

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Landasan Teori

##### 2.1.1 Elektrokardiogram

Dilansir dari laman aido.id dan halodoc.com Elektrokardiogram (EKG) adalah alat yang digunakan untuk mengukur dan merekam aktivitas listrik jantung. Pemeriksaan EKG sering dilakukan untuk memantau kesehatan orang yang telah atau akan didiagnosis dengan penyakit jantung, membantu menilai alat pacu jantung buatan, atau untuk memantau efek obat tertentu pada jantung. Prosedur pelaksanaan EKG melibatkan pemasangan elektroda pada bagian tubuh seperti lengan, dada, dan kaki, dan menggunakan mesin pendeteksi impuls listrik yang terhubung melalui kabel-kabel berbahan timah.



**Gambar 2. 1** Alat EKG  
sumber: (<https://syariftama.com/>)

Pada umumnya alat EKG yang digunakan di rumah sakit adalah EKG 12-lead yang memiliki 12 elektroda yang dipasang di 12 titik tubuh. Sedangkan jenis EKG yang digunakan pada penelitian ini adalah EKG 3-lead yang hanya memiliki 3 buah elektroda yang dipasang di 3 titik tubuh sesuai segitiga Einthoven. Menurut buku “*Electrocardiography for Healthcare Professionals*” (Kathryn A. Booth & Thomas E. O’Brien, 2023) terdapat beberapa perbedaan dari EKG 12-lead dan 3-lead. Berikut adalah beberapa perbedaan yang telah dirangkum dari buku tersebut.

**Tabel 2. 1** Perbandingan EKG 3-Lead dan EKG 12-Lead

| <b>Fitur</b>                | <b>Sistem EKG 3-Lead</b>             | <b>Sistem EKG 12-Lead</b>             |
|-----------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Penggunaan Klinis</b>    | Pemantauan kontinu                   | Diagnosis jantung yang komprehensif   |
| <b>Penempatan Lead</b>      | Lengan kanan, lengan kiri, kaki kiri | Lengan dan enam posisi dada           |
| <b>Kemampuan Diagnostik</b> | Terbatas                             | Luas                                  |
| <b>Portabilitas</b>         | Sangat portabel                      | Kurang portabel                       |
| <b>Kualitas Sinyal</b>      | Terbatas untuk pemantauan ritme      | Komprehensif untuk analisis mendetail |
| <b>Kemudahan Penggunaan</b> | Pengaturan sederhana                 | Pengaturan kompleks                   |
| <b>Interpretasi Data</b>    | Analisis ritme dasar                 | Analisis diagnostik lanjutan          |
| <b>Biaya</b>                | Lebih rendah                         | Lebih tinggi                          |

sumber: *Electrocardiography for Healthcare Professionals*

Lama perekaman EKG bervariasi tergantung tujuan penggunaan. Beberapa contohnya adalah EKG 12-lead yang digunakan dengan durasi sekitar satu menit, EKG Kontinu (3-Lead atau 12-Lead) dengan durasi beberapa jam hingga beberapa hari, dan Holter *monitoring* yang berlangsung dari 24 sampai 48 jam (Merdjanovska & Rashkovska, 2022) . Dilansir dari laman klikdokter dan halodoc terdapat beberapa jenis tes Elektrokardiogram (EKG) yang dapat dilakukan, tergantung pada kondisi kesehatan yang dialami pasien. Berikut jenis-jenis tes EKG:

- a. *Resting* EKG dilakukan pada pasien dalam posisi berbaring
- b. Stress EKG dilakukan pada pasien saat berlatih, seperti menggunakan sepeda statis atau treadmill
- c. *Ambulatory* EKG memasang elektroda yang terhubung dengan mesin EKG jantung portabel mini pada pinggang untuk melacak aktivitas listrik jantung selama waktu tertentu
- d. Monitor Holter tes ini melibatkan penggunaan alat portabel yang merekam aktivitas listrik jantung selama waktu tertentu, seperti selama 24 jam

Pilihan jenis tes EKG akan bergantung pada gejala dan dugaan penyakit jantung yang dimiliki pasien. Meskipun EKG adalah alat diagnostik yang penting, tidak semua masalah jantung dapat dideteksi dengan EKG. Dalam beberapa kasus, tes tambahan seperti echokardiogram, angiogram, atau MRI jantung mungkin diperlukan. Berikut terlihat contoh hasil pengukuran aktivitas jantung pada gambar 2.2.



**Gambar 2. 2** Contoh hasil EKG

sumber: alomedika.com

Perekaman elektrokardiogram memiliki beberapa prosedur dan persiapan umum. Berikut adalah prosedur umum yang biasa dilakukan dalam proses perekaman dilansir dari laman rsi.co.id.

a. Persiapan:

- 1) Pastikan dada pasien terbuka dan bebas dari perhiasan logam.
- 2) Dapatkan persetujuan informir dari pasien, jelaskan tujuan pemeriksaan dan proses rekaman.
- 3) Pasien harus tetap tenang dan diam selama proses perekaman.

b. Pemasangan Elektroda:

- 1) Pasang semua komponen dan kabel pada mesin EKG.
- 2) Letakkan pasien dengan nyaman di tempat tidur tanpa menyentuh tangan dan kaki.
- 3) Bersihkan dada, pergelangan tangan, dan kaki dengan kapas beralkohol.

