

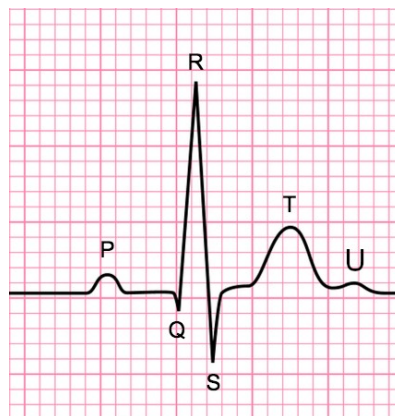
BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. Gelombang PQRSTU

Jantung dapat berdetak disebabkan oleh adanya aktivitas listrik oleh sistem listrik jantung. Aktivitas listrik jantung dapat terjadi disebabkan adanya proses depolarisasi dan repolarisasi dari komponen pembentuk jantung. Depolarisasi adalah kondisi ketika membran otot jantung mengalami perubahan tegangan sehingga menimbulkan kontraksi pada otot jantung. Sedangkan repolarisasi adalah kondisi membran otot jantung kembali normal dan disebut juga periode refrakter[7].

Aktivitas listrik tersebut tidak dapat dirasakan oleh manusia namun dapat direkam oleh alat EKG. Hasil rekaman dari EKG adalah gelombang kontinyu yang terdiri dari enam bentuk gelombang yang berbeda, dan dibedakan menjadi gelombang P, Q, R, S, T dan U[8].



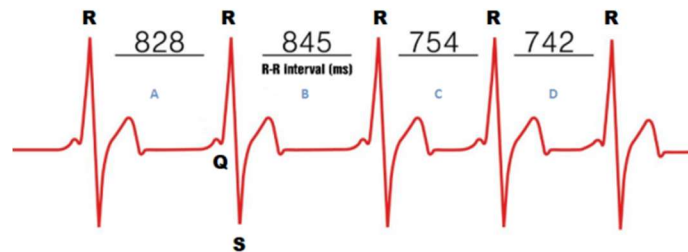
Gambar 2.1. Gelombang PQRSTU⁵.

Gelombang P pada paruh pertama dihasilkan oleh depolarisasi kedua atrium. Kemudian, kompleks gelombang QRS dihasilkan oleh depolarisasi ventrikel. Gelombang T dihasilkan oleh repolarisasi ventrikel dan dilanjutkan dengan

⁵ <https://www.medicalexamprep.co.uk/wp-content/uploads/2016/02/PQRST.png>

repolarisasi serabut purkinje yang menghasilkan gelombang U[9]. Gambar 2.1. menunjukkan lokasi dari masing-masing gelombang P, Q, R, S, T, dan U.

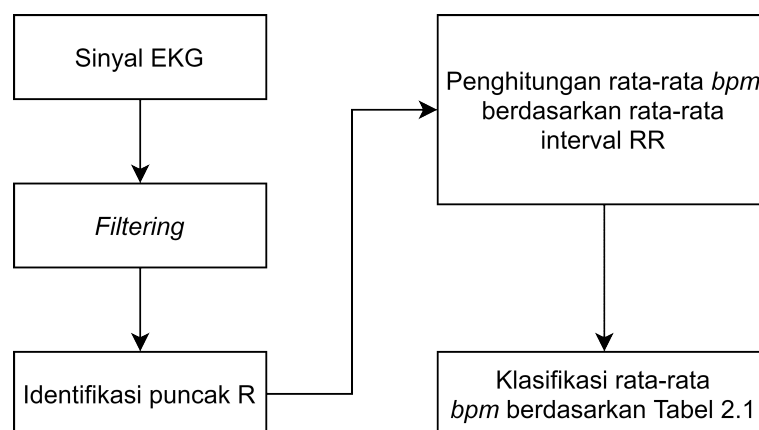
2.2. Interval RR



Gambar 2.2. Interval R-R⁶.

Interval RR adalah jarak waktu antara dua gelombang R. Gelombang R memiliki bentuk yang paling mencolok karena memiliki puncak amplitudo paling tinggi. Jika interval RR konstan maka dapat dikatakan bahwa ritme jantung tersebut teratur. Jarak normal interval RR adalah 0.6 - 1.2 detik[10]. Gambar 2.2 menunjukkan interval antar gelombang R-R yang bervariasi dalam satuan milidetik. Interval RR dapat digunakan untuk menentukan jumlah denyut jantung per menit (*bpm*).

