

APLIKASI MONITORING DETAK JANTUNG MENGGUNAKAN SENSOR MAX30102 DAN ALGORITMA GAUSSIAN NAIVE BAYES

¹Beni Mustiko Aji, ²Wahyu Sri Utami

^{1,2}Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Teknologi Yogyakarta

Jl. Siliwangi Jombor Lor, Sendangadi, Mlati, Sleman, Yogyakarta, 55285

Email: beni.mustiko.a@gmail.com, wahyu.utami@staff.uty.ac.id

ABSTRAK

Kesehatan jantung penting karena faktor utama penyebab kematian di Indonesia, terutama di kalangan lansia. Namun lansia tidak rutin dipantau karena Pos Kesehatan Terpadu (Posyandu) Ngudi Makmur tidak memiliki akses pemeriksaan detak jantung. Penulis menyarankan solusi untuk masalah ini, yaitu aplikasi monitoring detak jantung dengan sensor max30102 untuk memonitoring detak jantung menggunakan algoritma gaussian naive bayes yang diharapkan mampu membantu pemeriksaan detak jantung pada lansia di Posyandu Ngudi Makmur. Aplikasi ini memungkinkan pemantauan detak jantung secara terus menerus. Guna menjamin kelancaran proses pengembangan, teknik pengujian black box digunakan untuk pengujian fungsional aplikasi. Secara fungsionalitas, aplikasi ini telah sesuai dengan yang diharapkan oleh penulis. Selain itu, penulis mengembangkan perangkat untuk mengukur detak jantung menggunakan sensor max30102. Akurasi sebesar 95,8% ditemukan pada hasil kalibrasi perangkat yang digunakan, sedangkan pengujian algoritma gaussian naive bayes menggunakan metode k-fold cross validation menunjukkan akurasi sebesar 91%. Diharapkan para lansia di Posyandu Ngudi Makmur dapat lebih rutin memeriksa kesehatan jantung mereka.

Keywords: Detak Jantung, Gaussian Naive Bayes, Monitoring, Sensor Max30102.

1 PENDAHULUAN

Kesehatan jantung adalah hal yang penting untuk diperhatikan terutama di kalangan lanjut usia (lansia), karena merupakan penyebab utama kematian di Indonesia. Frekuensi penyakit kardiovaskular meningkat dari 0,5% pada tahun 2013 menjadi 1,5% pada tahun 2018, menurut survei riset kesehatan dasar (RISKESDAS). Menurut riskesdas 2018, penyakit kardiovaskular dapat menyerang semua usia[1]. Tingkat tertinggi terlihat pada individu berusia 75 tahun ke atas, serta mereka yang berusia 65–74 tahun. Salah satu ukuran kesehatan jantung adalah mengetahui rata-rata detak jantung per menit. Denyut jantung normal, yaitu antara 60 sampai 100 denyut per menit saat istirahat dan tanpa aktivitas fisik[2]. Kesehatan jantung dapat diketahui dengan melakukan pemeriksaan kesehatan ke dokter atau pemeriksaan mandiri dengan alat tes kesehatan.

Sangat penting untuk mengawasi kesehatan jantung orang lanjut usia. Namun karena keterbatasan waktu dan lokasi, banyak lansia yang kesulitan melakukan pemeriksaan kesehatan jantung secara rutin. Faktanya, sangat penting untuk melakukan tes jantung sesering mungkin guna mendeteksi penyakit jantung yang berpotensi berbahaya sejak dini dan menghindari masalah yang lebih berbahaya. Posyandu, sebuah fasilitas layanan kesehatan untuk lansia di Indonesia, dapat memberikan pilihan yang nyaman bagi lansia untuk menjaga kesehatan jantung mereka dengan pemeriksaan rutin. Namun Posyandu Ngudi Makmur tersebut saat ini tidak menjalani pemeriksaan jantung. Setiap bulannya, Posyandu Ngudi Makmur hanya melakukan pemeriksaan tekanan darah, berat badan, dan tinggi badan pada lansia di Krumpyak, Margoagung, Seyegan, dan Sleman, Yogyakarta. Oleh karena itu, diperlukan suatu alat yang dapat digunakan Posyandu Ngudi Makmur dalam memonitor detak jantung lansia.

Berdasarkan uraian tersebut penulis menyarankan sebuah aplikasi monitoring detak jantung menggunakan sensor max30102 dan algoritma gaussian naive bayes. Algoritma naive bayes adalah

pengklasifikasian statistik yang dapat digunakan untuk memprediksi probabilitas keanggotaan suatu kelas sedangkan sensor max30102 merupakan monitor detak jantung non invasif yang dapat ditempatkan di berbagai area tubuh, termasuk jari. Algoritma Gaussian Naive Bayes merupakan variasi dari algoritma Naive Bayes yang digunakan dalam statistik dan *machine learning* untuk melakukan klasifikasi dan menganalisis data[3].

Sensor max30102 adalah metode non-invasif untuk memantau detak jantung di rumah. Fungsionalitas perangkat ini terletak pada kemampuannya merekam data dan memberikan rata-rata detak jantung per menit. Selain itu, perangkat ini dapat mendeteksi ketidakaturan detak jantung secara dini dan mengingatkan pengguna. Setelah mengumpulkan data dari sensor max30102, mikrokontroler nodeMCU ESP8266 akan mengirimkan informasi tersebut ke Firebase melalui jaringan internet. NodeMCU ESP8266 adalah modul mikrokontroler yang mencakup ESP8266 dan dapat membuat koneksi Internet nirkabel[4]. Data yang dikirim ke firebase akan dibaca, dikalkulasi, dan dilakukan klasifikasi kondisi detak jantung menggunakan algoritma gaussian naive bayes lalu ditampilkan ke aplikasi, sehingga pengguna dapat mengetahui hasil pengukuran rata-rata detak jantung per menit dan kondisinya. Harapan dari penelitian ini, aplikasi monitoring detak jantung menggunakan sensor max30102 dan algoritma naive bayes akan mempermudah pemeriksaan rutin yang dilakukan oleh Posyandu Ngudi Makmur.