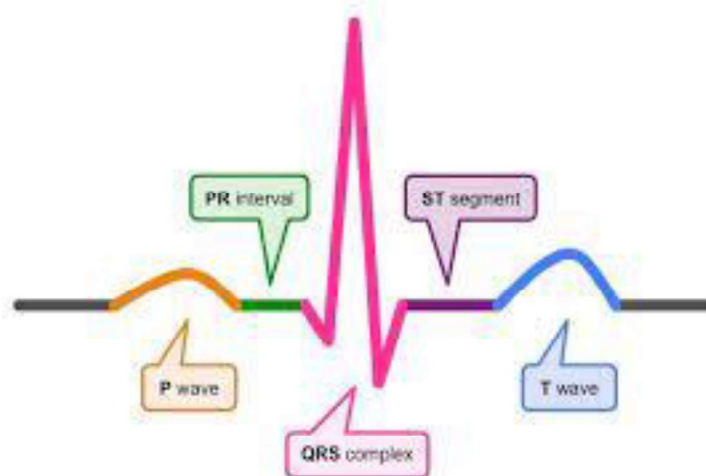
- 4) Tempelkan elektroda pada kedua pergelangan tangan dan kaki serta di lokasi tertentu di dada sesuai kode warna.
- c. Proses Perekaman:
- 1) Tekan karet penghisap elektroda dada dengan kuat.
  - 2) Kalibrasi mesin.
  - 3) Rekam 3-4 detak untuk setiap lead, dengan rekaman lebih panjang untuk lead II jika diperlukan.
  - 4) Lakukan kalibrasi ulang jika diperlukan setelah perekaman.
  - 5) Lepaskan semua elektroda dan bersihkan sisa jelly dari tubuh pasien.
  - 6) Informasikan kepada pasien bahwa perekaman selesai.
  - 7) Matikan mesin EKG.
  - 8) Dokumentasikan detail seperti nama, usia, jenis kelamin, waktu, tanggal, lead yang direkam, dan nama perekam pada rekaman.
  - 9) Bersihkan dan atur peralatan.

Hasil perekaman dapat ditampilkan melalui dua macam sistem. Pada sebagian alat EKG klinik modern, sistem sudah berbasis komputer dan menggunakan tampilan elektronik di layar. Namun, beberapa alat menggunakan pena perekam yang menulis gambaran hasil pembacaan langsung pada kertas yang berjalan. Pena ini dihubungkan dengan sistem elektromagnetik yang kuat, yang dapat menggerakkan pena maju dan mundur dengan kecepatan tinggi. Pergerakan pena dikendalikan oleh penggerak elektronik yang sesuai, yang terhubung ke elektroda pada pasien. Pena tersebut akan menggambarkan gelombang pada kertas yang memiliki ukuran tiap kotak kecilnya sekitar 1mm dengan lama waktu 0,04 detik dan memiliki tegangan tiap kotaknya sebesar 0,1 mV. (John E. Hall, 2011).

Pembacaan EKG yang normal terdiri dari Gelombang P, gelombang kompleks QRS dan gelombang T. Gelombang QRS terdiri dari tiga gelombang terpisah, yaitu gelombang Q, gelombang R, dan gelombang

S. Gelombang P disebabkan oleh potensial listrik yang dihasilkan ketika atrium terdepolarisasi sebelum kontraksi atrium dimulai.

Gelombang QRS disebabkan oleh potensial listrik yang dihasilkan ketika ventrikel terdepolarisasi sebelum berkontraksi, yaitu ketika gelombang yang terdepolarisasi menyebar ke ventrikel. Oleh karena itu, gelombang P dan Kompleks QRS disebut sebagai gelombang depolarisasi. Gelombang T disebabkan oleh potensi listrik yang dihasilkan ketika kondisi ventrikel kembali dari keadaan terdepolarisasi. Pada otot ventrikel, proses ini biasanya terjadi 0,25 hingga 0,35 detik setelah depolarisasi, dan gelombang T dikenal sebagai gelombang repolarisasi. Dengan demikian, gambaran EKG terdiri dari gelombang depolarisasi dan gelombang repolarisasi ventrikel dan atrium (John E. Hall, 2011). Contoh gelombang PQRS dapat dilihat pada gambar 2.3.



**Gambar 2. 3** Gelombang PQRS Ritme Jantung

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

Dalam proses elektrokardiografi terdapat metode perekaman yang menentukan letak dan posisi elektroda untuk mendapatkan sinyal listrik jantung, metode tersebut disebut segitiga einthoven. Segitiga Einthoven

merujuk pada konsep geometris dalam pemantauan elektrokardiografi (ECG) yang dikembangkan oleh seorang ilmuwan Belanda bernama Willem Einthoven pada awal abad ke-20. Konsep ini sangat penting dalam pemahaman tentang bagaimana sinyal listrik dari jantung direkam dan diinterpretasikan dalam pengukuran ECG. Segitiga Einthoven merujuk pada segitiga sama sisi yang digunakan dalam elektrokardiografi (EKG) untuk mengidentifikasi titik kontak elektroda yang digunakan untuk mengukur aktivitas listrik jantung. Segitiga ini terbentuk oleh tiga titik kontak elektroda yang terletak pada bagian atas tubuh, yaitu dua sisi dari kedua leher dan satu sisi pada bagian bawah tubuh yang terletak pada pubis dan titik tengah segitiga merupakan titik nol atau referensi (Pflanzer & McMullen, n.d.). Ketiga elektroda ini diberi label dengan huruf A, B, dan C. Berikut adalah penempatan elektroda 3-Lead dalam Segitiga Einthoven:

- a. Elektroda A (RA): Elektroda ini ditempatkan di lengan kanan (*Right Arm*).
- b. Elektroda B (LA): Elektroda ini ditempatkan di lengan kiri (*Left Arm*).
- c. Elektroda C (LL): Elektroda ini ditempatkan di kaki kiri (*Left Leg*).

Penempatan elektroda sesuai dengan penggambaran sisi segitiga yang dibagi menjadi 3-lead. Proses perekaman EKG menggunakan segitiga Einthoven (John E. Hall, 2011) melibatkan:

- a. Lead I: Lead I adalah sumbu yang berorientasi 0 derajat, yang berjalan dari leher kiri ke leher kanan. Elektroda negatif diletakkan pada leher kanan, dan elektroda positif diletakkan pada leher kiri.
- b. Lead II: Lead II berorientasi 60 derajat, yang berjalan dari leher kanan ke kaki kiri. Elektroda negatif diletakkan pada leher kanan, dan elektroda positif diletakkan pada kaki kiri.
- c. Lead III: Lead III berorientasi 120 derajat, yang berjalan dari leher kiri ke kaki kanan atau kaki kiri. Elektroda negatif diletakkan pada

leher kiri, dan elektroda positif diletakkan pada kaki kanan atau kaki kiri.

Dengan penempatan elektroda ini, sinyal listrik dari jantung dapat direkam dengan baik. Ketika jantung berkontraksi, impuls listrik yang dihasilkan akan menyebar melalui jaringan jantung dan kemudian ke seluruh tubuh. Sinyal ini akan terdeteksi oleh elektroda yang ditempatkan di lengan dan kaki, dan perbedaan potensial antara elektroda-elektroda ini akan merekam aktivitas listrik jantung. Hasil perekaman inilah yang divisualisasikan menjadi gelombang PQRST.

### 2.1.2 Kelainan pada *Heart Rate*

Hasil pembacaan elektrokardiogram menggambarkan gelombang aktivitas listrik jantung (gelombang PQRST). Dari hasil gelombang PQRST, tenaga medis dapat menghitung jumlah *heart rate / beats per minute* berdasarkan bentuk gelombang PQRST. Perhitungan ini dilakukan dengan mengamati waktu interval antara puncak R ke puncak R selanjutnya pada hasil pengukuran EKG. Waktu interval dapat dihitung dari jumlah kotak interval pada kedua puncak gelombang tersebut. Kotak kecil berukuran 1 mm mewakili waktu sebanyak 40 milisekon, kotak sedang berukuran 5mm mewakili waktu sebanyak 200 ms dan kotak besar berukuran 25 mm mewakili waktu sebanyak 1 sekon. Setelah mendapatkan interval waktu, waktu tersebut dapat dimasukkan ke rumus BPM (*Beats Per Minute*) berikut.

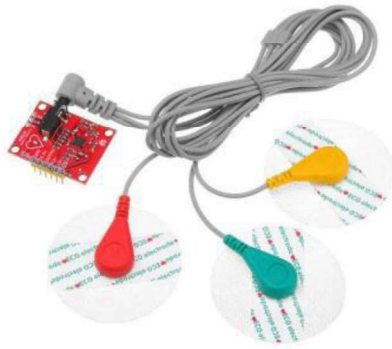
$$\text{BPM} = \frac{60,000}{R-R \text{ interval (ms)}} \quad (2.1)$$

Hasil perhitungan BPM dapat diklasifikasikan sesuai kondisi kesehatan jantung seseorang. Tanda jumlah BPM yang abnormal mengindikasikan adanya gangguan pada kesehatan jantung. Berikut adalah beberapa penyakit dan kondisi yang dapat dideteksi melalui analisis ECG (John E. Hall, 2011) :

- a. Aritmia yaitu gangguan irama jantung, termasuk:
  - 1) Fibrilasi Atrium: Irama jantung tidak teratur pada atrium.
  - 2) Flutter Atrium: Detak jantung yang cepat dan tidak teratur pada atrium.
  - 3) Takikardia: Detak jantung yang terlalu cepat, diatas 100 bpm.
  - 4) Bradikardia: Detak jantung yang terlalu lambat, dibawah 60 bpm.
- b. Infark Miokard (Serangan Jantung) yaitu kerusakan otot jantung akibat suplai darah yang terganggu ke bagian jantung. Perubahan pada segmen ST atau gelombang Q dapat menunjukkan infark miokard.
- c. Gangguan pada konduksi listrik jantung.
  - 1) Blok AV: Gangguan pada transmisi impuls listrik antara atrium dan ventrikel.
  - 2) Blok Cabang Bundle: Gangguan pada cabang-cabang jaringan listrik yang membawa sinyal dari atrium ke ventrikel.
- d. Hipertrofi Ventrikel yaitu Peningkatan massa otot jantung di ventrikel. Yang disebabkan peningkatan amplitudo kompleks QRS
- e. Iskemia Jantung yaitu kurangnya pasokan darah ke jantung, dapat mempengaruhi perubahan pada segmen ST.
- f. Perikarditi yaitu radang pada lapisan luar jantung (perikardium), dapat mempengaruhi perubahan pada segmen PR.

