

Sistem Monitoring Kondisi Kesehatan Sebelum dan Sesudah Olahraga Menggunakan *Pulse Sensor* dan Sensor DS18B20 dengan Metode *Naive Bayes*

(*Health Condition Monitoring System Before and After Sports Using Pulse Sensor and DS18B20 Sensor with Naive Bayes Method*)

Islam Hidayah*, I Gede Putu Wirarama Wedashwara, Ariyan Zubaidi

Dept Informatics Engineering, University of Mataram

Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok NTB, INDONESIA

Email: islamhidayah00@gmail.com, [wirarama, zubaidi13]@unram.ac.id

*Penulis Korespondensi

Abstract Heart rate and body temperature are essential factors that must be considered before exercise is essential to optimize exercise and know the body's condition. The trainer conducts a health check, and management evaluates the exercise results conducted on the athlete. The Internet of Things is the solution provided to facilitate the monitoring of health conditions and measure exercise intensity. Before and after exercise, the health condition monitoring system is designed to determine the user's health condition by measuring heart rate and body temperature as parameters for decision-making by applying the Naive Bayes method. The Naive Bayes method is rule-based with the python scikit-learn programming language and data communication with MQTT. From the study results, the Sports Health condition monitoring system has succeeded in providing monitoring results, condition prediction decisions, and the accuracy of the Naive Bayes method by 75%.

Key words: Intensity, Heart Rate, Body Temperature, Internet of Things, Naive Bayes, MQTT.

I. PENDAHULUAN

Menjaga tubuh tetap sehat merupakan hal penting yang harus dilakukan baik pada saat masih muda ataupun ketika sudah tua. Sehat menurut *World Health Organization* (WHO) adalah sehat sempurna, sehat secara fisik, bebas dari sakit dan cacat, sehat rohani dan sehat sosial. Untuk memelihara kesehatan tubuh dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti mengonsumsi makanan sehat dan tentu juga harus rutin berolahraga. Olahraga merupakan serangkaian gerak raga yang teratur dan terencana yang dilakukan orang untuk mencapai suatu maksud atau tujuan tertentu. Olahraga yang baik harus dilakukan secara rutin, sesuai dengan tujuan dan intensitas yang akan dituju. Intensitas olahraga yang dilakukan setiap orang tentu akan berbeda-beda yaitu berdasarkan usia dan pengalaman olahraga yang sudah dilakukan. Seorang atlet akan memiliki intensitas target lebih tinggi dibandingkan dengan penggemar olahraga biasa, meskipun rutin

berolahraga. Oleh karena itu atlet memiliki risiko cedera yang lebih tinggi [1].

Untuk menentukan intensitas target apakah target sudah tercapai, maka dapat digunakan indikator dengan jantung dan suhu tubuh, karena selama melakukan olahraga denyut jantung dan suhu tubuh akan mengalami perubahan. *Target Heart Rate* (THR) merupakan parameter yang digunakan untuk capaian intensitas yang diinginkan ketika olahraga. Jumlah denyut jantung yang dihitung setelah olahraga menjadi penentu apakah intensitas yang diinginkan sudah tercapai [2]. Denyut jantung dapat juga dihitung berdasarkan denyut nadi yang dapat dirasakan pada bagian tubuh tertentu seperti pada pergelangan tangan tetapi, hal tersebut tentu tidak efektif dan tingkat akurasi perhitungan denyut jantung yang diperoleh tidak akurat. Kemudian suhu tubuh merupakan kondisi vital yang harus tetap dipantau agar tidak terjadinya *overtraining* dan menyebabkan dehidrasi.

Memperhatikan denyut jantung dan suhu tubuh sebelum melakukan olahraga juga merupakan suatu hal yang sangat penting untuk dilakukan. Menurut dokter Yoga Yuniadi dari RS Jantung Harapan Kita Jakarta, kematian mendadak saat berolahraga bisa terjadi jika seseorang tidak mengetahui kondisi kesehatan jantungnya atau pasien jantung yang tidak berkonsultasi dengan dokter sebelum mencoba latihan tertentu. Peristiwa kematian mendadak terjadi pada mantan aktor dan politisi Aji Massaid yang meninggal beberapa saat setelah olahraga *futsal*. Menurut dokter, peristiwa tersebut terjadi akibat serangan jantung [3].

Untuk tetap dapat memantau kondisi kesehatan baik sebelum maupun sesudah olahraga dan melakukan evaluasi terhadap hasil latihan yang dilakukan, pelatih atau *trainer* tentu saja tidak dapat melakukan pemeriksaan dan manajemen secara manual terhadap atlet atau *trainee* yang sedang dilatih atau dipandu. Maka berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan sistem untuk

memonitoring kondisi kesehatan baik sebelum dan sesudah olahraga yang dapat digunakan pelatih atau *trainer* untuk memantau, menentukan intensitas, dan melakukan evaluasi dari hasil monitoring terhadap atlet atau *trainee* yang melakukan latihan tertentu. Diharapkan sistem juga dapat digunakan untuk pengumpulan data yang nantinya digunakan untuk penelitian lainnya.

Sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga merupakan sistem yang dirancang untuk menentukan kondisi kesehatan pengguna dengan mengukur denyut jantung dan suhu tubuh yang kemudian digunakan sebagai parameter untuk pengambilan keputusan dengan menerapkan metode *naïve bayes* menggunakan bahasa pemrograman *python library scikit-learn*. *Naïve bayes* digunakan pada penelitian ini untuk dapat mengatasi suatu data yang tidak lengkap namun tetap dapat memberikan keputusan [4]. Kemudian penggunaan protokol *Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) sebagai media komunikasi data digunakan agar komunikasi data dilakukan dengan cepat dan *realtime* antara perangkat dan sistem *web*.

Berdasarkan penjelasan uraian yang telah dijelaskan, maka penulis bertujuan untuk melakukan penelitian yang berjudul “Sistem Monitoring Kondisi Kesehatan Sebelum dan Sesudah Olahraga Menggunakan *Pulse Sensor* dan *Sensor DS18B20* dengan Metode *Naïve Bayes*”.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Penggunaan teknologi pada bidang kesehatan pada saat ini sangat banyak memberikan manfaat dan efektivitas. Teknologi yang saat ini berkembang pesat dan mulai banyak digunakan dibidang kesehatan salah satunya yaitu teknologi *internet of things* (IoT) dan *machine learning*. Teknologi IoT dapat memudahkan proses monitoring jarak jauh dan berikut ini merupakan beberapa penelitian serupa yang telah dilakukan.

Pada penelitian tentang Pemantauan Kesehatan Pada Lanjut Usia Berbasis Mikrokontroler [5]. Pada penelitian tersebut dilakukan pemantauan terhadap denyut jantung dan suhu tubuh pada lansia dengan merancang sistem monitoring dengan mikrokontroler *Arduino Nano*, *pulse sensor* dan sensor suhu *DS18B20* dan modul *wireless ESP8266-01*. Alat pemantauan yang telah berhasil dirancang memiliki nilai *error* 1,55% untuk *pulse sensor* dan nilai *error* 2,2% untuk *DS18B20*. Pada penelitian yang akan dilakukan memiliki persamaan penggunaan kedua sensor dan mikrokontroler, sedangkan perbedaan pada penelitian yang akan dilakukan terletak pada penggunaan studi kasus dan penggunaan metode.

