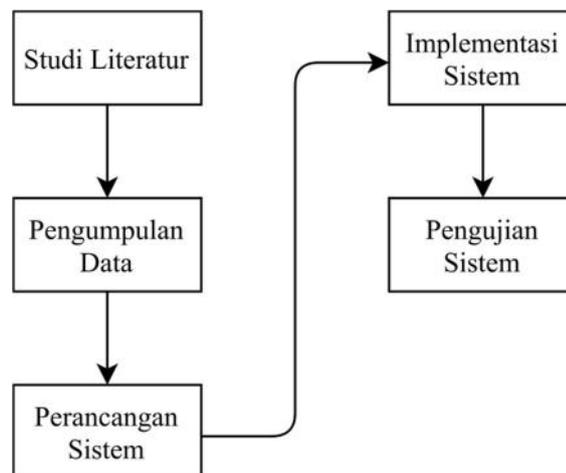


BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Terdapat lima tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain studi literatur, pengumpulan data, perancangan sistem, implementasi sistem dan pengujian sistem. Tahapan studi literatur bertujuan untuk mengumpulkan informasi terkait dengan penelitian yang akan dilakukan. Tahapan pengumpulan data bertujuan untuk mengumpulkan data yang akan digunakan untuk menguji keakuratan metode yang digunakan untuk mendeteksi Aritmia. Tahapan perancangan sistem merupakan tahap untuk merancang arsitektur sistem, skema basis data, dan diagram alur sebelum sistem diimplementasikan. Tahapan implementasi sistem merupakan tahap pembuatan sistem. Tahapan pengujian sistem bertujuan untuk menguji kesesuaian sistem dengan tujuan penelitian. Gambar 3.1 menunjukkan diagram alur dari penelitian yang sedang dilakukan.



Gambar 3.1. Diagram alur penelitian.

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan informasi dan menyusun langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian. Literatur yang menjadi acuan pada penelitian ini bersumber dari buku, jurnal dan situs web. Informasi

yang didapatkan dari studi literatur dapat digunakan untuk menentukan data penelitian yang akan digunakan dan menentukan komponen yang akan digunakan dalam membangun sistem ini. Hasil dari studi literatur yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Sensor Denyut Jantung

Sensor denyut jantung yang digunakan pada penelitian ini adalah AD8232. Penggunaan sensor tersebut mengacu pada penelitian [15][17][20][21]. Pada penelitian [20], tingkat kemiripan detak jantung yang dideteksi menggunakan sensor AD8232 dan *Cardimax ECG* mencapai 90%. Sedangkan pada penelitian [23], deteksi denyut jantung dengan sensor AD8232 memiliki tingkat error sebesar 1,21%. Selain itu, penggunaan sensor AD8232 untuk mendeteksi denyut jantung dikarenakan sensor tersebut relatif murah[17][20].

b. Metode Pengiriman Data

Penelitian ini menggunakan protokol *MQTT* untuk melakukan pengiriman data dari alat pemantau ritme jantung ke server. Protokol *MQTT* dirancang agar dapat mengirim pesan dengan kondisi *bandwidth* yang rendah[22]. Rata-rata waktu respon *MQTT* pada penelitian [22] adalah 0.25 detik. Dengan reliabilitas dan kecepatan protokol *MQTT* tersebut diharapkan pengiriman data dari alat pemantau ke server dapat mendekati waktu nyata.

c. Antarmuka Penyajian Data

Penelitian ini mengembangkan dua aplikasi dengan antarmuka yang berbeda, yaitu antarmuka web dan *mobile*. Hal tersebut disesuaikan dengan fungsi masing-masing aplikasi. Aplikasi dengan antarmuka web diperuntukkan bagi dokter/tenaga ahli karena terdapat fitur untuk mengoreksi hasil deteksi Aritmia sehingga dibutuhkan tampilan yang cukup luas untuk menampilkan sinyal EKG. Sedangkan aplikasi dengan antarmuka *mobile* ditujukan kepada pasien agar dapat memantau jumlah denyut jantung per menit dan hasil deteksi Aritmia.

d. Metode Deteksi Aritmia dan Data Uji

Metode yang digunakan untuk mendeteksi Aritmia pada penelitian ini menggunakan metode interval RR. Penelitian [14] berhasil melakukan klasifikasi Aritmia dengan menggunakan metode interval RR dan mendapatkan tingkat akurasi sebesar 98.2%. Pada penelitian [13], penggunaan metode interval RR pada klasifikasi Aritmia menunjukkan bahwa metode tersebut memiliki komputasi yang ringan dan dapat diterapkan pada sistem tertanam.

