

**SISTEM MONITORING KONDISI KESEHATAN SEBELUM DAN  
SESUDAH OLAHRAGA MENGGUNAKAN PULSE SENSOR DAN  
SENSOR DS18B20 DENGAN METODE NAIVE BAYES**

Tugas Akhir  
Untuk memenuhi sebagai persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1 Program Studi Teknik Informatika



Oleh :  
**Islam Hidayah**  
**F1D015037**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MATARAM  
Juni 2020**

## Tugas Akhir

# SISTEM MONITORING KONDISI KESEHATAN SEBELUM DAN SESUDAH OLAHRAGA MENGGUNAKAN PULSE SENSOR DAN SENSOR DS18B20 DENGAN METODE NAIVE BAYES

Oleh :

**Islam Hidayah**

**F1D 015 037**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

1. Pembimbing Utama



**Dr.Eng. I Gede Putu Wirama Wedashwara W. S.T., M.T.**  
**NIP. 19840919 201803 1 001**

Tanggal : 4 Juni 2020

2. Pembimbing Pendamping



**Ariyan Zubaidi. S.Kom., M.T.**  
**NIP. 19860913 201504 1 001**

Tanggal : 4 Juni 2020

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Informatika  
Fakultas Teknik  
Universitas Mataram



**Prof. Dr. Eng. I Gede Pasek Suta Wijaya, ST., MT.**  
**NIP: 19731130 200003 1 001**

**Tugas Akhir**

**SISTEM MONITORING KONDISI KESEHATAN SEBELUM DAN SESUDAH  
OLAHRAGA MENGGUNAKAN PULSE SENSOR DAN SENSOR DS18B20  
DENGAN METODE NAIVE BAYES**

Oleh :

**Islam Hidayah**

**F1D 015 037**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Pada Tanggal 27 Mei 2020  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat mencapai derajat S-1  
Program Studi Teknik Informatika

Susunan Tim Penguji

1. Penguji 1



**Prof. Dr. Eng. I Gede Pasek Suta Wijaya, ST., MT.**  
**NIP. 19731130 200003 1 001**

Tanggal : 3 Juni 2020

2. Penguji 2



**Ramaditia Dwiwansaputra, S.T., M.Eng.**  
**NIP. -**

Tanggal : 3 Juni 2020

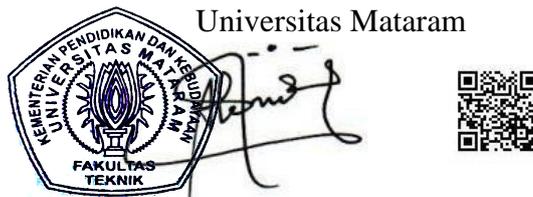
3. Penguji 3



**Ahmad Zafrullah M., S.T., M.Eng.**  
**NIP. -**

Tanggal : 3 Juni 2020

Mataram, 5 Juni 2020  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Mataram



**Akmaluddin, ST., M.Sc (Eng)., Ph.D.**  
**NIP : 19681231 199412 1 001**

## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah di ajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Mataram, 5 Juni 2020

Islam Hidayah

## **PRAKATA**

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Pengasih dan Penyayang atas segala berkat, bimbingan, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul “*Sistem Monitoring Kondisi Kesehatan Sebelum dan Sesudah Olahraga Menggunakan Pulse Sensor Dan Sensor DS18B20 Dengan Metode Naive Bayes*”.

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah membangun suatu sistem yang dapat digunakan oleh pelatih dan olahragawan untuk melakukan monitoring kondisi kesehatan yaitu denyut jantung, suhu tubuh, dan prediksi status kondisi baik sebelum olahraga dan sesudah olahraga,

Dalam penulisan Tugas Akhir ini tentunya tidak luput dari kekurangan, baik aspek kualitas maupun aspek kuantitas dari materi penelitian yang disajikan. Semua ini didasarkan dari keterbatasan yang dimiliki penulis. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna sehingga penulis membutuhkan kritik dan saran yang membangun untuk kemajuan teknologi di masa yang akan datang.