Pada tahun 2017 dilakukan penelitian tentang Sistem Monitoring Denyut Jantung dan Suhu Tubuh Sebagai Indikator Level Kesehatan Pasien Berbasis IoT Dengan Metode *Fuzzy Logic* Menggunakan *Android*. Pada penelitian menggunakan mikrokontroler *Arduino Uno*, sensor suhu *LM35DZ*, *pulse sensor* dan *ESP8266*. Pada penelitian ini, memiliki persamaan penggunaan *pulse sensor* dan memberikan keputusan berdasarkan denyut jantung dan suhu tubuh. Sedangkan untuk menentukan

keputusan level kesehatan pasien pada penelitian ini menggunakan metode *fuzzy mamdani*. Tingkat keberhasilan pada penelitian ini untuk mendeteksi denyut jantung adalah 97.71% dan suhu tubuh 99.69%, tingkat keberhasilan pengiriman 50% dan keputusan sesuai dengan *rule* yang telah ditentukan [6].

Pada penelitian tentang Rancang Bangun Alat Ukur Kondisi Kesehatan Pada Pendaki Gunung Berbasis *Fuzzy Logic* yang mendapatkan hasil kesesuaian rancangan sebesar 87,54% dari hasil pengujian 95 data [7]. Pengujian dilakukan dengan metode *fartlek* dan *cross country*. Alat yang digunakan pada perancangan ini adalah mikrokontroler *Arduino Uno*, *pulse sensor*, sensor suhu *MLX90615*, sensor *BMP180* dan *Galvanic Skin Response* (GSR). Penelitian ini menggunakan logika *fuzzy* untuk mengambil keputusan dengan *rule base* sebanyak 18 *rule* dengan tingkat kesesuaian 87,545%. Persamaan pada penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu penggunaan *pulse sensor* dengan *error* 0,0247 dari 12 responden dan memiliki studi kasus yang sama yaitu menentukan kondisi kesehatan saat melakukan aktivitas olahraga.

Penelitian pada tahun 2018 tentang Monitoring THR Untuk Optimalisasi Latihan Lari Berbasis IoT [2]. Pada penelitian ini dilakukan perancangan alat untuk monitoring nilai THR dengan metode *Karvonen* kemudian menggunakan sensor *Grove Finger ClipHeart Rate*, Modul Transmisi *Wireless* (Modul *ESP8266*) dan *Arduino*. Pada penelitian ini memiliki studi kasus tentang olahraga dan denyut jantung di mana penelitian yang akan dilakukan juga memiliki studi kasus olahraga dan denyut jantung.

Penelitian pada tahun 2016 tentang Rancang Bangun Alat Penghitung Denyut Jantung Per Menit Berbasis Mikrokontroler *Atmega16* dengan Alarm memiliki persamaan dengan penelitian yang akan dilakukan di mana penggunaan *pulse sensor* sebagai sensor denyut jantung digunakan sebagai parameter untuk mengukur intensitas saat berolahraga dengan memberikan peringatan berupa alarm yaitu *buzzer*. Rancangan akan menghitung jumlah denyut jantung selama 15 detik kemudian dikalikan 4, selanjutnya sistem akan mengecek apakah jumlah denyut jantung melebihi batas normal maka *buzzer* akan menyala dan jika tidak *buzzer* akan mati. Penelitian menggunakan mikrokontroler *atmega16* sebagai modul utama, proses monitoring dilakukan dengan menghubungkan *pulse sensor* pada jari tangan yang keluarannya berupa karakter angka pada LCD. Pengujian alat yang dirancang dilakukan terhadap 20 responden dan memiliki persentase *error* sebesar 0,72 % [8].

III. METODE PERANCANGAN

A. Alat dan Bahan

Dalam merancang sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga menggunakan *pulse sensor* dan sensor *DS18B20* dengan metode *Naive Bayes*, ada beberapa alat dan bahan yang dibutuhkan, yaitu dibutuhkan alat seperti Laptop, USB, Solder, *Arduino IDE*

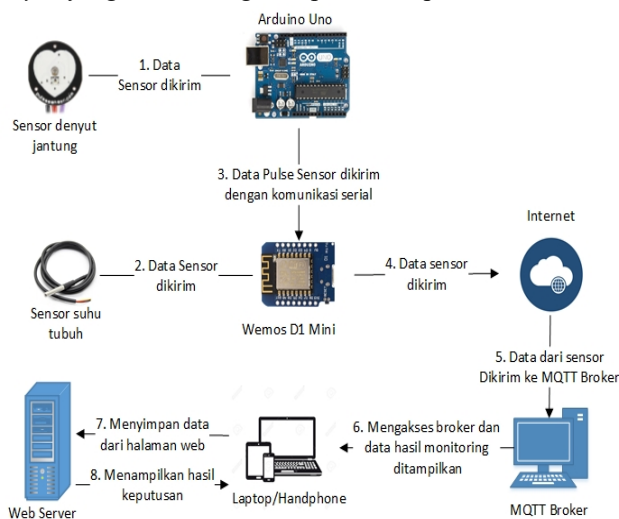
1.8.8, Sublime Text 3.0, XAMPP, Bootstrap, Browser, dan Fritzing. Sedemikian untuk bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini yaitu 1 buah Arduino Uno dan Wemos D1 Mini sebagai mikrokontroler. Kemudian 1 buah sensor denyut jantung *pulse sensor* untuk mengukur denyut jantung sebelum dan sesudah olahraga, 1 buah sensor suhu DS18B20 untuk mengukur suhu tubuh sebelum dan sesudah olahraga, dan 1 buah *breadboard* dan 2 set kabel *jumper*.

B. Konfigurasi Perangkat Keras

Pada tahap konfigurasi perangkat keras, akan dilakukan perancangan terhadap arsitektur sistem dan alur kerja dari perancangan sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga menggunakan *pulse sensor* dan sensor DS18B20 dengan metode *Naive Bayes*.

B.1. Rancangan Arsitektur Sistem

Gambaran dari perancangan sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga menggunakan *pulse sensor* dan sensor DS18B20 dengan metode *Naive Bayes* yang akan dibangun dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur sistem monitoring kondisi Kesehatan olahraga.