2 TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian yang telah dilakukan pada penelitian-penelitian sebelumnya dan mempunyai kesamaan bidang dan topik dengan penelitian yang akan dilakukan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Tinjauan Pustaka

No.	Nama Penulis	Judul	Kesimpulan
1	William dan Sean Coonery	Simulasi sistem pemantauan kondisi pasien serangan jantung menggunakan arduino dan sensor detak jantung	Penelitian simulasi sistem pemantauan kondisi pasien serangan jantung menggunakan arduino dan sensor detak jantung karya Whiliams dan Sean Coonery ini membahas dan menganalisis data yang diambil dari arduino dan sensor detak jantung yang akan digunakan sebagai parameter. Pada penelitian ini, data detak jantung yang diperoleh dari arduino dan sensor akan dikirimkan ke ponsel pintar yang dapat mendeteksi adanya abnormalitas atau tanda-tanda aritmia. Ketika tanda-tanda tersebut terdeteksi maka akan mengirimkan peringatan pada pasien. Apabila peringatan tersebut tidak direspon maka ponsel pintar akan mengirimkan pesan darurat. Kesimpulan dari penelitian ini adalah algoritma yang diterapkan berdasarkan hasil pengumpulan data dapat mendeteksi adanya abnormalitas pada detak jantung yang dapat digunakan untuk pendeteksian awal gejala serangan jantung ketika melakukan monitoring pada pasien serangan jantung[5].
2	Ahmad Rizal Rinaldi	Rancang bangun alat deteksi jantung berbasis	Pada penelitian Ahmad Rizal Rinaldi dengan judul rancang bangun alat deteksi jantung berbasis mikrokontroler arduino dengan pulse

No.	Nama Penulis	Judul	Kesimpulan
		mikrokontroler arduino dengan pulse sensor	sensor, kita dapat melihat bagaimana gadget pendeteksi jantung menggunakan android ini mengukur detak jantung dan menyesuaikan pembacaannya dengan usia. Di sini, data disajikan dalam bentuk grafik detak jantung yang didasarkan pada pengukuran sebenarnya yang dilakukan. Pelacak dapat merekam dan mengirimkan data tentang detak jantung pengguna. Keakuratan pembacaan detak jantung sangat bergantung pada jari mana yang melakukan pembacaan. Rumus deviasi absolut rata-rata (MAD) digunakan untuk menguji instrumen ini, karena rumus ini memberikan ukuran akurasi berdasarkan jumlah kesalahan pengukuran yang umum. Rata-rata kesalahan root-mean-square (RMS) untuk aplikasi dan instrumen yang digunakan untuk mengukur detak jantung dan suhu tubuh di dalam ruangan tanpa AC adalah 4,6 untuk tangan kanan dan 9,6 untuk tangan kiri, serta 0,827 dan 0,81 untuk tangan kanan dan tangan. tangan kiri, masing-masing[6].
3	Jarot Dian, Fujiama Diapoldo Silalahi, Nuris Dwi Setiawan	Sistem monitor denyut jantung untuk mendeteksi tingkat kesehatan jantung berbasis internet of things menggunakan android	Sistem monitor denyut jantung untuk mendeteksi tingkat kesehatan jantung berbasis internet of things menggunakan android diterbitkan pada tahun 2021 oleh Jarot Dian, Fujiama Diapoldo Silalahi, dan Nuris Dwi Setiawan. Studi ini merinci pengembangan monitor detak jantung internet-of-things menggunakan Android yang dibangun pada mikrokontroler Wemos. Tujuan penggunaan sistem ini adalah untuk menangkap dan melacak detak jantung setiap pasien. Pasien di Puskesmas Lebdosari kesulitan memantau detak jantungnya. Menurut penelitian yang dilakukan para ahli di sana, setiap fluktuasi detak jantung terdeteksi oleh sistem. Sistem mampu memberikan temuan dan rekomendasi kepada pengguna mengenai kesehatan detak jantung. Teknologi ini dapat melacak detak jantung pasien dan menentukan nilai rata-rata dan maksimum[7].

Merujuk pada tabel 1, dapat diambil kesimpulan yang menunjukkan perbedaan dari referensi dengan judul yang diangkat oleh penulis terletak pada sensor dan penerapan algoritma gaussian naive bayes yang digunakan pada penelitian ini.

3 METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian pada pembangunan aplikasi monitoring detak jantung menggunakan sensor max30102 dan algoritma gaussian naive bayes disajikan pada gambar 1 berikut.



Gambar 1 Metode Penelitian

3.1 Identifikasi Masalah

Dalam bagian ini, penulis melakukan analisis dari permasalahan di Posyandu Ngudi Makmur. Hal tersebut dilakukan untuk mengenal permasalahan yang ada dan menemukan solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan mencari dari sumber lain yang digunakan sebagai sumber referensi.

3.2 Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dikerjakan dengan melakukan observasi lapangan di Posyandu Ngudi Makmur. Selain itu, penulis melakukan wawancara dengan pengurus Posyandu Ngudi Makmur. Guna memperoleh data detak jantung, penulis melakukan monitoring detak jantung di Posyandu Ngudi Makmur statistik yang beralamatkan Krapyak Seyegan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55561.

3.3 Algoritma Naive Bayes

Pengklasifikasi Bayesian merupakan sebuah metode klasifikasi statistik yang dipakai untuk memprediksi probabilitas keanggotaan kelas. Algoritma naive bayes merupakan salah satu algoritma yang digunakan dalam metode klasifikasi ini. Algoritma tersebut bersifat probabilistik dan statistik. Thomas Bayes, seorang ilmuwan Inggris, orang yang pertama memperkenalkan algoritma ini untuk memprediksi kemungkinan kejadian di masa depan dengan merujuk pada pengalaman yang telah terjadi. Metode ini dikenal juga dengan Teorema Bayes [8]. Rumus Naive Bayes dapat ditemukan pada Persamaan 1.

$$P(H|X) = \frac{P(X|H) P(H)}{P(X)} \quad (1)$$

Dimana:

X : Data kelas yang belum diketahui

H : Hipotesis data merupakan suatu class spesifik

$P(H|X)$: Probabilitas hipotesis H berdasar kondisi X (posterior probabilitas)

$P(H)$: Probabilitas hipotesis H (prior probabilitas)

$P(X|H)$: Probabilitas X berdasarkan kondisi pada hipotesis H

$P(X)$: Probabilitas X

3.4 Gaussian Naive Bayes

Saat bekerja dengan data sekuensial, nilai yang terkait setiap kategori atau kelas umumnya diasumsikan mengikuti pola distribusi Gaussian atau dikenal sebagai distribusi normal. Saat memproses data, data pelatihan dibagi ke dalam kelas-kelas yang sesuai, lalu dihitung mean dan deviasi standar untuk setiap kelas[9]. Oleh karena itu, untuk memperkirakan probabilitas kumpulan data sekuensial dapat menggunakan rumus pada persamaan 2.