Pengujian terhadap metode tersebut tidak dilakukan dengan menggunakan ritme jantung secara langsung melainkan menggunakan data uji. Hal itu disebabkan karena Aritmia tidak dapat diprediksi kemunculannya. Mengacu pada penelitian [16][19][23], pengujian algoritma deteksi Aritmia dapat dilakukan dengan menggunakan data *MIT-BIH Arrhythmia Database*. Penelitian ini mengambil data rata-rata denyut jantung dari data *MIT-BIH Arrhythmia Database* berdurasi 30 menit untuk menguji keakuratan metode klasifikasi.

2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini termasuk kedalam data sekunder. Data sekunder diperoleh dari sumber yang telah tersedia, dapat berupa catatan atau dokumentasi organisasi, perusahaan, publikasi pemerintah, analisis industri oleh media, situs web, dll. Dalam penelitian ini, data yang digunakan bersumber dari situs web *physionet.org*.

Situs web *physionet.org* adalah situs yang memuat sinyal fisiologis kompleks yang dapat digunakan untuk keperluan penelitian. Situs ini didirikan pada tahun 1999 dan berada dibawah naungan *National Institute of Health (NIH)*. Data yang digunakan adalah *MIT-BIH Arrhythmia Database*, data tersebut bersumber dari *Beth Israel Deaconess Medical Center* yang berkolaborasi dengan *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*.

Data tersebut memuat 48 rekaman berdurasi 30 menit yang dipilih secara acak dari 4000 rekaman EKG yang dikumpulkan dari populasi campuran pasien rawat inap (60%) dan rawat jalan (40%) di *Beth Israel Hospital Boston*. Data tersebut memiliki anotasi yang menunjukkan jenis Aritmia yang diderita.

Pada penelitian ini, data tersebut digunakan untuk menguji keakuratan metode deteksi Aritmia. Data *MIT-BIH Arrhythmia Database* terdiri dari komponen berikut:

a. *MIT Signal Files (.dat)*

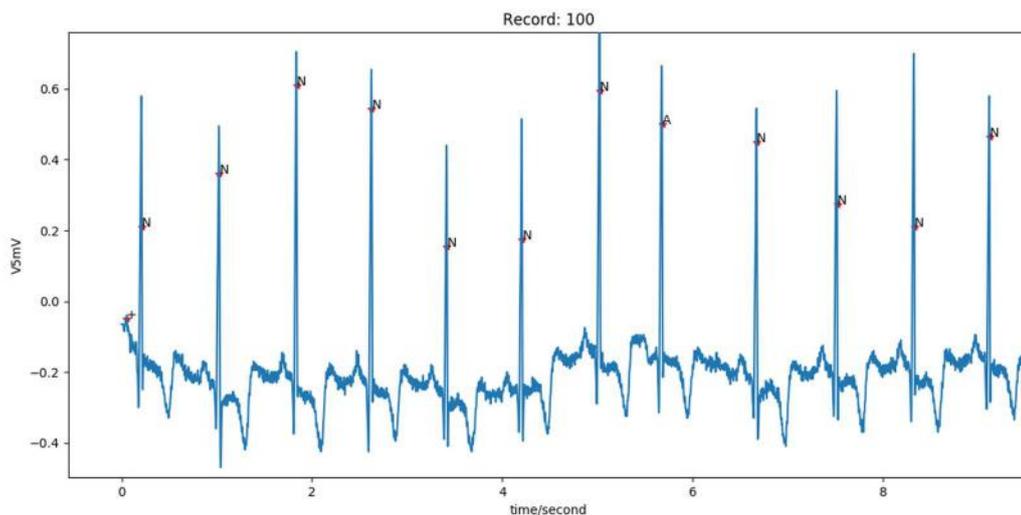
Merupakan file biner yang berisi data sampel sinyal yang sudah didigitasi. File ini tidak dapat dibaca tanpa adanya file *header*.

b. *MIT Header Files (.hea)*

Merupakan file teks yang mendeskripsikan isi dari file sinyal terkait. Sebagai contoh, file 1.hea merupakan *header* dari file 1.dat (file sinyal).

c. *MIT Annotation Files (.atr)*

Merupakan file biner berisi label yang merujuk kepada sampel spesifik didalam file sinyal terkait dan bersifat opsional.