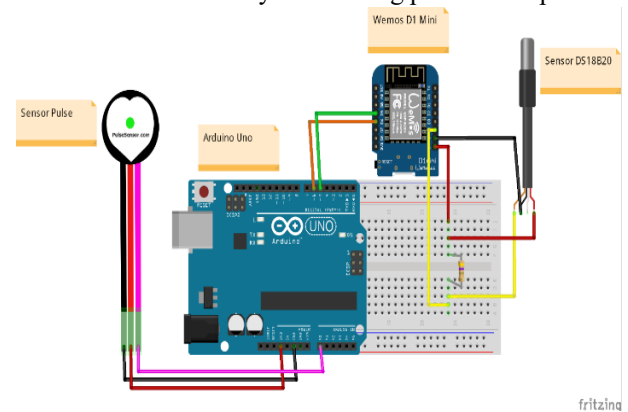
Untuk masing-masing proses yang terdapat pada Gambar 1 dijelaskan sebagai berikut:

- *Pulse sensor* digunakan untuk mengukur jumlah denyut jantung per menit dari pengguna yang digunakan sebagai parameter untuk mengambil keputusan kondisi kesehatan pada saat sebelum dan sesudah olahraga.
- Sensor DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu tubuh pengguna sebagai parameter untuk mengambil keputusan kondisi kesehatan pada saat sebelum dan sesudah olahraga.
- Arduino Uno digunakan untuk mengontrol sensor *pulse* yang digunakan pada perancangan sistem dan akan di kirim ke *board* Wemos D1 Mini.
- Wemos D1 Mini digunakan untuk mengontrol sensor DS18B20 dan menerima nilai sensor *pulse* dari Arduino Uno yang digunakan pada perancangan sistem dan mengirim data ke *server broker* yang digunakan.

- MQTT *broker* merupakan *server* yang digunakan untuk menerima data dari *client*. Kemudian pengiriman data pada sistem menggunakan *protocol MQTT*.
- Laptop atau *handphone* mengakses *broker* dan menampilkan data hasil monitoring sistem berbasis *web*.
- Web Server menerima data dari halaman web dan di simpan pada *database MySQL* yang kemudian diproses dengan metode *Gaussian Naive Bayes* untuk mendapatkan keputusan kondisi kesehatan.
- Desain dari perangkat yang akan dibuat yaitu berbentuk kontak
- Sistem berbasis *web* merupakan sistem yang akan digunakan untuk menampilkan hasil monitoring atlet atau *trainee* yang dapat memudahkan pelatih untuk manajemen dan mengumpulkan data sehingga proses evaluasi efektif dilakukan.

B.2. Rancangan Elektronika Sistem

Gambaran rangkaian elektronika dari perancangan sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga di mana digunakan dua buah sensor yaitu *pulse sensor* dan sensor DS18B20 sesuai gambar 2. Terdapat dua buah *board* Arduino Uno, yang dihubungkan secara serial. *Board* Arduino Uno dihubungkan dengan sensor *pulse* karena memerlukan refresh rate yang tinggi skala mili second dan hanya processor atmega arduino yang mendukung. Nilai dari sensor *pulse* dari arduino akan dikirimkan ke *board* Wemos D1 Mini secara software serial. Pada *board* Wemos D1 Mini dihubungkan sensor DS18B20 karena library mendukung processor esp8266.



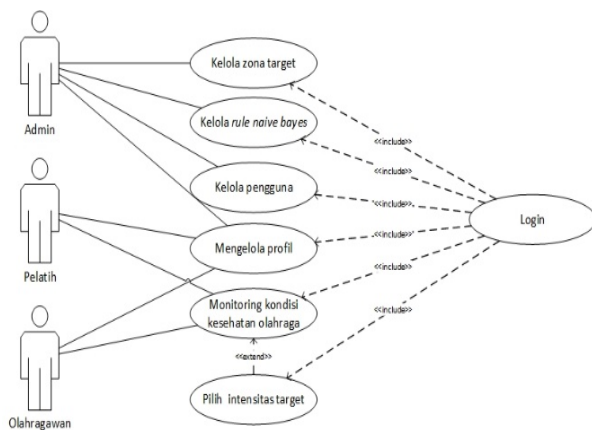
Gambar 2. Rancangan elektronika sistem.

C. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dilakukan jika rancangan perangkat keras telah sesuai dengan yang diharapkan. Perancangan perangkat lunak yang dibangun yaitu berbasis web. Penggunaan web untuk memudahkan dalam proses pemrograman sistem pendukung keputusan yang menggunakan *python scikit-learn*, karena *python* baik digunakan platform desktop dan server tetapi lemah untuk komputasi *mobile*.

C.1. Use case Diagram

Use case diagram pada sistem monitoring berbasis web yang akan dibangun menggambarkan aktor yang menggunakan sistem yaitu olahragawan, pelatih dan admin. Admin pada sistem yaitu seperti petugas medis yang dapat melakukan perubahan pada *rule naïve bayes* maupun zona olahraga pada sistem. Aktor harus melakukan *login* terlebih dahulu untuk dapat monitoring kondisi kesehatan, mengelola profil, mengelola *rule naïve bayes*, mengelola *zona target* dan mengelola pengguna. Adapun Rancangan *use case* sistem monitoring berbasis web yang akan dibangun dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rancangan usecase sistem.

C.2. Rancangan Entity Relationship Diagram (ERD)

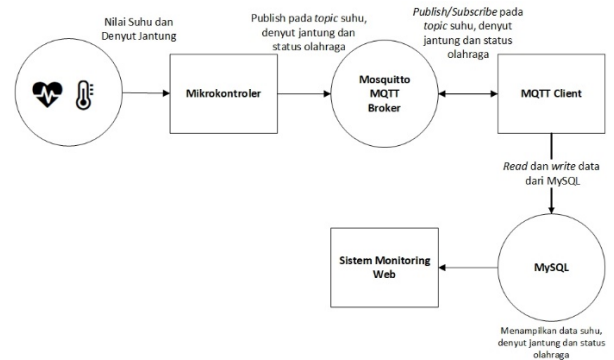
Pada *Entity Relationship Diagram* pada sistem monitoring berbasis web yang akan dibangun menggambarkan tabel atau entitas dan atribut apa saja yang akan digunakan pada sistem. Entitas yang digunakan yaitu sebanyak empat entitas yaitu entitas pengguna, hasil monitoring, *zona target* dan *rule naïve bayes*. Rancangan ERD untuk sistem berbasis web yang akan dibangun dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rancangan ER-Diagram sistem.

C.3. Perancangan Arsitektur MQTT

Pada Gambar 5 merupakan arsitektur MQTT pada sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga menggunakan *pulse sensor* dan sensor DS18B20 dengan metode *Naive Bayes*.



Gambar 5. Arsitektur MQTT.

Tahap proses komunikasi data pada arsitektur MQTT pertama yaitu pembacaan nilai suhu dan denyut jantung oleh sensor. Kemudian mikrokontroler akan mem-*publish* pada *topic* suhu, denyut jantung dan status olahraga ke MQTT broker. MQTT broker kemudian melakukan proses *publish* data ke MySQL melalui MQTT Client, yaitu sebagai *publisher* dan *subscriber* pada *topic* suhu, denyut jantung dan status olahraga. Data suhu, denyut jantung dan status olahraga pada MySQL akan ditampilkan pada sistem monitoring web.