$$P(X_i) = x_i | Y = y_j = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{ij}}} e^{-\frac{(x_i - \mu_{ij})^2}{2\sigma_{ij}^2}} \quad (2)$$

Dimana :

- P : Peluang
 X_i : Atribut ke i
 x_i : Nilai atribut ke i
 Y : Kelas yang dicari
 y_j : Sub kelas Y yang dicari
 M : Mean, menyatakan rata rata dari seluruh atribut
 Σ : Deviasi standar, menyatakan varian dari seluruh atribut

3.5 Perancangan Sistem

Perancangan sistem pada aplikasi monitoring detak jantung menggunakan sensor max30102 ini dilakukan dengan menganalisis sistem terlebih dahulu untuk mengetahui proses apa yang selanjutnya akan dibuat. Proses selanjutnya yaitu membuat desain sistem yang menggambarkan hasil dari sistem seperti desain *flowchart* dan *data flow diagram*.

3.6 Implementasi Sistem

Mengikuti pengembangan desain sistem, penulis mengimplementasikan aplikasi monitoring detak jantung menggunakan sensor max30102 dan algoritma gaussian naive bayes dengan menulis kode menggunakan bahasa pemrograman Java untuk Android dan PHP untuk terhubung ke database.

3.7 Pengujian Sistem

Pengujian black box yang difokuskan pada fungsionalitas perangkat lunak digunakan untuk mengevaluasi aplikasi monitoring detak jantung menggunakan sensor max30102 dan algoritma gaussian naive bayes[10]. Guna mengevaluasi fungsi aplikasi yang dikembangkan dengan mencari kesalahan pada sistem dan memperbaikinya jika diperlukan. Penulis juga melakukan evaluasi terhadap hasil monitoring detak jantung menggunakan sensor max30102 tersebut dengan pengujian kalibrasi detak jantung dan pengujian akurasi menggunakan metode *k-fold cross validation* yang dihasilkan pada perhitungan algoritma gaussian naive bayes.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian aplikasi monitoring detak jantung berbasis android menggunakan sensor max30102 dan algoritma gaussian naive bayes dilakukan dengan pengambilan data detak jantung lansia di Posyandu Ngudi Makmur dan diolah menggunakan algoritma gaussian naive bayes. Hasil tingkat akurasi perhitungan rata-rata detak jantung menggunakan sensor max30102 menggunakan teknik pengukuran kalibrasi detak jantung dan pengukuran akurasi dengan metode *k-fold cross validation* pada perhitungan algoritma naive bayes.

4.1 Identifikasi Masalah

Pada saat ini, Posyandu Ngudi Makmur melakukan pemeriksaan rutin setiap bulan sekali, pemeriksaan yang dilakukan yaitu berat badan, tinggi badan dan tekanan darah. Hal tersebut dianggap sudah mampu membantu kesehatan dari lansia. Namun, pemeriksaan detak jantung belum tersedia sehingga lansia yang ingin pemeriksaan lebih lanjut disarankan untuk ke Puskesmas setempat.

4.2 Pengumpulan data

Penghitungan detak jantung oleh pakar dilakukan dengan menggunakan stetoskop yang ditempelkan ke bagian dada dan pengukuran detak jantung menggunakan sensor max30102 dengan cara meletakkan ujung jari telunjuk pada sensor max30102 seperti pada gambar 2 berikut.



Gambar 2 Pengukuran detak jantung menggunakan sensor max30102

Berikut hasil penghitungan detak jantung pada lansia yang dilakukan oleh pakar dan sensor max30102 yang ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil perhitungan detak jantung

No.	Umur (Tahun)	Jenis Kelamin	Sensor max30102	Pakar
1	61	P	76	74
2	60	L	44	50
3	64	P	51	53
4	62	P	98	96
5	63	L	70	66
....				
294	65	P	106	110
295	66	L	104	102
296	68	P	110	116
297	61	P	69	71
298	67	L	55	61

Data pada penelitian ini berjumlah 298 dengan pengambilan data yang dilakukan secara berkala. Data tersebut akan dihitung akurasi dengan kalibrasi detak jantung untuk mengetahui tingkat akurasi alat yang digunakan.

