ubidots	29
Gambar 3.1 Diagram alir tahapan perancangan wireless ECG	33
Gambar 3.2 Diagram blok dari ketiga alat	35
Gambar 3.3 Skematik Alat 1	39
Gambar 3.4 Skematik Alat 2	39
Gambar 3.5 Skematik Alat 3	39
Gambar 3.6 Diagram alir alat 1, 2 & 3	40
Gambar 3.7 Denah bangunan pengujian signal bluetooth	42
Gambar 4.1 Gambaran Alat 1	44
Gambar 4.2 Gambaran Alat 2	44
Gambar 4.3 Gambaran Alat 3	44
Gambar 4.4 Gambaran kekuatan signal bluetooth wireless ECG	45
Gambar 4.5 Segitiga Einthoven	48

Gambar 4.6 Grafik AD8232 menit 1	48
Gambar 4.7 Grafik AD8232 menit 2	48
Gambar 4.8 Grafik AD8232 menit 3	49
Gambar 4.9 Grafik AD8232 menit 4	49
Gambar 4.10 Grafik AD8232 menit 5	49
Gambar 4.11 Grafik AD8232 pada penerima via bluetooth	49
Gambar 4.12 Penggunaan pulse heart sensor	50
Gambar 4.13 Grafik Pulse Heart menit 2	50
Gambar 4.14 Grafik Pulse Heart menit 1	50
Gambar 4.15 Grafik Pulse Heart menit 4	51
Gambar 4.16 Grafik Pulse Heart menit 3	51
Gambar 4.17 Grafik Pulse Heart menit 5	51
Gambar 4.18 grafik pulse heart pada penerima via bluetooth	52
Gambar 4.19 Pemasangan elektroda untuk ADS1293	52
Gambar 4.20 Grafik ADS1293 menit 1	53
Gambar 4.21 Grafik ADS1293 menit 2	53
Gambar 4.22 Grafik ADS1293 menit 3	53
Gambar 4.23 Grafik ADS1293 menit 4	53
Gambar 4.24 Grafik ADS1293 menit 5	53
Gambar 4.25 Grafik ADS1293 pada penerima via bluetooth	54
Gambar 4.26 Tampilan Grafik alat 1 & 2 pada Web Ubidots	55
Gambar 4.27 Tampilan Grafik alat 3 pada Web Ubidots	55
Gambar 4.28 Grafik BPM selama 5 menit ketiga alat	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Program Arduino untuk alat 1	67
Lampiran 2 Program Arduino untuk alat 2	74
Lampiran 3 Program Arduino untuk alat 3	78
Lampiran 4 Desain 3D Cover Alat Wireless ECG	87
Lampiran 5 Ukuran Dimensi Desain Cover Alat	87
Lampiran 6 Spesifikasi ILI9488	88
Lampiran 7 Hasil alat yang telah dibuat	89

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
Baterai Li-Po	Baterai Lithium Polimer yang bersifat cair
BPM	<i>Beats Per minute</i> , denyut persatuan menit
A	Satuan arus listrik Ampere
V	Satuan tegangan listrik Volt
IoT	<i>Internet of Things</i>
TFT	Thin-film Transistor
ECG/EKG	Elektrokardiograf
Z	Satuan Impedansi
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
PPG	<i>Photoplethysmogram</i>
IR	Infrared, Inframerah
V _{cc}	<i>Voltage Colector, Bipolar Transistor Source Voltage</i>
V _{out}	<i>Output Voltage</i>
DC	<i>Direct Current</i>
AC	<i>Alternating Current</i>
R	Simbol Resistor
C	Simbol Kapasitor
Hz	Satuan frekuensi Hertz
mV	Satuan tegangan millivolt
mW	Satuan daya milliwatt
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
WLAN	Wireless Local Area Network
ADC	Analog Digital Converter
DAC	Digital Analog Converter
PWM	Pulse Width Modulation
UART	<i>Universal asynchronous receiver-transmitter</i>
I2C	<i>Inter-Integrated Circuit</i>
I2S	<i>Inter-IC Sound</i>

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
SPI	<i>Serial Peripheral Interface</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
SRAM	<i>Static Random Access Memory</i>
GPIO	<i>General-Purpose Input/Output</i>
RGB	<i>Red Green Blue, Warna dasar layar</i>
DBI	<i>Display Bus Interface</i>
DPI	<i>Display Pixel Interface</i>
DSI	<i>Display Serial Interface</i>
Vdd	<i>Voltage Drain, Unipolar Transistor Drains Voltage</i>
OTP	<i>One Time Password</i>
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>
PV	<i>Photovoltaic</i>
ID	<i>Identity Document</i>
GND	<i>Ground</i>
°C	<i>Satuan Suhu Celsius</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
HTTPS	<i>Hypertext Transfer Protocol Secure</i>
SSL	<i>Secure Socket Layer</i>

BAB I

PENDAHULUAN

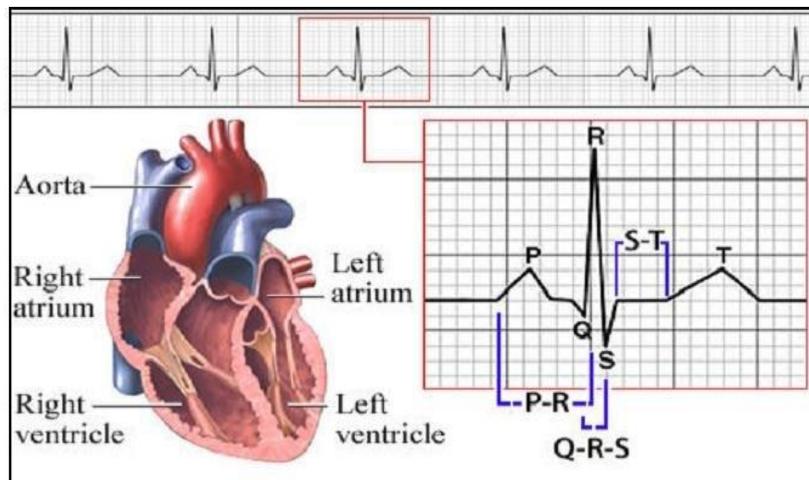
I.1 Latar Belakang

Sistem kesehatan masyarakat Indonesia yang diterapkan di rumah sakit selama ini masih dilakukan secara manual. Staf medis secara langsung dan teratur memantau kondisi pasien penyakit jantung 24 jam sehari, dan secara manual mengumpulkan data kondisi pasien rawat inap. Situasi ini akan mengurangi efisiensi penanganan dan pemantauan keadaan darurat. Masalah selanjutnya adalah jika tidak ditangani dengan cepat, kondisi pasien dapat memburuk. Sehingga diperlukan suatu sistem yang dapat memonitor aktivitas jantung secara real time.