D. Naïve Bayes

Dari *rule* yang telah diperoleh dari beberapa sumber referensi baik dari penelitian terdahulu, buku, informasi dari *website* organisasi-organisasi yang terkait dan sumber lainnya. Kemudian *rule* digunakan untuk membuat data *training* dan dilakukan klasifikasi dengan metode *naïve bayes* dengan *library scikit learn* untuk mendapatkan keputusan kondisi kesehatan pengguna. Atribut yang akan digunakan untuk sistem pendukung keputusan yaitu denyut jantung sebelum olahraga, suhu tubuh sebelum olahraga, usia, intensitas, denyut jantung setelah olahraga, suhu tubuh sesudah olahraga. Berdasarkan *dataset* yang diperoleh dari *rule naïve bayes* maka ditentukan nilai probabilitas untuk setiap atribut. Untuk perhitungan data kontinu digunakan Distribusi *Gaussian* untuk mencari nilai *mean* dan varian yang diklasifikasikan menurut kelasnya. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mencari nilai *mean* dan standar deviasi data denyut jantung sebelum berdasarkan kelas tidak olahraga, olahraga, istirahat, lanjut dan cukup.
2. Mencari nilai *mean* dan standar deviasi data suhu tubuh sebelum berdasarkan kelas tidak olahraga, olahraga, istirahat, lanjut dan cukup.
3. Mencari nilai *mean* dan standar deviasi data Usia berdasarkan kelas tidak olahraga, olahraga, istirahat, lanjut dan cukup.

4. Mencari nilai *mean* dan standar deviasi data Intensitas berdasarkan kelas tidak olahraga, olahraga, istirahat, lanjut dan cukup.
5. Mencari nilai *mean* dan standar deviasi data Denyut Jantung Setelah berdasarkan kelas tidak olahraga, olahraga, istirahat, lanjut dan cukup.
6. Mencari nilai *mean* dan standar deviasi data Suhu Tubuh Setelah berdasarkan kelas tidak olahraga, olahraga, istirahat, lanjut dan cukup.

Setelah melakukan perhitungan *mean* dan standar deviasi dari setiap atribut yang memiliki fitur kontinu, maka selanjutnya akan dihitung dengan menggunakan *naïve bayes* dengan distribusi *Gaussian* [9]. Sebagai contoh untuk mengklasifikasi status pengguna maka jika diketahui seorang pengguna memiliki denyut jantung sebelum olahraga sebesar 70 BPM, dengan suhu tubuh 37°C, usia pengguna yaitu 25 tahun dengan intensitas olahraga 75%, denyut jantung setelah olahraga 98 BPM, dan suhu tubuh 38°C maka diperoleh hasil sebagai berikut:

TABEL I. HASIL PERHITUNGAN GAUSSIAN

	DSB	SSB	Usia	Zona	DSS	SSS
Tidak Olahraga	0.073	0.236	0	0	0	0
Olahraga	0.082	0.341	0	0	0	0
Istirahat	0.081	0.365	0.064	0.102	0.074	0.069
Lanjut	0.081	0.365	0.064	0.102	0.072	0.216
Cukup	0.081	0.365	0.064	0.102	0.009	0.307

Keterangan:

- DSB = Denyut Sebelum Olahraga
- SSB = Suhu Sebelum Olahraga
- DSS = Denyut Sesudah Olahraga
- SS = Suhu Sesudah Olahraga
- zona = Intensitas target olahraga

Dari hasil yang diperoleh pada perhitungan di atas, maka dilakukan perhitungan untuk setiap probabilitas Tidak Olahraga, Olahraga, Istirahat, Lanjut dan probabilitas Cukup. Diperoleh hasil seperti Tabel II.

TABEL II. HASIL PERHITUNGAN SETIAP PROBABILITAS LABEL

Tidak Olahraga	Olahraga	Istirahat	Lanjut	Cukup
0	0	9.83744×10^{-7}	3.02629×10^{-6}	5.45993×10^{-7}

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah diperoleh maka, dibandingkan hasil kelas Tidak Olahraga, Istirahat, Lanjut dan Cukup. Dari hasil di atas, terlihat bahwa nilai probabilitas tertinggi ada pada kelas $P(X|Lanjut)$ sehingga dapat disimpulkan bahwa status pengguna tersebut masuk dalam klasifikasi "Lanjut".

E. Implementasi Sistem

Pada tahap implementasi keseluruhan sistem maka dilakukan perancangan keseluruhan dan menghubungkan semua perangkat dari perangkat keras sistem yaitu rancangan elektronika sistem dengan perangkat lunak sistem monitoring berbasis web dan penerapan metode

Naive Bayes dengan komunikasi data menggunakan protokol MQTT dengan platform *mosquitto* broker.

F. Pengujian dan Evaluasi Sistem

Pada tahap pengujian dan evaluasi sistem akan dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibangun dan akan dilakukan evaluasi apabila sistem tidak berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian pertama dilakukan terhadap perangkat keras, yaitu apakah sensor yang digunakan sudah dapat membaca denyut jantung dan suhu tubuh. Pengujian kedua dilakukan pada keseluruhan sistem yang telah diterapkan metode *Naive Bayes*. Pengujian akan dilakukan pada beberapa responden yang memiliki pengalaman olahraga berbeda yaitu rutin berolahraga dan jarang berolahraga. Pengujian juga akan dilakukan pada 5 responden yang berbeda usia, kemudian waktu pengujian yaitu dilakukan pada pagi hari dengan kondisi suhu lingkungan normal. Pengujian terakhir dilakukan untuk evaluasi metode *Naive Bayes* yaitu dengan menggunakan *accuracy rate*, di mana dilakukan dengan membandingkan jumlah prediksi yang benar dengan prediksi yang salah [10].

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Realisasi Sistem

Pada tahap ini dilakukan proses realisasi sistem yang telah dibuat sesuai berdasarkan tahap perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. Pembahasan lebih lanjut akan dijelaskan beberapa hal yang meliputi Realisasi penyusunan perangkat keras, Realisasi pembangunan *control application*, Realisasi tahap observasi dan kalibrasi variabel sensor, Realisasi pembangunan *database*, Realisasi pembangunan sistem berbasis web dan Realisasi pembangunan komunikasi protokol MQTT pada sistem.

A.1. Realisasi Penyusunan Perangkat Keras

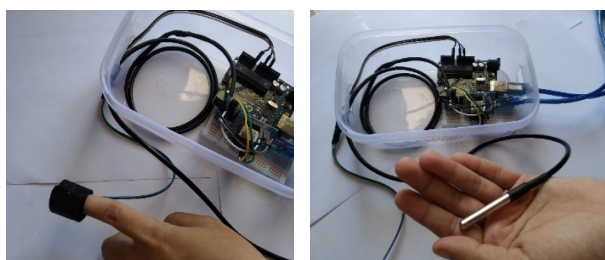
Berdasarkan rencana perancangan perangkat keras pada bab sebelumnya maka diperoleh hasil perangkat keras sebagai berikut yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Realisasi perangkat keras sistem monitoring.