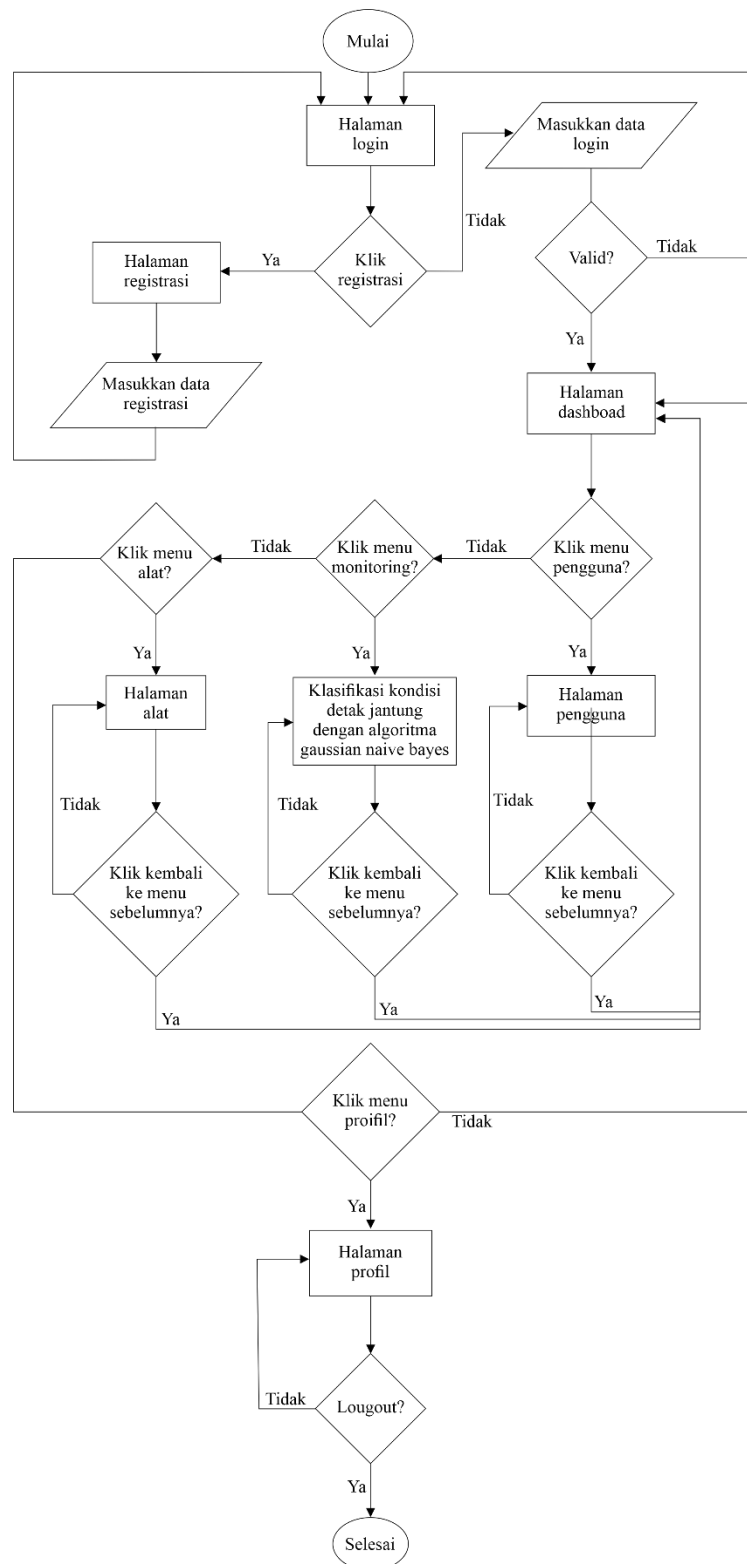
4.3 Perancangan Sistem

Pada penelitian ini, Perancangan sistem meliputi pembuatan diagram *flowchart* yang menggambarkan alur kerja sistem secara visual, menunjukkan interaksi antar komponen utama. Selain itu, penulis mengembangkan *data flow diagram* (DFD) yang dapat memberikan gambaran umum tentang cara kerja sistem, merinci aliran data, dan menunjukkan proses yang terlibat. Berikut hasil perancangan sistem yang dibuat pada penelitian ini.

4.3.1 Flowchart

Dalam Bahasa Indonesia, *flowchart* disebut sebagai diagram alur merupakan representasi grafis dari logika dan organisasi suatu program[11]. Diagram ini merupakan representasi grafis dari proses logika yang terlibat dalam program komputer atau operasi sistem[12]. Halaman pertama yang ditemui pengguna di aplikasi pemantauan detak jantung adalah halaman login, tempat pengguna memasukkan informasi login (email dan kata sandi) sebelum sistem memeriksa informasi tersebut dan mengarahkan pengguna ke halaman dashboard atau memintanya untuk

daftar. Setelah pengguna berhasil masuk halaman dashboard, pemantau dapat memasukkan data lansia, selanjutnya dapat dilakukan pemeriksaan detak jantung pada lansia menggunakan sensor max30102. Hasil pemeriksaan detak jantung diklasifikasikan menggunakan algoritma gaussian naive bayes dengan penentuan kondisi detak jantung tinggi, normal dan rendah dapat dilihat di aplikasi oleh pemantau. Perancangan flowchart aplikasi monitoring detak jantung dapat dilihat pada gambar 3.