2.3. Metode Deteksi Aritmia dengan interval RR



Gambar 2.3. Diagram alur metode deteksi Aritmia.

⁶ <https://statsports.com/wp-content/uploads/2019/08/Intervals-in-milliseconds-600x273.png>

Metode ini menggunakan fitur interval RR pada sinyal EKG. Tahap pertama yang dilakukan adalah *filtering* terhadap sinyal EKG. Penelitian [28] menggunakan filter *bandpass* dengan frekuensi *cut-off low* sebesar 10 Hz dan frekuensi *cut-off high* sebesar 28 Hz. Setelah melalui proses *filtering*, kemudian dilakukan identifikasi terhadap puncak R pada sinyal EKG, puncak R cukup mudah diidentifikasi dikarenakan puncak R memiliki amplitudo maksimal. Setelah puncak R diketahui, dilanjutkan dengan menghitung interval antara masing-masing puncak R. Kemudian dihitung jumlah *bpm* menggunakan rata-rata interval RR tersebut, lalu diklasifikasikan sesuai dengan aturan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kategori Aritmia.

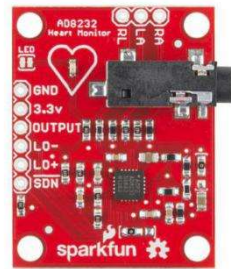
No	Kondisi	<i>bpm</i>
1	<i>Bradycardia</i>	< 60 <i>bpm</i>
2	Normal	60 - 100 <i>bpm</i>
3	<i>Tachycardia</i>	> 100 <i>bpm</i>

2.4. Sensor Detak Jantung AD8232

Sensor detak jantung AD8232 merupakan sensor yang dapat digunakan pada papan kontrol seperti *Raspberry Pi*, *Arduino*, dan sejenisnya. Sensor detak jantung AD8232 terdiri dari 1 buah modul dan 3 elektroda. Sensor detak jantung AD8232 memiliki cara kerja dengan mendeteksi sinyal bioelektrik pada otot jantung lalu mengirimkan sinyal analog tersebut ke mikrokontroler untuk diolah menjadi data digital[11]. Sensor AD8232 dapat dilihat pada Gambar 2.3 (a), sensor ini memiliki sembilan pin, satu soket masukan dan satu buah LED. Fungsi kesembilan pin tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1. Soket masukan berfungsi sebagai penghubung sensor dengan kabel konektor elektroda, sedangkan LED berfungsi sebagai indikator yang menyala ketika terdeteksi denyut jantung.

Gambar 2.3 (b) menunjukkan kabel konektor dan bantalan elektroda, kabel konektor memiliki ujung seperti pada konektor audio yang dihubungkan pada soket masukan sensor dan ujung lain terhubung pada bantalan elektroda. Bantalan

elektroda berfungsi untuk menempelkan elektroda pada daerah sekitar jantung. Permukaan bantalan elektroda dilapisi oleh gel elektrolit yang berfungsi untuk membantu penghantaran listrik lebih merata antara elektroda dan kulit pasien.



(a)



(b)

Gambar 2.4. (a) Sensor AD8232, (b) Kabel konektor elektroda & bantalan elektroda.

Tabel 2.2. Fungsi pin pada sensor AD8232.

No	Label Pin	Fungsi
1	GND	Pin ke jalur <i>ground</i> /kutub negatif pada baterai.
2	3.3 V	Pin ke jalur <i>power</i> /kutub positif pada baterai.
3	OUTPUT	Pin keluaran sinyal
4	LO- , LO+	Mendeteksi elektroda yang tidak terpasang dengan baik.
5	SDN	Pin untuk mengatur agar sensor mati
6	RA, LA, RL	Pin untuk ekstensi sensor tambahan

2.5. Message Queuing Telemetry Transport (MQTT)

MQTT adalah protokol komunikasi data dengan menggunakan prinsip *publish* dan *subscribe*. Arsitektur *MQTT* terdiri dari tiga komponen utama yaitu *broker*, *publisher* dan *subscriber*[12]. *Broker* berfungsi untuk mengatur data yang diterima dari *publisher* dan meneruskan data tersebut ke *subscriber*, sebuah *broker* dapat dikatakan sebagai server yang memiliki alamat IP khusus.