Pada Gambar 6 merupakan gambaran bagaimana perangkat keras yang akan digunakan untuk mengukur suhu dan denyut jantung yang telah di bangun sebelumnya. Untuk mengukur denyut jantung dapat menggunakan bagian tubuh tertentu seperti bagian tubuh di bagian

belakang telinga, lengan atau jari pada tangan. Untuk pengujian perangkat keras yang dilakukan pada penelitian ini digunakan jari tangan karena jari tangan memiliki akurasi yang lebih tinggi dan mudah digunakan berdasarkan referensi penelitian sebelumnya. Pengukuran denyut jantung dilakukan dengan meletakkan jari tangan pada sensor dalam waktu satu menit. Kemudian untuk pengukuran suhu tubuh pada umumnya diperoleh dengan meletakkan alat ukur pada ketiak karena sensor suhu DS18B20 mirip dengan jenis termometer digital yang menggunakan sensor panas elektronik untuk merekam suhu tubuh baik melalui mulut, ketiak, atau dubur. Untuk pengukuran pada penelitian ini akan dilakukan meletakkan alat ukur pada ketiak. Pengujian alat juga dilakukan berdasarkan referensi penelitian sebelumnya [11].

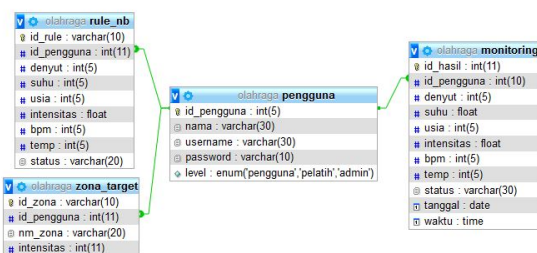


Gambar 7. Cara pemasangan dan penggunaan perangkat keras.

Pada Gambar 7 terdapat 4 alat yang saling terhubung di mana terdapat serial komunikasi antara mikrokontroler Arduino Uno dengan mikrokontroler Wemos D1 Mini. Kemudian dikarenakan *pulse sensor* hanya dapat digunakan pada *board* tertentu dan tidak bisa digunakan pada board seperti Wemos atau Nodemcu, oleh karena itu *pulse sensor* hanya terhubung dengan Arduino Uno kemudian sensor DS18B20 terhubung dengan *board* Wemos D1 Mini.

A.2. Realisasi Pembangunan Database

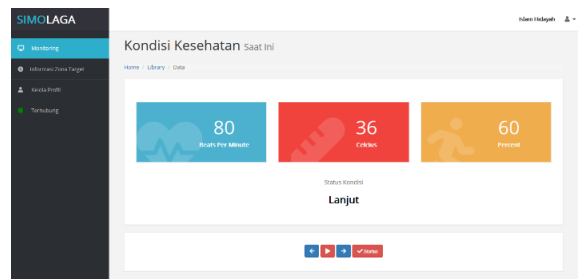
Realisasi pembangunan *database* yang telah dibuat berdasarkan rancangan *database* sebelumnya dibangun menggunakan MySQL yang dapat dilihat pada Gambar 8 berikut:



Gambar 8. Realisasi pembangunan database.

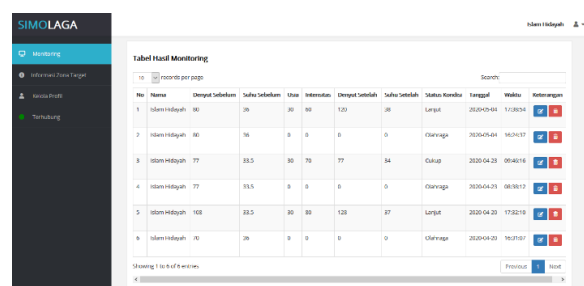
A.3. Realisasi Pembangunan Interface Sistem

Untuk realisasi pembangunan *interface* sistem monitoring kondisi kesehatan baik sebelum dan sesudah olahraga dibangun berdasarkan rancangan dari *use case* sebelumnya yang telah di buat. Berikut merupakan tampilan antarmuka sistem yang dapat dilihat pada Gambar 9.



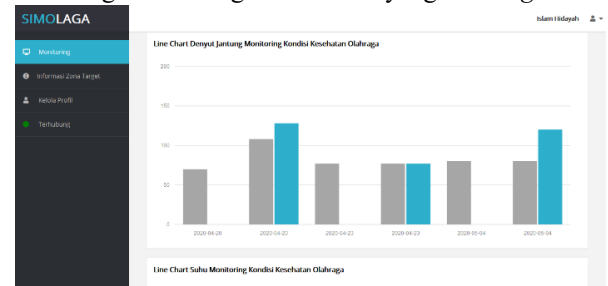
Gambar 9. Halaman monitoring sistem.

Gambar 9 merupakan realisasi antarmuka halaman monitoring. Halaman ini menampilkan data *realtime* nilai sensor denyut, suhu dan intensitas dari sistem monitoring.



Gambar 10. Halaman monitoring sistem tabel hasil.

Gambar 10 merupakan realisasi antarmuka halaman monitoring. Halaman ini menampilkan tabel dari data hasil monitoring sesuai dengan level *user* yang telah login.



Gambar 11. Halaman monitoring sistem grafik denyut.

Gambar 11 merupakan realisasi antarmuka halaman monitoring. Halaman ini menampilkan grafik dari data denyut jantung hasil monitoring.

A.4. Realisasi Pembangunan Program Mikrokontroler

Dalam realisasi pembangunan *control application* bahasa yang digunakan adalah bahasa C, dan IDE yang digunakan adalah Arduino IDE. Berikut merupakan penjelasan *source code* program pada mikrokontroler.

```
void setup () {
  s.begin(9600);
  Serial.begin(9600);
  pulseSensor.analogInput(PulseWire);
  pulseSensor.blinkOnPulse(LED13);
  pulseSensor.setThreshold(Threshold);
  if (pulseSensor.begin()) {
    Serial.println("We created a pulseSensor Object!");
  }
}
```

Pada *source code* fungsi “`setup()`” yang akan dijalankan sekali saja pada saat perangkat dihidupkan. Pada fungsi terdapat “`s.begin(9600)`” yaitu untuk menjalankan fungsi *serial* antara Arduino Uno ke Wemos D1 mini. *Script* di atas juga untuk mengkonfigurasi objek *pulse sensor*, dengan menugaskan variabel-variabel yang digunakan ke objek.

```
Void loop () {
int BPM = pulseSensor.getBeatsPerMinute();
if (pulseSensor.sawStartOfBeat()) {
Serial.print("BPM: ");
Serial.println(BPM);
if (s.available() > 0) {
s.write(BPM);
}
}
}delay (20);
}
```