### 2.1.3 Sensor AD8232

Sensor AD8232 adalah sensor EKG (Elektrokardiografi) yang digunakan untuk merekam sinyal listrik dari jantung dan menghasilkan sinyal EKG. Sensor ini terdiri dari tiga elektroda, yaitu elektroda RA (Right Arm), LA (Left Arm), dan RL (Right Leg), yang digunakan untuk mengekstrak, menyaring dan memperkuat sinyal listrik dari jantung (Yuliza et al., 2020) (Hariri et al., n.d.).



**Gambar 2. 4** Sensor Ad8232

Sensor ini mendapatkan input sinyal biopotensial ini melalui elektroda-elektroda yang ditempatkan pada bagian tubuh tertentu berdasarkan teori sadapan bipolar segitiga Einthoven (Barold, 2003). Cara kerja sensor ini menggunakan elektroda kuning dengan kutub positif, elektroda berwarna merah dengan kutub negatif dan elektroda berwarna hijau sebagai *ground* dengan luaran pembacaan sinyal analog (Hariri et al., n.d.). Menurut datasheet (AD8232, n.d.) cara kerja sensor ini secara umum dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Pengambilan Sinyal: Sensor AD8232 mengambil sinyal listrik kecil yang dihasilkan oleh aktivitas listrik jantung. Sinyal ini dapat berupa sinyal ECG (Elektrokardiogram) yang merekam impuls listrik yang mengatur kontraksi jantung.

- b. Penguatan Sinyal: Sinyal yang diambil dari tubuh manusia umumnya sangat lemah. Oleh karena itu, sensor ini memiliki tahap penguatan sinyal yang memperkuat sinyal tersebut secara signifikan agar dapat diolah lebih lanjut. Tahap penguatan ini memastikan bahwa sinyal yang dihasilkan cukup besar untuk diinterpretasikan oleh perangkat penerima.
- c. Penyaringan: Setelah penguatan, sinyal yang dihasilkan masih dapat terpengaruh oleh noise atau gangguan lainnya. Oleh karena itu, sensor ini juga dilengkapi dengan filter yang bertugas menyaring noise dan gangguan lainnya dari sinyal. Hal ini penting agar sinyal yang dihasilkan akurat dan dapat diandalkan.
- d. Konversi Analog ke Digital: Sinyal yang dihasilkan dalam bentuk analog kemudian dikonversi menjadi bentuk digital. Proses ini dilakukan agar sinyal dapat diolah lebih lanjut oleh mikrokontroler atau perangkat elektronik lainnya.
- e. Output: Setelah sinyal dikonversi menjadi digital, sensor AD8232 kemudian mengirimkan data ke perangkat penerima, seperti mikrokontroler atau komputer. Data ini kemudian dapat dianalisis lebih lanjut atau digunakan untuk tujuan pemantauan jantung atau diagnosa medis.

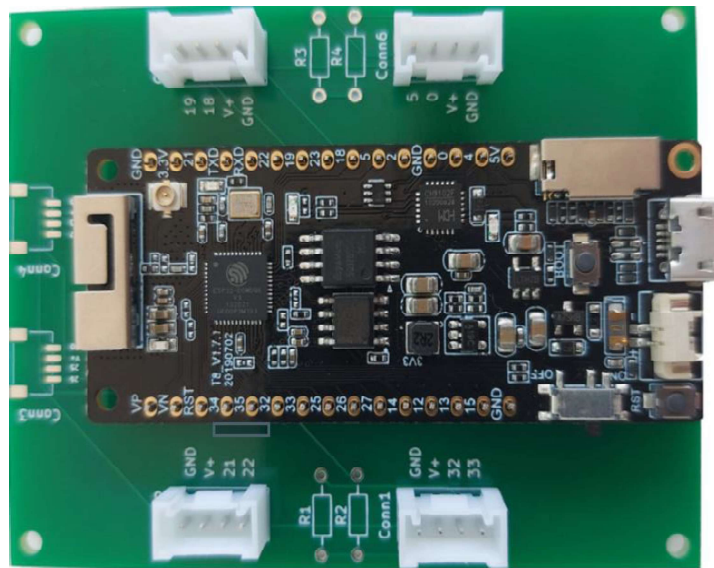
Sinyal EKG yang dihasilkan dapat digunakan untuk mengidentifikasi penyakit kardiovaskular, seperti aritmia, gagal jantung, dan pericarditis. Sensor ini dapat dikombinasikan dengan berbagai mikrokontroler untuk menganalisis hasil keluaran yang berupa sinyal analog yang merepresentasikan aktivitas elektrik jantung. Menurut datasheet Ad8232 yang berikut beberapa spesifikasi singkat sensor AD8232 (Single Lead Heart Rate Monitor):

- a. Tegangan Kerja : 2 - 3.5 V
- b. Arus Kerja : 170 uA

- c. Jenis Sensor : Elektrokardiogram (EKG)
- d. CMRR  
(Common Mode Rejection Ratio): 80dB
- e. Pendeteksi Lead-Off : AC dan DC

#### 2.1.4 ESP 32

ESP32 adalah chip mikrokontroler yang memiliki beberapa pin yang dapat digunakan untuk berbagai kegiatan, seperti I/O analog dan digital, komunikasi seriyal, dan pengendalian motor. ESP 32 dikembangkan oleh Espressif Systems, terkenal karena konektivitas Wi-Fi dan Bluetooth-nya. Ini merupakan penerus dari ESP8266, dengan tambahan fitur seperti Bluetooth, lebih banyak pin GPIO, ADC yang lebih baik, dan berbagai sensor bawaan.