Saat ini, cara paling umum untuk mendeteksi penyakit atau kelainan jantung adalah dengan menggunakan elektrokardiogram (EKG). Elektrokardiogram adalah alat diagnostik yang digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas listrik jantung dalam bentuk grafik, merekam perubahan listrik jantung, dan kemudian menghubungkannya dengan waktu. Gelombang sinyal EKG kemudian ditampilkan gelombang, biasanya disebut gelombang P, QRS, dan T. Fungsinya dapat dilihat pada Gambar 1.1 untuk memperkirakan adanya hipertrofi jantung/atrium dan ventrikel, serta efek obat jantung (Halomoan, 2013). Biasanya sinyal elektrokardiogram yang dihasilkan oleh elektroda ditampilkan pada layar osiloskop. Namun, seiring waktu, Anda dapat melihat sinyal EKG yang terdeteksi dalam banyak cara. Salah satunya adalah menampilkan sinyal EKG pada monitor PC/notebook. Hal ini memudahkan untuk mengidentifikasi sinyal EKG dan juga membantu para ahli atau peneliti untuk lebih memproses data sinyal EKG tersebut.

Adapun potensi dalam penggunaan *Internet of Things* (IoT) yang dapat digunakan di gedung-gedung untuk mengontrol perangkat elektronik seperti lampu ruangan. Perangkat elektronik ini dapat dikendalikan dari jarak jauh melalui jaringan komputer. Tidak dapat dipungkiri bahwa kemajuan teknologi yang pesat harus digunakan, diteliti dan diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Contohnya adalah perkembangan teknologi yang dapat digunakan dengan adanya koneksi

internet, dimana perangkat elektronik seperti lampu ruangan dapat diakses, yang dapat dioperasikan secara *online* melalui telepon genggam.



Gambar 1.1 Jantung dan signal ECG
(Sumber: <https://prezi.com>)

Hal ini memudahkan pengguna untuk memantau atau mengontrol lampu kapan saja dan di mana saja, dan menunjukkan bahwa lokasi penerapan teknologi *remote control* memiliki jaringan internet yang memadai. Sistem kendali jarak jauh memungkinkan pengguna untuk dengan mudah mengontrol lampu bangunan di kejauhan (Efendi, 2018).

Pada saat ini, sudah banyak yang melakukan pembuatan *Wireless ECG*, maka dari itu pada penelitian ini hanya memfokuskan yakni membandingkan 3 sensor yang dimana 2 dari 3 sensor telah sering digunakan dalam pembuatan *Wireless ECG* yakni modul AD8232 yang menggunakan 3 elektroda dengan *Pulse heart Sensor*, maka dari itu pada penelitian ini akan menggunakan 1 sensor yang masih jarang digunakan Dalam penelitian mengenai *Wireless ECG* yakni sensor CJMCU – ADS1293 yang menggunakan 6 Elektroda. Hal – hal yang ingin dicapai pada perbandingan ini yaitu:

- Memnbandingkan konsumsi daya pada ketiga alat.
- Membandingkan grafik yang dihasilkan oleh ketiga sensor.
- Membandingkan kinerja pengiriman data *via bluetooth* pada ketiga sensor

Maka dengan latar belakang tersebut, dimungkinkan untuk memiliki sistem yang dapat memonitoring detak jantung dari pengguna alat secara wireless, serta diharapkan dari ketiga sensor yang akan dibuat tidak memiliki perbedaan yang signifikan Dalam menampilkan grafik plotting jantung.

I.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah ECG yang dirancang dapat menggambarkan aktivitas listrik jantung?
2. Apakah hasil atau output berupa pola sinyal jantung dapat terlihat pada layar alat (TFT 3.5”), Serta penerima data *via bluetooth* dan web ubidots?
3. Apakah ECG yang dirancang dapat menunjukkan bahwa jantung pengguna normal atau tidak normal?
4. Apakah data BPM atau sinyal *plotting* jantung yang dihasilkan ketiga alat ini memiliki hasil yang sama?

I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan di atas, tujuan dari studi untuk skripsi ini adalah untuk membuat sistem yang dapat memantau kondisi jantung seseorang secara wireless. dapat menunjukkan bahwa aktivitas pengguna dari alat ini memiliki jantung yang normal atau tidak normal.

I.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini akan bermanfaat bagi beberapa pihak. Manfaat penelitian ini dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
 - Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi perkembangan IoT dan Biomedis.
 - Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya basis pengetahuan khususnya di bidang IoT dan Biomedis.
 - Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan acuan bagi peneliti sejenis di masa yang akan datang.

2. Keunggulan Praktis

- Bagi mahasiswa
hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan informasi dan untuk memperluas pemahaman tentang *Internet of Things* (IoT) maupun Biomedis
- Bagi peneliti dan pembaca
penelitian ini dapat memberikan pengetahuan dan pengalaman untuk memberikan pemahaman yang lebih luas mengenai pemanfaatan IoT dalam kesehatan.
- Bagi Masyarakat
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi masyarakat mengenai makna IoT dan kegunaannya dalam kegiatan sehari – hari salah satunya yakni Kesehatan.

I.5 Batasan Masalah

1. Pembuatan alat monitoring denyut jantung ini menggunakan ESP32 dengan CJMCU-ADS1293 dan modul AD8232.
2. Pada kedua sensor yakni AD8232 serta CJMCU-ADS1293 menggunakan elektroda yang akan ditempelkan pada tubuh pengguna sesuai dengan titik letak. Sedangkan untuk sensor *Pulse heart* sensor menggunakan jari telunjuk.
3. Desain ini membutuhkan koneksi internet serta *bluetooth*.
4. Hasil atau output ditampilkan di TFT 3.5” ILI19488, server jaringan web ubidots, serta monitor.

I.6 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam persiapan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. studi literatur
untuk memperkuat gagasan dan ide, studi literatur pada sensor dan mikrokontroller. Literatur digunakan berupa buku – buku, baik item dari

Internet dan Majalah dan penelitian penelitian dan eksperimen yang telah dibuat sebelumnya.

2. Produksi perangkat keras (perangkat keras)
merakit semua komponen dalam sirkuit terintegrasi agar siap untuk diuji.
3. Desain perangkat lunak (perangkat lunak)
membuat program yang kemudian akan dimasukkan dalam mikrokontroler untuk memproses data untuk menerima dan ditampilkan di layar.
4. Pengujian sistem
Dari pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui bahwa kinerja dari alat yang telah dirancang ini baik dari perangkat lunak maupun perangkat keras sesuai dengan yang diharapkan. Tahap pengujian ini dilakukan dengan menguji masing – masing alat untuk mengetahui apakah alat tersebut sesuai dengan perencanaan.
5. Penyusunan laporan
Penyusunan laporan dilakukan setelah setiap dari tahap – tahap telah terselesaikan sehingga diperoleh hasil dari pembuatan sistem dijelaskan dengan rinci dari beberapa pengujian yang telah dilakukan.

I.7 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan proposal skripsi, untuk membuat proposal dengan struktur yang sistematis, digunakan sistem penulisan sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang, tujuan, metode dan sistem penulisan proposal.

BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan uraian teori-teori pendukung yang bersifat mendasar, relevan, dan terkait dengan permasalahan yang dihadapi dalam melakukan penelitian.