Script di atas merupakan *script* fungsi “`void loop()`” untuk melakukan pengulangan dalam pembacaan nilai *pulse sensor*. Pada *script* juga berfungsi untuk memanggil fungsi pada objek sensor *pulse* dan mengembalikan nilai BPM sebagai *int*. Kemudian dilakukan pengecekan secara terus menerus untuk melihat apakah sebuah sentuhan atau ketukan ke sensor *pulse* terjadi.

```
void setup() {
s.begin(9600);
pinMode(BUILTIN_LED, OUTPUT);
Serial.begin(9600);
sensorsuhu.begin();
setup_wifi();
client.setServer(mqtt_server, 1883);
client.setCallback(callback);
}
```

Script di atas merupakan fungsi “`setup()`” yang akan dijalankan sekali saja pada saat perangkat dihidupkan. Pada fungsi terdapat “`s.begin(9600)`” yaitu untuk menjalankan fungsi dari *SoftwareSerial*. Pada *script* juga berfungsi untuk memulai pembacaan suhu dengan sensor DS18B20. Kemudian untuk melakukan koneksi ke jaringan WIFI, melakukan koneksi dengan MQTT, dan untuk menjalankan fungsi *callback*.

```
void nilaipertama() {
for(int i = 1; i <= 60; i++){
s.write("s");
if (s.available() > 0) {
BPM=s.read();
Serial.println(BPM);
}
sensorsuhu.requestTemperatures();
tempc = sensorsuhu.getTempCByIndex(0);
Serial.println(tempc);
Serial.print("BPM = ");
Serial.println(BPM);
Serial.print("TEMP = ");
Serial.println(tempc);
String denyutJ = "";
denyutJ += BPM;
String suhuT = "";
suhuT += tempc;
client.publish("arduinotoweb/jantung",
(char*) denyutJ.c_str());
client.publish("arduinotoweb/suhu",
(char*) suhuT.c_str());
delay(1000);
}
```

Script fungsi “`void nilaipertama()`” merupakan fungsi yang akan dijalankan jika perangkat menerima angka 1 dari web atau menerima topik yang telah di *publish* dari web. Fungsi akan membaca nilai sensor *pulse* yang di kirim dari mikrokontroler Arduino Uno dengan serial yang kemudian di tampung pada variabel “BPM” dan membaca nilai suhu dari sensor DS18B20 yang di tampung pada variabel “tempc” Kemudian kedua nilai akan di *publish* ke web untuk di tampilkan secara *realtime*.

A.5. Realisasi Pembangunan Komunikasi Protokol MQTT

Komunikasi data dengan MQTT dilakukan dengan menggunakan dua *library* yang ditempatkan pada sistem web agar dapat terhubung dan melakukan aksi pada server broker. *Library* yang digunakan yakni berkas *jQuery* dan *mqttws31.js*. Berikut merupakan *script* yang digunakan dalam realisasi komunikasi dengan MQTT yang tersimpan dalam berkas *webmqtt.js*.

A.6. Realisasi Pembangunan Metode Naïve Bayes

Dalam realisasi pembangunan metode Naïve bayes pada sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga yang digunakan untuk memprediksi kondisi sebelum dan sesudah olahraga digunakan metode *gaussian naïve bayes*. Berikut merupakan *script* yang digunakan dalam realisasi pembangunan metode *gaussian naïve bayes* yang tersimpan dalam *asset* dan pada berkas *pythonFile* dan terdiri dari berkas ekstensi *python* dan PHP yang sudah terhubung dengan *database MySQL*.

```
import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.naive_bayes import GaussianNB
data =
pd.read_csv('C://xampp//htdocs//monitoring_ola
hraga//assets//pythonFile//DataTrainnokoma.cs
v')
X = data[['denyut',
'suhu', 'usia', 'intensitas', 'bpm', 'temp']]
y = data['status']
gnb = GaussianNB()
clf = gnb.fit(X, y)
from joblib import dump
dump(clf, 'test.joblib')
```

Source code yang digunakan untuk membaca atau *import* data CSV yang digunakan sebagai data untuk prediksi kondisi pada sistem monitoring. Kemudian akan dilakukan fit training pada data dengan metode *gaussian naïve bayes* dan data akan di ubah ke dalam bentuk ekstensi *joblib*. Ketika dilakukan prediksi untuk pengujian metode maka data ekstensi *joblib* akan dimuat (*load*).

```
import sys
lines = sys.stdin.readlines()
y = lines[0].split()
y = [float(i) for i in y]
from joblib import load
clf = load('test.joblib')
pred = clf.predict([y])
print(pred)
```


Script di atas merupakan *source code* yang digunakan untuk prediksi kondisi kesehatan pada sistem monitoring. Ketika dilakukan prediksi untuk pengujian metode maka *file source code* akan dimuat (*load*).

B. Pengujian dan Evaluasi Sistem

Pengujian sistem merupakan proses mencoba atau mengeksekusi perangkat keras dan perangkat lunak untuk menguji apakah sistem sudah berjalan sesuai yang diharapkan. Kemudian dilakukan proses evaluasi apabila sistem belum sesuai dengan yang diharapkan peneliti.

B.1. Pengujian Pulse Sensor

Pengujian sensor *pulse* dilakukan dengan mencoba menghitung denyut jantung dalam waktu satu menit atau satuan BPM ke beberapa responden. Pengujian sensor *pulse* dilakukan dengan menempatkan sensor pada bagian jari tangan yang kemudian didiamkan selama satu menit. Hasil pengujian *pulse sensor* dapat dilihat pada Tabel III.

TABEL III. HASIL PENGUJIAN PULSE SENSOR.

No.	Sensor <i>Pulse</i> (BPM)	Manual	Galat Relatif (%)
1.	82	80	2.5
2.	79	80	1.25
3.	74	72	2.78
4.	75	75	0
5.	75	74	1.35
Rata-rata			1.08

Pengujian dilakukan dengan mengambil data dari 5 responden penelitian dengan pengambilan data dari masing-masing sampel sebanyak 5 kali. Pengambilan data 5 kali dari masing-masing responden untuk mengambil nilai rata-rata dari perhitungan yang dihasilkan oleh sensor. Pada Tabel III menunjukkan hasil pengujian pengukuran denyut jantung sensor *pulse* kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan secara manual denyut nadi dari masing-masing responden selama 60 detik didapatkan nilai error terbesar 2.78% dan error terkecil 0%, dengan nilai rata – rata galat 1.8%. Pada penelitian sebelumnya yang membahas sistem monitoring denyut jantung dan suhu tubuh sebagai indikator level kesehatan pasien, menggunakan sensor *pulse* untuk pengambilan nilai denyut jantung. Kemudian melakukan pengujian yang sama dengan pengujian yang dilakukan pada penelitian ini dengan perolehan rata-rata *error* sebesar 2.29% [6]. Sehingga dapat disimpulkan pada penelitian ini memiliki hasil untuk sensor *pulse* telah mendapatkan hasil sesuai dengan yang diharapkan [6].