Publisher adalah komponen yang mengirimkan data kepada *broker*, data dikirimkan dengan *topic* tertentu, *topic* dapat diibaratkan sebagai sebuah jalur komunikasi. *Subscriber* adalah komponen yang menerima data dari *broker*, data yang diterima oleh *subscriber* hanya data yang sesuai dengan *topic* yang diikuti oleh *subscriber* tersebut. Sebuah perangkat dapat menjadi *subscriber*, *publisher* maupun keduanya, serta dapat mengirim dan menerima data dengan beberapa *topic*[12].

2.6. Kajian Penelitian Terkait

Penelitian yang terkait dengan penelitian ini yaitu penelitian yang dilakukan oleh Setiawan dkk (2019) yang berjudul Deteksi Aritmia Menggunakan Sinyal EKG dengan Metoda Deteksi Puncak-R. Tujuan dari penelitian tersebut adalah mendeteksi dan menentukan Aritmia dengan memanfaatkan puncak R. Penggunaan metoda deteksi puncak R untuk mendeteksi Aritmia memerlukan komputasi yang ringan jika dibandingkan dengan metoda lain. Metode deteksi puncak R yang dilakukan pada penelitian tersebut memiliki tujuh langkah, yaitu pemfilteran sinyal, deteksi kompleks QRS, penurunan sinyal, penguadratan sinyal, deteksi puncak R, deteksi interval R-R dan klasifikasi. Data yang digunakan pada penelitian tersebut adalah data *MIT-BIH Arrhythmia Database* [13].

Penelitian yang terkait selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Manullang dkk (2019) yang berjudul *Implementation of AD8232 Signal Classification Using Peak Detection Method for Determining RST Point*. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan klasifikasi bagian-bagian sinyal EKG seperti menentukan puncak R, mengukur jarak puncak R dan mendeteksi waktu antara puncak S dan T. Penelitian tersebut menggunakan sensor AD8232 untuk mendeteksi ritme jantung dan *software Processing* sebagai antarmuka untuk menampilkan ritme jantung[15].

Penelitian terkait berikutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Jatmiko dkk (2016) yang berjudul *Automatic Arrhythmia Beat Detection: Algorithm, System, and Implementation*. Tujuan dari penelitian tersebut adalah membangun alat pendeteksian Aritmia secara otomatis dengan menggunakan metode *fuzzy neuro*

generalized learning vector quantization (FNGLVQ). Penelitian tersebut menggunakan data *MIT-BIH Arrhythmia Database* sebagai data uji untuk mengetahui akurasi dari metode yang digunakan. Metode tersebut diimplementasikan pada *Field Programmable Gate Array* (FPGA)[16].

Penelitian terkait berikutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Supriyatna dkk (2019) yang berjudul *Desain Sistem Internet of Things Untuk Pemantauan dan Prediksi Gejala Serangan Jantung*. Penelitian tersebut bertujuan untuk membuat perangkat yang dapat memantau dan memprediksi gejala serangan jantung dengan sistem IoT. Perangkat tersebut mendeteksi denyut jantung dengan sensor AD8232, kemudian diolah dengan menggunakan *software* MATLAB. Perangkat tersebut dilengkapi dengan *buzzer* sebagai indikator jika diprediksi terdapat gejala serangan jantung[17].

Penelitian terkait selanjutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Jatmiko dkk (2019) yang berjudul *Developing Smart Tele-ECG System for Early Detection and Monitoring Heart Diseases Based on ECG Signal : Progress and Challenges*. Tujuan dari penelitian tersebut adalah membuat sistem untuk memantau dan deteksi dini penyakit jantung. Penelitian tersebut membandingkan beberapa metode untuk melakukan deteksi dini penyakit jantung. Metode yang digunakan dalam penelitian tersebut antara lain *Learning Vector Quantization*, *Generalize Learning Vector Quantization*, *Fuzzy Neuro Learning Vector Quantization*, *Fuzzy Neuro Learning Vector Quantization Particle Swarm Optimization*, *Fuzzy Neuro Generalize Learning Vector Quantization* dan *Adaptive Multilayer Generalize Learning Vector Quantization*. Metode tersebut diimplementasikan pada *Field Programmable Gate Array* (FPGA). Sistem yang dikembangkan pada penelitian tersebut terdiri dari alat deteksi dan aplikasi *mobile* [19].