BAB III: PERANCANGAN SISTEM

Bab ini berisi tentang metode, perencanaan, dan sistem kerja dari alat yang akan dirancang oleh penulis

BAB IV: PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini berisi pengujian blok dan pengujian menyeluruh dari alat yang dirancang, dan menganalisis hasil pengujian untuk mencapai kesimpulan.

BAB V: PENUTUP

Bab ini merupakan bab terakhir dari laporan skripsi yang berisi tentang Kesimpulan dan saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jantung

Jantung adalah organ berotot, berbentuk kerucut, berongga, dengan bagian bawah di bagian atas dan ujung di bagian bawah. Puncak (puncak) miring ke kiri. Jantung memiliki berat sekitar 200 - 425 gram. Agar jantung berfungsi sebagai pompa yang efektif, otot jantung, bilik atas dan bawah harus berkontraksi secara bergantian. Detak jantung atau kerja pompa tentu saja dikendalikan oleh “pengatur ritme”. Ini terdiri dari kelompok yang disebut nodus sinoatrial, yang terletak di dinding atrium kanan. Pulsa listrik ditransmisikan dari nodus sinus ke dua atrium, menyebabkan keduanya berkontraksi pada saat yang bersamaan. Arus ini kemudian ditransmisikan ke dinding ruang, menyebabkan ruang berkontraksi pada saat yang bersamaan. Fase kontraksi disebut fase sistolik. Sebelum denyut berikutnya tiba, fase ini diikuti oleh fase relaksasi singkat sekitar 0,4 detik, yang disebut fase diastolik. Ketika jantung berelaksasi, nodus sinoatrial menghasilkan 60 sampai 72 denyut per menit. Pembangkitan impuls ini juga dikendalikan oleh bagian dari sistem saraf yang disebut sistem saraf otonom, yang bertentangan dengan keinginan kita. Sistem kelistrikan bawaan inilah yang menghasilkan kontraksi berirama dari otot jantung yang disebut detak jantung (N. Y. Anggraini et al., 2020)

2.1.1 Cara Kerja Jantung

Saat jantung berdetak, setiap ventrikel berelaksasi. Hal ini menyebabkan ventrikel terisi darah (diastol). Ketika jantung berkontraksi (berkontraksi), darah dipompa keluar. Atrium kanan dan atrium kiri berelaksasi dan berkontraksi secara bersamaan. Ventrikel kiri dan kanan berkontraksi dan berelaksasi secara bersamaan. Darah yang kaya oksigen dari paru-paru memasuki jantung melalui vena pulmonalis (paru-paru) dan mencapai atrium kiri. Ketika atrium kiri berkontraksi, darah memasuki ventrikel kiri melalui katup mitral. Ketika ventrikel kiri berkontraksi dan katup aorta terbuka, katup mitral menutup. Selain itu, darah yang kaya oksigen beredar ke seluruh tubuh (N. Y. Anggraini et al., 2020). Darah

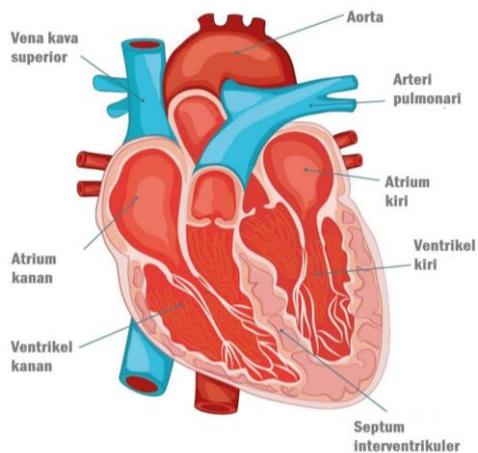
yang terkontaminasi kaya karbon dioksida memasuki atrium kanan tubuh melalui vena cava (vena terbesar). Darah dari atrium kanan kemudian dipaksa masuk ke ventrikel kanan. Darah mengalir dari ventrikel kanan melalui katup pulmonal ke arteri pulmonalis, dan kemudian diangkut oleh paru-paru. Darah mengalir melalui pembuluh darah yang sangat kecil di sekitar alveoli untuk menyerap oksigen dan melepaskan karbon dioksida. Darah teroksigenasi mengalir ke atrium kiri melalui vena pulmonalis. Sirkulasi pulmonal adalah sirkulasi darah antara sisi kanan jantung, paru-paru dan atrium kiri (Rifali & Irmawati, 2019). Darah kemudian mengalir dari ventrikel kiri ke ventrikel kiri, dan selanjutnya didistribusikan ke seluruh tubuh melalui aorta. Darah dalam tubuh manusia didistribusikan melalui pembuluh darah tubuh manusia, yang juga disebut sirkulasi darah tertutup. Darah manusia juga disebut sirkulasi ganda, karena darah mengalir melalui jantung dua kali dalam setiap siklus. Peredaran darah ganda terdiri dari:

1. Sistem peredaran darah magna adalah sirkuit darah yang mengalir dari ventrikel kiri ke seluruh tubuh (kecuali paru-paru) dan kembali ke jantung, ventrikel kanan.
2. Aliran darah kecil (sirkuit Parva) adalah darah yang mengalir dari ventrikel kanan ke paru-paru dan kembali ke jantung melalui ventrikel kiri.

2.1.2 Fungsi Jantung

Secara umum, fungsi utama jantung adalah memompa darah ke seluruh tubuh dan mengumpulkannya kembali setelah paru-paru dibersihkan. Artinya fungsi jantung manusia adalah untuk memompa darah bagi manusia sebagai alat atau organ. Pada saat ini, jantung menyediakan oksigen darah yang cukup dan beredar ke seluruh tubuh untuk memurnikan metabolit (karbon dioksida) dalam tubuh (Putri & Widianoro, 2020).

Untuk melakukan fungsi ini, jantung mengumpulkan darah terdeoksigenasi dari seluruh tubuh, dan kemudian memompanya ke paru-paru saat darah jantung menyerap oksigen dan membuang karbon dioksida. Di jantung, darah kaya oksigen dipompa dari paru-paru ke jaringan tubuh.



Gambar 2.1 Jantung dan bagiannya

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

2.1.3 Denyut Jantung

Detak jantung optimal untuk setiap orang tergantung pada waktu detak jantung diukur (saat istirahat atau setelah latihan). Perubahan detak jantung sesuai dengan jumlah oksigen yang dibutuhkan tubuh pada saat itu. Denyut jantung atau denyut nadi merupakan tanda penting dalam bidang medis, dan dapat digunakan untuk menilai kesehatan seseorang dengan cepat atau memahami kesehatan seseorang secara keseluruhan. Denyut jantung istirahat normal orang dewasa yang sehat adalah sekitar 60-100 denyut per menit (bpm) (N. Y. Anggraini et al., 2020).