B.2. Pengujian sensor DS18B20

Pengujian sensor DS18B20 dilakukan dengan mencoba menghitung suhu tubuh ke beberapa responden. Pengujian sensor DS18B20 dilakukan dengan menempatkan sensor pada bagian tubuh. Untuk lebih akurat maka sensor di tempatkan pada bagian ketik selama 2-3 menit. Hasil pembacaan sensor DS18B20 kemudian dibandingkan dengan termometer digital. Hasil pengujian sensor DS18B20 dapat dilihat pada Tabel IV.

TABEL IV. HASIL PENGUJIAN SENSOR DS18B20.

No.	Termometer (oC)	Sensor DS18B20 (oC)	Galat Relatif (%)
1.	36.1	35.50	1.66
2.	35.94	35.25	1.92
3.	36.2	35.92	0.78
4.	35.97	34.56	3.91
5.	36.0	35.6	1.11
Rata-rata			1.88

Pada Tabel IV menunjukkan hasil pengujian pengukuran suhu sensor DS18B20 dibandingkan dengan termometer digital dengan nilai *error* terbesar 3.91% dan terkecil 0.78% dan rata – rata galat 1.88%. Pada penelitian sebelumnya yang membahas desain detektor detak jantung dan perangkat pengukuran suhu tubuh menggunakan ATMEga16, yang menggunakan sensor LM35 untuk mendapat nilai suhu tubuh mendapatkan nilai rata-rata *error* sebesar 3.1% dari jumlah data uji responden sebanyak 5 orang, yang memiliki kesamaan dengan penelitian yang dilakukan saat ini. Sehingga dapat disimpulkan dari perbandingan pada penelitian ini memiliki hasil yang lebih baik dari penelitian sebelumnya dan telah mendapatkan hasil sesuai dengan yang diharapkan [12].

B.3. Pengujian Web Sistem Monitoring

Proses pengujian web sistem monitoring kondisi kesehatan olahraga dilakukan dengan metode pengujian *black box*. Pengujian ini dilakukan untuk melihat hasil dari fungsi atau fitur yang ada di dalam web. Fungsi yang di uji yaitu fungsi *login* dan register, fungsi Kelola profil, fungsi monitoring kondisi kesehatan olahraga, fungsi menampilkan grafik denyut jantung dan suhu tubuh dan fungsi tambah *rule naïve bayes*. Hasil pengujian dari semua fungsi sistem web yang telah dilakukan sudah berjalan dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan.

B.4. Pengujian Metode Gaussian Naïve Bayes

Proses pengujian metode *gaussian naïve bayes* yaitu dilakukan dengan menggunakan acuan *confusion matrix*. *confusion Matrix* merepresentasikan prediksi dan kondisi sebenarnya atau aktual dari data yang dihasilkan oleh *algoritma machine learning*. Berdasarkan *confusion matrix*, dapat menentukan *accuracy*, *precision*, *recall* dan *f1-score*. Pada penelitian ini dari jumlah *dataset* yaitu 117 dengan perbandingan *training data* dan *testing data* yaitu 80% *training data* dan 20% *testing data*. Dari hasil evaluasi yang maka diperoleh hasil di antaranya nilai akurasi *f1-score* yaitu 0.75 dengan *macro avg* 0.73 dan *weighted avg* sebesar 0.76. Hasil evaluasi ini jika dibandingkan dengan hasil yang diperoleh pada penelitian sebelumnya yang mirip [7], menghasilkan akurasi yang lebih rendah. Hal ini dapat disebabkan karena perbedaan data dan perbedaan skenario pengujian yang dilakukan. Namun, beberapa analisa berikut dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya bahwa tingkat akurasi yang kurang maksimal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu pertama parameter yang digunakan pada penelitian ini hanya menggunakan 2 parameter, kemudian

dataset yang digunakan belum menggunakan *dataset* langsung dari olahragawan yang berasal dari daerah peneliti melainkan diperoleh dari *paper* atau jurnal dari daerah lain dan dari *website* resmi yang berkaitan dengan olahraga, karena berbeda daerah atau negara berbeda kondisi lingkungan dan lainnya sehingga mempengaruhi terhadap suhu tubuh dan denyut jantung yang dihasilkan berbeda.

B.5. Pengujian Fungsi Keseluruhan Sistem

Proses pengujian sistem dilakukan pada 5 orang responden dengan usia yang berbeda. Pengujian dilakukan dengan mengambil nilai denyut dan suhu pada saat sebelum melakukan olahraga dan setelah melakukan olahraga selama 15 menit. Olahraga yang di ujikan pada penelitian ini hanya lari atau jogging pada waktu pagi atau sore hari. Berikut merupakan hasil pengujian keseluruhan sistem yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel V.

Pada Tabel V merupakan hasil monitoring untuk hasil pengujian fungsi keseluruhan sistem. Pada penelitian ini terdapat 5 label atau hasil prediksi kondisi kesehatan olahragawan yang dihasilkan baik sebelum atau sesudah melakukan olahraga. Untuk label sebelum berolahraga terdiri dari label tidak olahraga dan olahraga. Pada label tidak olahraga menunjukkan bahwa kondisi kesehatan olahragawan untuk melakukan olahraga tidak baik yang diperoleh berdasarkan jumlah denyut jantung dan suhu tubuh sehingga akan diberikan prediksi bahwa olahragawan tidak boleh berolahraga sebaliknya, label olahraga menunjukkan bahwa olahragawan memiliki kondisi kesehatan yang baik sehingga dapat berolahraga. Kemudian untuk setelah berolahraga terdiri dari label istirahat yang digunakan untuk menandai bahwa olahragawan di anjurkan untuk beristirahat sejenak baru kemudian melanjutkan. Untuk label lanjut di sini menunjukkan bahwa kondisi olahragawan masih dapat melanjutkan olahraga untuk memperoleh intensitas yang ingin dicapai. Terakhir yaitu label cukup yang menunjukkan olahragawan telah mencapai intensitas tujuan sehingga olahragawan dapat berhenti berolahraga.

TABEL V. HASIL PENGUJIAN KESELURUHAN SISTEM.

RES	DSB	SSB	Usi	Zona	DSS	SSS	Status	KET
1	110	36.2	42	50	0	0	Tidak Olahraga	Sesuai
2	76	38.2	35	60	0	0	Tidak Olahraga	Sesuai
3	82	35.50	32	65	0	0	Olahraga	Sesuai
3	82	35.50	32	65	112	37.1	Lanjut	Sesuai
4	79	35.25	24	70	0	0	Olahraga	Sesuai
4	79	35.25	24	70	102	37.5	Lanjut	Sesuai
5	74	35.92	28	75	0	0	Olahraga	Sesuai
5	74	35.92	28	75	86	37.8	Lanjut	Sesuai
6	75	34.56	23	80	0	0	Olahraga	Sesuai
6	75	34.56	23	80	93	36.9	Lanjut	Sesuai
7	75	35.6	19	85	0	0	Olahraga	Sesuai
7	75	35.6	19	85	81	37.9	Lanjut	Sesuai