Gambar 3.2. Contoh data *MIT-BIH Arrhythmia Database*.

Gambar 3.2 menunjukkan contoh data *MIT-BIH Arrhythmia Database*, pada gambar tersebut dapat dilihat grafik yang berbentuk seperti ritme

jantung. Pada grafik tersebut terdapat titik-titik yang tingginya lebih dari 0.4 mV, titik tersebut merupakan puncak R dari denyut jantung. Pada grafik tersebut terdapat anotasi yang menunjukkan kondisi dari denyut jantung tersebut.

Tabel 3.1. Anotasi pada data *MIT-BIH Arrhythmia Database*.

No	Simbol	Arti	Kategori
1	● atau N	Denyut normal	Normal
2	/	Denyut yang berasal dari impuls yang cepat	<i>Tachycardia</i>
3	f	Gabungan impuls normal dan impuls cepat	<i>Tachycardia</i>
4	A	Denyut prematur atrium	<i>Tachycardia</i>
5	a	Denyut prematur atrium yang menyimpang	<i>Tachycardia</i>
6	J	Impuls listrik prematur dari node AV	<i>Tachycardia</i>
7	S	Denyut prematur pada bagian atas ventrikel	<i>Tachycardia</i>
8	V	Denyut prematur pada ventrikel	<i>Tachycardia</i>
9	r	Kontraksi ventrikel yang prematur pada saat gelombang R sampai T	<i>Tachycardia</i>
10	F	Denyut yang berasal dari gabungan impuls listrik yang berbeda pada daerah yang sama	<i>Tachycardia</i>
11	e	Denyut pada atrium terlambat	<i>Bradycardia</i>

No	Simbol	Arti	Kategori
12	E	Denyut pada ventrikel terlambat	<i>Bradycardia</i>
13	j	Impuls listrik dari node AV terlambat	<i>Bradycardia</i>
14	L	Kontraksi ventrikel kiri lebih lambat dari ventrikel kanan	<i>Bradycardia</i>
15	R	Kontraksi ventrikel kanan lebih lambat dari ventrikel kiri	<i>Bradycardia</i>

Anotasi tersebut secara garis besar dibagi menjadi tiga kategori yaitu denyut normal, denyut prematur dan denyut terlambat. Kemunculan denyut prematur atau denyut terlambat cenderung acak dan tidak berurutan, namun sangat berefek pada jumlah denyut jantung per menit. Misalnya, jika kemunculan anotasi denyut prematur cukup banyak maka akan meningkatkan denyut jantung per menit, sehingga dapat dikategorikan kedalam *Tachycardia* dan sebaliknya. *Physionet.org* menyediakan *software WAVE* yang digunakan untuk mengetahui jumlah denyut jantung per menit dari data yang akan digunakan. Setiap data uji akan dilabeli dengan rata-rata denyut jantung per menit yang didapatkan dari pemrosesan *software WAVE*.

3. Perancangan Sistem

Langkah-langkah perancangan sistem meliputi:

- a. Membuat diagram blok sistem keseluruhan.
- b. Membuat skema basis data yang akan digunakan.
- c. Membuat diagram aliran data.
- d. Membuat diagram alur pada perangkat deteksi.
- e. Membuat diagram alur proses klasifikasi detak jantung.

4. Implementasi Sistem

Langkah-langkah implementasi sistem meliputi:

- a. Membuat rangkaian perangkat deteksi.
- b. Membuat server REST API dan MQTT.
- c. Membuat fungsi untuk melakukan klasifikasi pada sinyal EKG
- d. Membuat antarmuka aplikasi web.
- e. Membuat antarmuka aplikasi *mobile*.