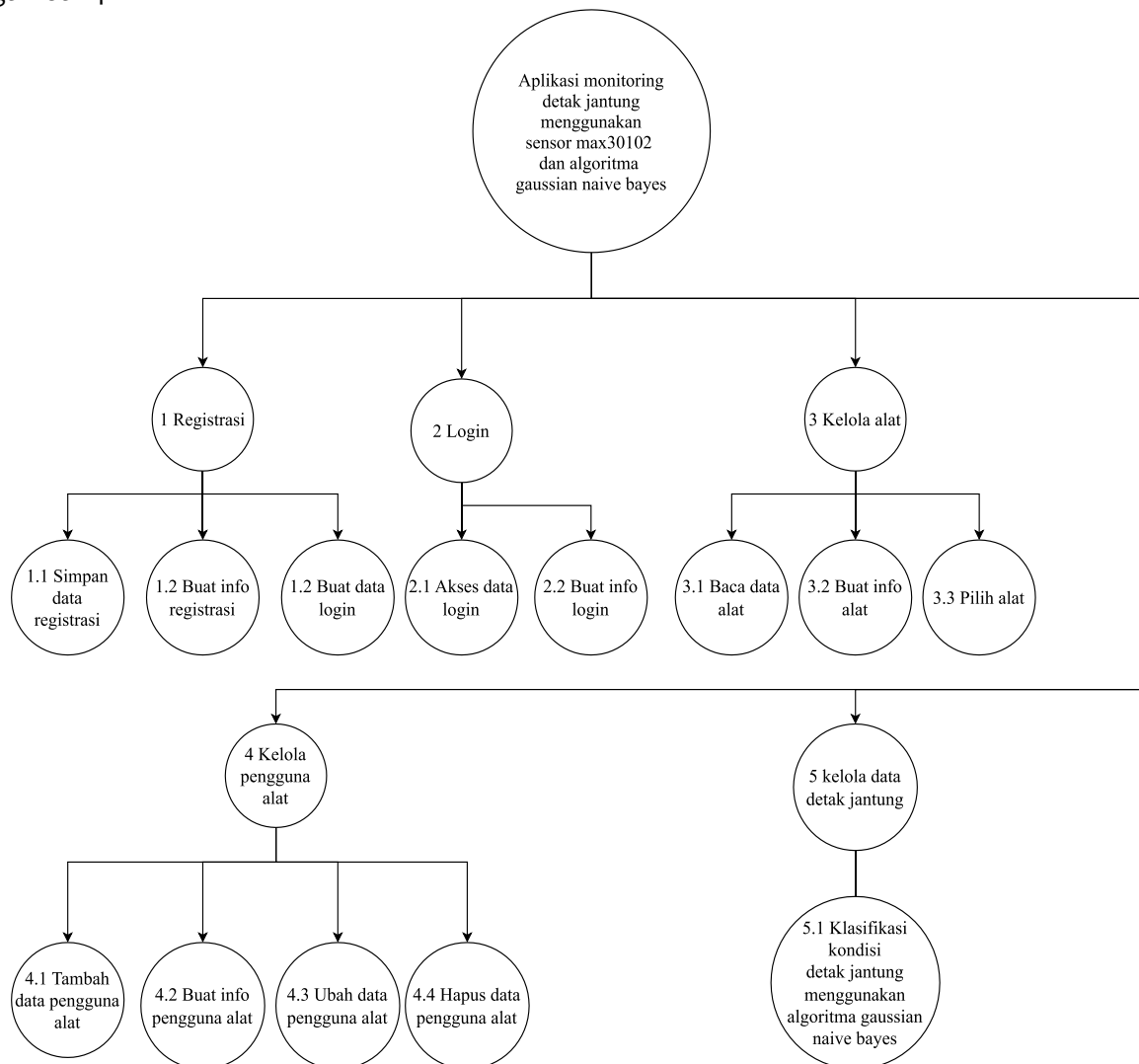
Gambar 3 Flowchart

4.3.2 Data Flow Diagram

DFD (*Data flow diagram*) merupakan gambaran berupa grafis yang mewakili arus dan perubahan informasi sebagai masukan dan keluaran[13]. Penulis menggunakan diagram alir data berikut ketika mengembangkan sistem dalam penelitian ini.

a. Diagram Jenjang

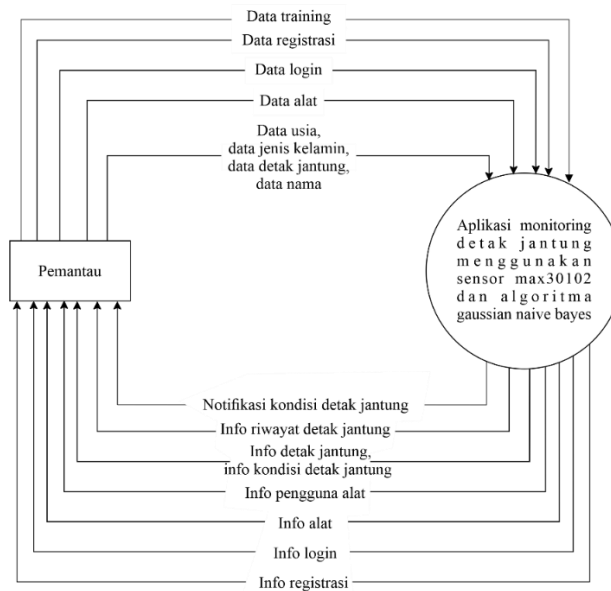
Diagram jenjang adalah skema multi-level yang penting untuk pengembangan semua prosedur saat ini[14]. Diagram aliran data pertama kali dijelaskan menggunakan grafik bertingkat. Notasi proses diagram aliran data dapat digunakan untuk mewakili grafik bertingkat terlihat pada gambar 4.



Gambar 4 Diagram jenjang

b. Diagram Konteks

Definisi diagram konteks representasi grafis dari ruang lingkup sistem. Diagram aliran data (DFD) tingkat tertinggi mencakup diagram konteks ini, juga dikenal sebagai DFD tingkat 0, yang menggambarkan semua masukan dan keluaran dari sistem seperti pada gambar 5.



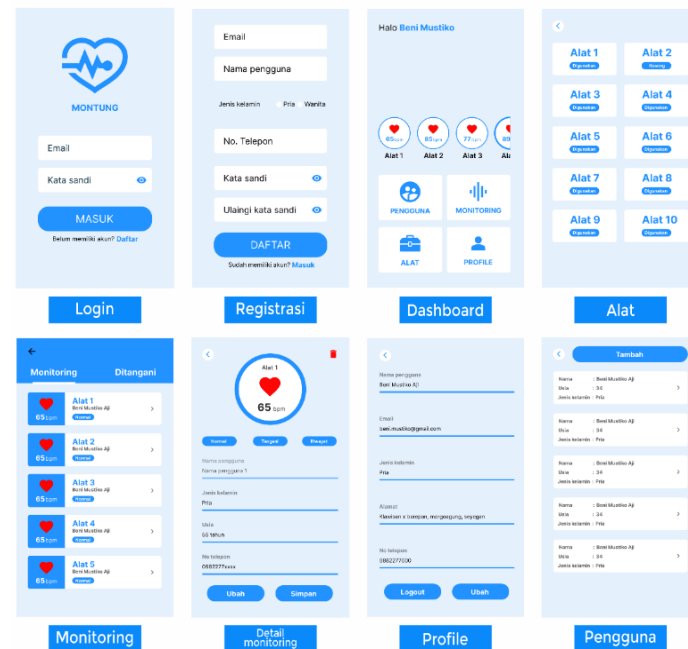
Gambar 5 Diagram konteks

4.4 Implementasi Sistem

Tahapan implementasi adalah proses konversi atau penerapan desain sistem ke dalam bentuk nyata. Proses ini memastikan bahwa sistem yang diterapkan sesuai dengan persyaratan dan harapan dengan merancang, membuat, menguji, dan mengintegrasikan berbagai bagian sistem. Implementasi aplikasi monitoring detak jantung menggunakan sensor max30102 berbasis android akan melibatkan beberapa tahapan penting.

4.4.1 Tampilan Halaman

Penelitian ini menghasilkan sebuah aplikasi pemantauan detak jantung berbasis Android yang menggunakan sensor Max30102. Aplikasi ini memiliki 8 tampilan utama, yaitu halaman login, registrasi, dashboard, pengguna, monitoring, detail monitoring, alat, dan profil. Halaman login menyediakan akses ke program dengan meminta pemantau untuk memasukkan nama pengguna dan kata sandi mereka. Jika pemantau belum memiliki akun, mereka dapat mendaftar melalui halaman registrasi. Setelah berhasil login, mereka akan diarahkan ke halaman dashboard. Pada halaman registrasi, pemantau yang belum memiliki akun dapat mendaftar dengan mengisi data seperti email, nama pengguna, dan kata sandi. Pesan pendaftaran berhasil akan muncul dalam bentuk popup. Setelah proses registrasi berhasil, pemantau akan diarahkan kembali ke halaman login. Halaman dashboard adalah pusat informasi yang menampilkan data terkait pemantauan. Tampilan dashboard dilengkapi dengan tiga pilihan navigasi, yaitu menu pengguna, menu monitoring, menu alat, dan menu profil. Halaman pengguna menampilkan daftar nama pengguna, usia, jenis kelamin, dan menyediakan tombol untuk menambahkan pengguna baru. Halaman monitoring memberikan informasi tentang penggunaan alat dan hasil kondisi Kesehatan jantung berdasarkan pengukuran rata-rata detak jantung menggunakan algoritma Gaussian Naive Bayes. Halaman detail monitoring menampilkan informasi pengguna yang berkaitan dengan alat tersebut, seperti nama pengguna, jenis kelamin, usia, dan nomor telepon kontak, yang berguna untuk pemantauan. Halaman alat memberikan informasi kepada pengguna tentang ketersediaan dan penggunaan alat saat ini. Terakhir, halaman profil menampilkan berbagai informasi tentang pemantau, seperti nama, alamat email, jenis kelamin, alamat, dan nomor telepon. Implementasi sistem pada tampilan halaman terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Tampilan halaman