**Gambar 2. 5** ESP32

sumber: ESP32 Datasheet

ESP32 menawarkan prosesor dual-core, dukungan untuk jaringan Wi-Fi 802.11 b/g/n, dan Bluetooth v4.2 BR/EDR dan BLE. Sangat cocok untuk aplikasi Internet of Things (IoT) karena ukurannya yang kecil, konsumsi daya rendah, dan kaya fitur komunikasi nirkabel (Hercog et al., 2023). Menurut (ESP32 Series Datasheet ) berikut adalah beberapa spesifikasi dari ESP32:

- a. Prosesor: CPU Tensilica LX6 dual-core yang bisa beroperasi hingga 240 MHz. Memiliki kemampuan ultra low power co-processor.
- b. Memori: ROM: 448 KB SRAM: 520 KB
- c. Opsional: External flash dan SRAM support melalui SPI interface.
- d. Konektivitas Nirkabel: Wi-Fi: 802.11 b/g/n, mendukung WPA/WPA2 WEP, TKIP, AES, dan mode AP, STA, AP+STA.
- e. Bluetooth: Bluetooth v4.2 BR/EDR dan BLE (Bluetooth Low Energy).
- f. GPIO: Sebanyak 34 pin GPIO yang dapat diprogram. Mendukung berbagai fungsi input/output seperti SPI, I2C, UART, CAN, Ethernet, IR, PWM, DAC, ADC.
- g. ADC/DAC: 12-bit SAR ADC hingga 18 channels. 2x 8-bit DAC.
- h. Fitur Lainnya: Mendukung sensor touch dengan 10 channel capacitive sensing.
- i. Interface: SD/SDIO/MMC, SPI, UART, I2C, I2S, IR, PWM, CAN, Ethernet MAC.
- j. Sumber Daya dan Konsumsi Daya: Range tegangan operasional: 2.2V hingga 3.6V. Fitur power-saving yang mencakup mode *deep sleep*.

### 2.1.5 Nextion Display

Nextion LCD adalah jenis layar sentuh TFT yang dikembangkan oleh Nextion. Layar ini menawarkan antarmuka yang mudah digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan interaksi visual pengguna. Dalam website resminya (<https://Nextion.tech/datasheets/>) Nextion tersedia dalam model 2,4" hingga 7" dan menyediakan antarmuka operator layar sentuh analog.



**Gambar 2. 6** LCD Nextion

sumber: (<https://Nextion.com/>)

Nextion LCD memungkinkan pengguna untuk merancang antarmuka pengguna mereka sendiri dengan grafis, teks, tombol, slider, dan widget lainnya. Layar Nextion berkomunikasi dengan mikrokontroler (seperti Arduino, ESP32, dsb.) melalui UART (komunikasi serial). Ini membuat layar ini mudah diintegrasikan dengan berbagai proyek elektronik. Untuk membuat tampilan antarmuka pada LCD Nextion, pemrogram merancang desain pada *software* Nextion Editor. Untuk mengunggah tampilan ke layar LCD, dapat menggunakan dengan menyalin desain untuk disimpan ke *SD Card* lalu memasangnya ke port di LCD. Setelah itu nyalakan daya dan desain tampilan akan terunggah otomatis. Selain cara tersebut dapat juga menggunakan USB TTL dengan menghubungkan pin di USB kepada

layar LCD lalu menghubungkan USB ke komputer/laptop. Pada aplikasi terdapat tombol unggah sehingga desain akan langsung terunggah pada layar LCD. Pada penelitian ini, layar Nextion digunakan sebagai visualisasi antarmuka alat EKG yang dihubungkan ke mikrokontroler ESP32(Zubkov et al., 2023).

## 2.2 Penelitian Terdahulu

Penulis menggunakan beberapa penelitian terdahulu sebagai dasar penelitian ini. Penelitian terdahulu yang dimaksud adalah sebagai berikut:

**Tabel 2. 2 Hasil Penelitian Terdahulu**

| No | Nama Penelitian, Judul dan Metode   | Hasil Penelitian   | Persamaan   | Perbedaan  |
|----|---|--|---|--|
| 1  | <p><b>Peneliti:</b> Manju Lata Sahu, Mithilesh Atulkar, Mitul Kumar Ahirwal &amp; Afsar Ahamad (2021)</p> <p><b>Judul:</b> IoT-enabled cloud-based real-time remote EKG monitoring system</p> | <p>Prototipe sistem pengawasan EKG secara langsung yang dikendalikan dari jarak jauh menggunakan fasilitas penyimpanan AWS cloud untuk mengirim, menyimpan, dan memvisualisasikan data EKG pasien ke</p> | <p>Menghasilkan data aktivitas jantung yang dapat terkoneksi ke server sehingga dapat dimonitor dari jauh</p> | <p>Penelitian ini menggunakan 5-lead elektroda untuk mendapatkan diagnosis medis. Penelitian yang akan dilakukan menggunakan sensor AD8232 dengan 3-lead elektroda</p> |

|   |  |   |   |  |
|---|--|---|---|--|
|   |  | fasilitas kesehatan lain untuk bahan pertimbangan medis lanjutan.   |   |  |
| 2 | <p><b>Peneliti:</b> Ria Hariri, Lutfi Hakim, Riska Fita Lestari</p> <p><b>Judul:</b> Sistem Monitoring Detak Jantung Menggunakan Sensor AD8232 Berbasis Internet of Things</p> | <p>Prototipe monitor denyut jantung berbasis IoT menggunakan sensor AD8232 yang menghasilkan data jumlah denyut per menit dari data EKG</p> | <p>Menggunakan sensor AD8232 untuk deteksi kondisi jantung yang dapat dikoneksikan ke internet sebagai sarana visualisasi dari jauh</p> | <p>Penelitian ini berfokus pada jumlah denyut jantung pasien. Sedangkan penelitian yang akan dilakukan juga menghasilkan grafik aktivitas listrik jantung.</p> |
| 3 | <p><b>Peneliti:</b> Milda Yuliza, Tuti Angraini, Roza Susanti, Effendi, Teguh Wijaksana</p> <p><b>Judul:</b> Ad8232 Sensor Implementation to Detect Fatigue</p>                | <p>Penggunaan sensor ad8232 untuk mengukur nilai detak jantung dan membandingkan nya dengan perangkat EKG phillips bertipe G30</p>          | <p>Menggunakan sensor ad8232 untuk mengukur detak jantung dan membandingkan alat tersebut dengan</p>                                    | <p>Keluaran penelitian kami juga dapat merekam aktivitas listrik jantung yang juga akan ditampilkan di server internet</p>                                     |

|   |  |   | alat pengukur komersil   |   |
|---|--|---|--|---|
| 4 | <p><b>Peneliti:</b> Dogan Ibrahim, Kadri Buruncuk (2007)</p> <p><b>Judul:</b> Heart Rate Measurement from The Finger Using a Low-Cost Microcontroller</p>                  | <p>Perancangan desain sistem pengukuran detak jantung sederhana dengan biaya yang relatif rendah menggunakan sensor infrared yang dijepitkan ke jari.</p> | <p>Menghasilkan alat pengukur detak jantung sederhana dengan biaya rendah</p>    | <p>Selain detak jantung, keluaran penelitian kami juga pada grafik aktivitas listrik jantung sehingga membutuhkan sensor dan metode pengukuran yang berbeda</p> |
| 5 | <p><b>Peneliti:</b> Ridho Surya Kusuma, Faisal Akbaruddin, Umi Fadlilah, Mey Pamungkasty</p> <p><b>Judul:</b> Prototipe Alat Monitoring Kesehatan Jantung Berbasis IoT</p> | <p>Prototipe alat deteksi penyakit jantung berdasarkan detak jantung per menit berbasis IoT. Data hasil deteksi akan dikirim ke</p>                       | <p>Menghasilkan prototipe alat pengawas kesehatan jantung berbasis IoT. Data</p> | <p>Penelitian ini berfokus pada deteksi penyakit jantung menggunakan data denyut jantung dengan metode <i>Variable Centered</i></p>                             |

|   |  |   |  |  |
|---|--|---|--|--|
|   |  | webservice untuk dilakukan analisis mengenai kondisi subjek yang dideteksi untuk diberikan laporan kesehatan                      | hasil pengukuran dikirim ke webservice   | <i>Intelligent Rule Systems</i> yaitu memilih pertanyaan gejala pada menu diagnosa penyakit oleh pengguna. Sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan berfokus pada deteksi kemampuan jantung dari plot grafik aktivitas jantung. |
| 6 | <p><b>Peneliti:</b> Jarot Dian, Fujiama Diapoldo Silalahi, Nuris Dwi Setiawan (2021)</p> <p><b>Judul:</b> Sistem Monitoring Detak Jantung Untuk Mendeteksi Tingkat Kesehatan Jantung Berbasis Internet Of Things Menggunakan Android</p> | Prototipe alat deteksi detak jantung menggunakan pulse sensor berbasis IoT menggunakan server firebase yang terkoneksi ke android | Merancang alat deteksi detak jantung yang terkoneksi internet untuk visualisasi data | Penelitian ini berfokus pada jumlah denyut jantung dengan <i>pulse</i> sensor. Penelitian yang akan dilakukan berfokus pada data aktivitas listrik.  |