Secara umum, jika Anda memiliki detak jantung yang lebih rendah saat istirahat, ini menunjukkan bahwa fungsi jantung Anda lebih efektif dan kesehatan kardiovaskular Anda lebih baik. Laskowski menambahkan banyak faktor yang mempengaruhi detak jantung seseorang, yaitu aktivitas fisik atau kesehatan, suhu lingkungan, postur tubuh (berbaring atau berdiri), tingkat suasana hati, tinggi badan, dan obat yang diminum. Anda dapat mengukur detak jantung Anda dengan mengukur denyut nadi Anda di rumah. Letakkan jari telunjuk dan jari tengah di pergelangan tangan atau tiga jari di sisi leher (Suci, 2018). Saat Anda merasakan denyut nadi Anda, periksa arloji untuk menghitung detak jantung selama 15 detik. Kalikan hasilnya dengan empat, dan kemudian Anda mendapatkan detak jantung Anda per menit. Berikut ini adalah detak jantung normal manusia pada berbagai usia:

Tabel 2.1 Panduan BPM detak jantung normal dan maksimal

Usia	Detak/Menit
1 bulan	70-190
1-11 bulan	80-160
1-2 tahun	80-130
3-4 tahun	80-120
5-6 tahun	75-115
7-9 tahun	70-110
>10 tahun	60-100

Sumber: Anggraini et al., (2020)

Detak jantung seseorang juga dipengaruhi oleh usia dan tingkat aktivitas. Olahraga atau aktivitas fisik dapat meningkatkan detak jantung, tetapi jika jumlahnya terlalu tinggi atau melebihi batas kesehatan, itu bisa berbahaya. Untuk mendapatkan nilai detak jantung maksimum, angka 220 dikurangi dari usia. Misalnya, jika dia berusia 50 tahun, jumlah maksimum ketukan per menit adalah 170. Melalui tes sederhana ini, seseorang dapat mengetahui apakah detak jantungnya normal. Ini juga membantu deteksi dini ada tidaknya penyakit kardiovaskular (Halomoan, 2013).

2.2 *Internet of Things*

Internet of Things pertama kali diperkenalkan pada tahun 1999 oleh Kevin Ashton. Teori IoT diperkenalkan 22 tahun yang lalu, hingga hari ini belum ada konsensus global tentang IoT. Secara umum, konsep IoT adalah kemampuan untuk menghubungkan atau menghubungkan objek pintar dan memungkinkan mereka untuk berinteraksi dengan objek lain. Lingkungan atau dengan perangkat komputasi pintar lainnya melalui Internet. Dengan adanya IoT membuat kehidupan manusia jauh lebih nyaman dan berdampak besar di bidang domestik seperti aplikasi rumah dan mobil pintar. Dan dari sudut pandang pengguna bisnis, IoT sangat berpengaruh 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, 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 di 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* (Hariyanto et al., 2020).

2.3 Elektrokardiograf (EKG)

Elektrokardiograf (EKG) adalah alat diagnostik yang digunakan untuk mendeteksi aktivitas listrik jantung dalam bentuk grafik yang mencatat perubahan potensial listrik jantung dari waktu ke waktu. Einthoven memelopori penggunaan elektrokardiogram pada tahun 1903 menggunakan galvanometer. Galvanometer senar ini merupakan instrumen yang sangat sensitif yang dapat merekam perbedaan kecil pada tegangan jantung (milivolt) (Wijaksana Isma et al., 2020).

EKG merupakan salah satu 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

dihasilkan dari depolarisasi sel otot jantung tunggal sangat kecil, depolarisasi simultan sekelompok besar otot jantung dapat menghasilkan potensial listrik yang dapat diukur di luar tubuh dalam millivolt (Wijaksana Isma et al., 2020). Saraf dan otot jantung dapat dianggap sebagai sumber kekuatan untuk dada dan perut. Jelas, tidak mungkin mengukur produksi listrik jantung secara langsung. Informasi diagnostik diperoleh dengan mengukur perbedaan potensial listrik yang dihasilkan oleh jantung di berbagai titik di permukaan tubuh.

2.3.1 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 dalam 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

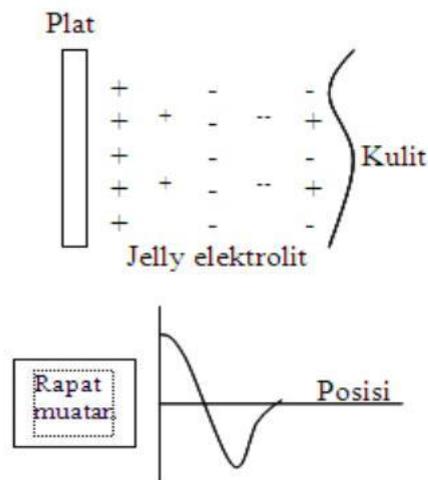
2.4 Elektrode Transduser

Sensor pada alat kesehatan sangat penting karena bersentuhan langsung dengan pasien. Dalam beberapa kasus, fungsi transduser adalah mengubah parameter fisiologis menjadi tegangan. Itu harus cukup besar untuk diproses secara akurat oleh peralatan elektronik.



Gambar 2.2 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 (Cahyono, 2016).

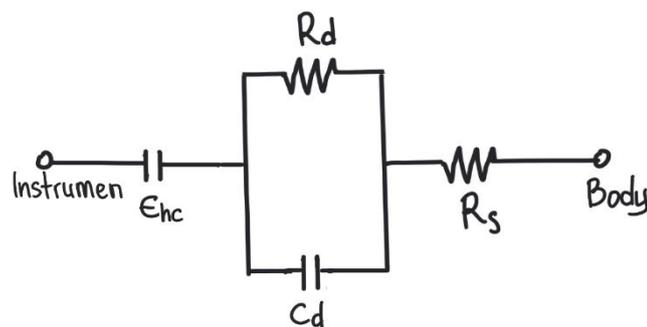


Gambar 2.3 *Surface elektrode*

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

2.4.1 *Surface Electrode (Elektroda Permukaan)*

Elektroda jenis ini terdiri dari pelat logam yang dilapisi dengan cairan elektrolit. Terkadang elektroda terdiri dari pelat logam, yang terpisah dari permukaan tubuh oleh isolator untuk membentuk pasangan kapasitor (Zhang & Hoshino, 2008).



Gambar 2.4 Rangkaian Ekuivalent Elektroda Permukaan

Sumber: Pribadi

Potensi elektroda jenis 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 kapasitor, dengan satu sisi bermuatan negatif dan sisi lainnya bermuatan positif. Oleh karena itu rangkaian ekuivalen termasuk kapasitor C_d . Distribusi muatan ini juga menghasilkan potensial yang disebut potensial setengah sel Ehc. Resistansi bocor R_d dihubungkan secara paralel dengan kapasitor ekuivalen. Resistor R_s yang dihubungkan secara seri pada rangkaian ekuivalen menyatakan cairan elektrolit dalam keadaan keseimbangan muatan (Blanc & Dimanico, 2014). Gambar 2.4 menunjukkan susunan diagram rangkaian ekuivalen dari komponen-komponen ini. dari rangkaian ekuivalen ini adalah:

$$Z = R_s + \frac{R_d}{1 + 2\pi \cdot f \cdot C_d \cdot R_d} \quad (\text{Persamaan 2.1})$$