4.5 Pengujian Sistem

4.5.1 Pengujian Black Box

Setelah proses pembuatan prototipe seperti yang dijelaskan oleh penulis. Penelitian dilanjutkan dengan tahap pengujian secara fungsi aplikasi monitoring detak jantung menggunakan sensor max30102. Dalam penelitian ini, kami menggabungkan metode partisi *equivalence partitions* dengan pendekatan pengujian *black box*. Tabel 3 di bawah menunjukkan tata letak pengujian:

Tabel 3 Rancangan pengujian aplikasi

Kode	Text case	Hasil yang diharapkan
HA01	Tombol login	Sistem akan melakukan validasi nama pengguna dan kata sandi ke database kemudian menampilkan halaman dashboard.
HA02	Tombol registrasi	Sistem menyimpan data registrasi lalu mengarahkan pemantau ke halaman login.
HA03	Halaman dashboard	Sistem akan menampilkan halaman berupa empat pilihan menu yaitu menu pengguna, menu alat, menu monitoring, dan menu profil.
HA04	Halaman monitoring	Sistem menampilkan daftar penggunaan alat beserta data pengukuran detak jantung yang dapat diakses oleh pemantau.
HA05	Halaman detail monitoring	Sistem menampilkan data pengguna alat berupa usia, nama pengguna, nomor telepon, dan jenis kelamin yang dapat dihubungi
HA06	Halaman alat	Sistem menampilkan daftar alat yang tersedia dan status penggunaan alat.
HA07	Halaman profil	Sistem menampilkan data nama pemantau, email, jenis kelamin, alamat, nomor telepon dan tombol keluar sistem, tombol ubah profil.
HA08	Tombol logout	Sistem menghapus session pemantau.

Setelah perancangan selesai, aplikasi akan diuji dengan metode black box pengujian, seperti terlihat pada tabel 4.

Tabel 4 Hasil pengujian aplikasi

Kode	Text case	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
HA01	Tombol login	Sistem akan melakukan validasi email dan kata sandi ke database kemudian menampilkan halaman dashboard.	Sistem dapat melakukan validasi email dan kata sandi ke database kemudian menampilkan halaman dashboard.
HA02	Halaman registrasi	Sistem akan menampilkan form registrasi dan menyimpan data registrasi lalu mengarahkan pemantau ke halaman login.	Sistem dapat menampilkan form registrasi menyimpan data registrasi lalu mengarahkan pemantau ke halaman login.
HA03	Halaman dashboard	Sistem akan menampilkan halaman berupa empat pilihan menu yaitu menu pengguna, menu alat, menu monitoring, dan menu profil.	Sistem dapat menampilkan halaman berupa empat pilihan menu yaitu menu pengguna, menu alat, menu monitoring, dan menu profil.
HA04	Halaman monitoring	Sistem menampilkan daftar penggunaan alat beserta data pengukuran detak jantung yang dapat diakses oleh pemantau.	Sistem dapat menampilkan data penggunaan alat dan pengukuran detak jantung yang dapat diakses oleh pemantau.
HA05	Halaman detail monitoring	Sistem menampilkan data pengguna alat berupa nama pengguna, jenis kelamin, usia, kondisi detak jantung, dan nomor telepon.	Sistem dapat menampilkan data pengguna alat berupa nama pengguna, jenis kelamin, usia, kondisi detak jantung, dan nomor telepon.
HA06	Halaman alat	Sistem menampilkan daftar alat yang tersedia.	Sistem hanya dapat menampilkan satu informasi alat yang tersedia beserta status penggunaan alat.
HA07	Halaman profil	Sistem menampilkan data nama pemantau, email, nomor telepon, jenis kelamin, alamat, tombol ubah profil dan tombol keluar sistem.	Sistem dapat menampilkan data nama pemantau, email, nomor telepon, jenis kelamin, alamat, tombol ubah profil dan tombol keluar sistem.
HA08	Tombol logout	Sistem menghapus session pemantau.	Pemantau dapat keluar dari sistem atau aplikasi.

Berdasarkan hasil pengujian black box testing tersebut sudah cukup baik, dilihat dari hasil penerapan sesuai dengan yang diharapkan peneliti, dari hasil pengujian tersebut aplikasi sudah dapat digunakan oleh pemantau sebagai sarana untuk melakukan pengukuran detak jantung dengan efektif.

4.5.2 Pengujian Akurasi Kalibrasi Detak Jantung

Pada tahapan pengujian, selain pengujian aplikasi terdapat pengujian tingkat akurasi perhitungan dari aplikasi dengan menggunakan metode pengujian kalibrasi detak jantung. Kalibrasi merupakan praktik umum untuk membandingkan satu standar pengukuran dengan standar pengukuran lainnya. Pengukuran ini pada umumnya diakui akreditasi nasional dan

internasional. Cara ini menghasilkan indikator-indikator yang relevan akan terpenuhi dalam konteks kondisi atau sistem yang berlaku. Dalam penelitian ini, kalibrasi diartikan sebagai perbandingan antara detak jantung yang diukur dengan perkiraan detak jantung menggunakan sensor max30102[15].

Data yang dikumpulkan melalui pembacaan stetoskop digunakan untuk mengkalibrasi monitor detak jantung dan temuannya dibandingkan dengan max30102 untuk menentukan selisih perhitungan rata-rata detak jantung tersebut. Rumus kalibrasi detak jantung terlihat pada persamaan 3 berikut.

$$\text{Nilai akurasi (\%)} = 100\% - \left| \frac{\text{Selisih}}{\text{Alat komersial}} \right| \times 100\% \quad (3)$$

Kalibrasi detak jantung Max30102 dihitung secara manual menggunakan data dari banyak orang dalam kondisi istirahat (duduk). Tabel 5 menampilkan nilai ketidaksesuaian dan akurasi yang dihitung menggunakan data yang dikumpulkan.