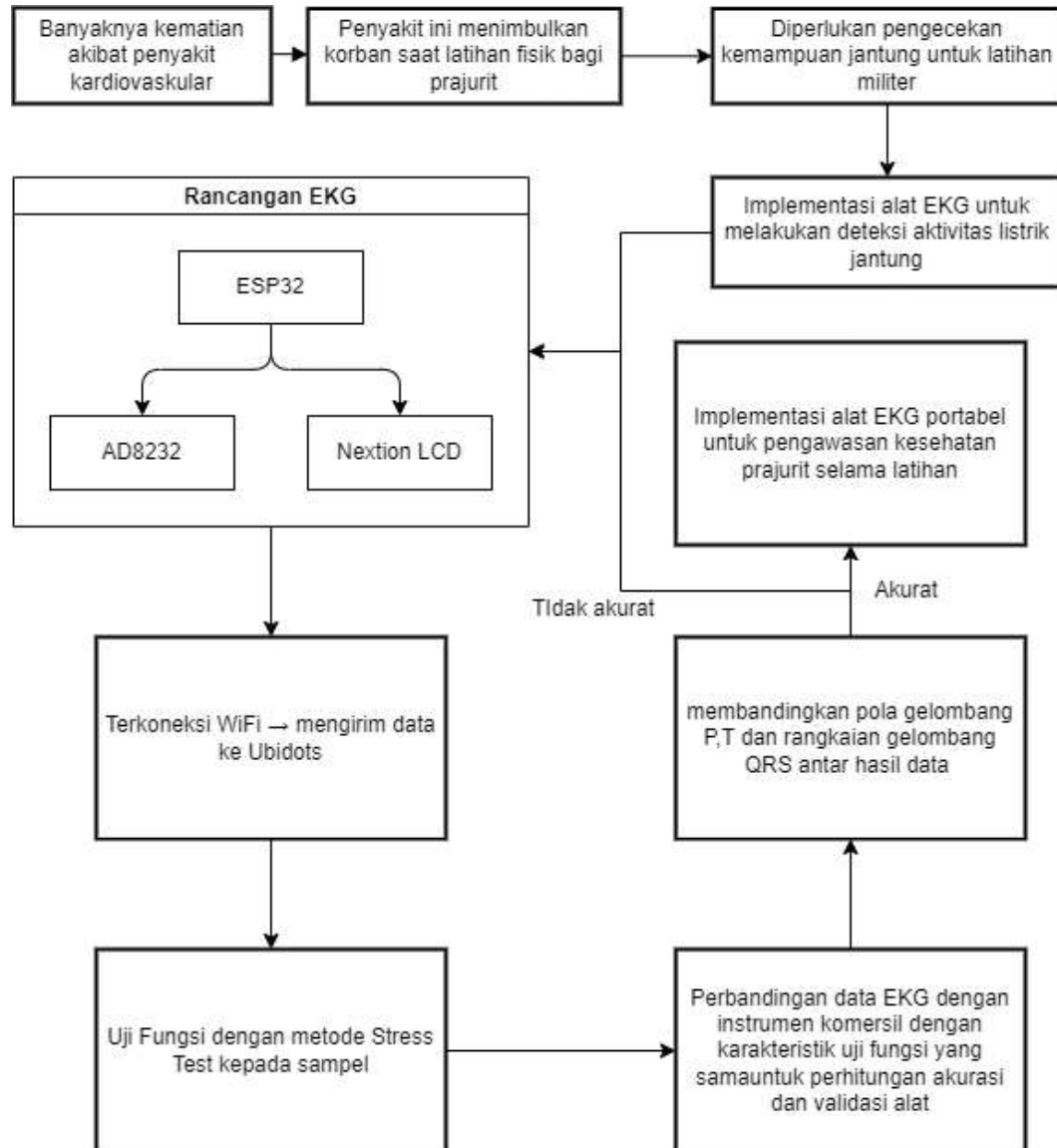
|   |   |  |   |  |
|---|---|--|---|--|
| 7 | <p><b>Peneliti:</b> Arsa Rizky Imanda, Sayyidati Zuhroh, Mukhammad Azis Tholib</p> <p><b>Judul:</b> Rancang Bangun Sistem Monitoring Denyut Jantung SpO2 dan Suhu Tubuh Penderita COVID-19 Berbasis IoT</p> | <p>Membuat rancangan alat pengukur detak jantung dan saturasi oksigen pada tubuh menggunakan sensor AD8232, sensor MAX30100, dan sensor MPU6050 berbasis IoT</p> | <p>Menghasilkan alat menggunakan sensor AD8232 berbasis IoT menggunakan mikrokontroler yang terkoneksi WiFi</p> | <p>Hasil penelitian ini berupa data denyut jantung, saturasi oksigen dan suhu tubuh. Sedangkan penelitian yang dilakukan menghasilkan data grafik aktivitas listrik jantung.</p> |
| 8 | <p><b>Peneliti:</b> Aryan Jain, Mandeep Singh, Balwinder Singh (2022)</p> <p><b>Judul:</b> Real time system on chip based wearable cardiac activity monitoring sensor</p>                                   | <p>Prototipe alat EKG menggunakan MAX30003 SoC (System on Chip) yang digunakan untuk memantau kesehatan jantung secara kontinu dalam jangka waktu yang lama</p>  | <p>Mendesain alat EKG yang bersifat portabel dengan deteksi aktivitas listrik secara nyata</p>                  | <p>Pada penelitian ini menggunakan SoC MAX30003 untuk jangka waktu deteksi yang lama. Sedangkan pada penelitian akan dilakukan menggunakan sensor AD8232 dan data</p>            |