Nilai Z impedansi di atas memberikan gambaran yang akurat tentang kinerja elektroda permukaan. Penting juga untuk dicatat bahwa impedansi ini adalah fungsi dari frekuensi, yang berarti bahwa nilai impedansi dari semua nilai komponen tetap tergantung pada nilai frekuensi sinyal (Cahyono, 2016)

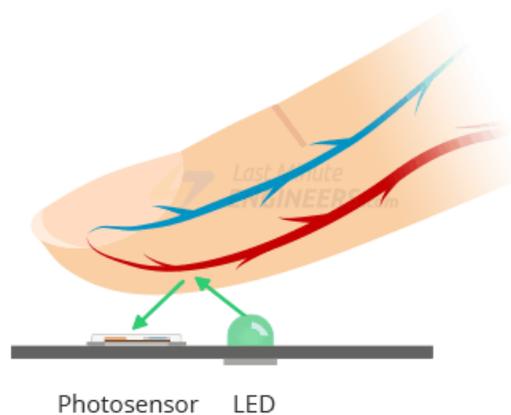
2.5 Modul *Heart Rate Pulse Sensor*

Modul sensor denyut jantung pada dasarnya menggunakan prinsip fungsional photoplethysmography, metode optik yang relatif sederhana dan murah untuk deteksi non-invasif perubahan volume darah setiap denyut dalam jaringan pembuluh darah (Rachmat & Ambaransari, 2018). Bentuk fisik dari sensor denyut jantung ditunjukkan pada gambar 2.5 di bawah ini:

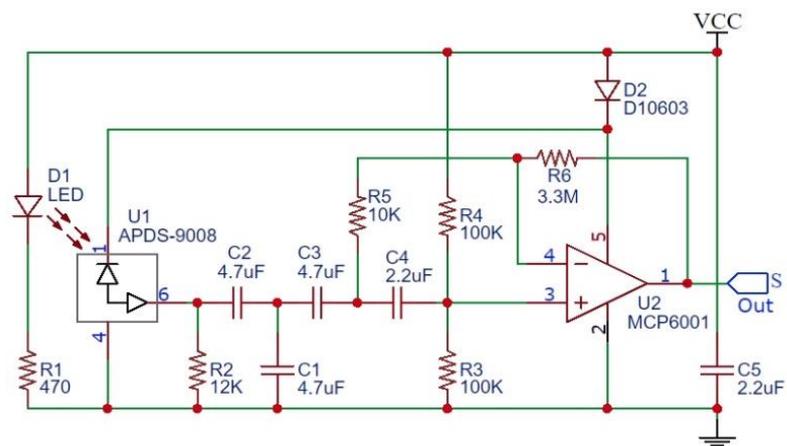


Gambar 2.5 Heart Rate Pulse Sensor

Muka sensor ini menempel pada jari untuk mendeteksi detak jantung pasien atau peserta. Berbagai fungsi komponen dibangun ke dalam modul sensor ini, yaitu sensor infra merah, detektor cahaya, rangkaian filter, rangkaian penguat sinyal, dan komponen pelindung rangkaian. Diagram skematik sederhana dari modul ini ditunjukkan pada gambar 2.6 berikut:



Gambar 2.7 Pemakaian Sensor pulse heart
(Sumber: <https://ejurnal.itenas.ac.id>)



Gambar 2.6 Diagram Skematik heart rate pulse
(Sumber: <https://easyeda.com>)

Sinyal yang dihasilkan oleh sensor menciptakan gelombang yang disebut photoplethysmogram (PPG). PPG dalam dunia medis digunakan untuk mengukur

frekuensi pernafasan (*breathing*) dan detak jantung (*heart rate*). Saat jantung memompa darah ke seluruh tubuh, setiap detak disertai dengan gelombang kejut seperti pulsa yang merambat melalui arteri ke kapiler di tangan (jari) tempat sensor berada. Fotodiode yang telah diintegrasikan ke dalam komponen APDS 9008 digunakan oleh sebagai penerima gelombang cahaya yang dipancarkan oleh inframerah (IR).

Metode untuk mengukur detak jantung pada urat jari pada sistem ini adalah menggunakan metode refleksi, dimana IR sebagai sumber cahaya dipasangkan secara paralel dengan fotodiode sebagai sensor cahaya (Rachmat & Ambaransari, 2018). Sinyal atau perubahan yang diterima oleh fotodiode merupakan pantulan dari cahaya inframerah. Photodiode mengubah intensitas cahaya yang diterima menjadi arus listrik. Ukuran cahaya yang diterima didasarkan pada pantulan cahaya inframerah yang dipancarkan dari pembuluh darah di jari.

Arus listrik yang dihasilkan oleh komponen APDS9008 kemudian diubah menjadi tegangan listrik pada titik TP0 dengan hambatan $12k\Omega$, tegangan ini disaring untuk menghilangkan tegangan DC dan diturunkan menggunakan kapasitor C1 dan C2. Sinyal ini kemudian dihubungkan ke rangkaian diferensiasi opamp dengan frekuensi *cutoff* 3,38 Hz yang dibangkitkan oleh kapasitor C3 dan R5. Rangkaian diferensial ini bertindak sebagai pembeda ketika frekuensi sinyal input pada TP1 lebih kecil dari frekuensi *cutoff*, atau rangkaian bekerja sebagai penguat pembalik ketika frekuensi sinyal input pada TP1 lebih besar dari frekuensi *cutoff*. Sinyal pada TP1 kemudian dihubungkan ke komponen C4 dan resistor R3 untuk disaring kembali dengan frekuensi *cutoff* 0,72Hz. Dengan kata lain rangkaian ini menyaring sinyal sesuai dengan detak jantung manusia pada umumnya, yaitu sekitar 43 hingga 200 denyut per menit (bpm). Komponen resistor R3 dan R4 juga bertindak sebagai pembagi tegangan untuk untuk membiaskan sinyal TP1 sehingga memiliki sinyal dengan tegangan *offset* setengah dari tegangan suplai yang diberikan (Vcc). Sinyal tersebut kemudian dikondisikan dengan rangkaian pembeda penguat sesuai dengan frekuensi sinyal input yang mengalir ke dalam rangkaian tersebut. Ketika rangkaian diferensiasi ini bertindak sebagai penguat, ia

menciptakan penguat pembalik dengan penguatan 330 kali (Yuri & Joel, 2018). Tegangan keluaran (V_{out}) modul merupakan level tegangan DC yang memenuhi persyaratan untuk pasca-pemrosesan modul pemrosesan sinyal ADC dan kemudian dikirimkan ke mikrokontroler ESP32.

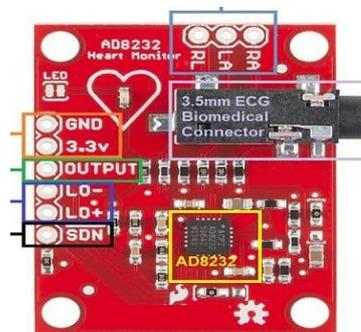
2.6 Penguat Instrumentasi AD8232

AD8232 adalah kit modul SparkFun, yang secara khusus digunakan untuk mengukur aktivitas listrik jantung. Aktivitas listrik ini dapat diklasifikasikan sebagai sinyal elektrokardiogram jantung. Terdapat penguat operasional pada rangkaian modul AD8232 ini, yang dapat membantu untuk mendapatkan sinyal yang jelas dari interval PR dan QT (Wijaksana Isma et al., 2020).