3.2. Perancangan Sistem

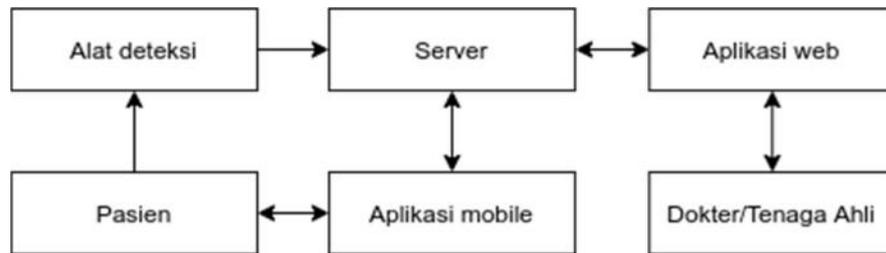
1. Diagram blok sistem keseluruhan

Secara keseluruhan, sistem pemantau aktivitas jantung yang sedang dikembangkan menggunakan arsitektur *client-server* yang terdiri dari beberapa bagian yaitu, perangkat deteksi ritme jantung, server, aplikasi web dan aplikasi *mobile*. Perangkat deteksi berfungsi sebagai penerima sinyal EKG dari tubuh pasien dan mengirimkan sinyal tersebut ke server. Server berfungsi untuk melakukan penyimpanan data ritme jantung, mendeteksi Aritmia dan mengirimkan data yang diminta oleh aplikasi web maupun *mobile*. Aplikasi web dan *mobile* berfungsi sebagai antarmuka bagi pengguna untuk mengakses data pada server.

Pengguna sistem pemantau aktivitas jantung ini terbagi menjadi dua bagian yaitu pasien dan dokter/tenaga ahli. Pasien dapat menggunakan aplikasi *mobile* untuk mengakses data jumlah denyut jantung permenit, dan hasil klasifikasi denyut jantungnya. Sedangkan dokter/tenaga ahli dapat mengecek rekaman denyut jantung pasien, melakukan klasifikasi terhadap denyut jantung baik secara otomatis (menggunakan metode klasifikasi pada sistem) atau manual, dan mengoreksi hasil klasifikasi jika tidak sesuai.

Fungsi untuk mengoreksi hasil klasifikasi sangat diperlukan mengingat terdapat faktor lain diluar detak jantung pasien seperti jenis kelamin dan umur yang dapat

mempengaruhi hasil klasifikasi. Hubungan antara sistem dan pengguna dapat dilihat pada Gambar 3.3.

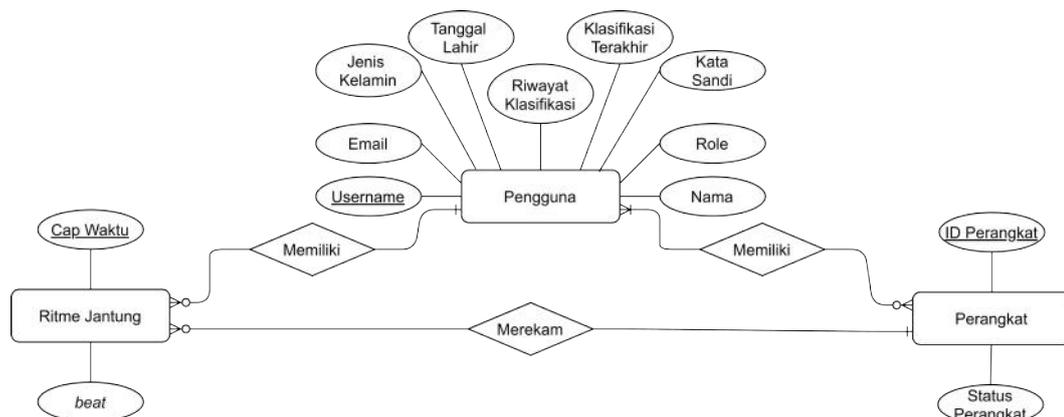


Gambar 3.3. Diagram blok sistem keseluruhan.

2. Entity Relationship Diagram (ERD)

Entity Relationship Diagram merupakan teknik yang digunakan untuk pemodelan data yang dibutuhkan oleh suatu organisasi, ERD memberikan gambaran detail mengenai model basis data, relasi hingga derajat relasi[16].