Tabel 5 Hasil akurasi rata-rata detak jantung

No.	Umur (Tahun)	Jenis Kelamin	Sensor max301020	Pakar	Selisih	Akurasi
1	61	P	76	74	4	96%
2	60	L	44	50	6	94%
3	64	P	51	53	4	96%
4	62	P	98	96	2	98%
5	63	L	70	66	4	96%
....					...	
294	65	P	106	110	4	96%
295	66	L	104	102	6	94%
296	68	P	110	116	2	98%
297	61	P	69	71	6	94%
298	67	L	55	61	4	96%
Rata-rata akurasi						95,8%

Setelah mengumpulkan 10 data menggunakan sensor max30102, kami membuat rata-rata temuan dan membandingkannya dengan perkiraan kami sendiri. Pada Tabel 5, perbedaan antara sensor max30102 dan perhitungan ahli manusia menunjukkan akurasi sensor sebesar 95,8% dalam memperkirakan detak jantung rata-rata.

4.5.3 Pengujian Algoritma Gaussian Naive bayes

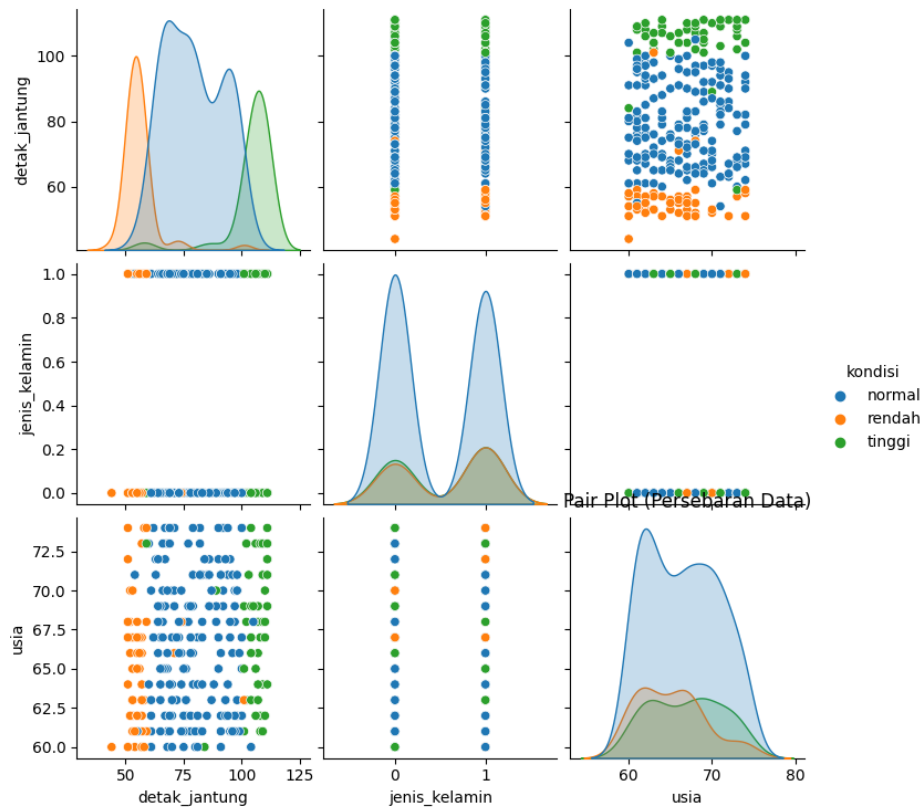
Pada pengujian Algoritma Gaussian naive bayes ini, dapat ditampilkan hasil perhitungan 298 dataset detak jantung yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian. Sebelum melakukan perhitungan rata-rata detak jantung, penulis melakukan encoding. Encoding merupakan suatu aktivitas yang dilakukan oleh sumber untuk menerjemahkan pemikiran dan gagasannya ke dalam bentuk yang dapat diterima oleh indera penerima dengan cara mengubah fitur gender dengan data (P) yang berarti Perempuan menjadi nomor satu (1), sedangkan data (L) yang artinya laki-laki ke angka nol (0). Berikut hasil perhitungan dapat dilihat di tabel 6.

Tabel 6 Hasil Encoding Data Detak Jantung

No	Umur (Tahun)	Jenis Kelamin	Hasil Pengukuran	Kondisi
1	61	1	74	Normal
2	60	0	50	Rendah
3	64	1	53	Rendah
4	62	1	96	Normal
5	63	0	66	Normal

No	Umur (Tahun)	Jenis Kelamin	Hasil Pengukuran	Kondisi
....				
294	65	1	106	Tinggi
295	66	0	104	Tinggi
296	68	1	110	Tinggi
297	61	1	69	Normal
298	67	0	55	Normal

Selanjutnya dengan data set tersebut dapat dilihat persebaran data hasil pengukuran detak jantung dapat dilihat pada gambar 7 berikut.



Gambar 7 Persebaran data hasil pengukuran detak jantung

Setelah mendapatkan hasil perhitungan detak jantung tersebut, penulis melakukan pengukuran tingkat akurasi perhitungan menggunakan algoritma gaussian naive bayes dengan melakukan perhitungan sebagai berikut:

a. Perhitungan Mean dan Standar Deviasi

Pada tahapan ini dilakukan perhitungan mean dan standar deviasi pada masing-masing fitur (detak jantung, jenis kelamin dan usia) pada semua kelas yang ada (tinggi, normal, rendah). Berikut hasil Mean dan Standar Deviasi dengan algoritma naive bayes pada tabel 7.