Penelitian terkait berikutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Hariri dkk (2019) yang berjudul *Sistem Monitoring Detak Jantung Menggunakan Sensor AD8232 Berbasis Internet of Things*. Penelitian tersebut memiliki tujuan untuk mengembangkan sebuah sistem yang dapat memantau ritme jantung dan menyediakan antarmuka berbasis web untuk melihat hasil perekaman ritme jantung.

Perangkat yang digunakan untuk mendeteksi ritme jantung menggunakan mikrokontroller NodeMCU ESP8266 dan sensor denyut jantung AD8232 [20].

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, hasil yang didapatkan berupa metode klasifikasi dan sistem monitoring/deteksi. Penelitian ini dilakukan untuk membuat sebuah sistem yang mengombinasikan metode, sensor maupun sistem yang telah dikembangkan pada penelitian sebelumnya menjadi sebuah produk yang dapat digunakan secara massal dan memiliki nilai guna dengan fokus pengembangan pada metode dan antarmuka sistem.

Tabel 2.3. Ringkasan hasil penelitian terkait.

Penulis	Metode Klasifikasi EKG	Alat/ <i>Software</i> yang digunakan	Hasil
Setiawan dkk (2019)[13]	Metode deteksi puncak R	MATLAB	Tidak dijelaskan akurasi dari metode yang dikembangkan
Manullang dkk (2019)[15]	Metode deteksi puncak R	Sensor AD8232	Keakuratan metode yang dikembangkan dibandingkan dengan alat medis sebesar 90%.
Jatmiko dkk (2016)[16]	<i>Fuzzy Neuro Generalized Learning Vector Quantization</i>	<i>Field Programmable Gate Array (FPGA)</i>	Pengembangan metode <i>Fuzzy Neuro Generalized Learning Vector Quantization (FNGLVQ)</i> memiliki akurasi rata-rata sebesar 75.16% dengan lama waktu eksekusi sebesar 1169.89 ms.
Supriyatna dkk (2019)[17]	Tidak dijelaskan	Papan kontrol ESP8266 dan sensor AD8232	Perangkat IoT yang dikembangkan dapat merekam denyut jantung,

Penulis	Metode Klasifikasi EKG	Alat/ <i>Software</i> yang digunakan	Hasil
			menghitung jumlah denyut jantung per menit dan mengatur <i>buzzer</i> agar berbunyi ketika denyut jantung tidak normal. Akurasi dari penghitungan jumlah denyut jantung per menit tidak dijelaskan. Kemudian, proses pengiriman data hingga visualisasi data berkisar 40-100 detik.
Hariri dkk (2019)[20]	Penelitian ini tidak melakukan klasifikasi sinyal EKG	Papan kontrol ESP8266 dan sensor AD8232	Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada sistem tersebut, didapati rata-rata persentase <i>error</i> antara alat yang dikembangkan dengan alat standar medis sebesar 1.21%.
Jatmiko dkk (2019)[19]	Klasifikasi dilakukan dengan menggunakan metode LVQ, GLVQ, FNLVQ, FNLVQ-PSO, FNGLVQ, dan AM-GLVQ dengan	Sensor denyut jantung terdiri dari <i>filter</i> , <i>amplifier</i> dan <i>transduser</i> . Proses deteksi dijalankan pada FPGA kemudian dikirim ke aplikasi <i>mobile</i> melalui	Penelitian tersebut berhasil membuat sistem Tele-EKG yang dapat memantau denyut jantung dan melakukan deteksi dini terhadap penyakit jantung. Penggunaan penjadwalan <i>round robin</i> pada metode klasifikasi menunjukkan

Penulis	Metode Klasifikasi EKG	Alat/ <i>Software</i> yang digunakan	Hasil
	menggunakan penjadwalan. <i>round robin</i>	jaringan <i>Bluetooth</i> untuk dikirim ke server. Antarmuka sistem menggunakan aplikasi <i>mobile</i> .	peningkatan akurasi dari 2% hingga 11%.
Pangestu (2020)	Metode deteksi puncak R	Papan kontrol ESP8266 dan Sensor AD8232	Sistem pada penelitian ini terdiri dari alat pendeteksi ritme jantung, antarmuka web dan <i>mobile</i> . Data ritme jantung dideteksi menggunakan sensor AD8232 kemudian dikirim ke server untuk disimpan dan ditampilkan pada aplikasi web dan <i>mobile</i> .