|   |   |   |   |  |
|---|---|---|---|--|
|   |   |   |   | dapat dikirimkan ke server untuk dimonitor di web  |
| 9 | <p><b>Peneliti:</b> Elena Merdjanovska, Aleksandra Rashkovska (2022)</p> <p><b>Judul:</b> Comprehensive survey of computational EKG analysis: Databases, methods and applications</p> | <p>Survey komprehensif mengenai metode analisis hasil EKG secara komputasi dari penyimpanan data pasien yang diaplikasikan sebagai bahan pertimbangan diagnosis medis</p> | <p>Menganalisis grafik data rekam EKG yang akan dikirimkan ke database untuk divisualkan melalui <i>webserver</i></p> | <p>Penelitian ini berfokus pada metode analisis hasil EKG untuk deteksi jenis penyakit jantung. Sedangkan penelitian yang akan dilakukan hanya menghasilkan data EKG yang valid untuk pengawasan kesehatan</p> |

sumber: diolah praktikan

Metode dan perancangan penelitian kami didasari pada beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan perancangan alat rekam jantung menggunakan sensor ad8232 yang dapat dikoneksikan ke internet sehingga data dapat tertampil di *webserver* pada tabel 2.1. Penelitian yang merupakan acuan utama penelitian kami adalah penelitian milik Manju Lata Sahu yang berjudul “IoT-enabled cloud-based real-time remote EKG monitoring system” yang membahas sistem pengawasan aktivitas listrik maupun detak jantung berbasis IoT yang datanya dapat ditampilkan pada *webserver* dan penelitian milik Ria Hariri yang berjudul “Sistem Monitoring Detak Jantung Menggunakan Sensor ad8232 Berbasis Internet of Things” yang membahas penggunaan sensor ad8232 untuk mengukur nilai detak jantung yang dapat dikoneksikan ke *webserver*. Penelitian tersebut memiliki perbedaan pada penggunaan sensor dan *webserver*. Ditambahkan juga studi literatur mengenai fitur analisis kesehatan jantung karya Ridho Surya yang berjudul “Prototipe Alat Monitoring Kesehatan Jantung Berbasis IoT”. Untuk pengembangan alat kami metode dan rancangan penelitian tersebut dikombinasikan beserta beberapa penelitian lain terkait yang tertera pada tabel 2.1. Berdasarkan kombinasi beberapa literatur tersebut kami merancang desain alat rekam jantung portabel menggunakan sensor ad8232 yang dapat dikoneksikan ke internet dengan keluaran berupa grafik rekam jantung dan nilai detak jantung yang ditambahkan deteksi ritme detak jantung yang tidak normal berdasarkan nilai ritme jantung dengan visualisasi pada layar lcd dan *webserver*.

### 2.3 Kerangka Berpikir



**Gambar 2. 7** Bagan Kerangka Berpikir

sumber: diolah praktikan

Kerangka berpikir diawali dengan timbulnya masalah yaitu banyaknya kematian akibat gangguan pada sistem kardiovaskular terutama masalah kesehatan jantung. Masalah ini terfokus pada pesonil prajurit yang

melaksanakan latihan fisik tanpa mengetahui kondisi kesehatan jantung personil yang sebenarnya. Disusun lah penelitian ini yang bertujuan mempermudah sistem pengawasan kesehatan jantung melalui deteksi aktivitas jantung yang hasilnya digunakan untuk bahan pertimbangan kondisi kesehatan personil untuk mencegah timbulnya masalah jantung pada saat menjalani aktivitas yang berat seperti latihan militer. Pada penelitian, dirancang sebuah alat EKG yang memanfaatkan sensor ad8232 dihubungkan ke arduino da esp32 sebagai mikrokontroler. Untuk visualisasi menggunakan layar antarmuka Nextion LCD dan hasilnya juga dapat dikirim ke *webserver* ubidots agar dapat diakses dimana saja. Koneksi internet alat menggunakan koneksi wifi yang merupakan salah satu kemampuan komponen dari esp32. Hasil uji alat akan dibandingkan ke alat yang sudah terverifikasi dan komersil untuk mendapatkan tingkat akurasi pengukuran dari instrumen yang dibuat. Harapannya alat tersebut dapat diimplementasikan sebagai prosedur pengawasan kesehatan prajurit yang handal dan portabel namun mudah digunakan dan murah biaya.

#### **2.4 Hipotesis**

Hasil perancangan sebuah prototipe menghasilkan lebih dari satu kemungkinan hasil penelitian. Dihubungkan dengan topik penelitian berikut hipotesis yang relevan dengan hasil penelitian:

a. H0/ tidak valid dan akurat

Hasil pengukuran EKG yang dirancang memiliki keefektifan yang rendah dibanding alat EKG komersil yang digunakan. Sehingga tidak layak dijadikan alat penunjang medis untuk tenaga medis militer.

b. H1/ Hasil dapat diaplikasikan

Hasil pengukuran prototipe EKG, memiliki tingkat akurasi yang cukup dibandingkan dengan pengukuran menggunakan EKG milik fasilitas kesehatan sehingga prototipe ini dapat digunakan sebagai alat pengawas kesehatan prajurit selama melaksanakan latihan.