Sistem deteksi ini menggunakan basis data *NoSQL* berorientasi dokumen dan disimpan di sisi server. Menurut [27], model logika untuk basis data berorientasi dokumen memiliki kesamaan dengan basis data relasional, namun berbeda pada model fisik data. Pada model fisik basis data berorientasi dokumen, tidak terdapat relasi antar entitas, konsep *foreign key* pada basis data relasional digantikan dengan referensi ke dokumen lain menggunakan pasangan *key-value* atau dengan memasukkan dokumen referensi kedalam dokumen utama (*embedding*). Gambar 3.4 menunjukkan model logika dari basis data yang digunakan pada sistem ini.

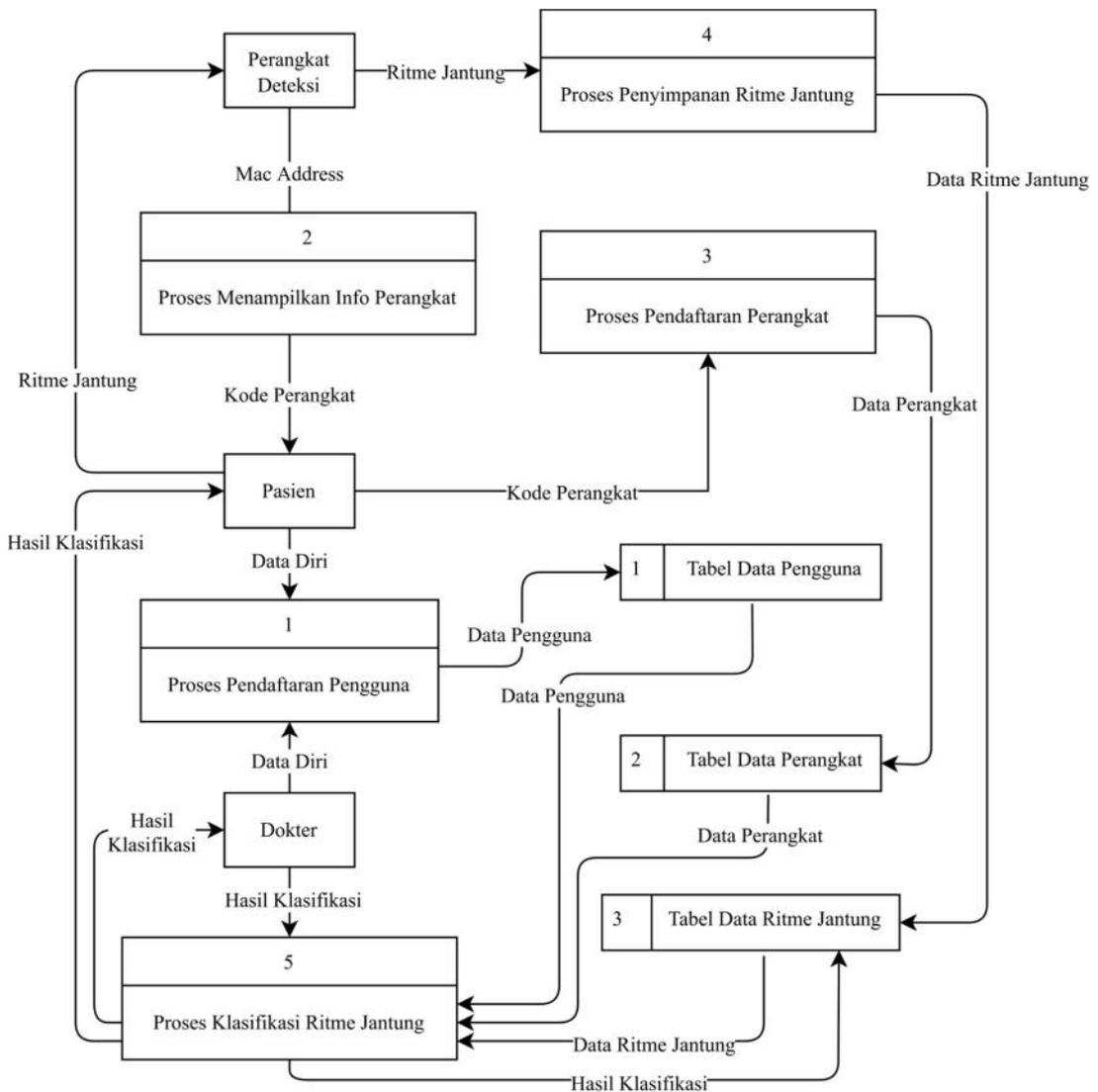


Gambar 3.4. Logical data model.