AD8232 adalah modul pengkondisian sinyal terintegrasi untuk EKG dan aplikasi pengukuran biopotensial lainnya. Ini dirancang untuk mengekstrak, memperkuat, dan menyaring sinyal biopotensial kecil.

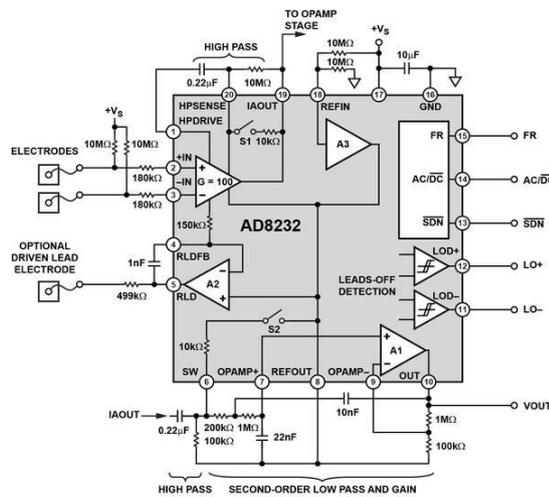
Tabel 2.2 Fitur Modul AD8232

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



Gambar 2.8 Modul AD8232

(Sumber: <https://how2electronics.com>)

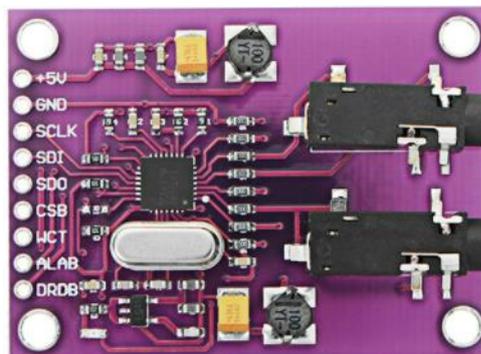


Gambar 2.9 Schematic Modul AD8232

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

2.7 CJMCU-ADS1293

CJMCU-ADS1293 merupakan sebuah papan elektronika yang mengintegrasikan modul ADS1293 menjadi sebuah modul yang siap dihubungkan ke elektronika lainnya menggunakan sambungan *library* yang sesuai dengan modul yang dibutuhkan, ADS1293 memungkinkan pembuatan sistem perangkat medis yang dapat diskalakan secara signifikan mengurangi ukuran, kinerja, dan biaya keseluruhan. ADS1293 memiliki 3 saluran resolusi tinggi. Hal ini dapat beroperasi pada maksimum 25,6 ksp/s (ADS1293 Measurements, 2013).



Gambar 2.10 Modul CJMCU-ADS1293

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

Saluran apa saja dapat diprogram secara independen untuk kekhususan Kecepatan sampel dan *bandwidth* yang dioptimalkan pengguna.

Konfigurasi daya dan kinerja. Semua masukan pin termasuk filter EMI dan dapat ditransfer setiap saluran melalui sakelar perutean yang fleksibel. Fleksibel perutean juga memungkinkan deteksi dini independen. Penggerak kaki kanan dan referensi Wilson / Gold Burger hasilkan perangkat tanpa menghubungkan kembali hubungan ke luar. Saluran keempat memungkinkan luar Deteksi kecepatan analog untuk aplikasi yang tidak digunakan Deteksi kecepatan digital. ADS1293 berisi alarm diagnosis diri sistem yang mendeteksi kapan sistem akan keluar rentang kondisi operasi. Insiden seperti itu akan dilaporkan untuk tanda kesalahan. Status keseluruhan dari peringatan kesalahan adalah: Ini dapat digunakan sebagai sinyal pin ALARM B khusus. Perangkat ini dikemas dalam ukuran 5mm x 5mm x 0.8mm. LLP28 pin. Kisaran suhu operasi adalah 20°C hingga 85°C (*ADS1293 Low-Power AFE for Biopotential Measurements*, 2013).

2.7.1 Fitur ADS1293

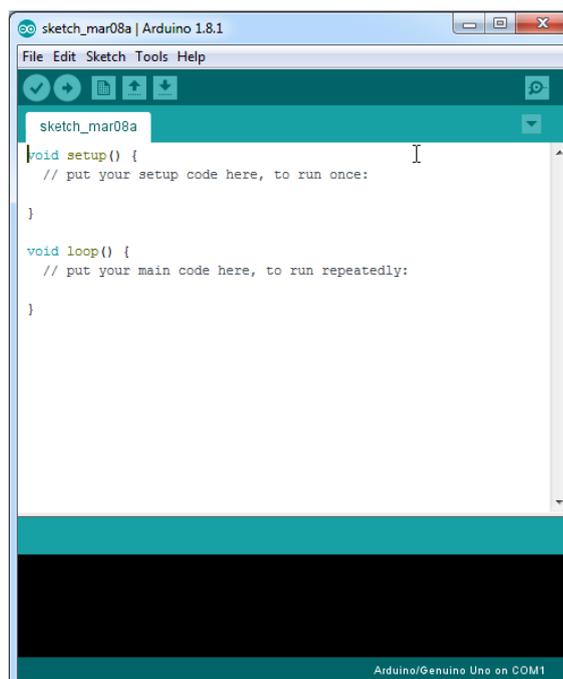
- EKG digital 3 sadapan resolusi tinggi *Output* kecepatan simultan
- Masukan tambahan EMI
- Konsumsi daya rendah: 0.3mW / saluran
- Suara referensi masukan: 7 V_{pp} (*bandwidth* 40 Hz)
- Arus bias masukan: 175pA
- Kecepatan data: hingga 25,6 ksps
- Rentang tegangan input *diferensial*: ± 400 mV
- Tegangan catu daya analog: 2,7 V hingga 5,5 V
- Tegangan suplai I/O digital: 1,65V hingga 3,6V
- Penguat penggerak kaki kanan
- Deteksi arus searah AC dan DC
- Terminal Wilson dan Gold Burger
- Pin ALARMB untuk diagnostik berbasis interupsi
- Osilator dan referensi bawaan
- Mode mati dan siaga yang fleksibel

2.7.2 Penggunaan ADS1293

- Pembacaan EKG portabel 1/2/3/5/6/7/8/12
- Pantau tanda vital pasien: *halter*, kejadian, Stres dan *telemedicine*
- *Defibrilator* eksternal otomatis
- Latihan dan kebugaran (denyut jantung dan EKG)

2.8 Arduino IDE

IDE (*Integrated Development Environment*) adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi chip tunggal. Dimulai dengan menulis program sumber, mengkompilasi, mengunggah hasil kompilasi, dan menguji terminal port serial. Arduino IDE lihat gambar 2.11.