Pada sistem yang telah di kembangkan ini sudah mendapatkan cukup tinggi akurasi sehingga dapat digunakan untuk sebagai *data collector* yaitu fitur yang jarang ada pad *smart watch* dengan *pulse sensor*. Selain itu juga dapat menjadi data untuk *machine-learning* sebagai bahan penelitian jika *rule* yang sudah ada ternyata tidak berlaku pada beberapa orang. Kemudian nanti bisa dikembangkan dan bekerja sama dengan lembaga bidang kesehatan dan olahraga. Kemudian dapat dilakukan penambahan parameter sehingga dapat menguatkan hasil keputusan dari prediksi.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Sistem yang telah dibangun sudah dapat melakukan pembacaan nilai denyut jantung dan suhu tubuh serta dapat memberikan keputusan dan kondisi kesehatan kepada pengguna baik sebelum dan sesudah berolahraga menggunakan sensor *pulse* dan sensor DSS18B20 dengan mikrokontroler Wemos D1 Mini sebagai pengendali.
2. Pengujian pada sensor *pulse* dilakukan pada setiap jari didapatkan hasil yang tidak jauh berbeda, dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa setiap jari pada tangan dapat dijadikan sebagai tolak ukur dalam pengukuran.
3. Sistem web yang dibangun telah dapat menampilkan data denyut jantung, suhu tubuh yang secara *realtime* yang diperoleh dari rangkaian elektronik sistem melalui protokol MQTT, hasil keputusan kondisi kesehatan pengguna yang diperoleh dari hasil klasifikasi dengan metode *naive bayes* dan data hasil monitoring berupa tabel serta grafik.
4. Berdasarkan hasil klasifikasi dengan metode *naive bayes* yang telah di implementasikan, sistem sudah dapat memberikan hasil keputusan kondisi kesehatan yang sesuai dengan *rule* yang telah di buat. Dengan jumlah *dataset* 117 dengan perbandingan *training* data 80% dan *testing* data 20% maka nilai *accuracy rate* diperoleh sebesar 75%.
5. Berdasarkan perbandingan hasil pengujian keseluruhan sistem memiliki nilai akurasi lebih rendah dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan metode *fuzzy logic* disebabkan oleh beberapa faktor seperti parameter yang digunakan, kemudian *dataset* atau *rule* yang diperoleh tidak didapat dari pengumpulan langsung dari olahragawan yang berada di daerah atau negara peneliti. Karena tiap daerah atau negara memiliki kondisi lingkungan yang berbeda sehingga mempengaruhi hasil dari denyut jantung maupun suhu tubuh.

B. Saran

Jika dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penelitian ini dapat mempertimbangkan saran – saran sebagai berikut:

1. Penelitian yang sudah dilakukan berfokus pada pengembangan sistem terintegrasi antara perangkat *IoT*, sistem informasi berbasis web dan algoritma *naive bayes* untuk melakukan klasifikasi terhadap data yang telah terkumpul. Untuk memperoleh hasil akurasi klasifikasi yang lebih optimal dapat dilakukan penelitian lanjutan yang berfokus pada algoritma dan data dengan memanfaatkan sistem yang sudah dibangun.
 2. Dari pengujian sensor hasil pembacaan sangat terpengaruh dengan faktor eksternal. Untuk mendapatkan hasil yang baik dibutuhkan desain penempatan *pulse sensor* dan sensor suhu yang lebih baik supaya mengurangi faktor eksternal yang mempengaruhi pembacaan data sensor.
 3. Diharapkan untuk ke depannya desain sistem dapat dikembangkan sehingga pengguna dapat menggunakan sistem dengan mudah.
 4. Diharapkan sistem ini ke depannya dapat meningkatkan akurasi untuk hasil prediksi status kondisi kesehatan pengguna, sehingga memberikan dampak yang baik untuk membantu olahragawan dalam mencapai target olahraga.
- [4] G. S. Sendy Winanta Yetli Oslan, "Implementasi Metode Bayesian Dalam Penjurusan Di Sma Bruderan Purworejo Studi Kasus : Sma Bruderan Purworejo," *J. EKSIS*, vol. 06, no. 02, pp. 21–28, 2013.
 - [5] D. N. Chasanah, A. N. Handayani, and I. A. E. Zaeni, "Pemantauan Kesehatan Pada Lanjut Usia Berbasis Mikrokontroler," *Pros. Semin. Nas. Teknol. Elektro Terap.*, vol. 02, no. 01, pp. 123–128, 2018.
 - [6] I. Prayogo, R. Alfita, and K. A. Wibisono, "Sistem Monitoring Denyut Jantung Dan Suhu Tubuh Sebagai Indikator Level Kesehatan Pasien Berbasis IoT (Internet Of Thing) Dengan Metode Fuzzy Logic Menggunakan Android," *J. Tek. Elektro dan Komput. TRIAC*, vol. 4, no. 02, pp. 1–8, 2017.
 - [7] D. N. Meivita, S. B. Utomo, and B. Supeno, "Rancang Bangun Alat Ukur Kondisi Kesehatan Pada Pendaki Gunung Berbasis Fuzzy Logic," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf.*, pp. 13–18, 2016.
 - [8] Regina, Ilhamsyah, and Y. Brianorman, "Rancang Bangun Alat Penghitung Denyut Jantung Per Menit Berbasis Mikrokontroler Atmega16 dengan Alarm," *J. Coding, Sist. Komput. Untan*, vol. 4, no. 2, pp. 13–22, 2016.
 - [9] V. Cherian and M. S. Bindu, "Heart Disease Prediction Using Naïve Bayes Algorithm and Laplace Smoothing Technique," *Int. J. Comput. Sci. Trends Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 68–73, 2017.
 - [10] P. Gang, W. Zeng, Y. Gordienko, O. Rokovyi, O. Alienin, and S. Stirenko, "Prediction of Physical Load Level by Machine Learning Analysis of Heart Activity after Exercises," *2019 IEEE Symp. Ser. Comput. Intell. SSCI 2019*, pp. 557–562, 2019.
 - [11] M. A. Saputro, E. R. Widasari, and H. Fitriyah, "Implementasi Sistem Monitoring Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Secara Wireless," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 148–156, 2017.
 - [12] J. Jalinus, W. Kusuma Raharja, and B. Putra Emas Wijaya, "Design of Monitoring Tool Heartbeat Rate and Human Body Temperature Based on WEB," *MATEC Web Conf.*, vol. 164, pp. 1–19, 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. K. W. Y.S. Santoso Giriwijoyo, M. Ichsan, Harsono, Iwan Setiawan, *Manusia dan Olahraga*. 2005.
- [2] Musayyanah, I. Puspasari, and P. Susanto, "Monitoring Target Heart Rate (THR) Untuk Optimalisasi," *Eng. Sains J.*, vol. 2, pp. 87–94, 2018.
- [3] I. Herawati, "Kesehatan Kardiovaskuler Sebagai Investasi Sehat Menuju Hidup Berkualitas," *Semin. Nas. Kesehat. Peran Ilmu Kesehat. dalam Meningkatkan. Kualitas Hidup*, pp. 1–8, 2013.