3. Diagram Aliran Data

Gambar 3.5 menunjukkan aliran data pada sistem deteksi yang terdiri dari perangkat deteksi, aplikasi web dan *mobile*, dan pengguna yaitu pasien dan dokter/tenaga ahli. Data yang disimpan pada server antara lain data pengguna, data perangkat yang terdaftar, dan data detak jantung pengguna.

Data pengguna berupa informasi pengguna yang didapatkan ketika pengguna mendaftarkan diri melalui aplikasi web maupun *mobile*. Data perangkat berisi informasi perangkat berupa kode unik dan status perangkat yang didapatkan ketika pengguna mendaftarkan perangkat miliknya.



Gambar 3.5. Diagram aliran data.

Data detak jantung pengguna berupa data berkala yang berisi rekaman detak jantung pengguna dan riwayat hasil klasifikasi. Data pengguna dan data perangkat disimpan dengan menggunakan sistem basis data *MongoDB*, sedangkan data detak jantung pengguna disimpan dalam sistem basis data *InfluxDB*.

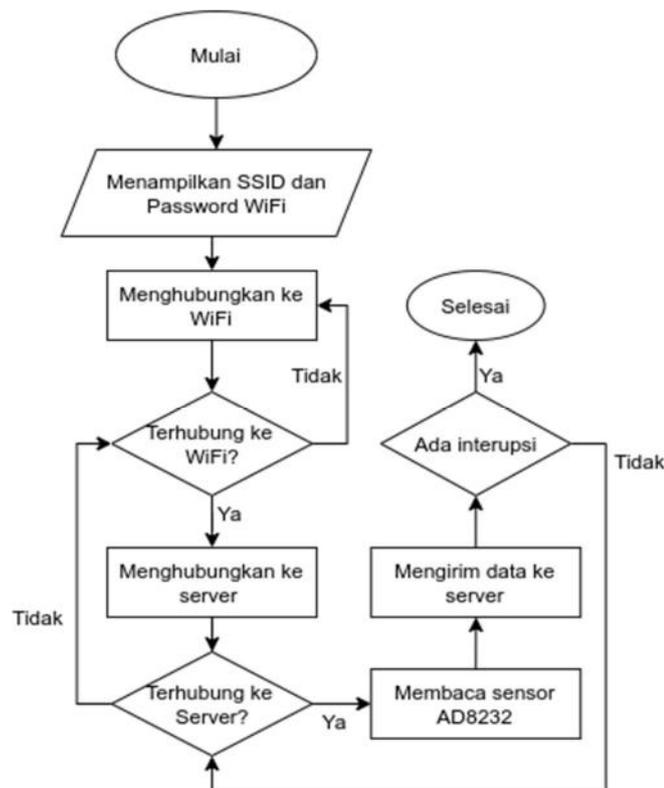
Penggunaan *MongoDB* sebagai sistem basis data untuk menyimpan data pengguna dan perangkat dikarenakan *MongoDB* memiliki kecepatan baca, tulis, hapus dan memperbarui yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan sistem basis data lainnya[24]. Sedangkan *InfluxDB* digunakan untuk menyimpan data detak jantung dikarenakan *InfluxDB* dirancang khusus untuk menangani data berkala dan memiliki kecepatan yang lebih baik dibandingkan sistem basis data berkala yang lain[25].

4. *Flowchart* perangkat deteksi

Perangkat deteksi denyut jantung terdiri dari beberapa komponen yaitu, modul AD8232 yang berfungsi untuk mendeteksi detak jantung, OLED 128x64 yang berfungsi untuk menampilkan kode perangkat dan informasi *WiFi*, *Powerbank* 5000mAh sebagai sumber tenaga dan papan kontrol ESP8266 yang berfungsi untuk menerima data dari modul sensor AD8232 lalu mengirimkan data tersebut ke server secara nirkabel.