Gambar 2.11 Arduino IDE

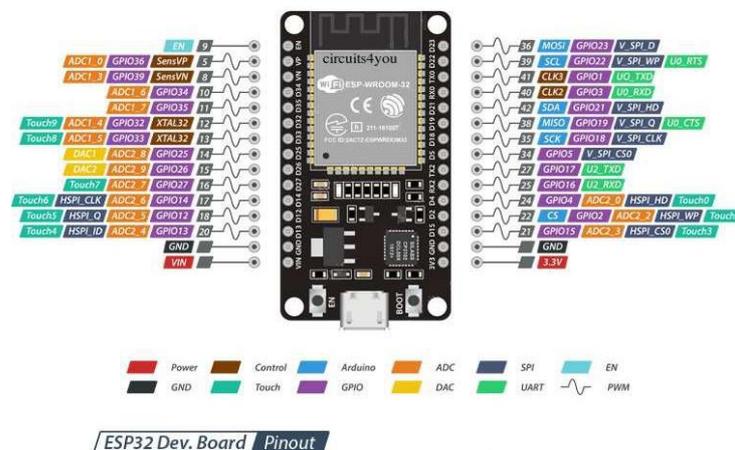
Sumber: Pribadi

Ikon menu verifikasi dengan tanda centang digunakan untuk memeriksa apakah ada masalah atau kesalahan pada program yang ditulis (Sinuarduino, 2016).

- Simbol menu *upload* dengan panah menunjuk ke kanan digunakan untuk memuat/memindahkan program yang dibuat dalam perangkat lunak Arduino ke perangkat keras Arduino.
- Simbol menu *New* mewakili selembar kertas, yang digunakan untuk membuat halaman baru dalam pemrograman.
- Simbol menu buka dengan panah atas digunakan untuk membuka program yang disimpan atau membuka program yang dibuat oleh produsen perangkat lunak Arduino.
- Simbol menu "Simpan" dengan panah bawah digunakan untuk menyimpan program yang dibuat atau diubah.
- Simbol menu serial monitor dengan kaca pembesar digunakan untuk mengirim atau menampilkan data komunikasi serial yang dikirim dari *hardware* Arduino.

2.9 ESP32

Gambar dibawah ini menunjukkan mikrokontroler ESP32. Modul WLAN dan *Bluetooth* sudah tersedia di *mikrokontroler* ini, sehingga sangat berguna untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. Ini memiliki 18 ADC (*Digital Analog Converter*), 2 DAC, 16 PWM, 10 sensor sentuh, 2 jalur antarmuka UART, I2C, I2S dan pin antarmuka SPI (Rifky, 2021).



Gambar 2.12 ESP32 Pin Out
(Sumber: <https://circuits4you.com>)

Tabel 2.3 Spesifikasi ESP32

Atribut	Detail
CPU	Tensilica Xtensa LX6 32bit Dual-Core di 160/240MHz
SRAM	520 KB
FLASH	2MB (max. 64MB)
Tegangan	2.2V sampai 3.6V
Arus Kerja	Rata-rata 80mA
Dapat diprogram	Ya (C, C++, Python, Lua, dll)
Open Source	Ya
Konektivitas	
Wi-Fi	802.11 b/g/n
Bluetooth®	4.2BR/EDR + BLE
UART	3
I/O	
GPIO	32
SPI	4
I2C	2
PWM	8
ADC	18 (12-bit)
DAC	2 (8-bit)

Sumber: Alexander Maier et al., (2017)

2.10 LCD TFT

2.10.1 Definisi LCD TFT

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 (By AllDataSheetCom, n.d.). 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. layar sentuh TFT LCD dapat dilihat pada Gambar 2.13 di bawah ini:



Gambar 2.13 Tampak Depan TFT ILI9488

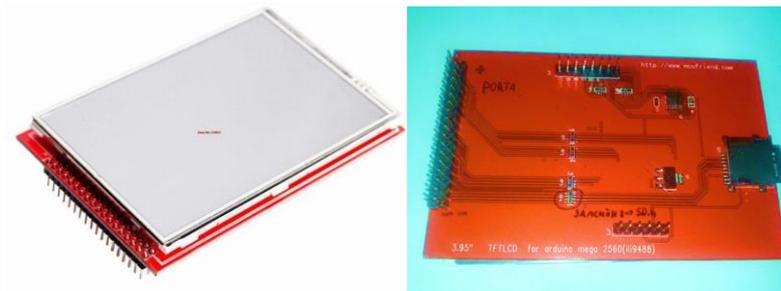
(Sumber: <http://www.lcdwiki.com>)

2.10.2 Prinsip operasi TFT-LCD

Kristal cair datang dalam tiga fase: 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, 2017). Pada tahun 1888, ahli botani Friedrich Reinitzer menemukan fase peralihan antara fase padat dan cair. Fase ini memiliki sifat padat dan cair. Molekul memiliki 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.

2.10.3 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. *Driver* ILI9488 dapat ditampilkan Gambar 2.14 di bawah ini:



Gambar 2.14 Tampak samping dan belakang TFT ILI9488

(Sumber: <https://www.solidrop.net>)

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). Berikut ini adalah fungsi dari 9488 *driver* ILI-LCD-TFT. Resolusi layar TFT dari LCD ini adalah 320 (RGB) (H) × 480 (v)

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:

MIPI-DBI (*Display Bus Interface*)

- 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 500Mbps
- Mendukung DSI version 1.01
- Mendukung D-PHY version 1.00

- Inputan *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 internal)
- 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*.

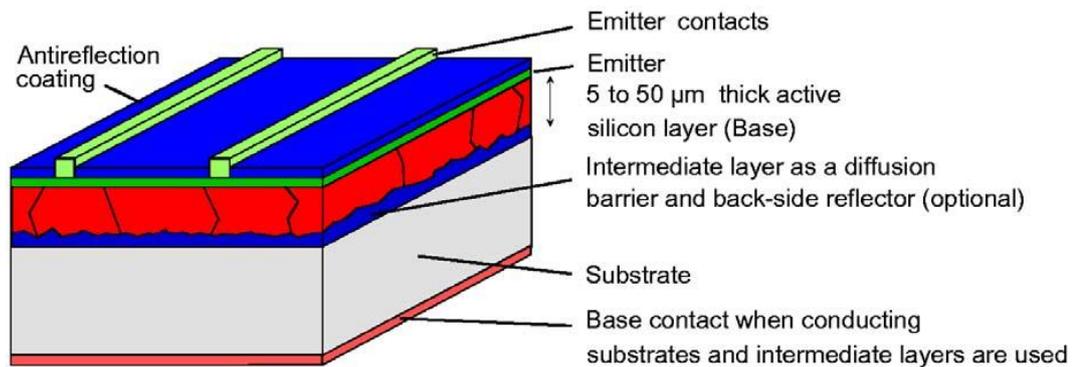
- Pemilihan Software pada pusat layar *Scrolling*, atas layar *Scrolling*, bawah layar *Scrolling* dan seluruh layar *Scrolling*.
 - Sumber dan Gerbang kontrol arah pemindaian.
 - *On-Chip Voltage Generator*.
 - *On-Chip DC-DC Converter* hingga 6x / -6x.
 - *Programmable Gamma Correction Curve*.
 - *Non-Volatile Memory* (OTP) untuk kalibrasi VCOM (By AllDataSheetCom, n.d.)
- 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 (RGB) pixel data adalah input, data pola layar terkunci. Maka tegangan keluarannya berasal dari sumber *driver* menurut data terkunci. (ILI *technology Corp-Si TFT LCD Single Chip Driver 320(RGB) x 480 Resolution*).