Tabel 7 Hasil Perhitungan Mean dan Standar Deviasi

Kelas	Fitur	Mean	Standar Deviasi
Tinggi	Detak jantung	103.64	11.34
Tinggi	Jenis kelamin	0.52	0.51
Tinggi	Usia	66.73	4.4
Normal	Detak jantung	80.02	12.74
Normal	Jenis kelamin	0.49	0.5
Normal	Usia	66.54	4.38

Kelas	Fitur	Mean	Standar Deviasi
Rendah	Detak jantung	55.7	8.12
Rendah	Jenis kelamin	0.55	0.5
Rendah	Usia	64.55	3.78

b. Perhitungan Probabilitas Prior Kelas Muncul

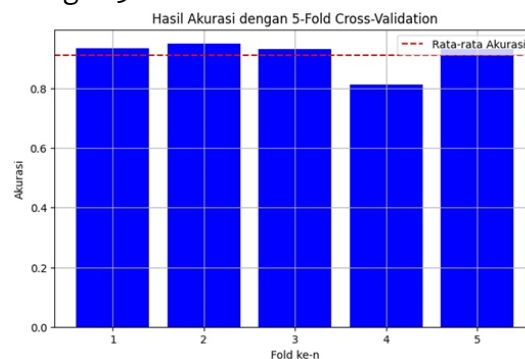
Pada tahap ini peneliti melakukan perhitungan probabilitas Prior yang muncul dari jumlah data set yang berjumlah 298 data. Berikut tabel 8 probabilitas prior pada penerapan algoritma naive bayes

Tabel 8 Hasil Perhitungan Probabilitas Prior Kelas Muncul

No	Kelas	Probabilitas kelas prior
1	Normal	0.63
2	Tinggi	0.19
3	Rendah	0.19

c. Perhitungan Akurasi Algoritma Gaussian Naive Bayes

Pada tahap perhitungan ini, peneliti menggunakan metode K-Fold Cross-Validation. Pada cross validation terdapat dua pendekatan populer untuk mengevaluasi kinerja algoritma yaitu k-fold cross validation dan leave-one-out cross validation. Ketika jumlah data besar, k-fold cross validation harus digunakan untuk memperkirakan akurasi data. Gambar 8 menunjukkan hasil pengukuran akurasi dengan nilai k sama dengan 5.



Gambar 8 Hasil akurasi dengan K-Fold Cross-Validation

Berdasarkan perhitungan tersebut, didapatkan akurasi penerapan algoritma gaussian naive bayes pada aplikasi monitoring detak jantung berbasis android di Posyandu Ngudi Makmur yaitu sebesar 91%.

5 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka penulis mengambil kesimpulan bahwa aplikasi monitoring detak jantung menggunakan sensor max30102 dan algoritma gaussian naive bayes dari segi fungsionalitas dengan pengujian *black box* menunjukkan bahwa implementasi desain sistem berjalan dengan baik. Pengujian kalibrasi detak jantung menunjukkan akurasi sebesar 95,8%. Hasil akurasi algoritma gaussian naive bayes yang diukur menggunakan metode *k-fold cross validation* menghasilkan akurasi sebesar 91%. Aplikasi monitoring detak jantung menggunakan sensor max30102 dan algoritma gaussian naive bayes dapat diterapkan kepada lansia di Posyandu Ngudi Makmur untuk membantu pemeriksaan dengan baik dan dapat secara berkelanjutan diterapkan.

Penelitian ini masih terdapat kekurangan, sehingga penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya bagi peneliti lain dapat menggunakan algoritma fuzzy yang dapat memberikan hasil pengukuran lebih maksimal karena memiliki kelebihan dalam algoritma fuzzy dapat memproses data yang kabur dengan baik, seperti data sensor yang noisy atau tidak pasti. Mereka dapat

membantu dalam menghasilkan hasil yang lebih stabil dan dapat diandalkan, hal ini akan membantu dalam menentukan kondisi pada detak jantung.

REFERENSI

- [1] Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. (2018). Hasil Utama Riskesdas 2018.
- [2] Herawati, L., Rejeki, P. S., Purwanto, B., Anggraini, R., Kinandita, H., Jatmiko, T., & Susanto, I. H. (2019). Personal Trainer Guide. Departemen Ilmu Faal Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga.
- [3] Hajer, K., Dhahir, A., & Al-tuwairijari, J. A. (2019). Cancer Classification Using Gaussian Naive Bayes Algorithm. International Engineering Conference (IEC), 165–166.
- [4] Ilham, D. N., Hardisal, & Candra, R. A. (2020). Monitoring dan Stimulasi Detak Jantung dengan Murotal Al-Qur'an Berbasis Internet of Things (IoT). CV Jejak, anggota IKAPI.
- [5] Whiliams, & Sumarta, S. C. (2022). Simulasi Sistem Monitoring Kondisi Pasien Serangan Jantung Menggunakan Arduino Dan Sensor Detak Jantung. Jurnal Tematika, VOL. 10, NO. 1, 46–49.
- [6] Rinaldi, A. R. (2021). Rancang Bangun Alat Deteksi Jantung Berbasis Mikrokontroler Arduino Dengan Pulse Sensor. Forum Pendidikan Tinggi Teknik Elektro Indonesia Regional VII, 374–376.
- [7] Dian, J., Silalahi, F. D., & Setiawan, N. D. (2021). Sistem Monitoring Denyut Jantung Untuk Mendeteksi Tingkat Kesehatan Jantung Berbasis Internet Of Things Menggunakan Android. Jurnal JUPITER, Vol. 13 No. 2, 69–72.
- [8] Mayasari, R., Nafisah, N., & Natuzzuharryyah, A. (2021). Klasifikasi Tingkat Kepuasan Mahasiswa Terhadap Pembelajaran Secara Daring Menggunakan Algoritma Naive Bayes. JISka (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga), Vol. 6, No. 3, 163.
- [9] Kamel, H., Abdulah, D., & Al-Tuwaijari, J. M. (2019). Cancer Classification Using Gaussian Naive Bayes Algorithm. International Engineering Conference (IEC), 166–166.
- [10] Wicaksono, S. R. (2021). Blackbox Testing Teori dan Studi Kasus (S. R. Wicaksono, Ed.; Pertama). CV. Seribu Bintang.
- [11] Indahyant, U., & Rahmawati, Y. (2020). Algoritma Dan Pemrograman Dalam bahasa c++ (R. Dijaya, Ed.; pertama). UMSIDA Press.
- [12] Indra Ava, D. (2021). Logika dan Algoritma Untuk Merancang Aplikasi Komputer (Danang, Ed.; 1 ed.). Yayasan Prima Agus Teknik.
- [13] Hasanah, F. N., & Untari, R. S. (2020a). Buku Ajar Rekayasa Perangkat Lunak (M. Suryawinata, Ed.; Cetakan Pertama). UMSIDA Press .
- [14] Hasanah, F. N., & Untari, R. S. (2020b). Buku Ajar Rekayasa Perangkat Lunak (M. Suryawinata, Ed.; Cetakan Pertama). UMSIDA Press.
- [15] Rouessac, F., & Rouessac, A. (2007). Analysisist Modern Intrumentation Method Techques. Willy & Sons.