Alur kerja pada perangkat deteksi dimulai dengan membaca *mac address* dari ESP8266, *mac address* tersebut digunakan untuk membuat nama SSID dan kata sandi *WiFi*. *Mac address* yang terdiri dari 17 karakter yang dipisahkan oleh karakter “:” pada setiap dua karakter, harus diproses terlebih dahulu untuk menghilangkan karakter “:” hingga menjadi 12 karakter. Dari 12 karakter tersebut, enam karakter pertama menjadi SSID *WiFi* dan ID perangkat, dan enam karakter berikutnya ditambah dengan *prefix* “ESP” menjadi kata sandi *WiFi* tersebut. Penambahan *prefix* tersebut disebabkan karena minimum kata sandi *WiFi* adalah delapan karakter. Kemudian layar OLED 128x64 akan menampilkan info SSID dan kata sandi *WiFi* tersebut. Pengguna harus membuat *hotspot* dengan SSID dan kata sandi tersebut sehingga alat dapat terhubung pada *WiFi*. Kemudian perangkat akan menghubungkan ke server MQTT, setelah terhubung maka pembacaan sensor AD8232 dimulai, dan dikirim ke server MQTT. Proses tersebut dilakukan berkali-

kali hingga terjadi interupsi seperti diputusnya aliran listrik ke perangkat deteksi. Alur tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.6.



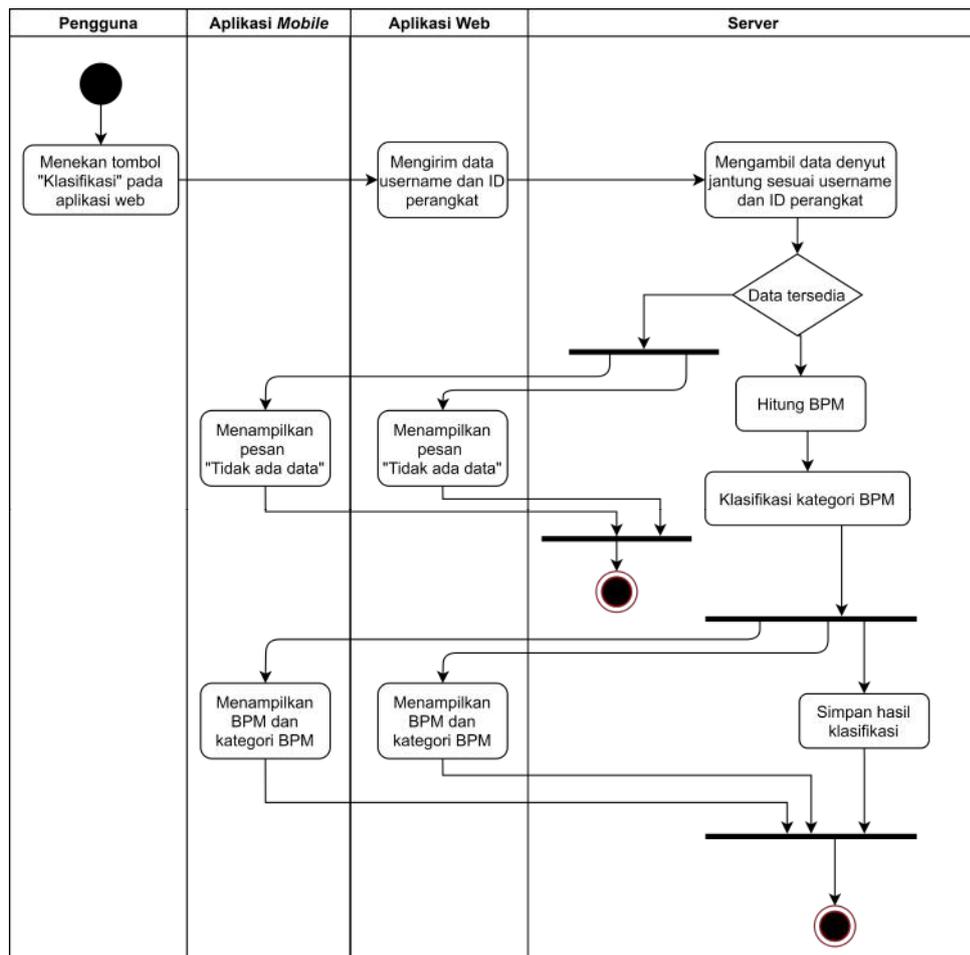
Gambar 3.6. Diagram alur pada perangkat deteksi.