2.11 Photovoltaic (PV)

Photovoltaic (PV) merupakan suatu sistem atau cara langsung (*direct*) buat 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 kenyataan dimana suatu sel *Photovoltaic* bisa menyerap tenaga cahaya & menggantinya sebagai tenaga listrik. Efek *Photovoltaic* didefinisikan menjadi suatu kenyataan keluarnya voltase listrik dampak hubungan 2 elektroda yang dihubungkan menggunakan sistem padatan atau cairan waktu diexpose pada bawah tenaga cahaya (Goetzberger & Hoffmann, 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.

2.11.1. Sel *Photovoltaic*

Sel surya adalah perangkat yang mengubah energi radiasi matahari menjadi energi listrik. Sistem sel PV pada dasarnya terdiri dari pn junction atau hubungan antara sisi positif dan negatif dari sistem semikonduktor. Sel PV disebut juga sel surya



Gambar 2.15 Skema Photovoltaic

Sumber: Goetzberger & Hoffmann (2005)

2.12 Sensor Suhu DS18B20

DS18B20 adalah sensor suhu dengan akurasi nilai suhu dan kecepatan pengukuran yang sangat stabil, yang jauh lebih unggul dari sensor suhu lainnya. DS18B20 adalah sensor suhu digital Dallas Semiconductor. DS18B20 memiliki keunggulan dibandingkan sensor suhu lainnya. Dengan kata lain, tahan air dan dapat digunakan bahkan di tempat basah.

DS18B20 Spesifikasi sensor suhu (*Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer*, 2019).:

- Diperlukan sensor tegangan untuk daya / data 3,0 V hingga 5,5 V
- Akurasi pada rentang suhu 10°C hingga $+85^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$
- Batas temperatur sensor dari -55°C sampai 125°C atau -67°F sampai $+257^{\circ}\text{F}$
- Menyediakan data yang dapat dikonfigurasi 9-12 bit
- Menggunakan satu kabel antarmuka
- Data ID tersimpan 64-bit
- Batas peringatan suhu tinggi
- Data masuk Waktu siaga 750 ms
- Kabel antarmuka Garis merah: VCC, Garis hitam: GND, Garis kuning: Data

- Bahan stainless *steel* silinder
- Diameter kabel: 4 mm.



Gambar 2.16 Sensor suhu DS18B20
(Sumber: <http://www.jogjarobotika.com>)

Gambar 2.16 menunjukkan bentuk fisik sensor suhu DS18B20. Protokol 1 *Wire* yang hanya membutuhkan satu kabel koneksi (tidak termasuk *ground*) agar dapat mengirimkan data. Berikut ini adalah ikhtisar fitur DS18B20IC.

- a. Sebuah antarmuka 1 *Wire* yang hanya membutuhkan satu pin I/O untuk komunikasi data.
- b. Tidak diperlukan komponen eksternal tambahan selain resistor *pull-up*. Artinya, cukup tambahkan satu resistor dari pin data ke pin Vcc sensor suhu DS18B20
- c. Dapat mengukur suhu antara 55 ° C dan 125 ° C dengan akurasi 0,5 ° C + 85 ° C
- d. Kecepatan akuisisi suhu
- e. dengan resolusi maksimum kurang dari 750ms. Ada 3 pin yang terdiri dari + 5V, ground dan data input/output (Programmable Resolution1-Wire Digital Thermometer, 2019).

2.13 Ubidots IoT Platform

Ubidots adalah *platform* IoT yang mendukung lebih dari 50 jenis perangkat di pasaran. Berikut adalah beberapa contoh perangkat yang didukung oleh Ubidots:

1. Arduino
2. ESP32
3. Ethernet Shield
4. WiPy



Gambar 2.17 Tampilan *home* *ubidots*
(Sumber: <https://ubidots.com>)

Ubidots dapat digunakan secara gratis, tetapi terbatas untuk mendaftarkan 5 perangkat sekaligus, hanya 500.000 keping data yang dapat diambil dalam sebulan, dan berbagai penolakan layanan. Versi berbayar dibayar setiap bulan, dan Ubidots memiliki fitur *dashboard* yang memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengelola perangkat mereka. *Dashboard* ini dapat menampilkan data secara real time dan memiliki fungsi *playback*. Ubidots juga mendukung operasi matematika dan statistik. Untuk menggunakan Ubidots, Anda dapat memanfaatkan antarmuka pemrograman aplikasi (API) yang disediakan oleh Ubidots. Ubidots API menggunakan HTTP dan HTTPS sebagai metode komunikasi antara *client* dan *server*. API Ubidots menggunakan JSON sebagai format data. HTTP dipilih karena HTTP merupakan standar komunikasi di *World Wide Web*. Karena menggunakan HTTP,

Ubidots API mendukung 4 hal berikut:

1. GET : Dapatkan data dari Ubidots.
2. POST : Kirim data ke Ubidots.
3. PUT : Edit data yang ada di Ubidots.
4. DELETE : Menghapus data yang ada di Ubidots.

Selain fungsi standar yang disebutkan di atas, API Ubidots juga menyediakan fungsi *publish/subscribe*. Fungsi ini digunakan ketika pengambilan atau transmisi data diperlukan hanya ketika terjadi perubahan. Dengan menggunakan fitur ini, *client* tidak harus terus-menerus mengirim permintaan ke server. Koneksi antara *client* dan *server* masih ada, tetapi data hanya akan ditransfer ketika ada perubahan saja (Aulia, 2021).

Keamanan di Ubidots didukung oleh 2 fungsi berikut:

1. Otentikasi berbasis token
2. *Client* terenkripsi HTTPS / SSL

setiap permintaan API yang dikirim oleh *client* harus menggunakan token sebagai bentuk otentikasi. Token bertindak sebagai "kunci" untuk mengakses akun Ubidots. Dengan menggunakan otentikasi berbasis token, hanya pengguna yang mengetahui token yang dapat mengakses akun, sehingga menghindari akses dari pihak yang tidak diinginkan. Ada dua jenis token di Ubidots, yaitu token dari profil akun dan token dari permintaan. Perbedaan antara kedua jenis ini adalah token yang diperoleh dari profil akun tidak memiliki masa berlaku, sehingga dapat digunakan terus menerus. Pada saat yang sama, token yang diterima dari permintaan akan kedaluwarsa 6 jam setelah waktu pembuatan. Transmisi data menggunakan protokol HTTPS lebih aman daripada menggunakan HTTP tradisional. Dengan HTTPS, lebih sulit untuk membajak atau mencegat data yang dikirimkan dari pihak yang diperlukan karena data tersebut dienkripsi oleh protokol (<https://ubidots.com>).