5. Activity Diagram Proses Klasifikasi Denyut Jantung

Proses klasifikasi denyut jantung dilakukan di sisi server ketika ada permintaan dari pengguna melalui aplikasi web dan membutuhkan parameter berupa *username* dan kode perangkat yang digunakan untuk merekam denyut jantung. Keluaran dari proses klasifikasi ini adalah detak jantung per menit dan klasifikasi denyut jantung berupa *Bradycardia*, *Tachycardia* atau normal yang ditampilkan pada aplikasi web dan aplikasi *mobile*.

Proses klasifikasi denyut jantung dapat dilakukan setiap saat, namun akan memperoleh hasil yang lebih akurat jika klasifikasi dilakukan setelah perekaman selama 24 jam. Hal itu disebabkan karena klasifikasi dilakukan dengan menggunakan rata-rata *bpm*, jika perekaman dilakukan dalam durasi yang singkat

terdapat kemungkinan pengguna sedang melakukan aktivitas berat sehingga memiliki rata-rata *bpm* yang tinggi dan akan diklasifikasikan menjadi *Tachycardia*. Metode deteksi Aritmia menggunakan interval RR pada sub bab 2.3 digunakan pada proses ini. Gambar 3.7 menunjukkan *activity diagram* proses klasifikasi denyut jantung mulai dari pengguna mengirimkan permintaan klasifikasi hingga menampilkan keluaran berupa rata-rata *bpm* dan kategori *bpm* pada aplikasi *mobile* dan aplikasi web.



Gambar 3.7. *Activity diagram* proses klasifikasi.

3.3. Desain Pengujian

1. Pengujian Metode Klasifikasi

Pengujian metode klasifikasi bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi dari metode yang digunakan. Tingkat akurasi yang tinggi menunjukkan bahwa metode yang dikembangkan memiliki kinerja yang baik. Pengujian metode interval RR

dilakukan dengan menggunakan data *MIT-BIH Arrhythmia Database*, data tersebut dideteksi satu per satu menggunakan metode interval RR, kemudian hasil deteksi tersebut dibandingkan dengan informasi rata-rata *bpm* pada data *MIT-BIH Arrhythmia Database*. Pada pengujian ini data yang digunakan memiliki durasi sekitar 30 menit. Persentase akurasi dapat dihitung dengan Persamaan 3.1.

$$Akurasi (\%) = \frac{Jumlah\ deteksi\ dengan\ has\ benar}{Jumlah\ total\ data\ yang\ dideteksi} \times 100\% \quad (3.1)$$

Pengujian metode klasifikasi dilakukan dalam dua bagian, yaitu pengujian metode secara langsung dan pengujian metode dengan perangkat. Pengujian metode secara langsung dilakukan dengan memasukan data denyut jantung ke dalam kode sumber program klasifikasi. Sedangkan pada metode pengujian dengan perangkat, dataset dikirim dari komputer ke sistem melalui perangkat deteksi dengan menggunakan komunikasi serial.

2. Pengujian Fungsionalitas

Pengujian fungsionalitas merupakan pengujian yang dilakukan dengan menggunakan skenario uji untuk mengevaluasi fungsi yang ada pada sistem. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan seluruh komponen pada sistem yaitu perangkat deteksi, aplikasi web dan *mobile*. Skenario pengujian fungsi pada sistem dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Skenario pengujian fungsionalitas.

No	Fungsi	Hasil yang diharapkan
1	Mengetahui ritme jantung pengguna.	Menampilkan ritme jantung pengguna pada aplikasi web.
2	Mengetahui jumlah denyut jantung (bpm) pengguna secara periodik.	Menampilkan jumlah denyut jantung (bpm) secara periodik pada aplikasi mobile.
3	Mengirim data denyut jantung dari alat deteksi ke	Alat deteksi dapat mengirim data denyut jantung dan server dapat

No	Fungsi	Hasil yang diharapkan
	server.	menerima data denyut jantung.
4	Mengoreksi hasil klasifikasi denyut jantung sebelumnya.	Pengguna dapat mengoreksi hasil klasifikasi denyut jantung sebelumnya.