Akhir kata semoga tidaklah terlampau berlebihan, bila penulis berharap agar karya ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Mataram, 5 Juni 2020

Penulis

## UCAPAN TERIMA KASIH

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan berkat bimbingan dan dukungan ilmiah maupun materiil dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Bapak Dr. Eng. I Gede Putu Wirarama Wedashwara W., S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini, sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
2. Bapak Ariyan Zubaidi, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Keluarga yang selama ini telah memberikan doa dan dukungannya dalam menjalani perkuliahan dan pengerjaan Tugas Akhir ini sehingga dapat terselesaikan.
4. Keluarga dan teman – teman yang telah membantu dalam proses pengambilan data dan serta selaku responden yang telah mengisi kuesioner untuk proses pengujian dan analisa data.
5. Dosen penguji, atas pemberian kritik dan saran yang bersifat membangun yang sangat diperlukan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Mahasiswa Teknik Informatika Angkatan 2015 yang telah memberikan dukungan dan semangat.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan dukungan dan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan imbalan yang setimpal atas bantuan yang telah diberikan kepada penulis.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN TIM PEMBIMBING .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iii</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>iv</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LISTING .....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat .....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....</b>	<b>6</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1 Olahraga .....	8
2.2.2 Laju Denyut Jantung .....	8
2.2.3 THR.....	9
2.2.4 Suhu Tubuh .....	9
2.2.5 <i>Pulse Sensor</i> .....	10
2.2.6 Sensor DS18B20 .....	11
2.2.7 Arduino Uno.....	12
2.2.8 Arduino Nano.....	12
2.2.9 MQTT .....	13
2.2.10 Mosquitto Broker .....	13
2.2.11 IoT .....	13

2.2.12	<i>Naïve Bayes</i> .....	14
<b>BAB III</b>	<b>METODE PERANCANGAN .....</b>	<b>16</b>
3.1	Rencana Pelaksanaan .....	16
3.2	Analisis Kebutuhan Sistem .....	18
3.2.1	Analisis kebutuhan alat dan bahan .....	18
3.2.2	Perencanaan Biaya .....	19
3.3	Konfigurasi Perangkat Keras .....	19
3.3.1	Rancangan Arsitektur Sistem .....	19
3.3.2	Rangkaian Elektronika Sistem .....	21
3.4	Pengujian Perangkat Keras .....	22
3.5	Perancangan Perangkat Lunak .....	22
3.5.1	Sistem Monitoring Berbasis <i>Web</i> .....	23
3.5.2	<i>Naïve Bayes</i> .....	27
3.5.3	Perancangan Arsitektur MQTT .....	36
3.6	Implementasi Keseluruhan Sistem .....	37
3.7	Pengujian dan Evaluasi Sistem .....	37
3.8	Dokumentasi .....	37
3.9	Jadwal Kegiatan .....	38
<b>BAB V</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>39</b>
4.1	Realisasi Sistem .....	39
4.1.1	Realisasi Penyusunan Perangkat Keras.....	39
4.1.2	Realisasi Pembangunan <i>Database</i> .....	41
4.1.3	Realisasi Pembangunan Web .....	41
4.1.4	Realisasi Pembangunan <i>Interface</i> Sistem .....	42
4.1.4	Realisasi Pembangunan Program pada Mikrokontroler.....	47
4.1.5	Realisasi Pembangunan Arsitektur Komunikasi Data MQTT .....	53
4.1.6	Realisasi Pembangunan Metode <i>Naïve Bayes</i> Pada Sistem Monitoring.....	55
4.2	Pengujian dan Evaluasi Sistem .....	56
4.2.1	Hasil Pengujian Perangkat Keras Sistem Monitoring Kondisi Kesehatan.....	56
4.2.2	Hasil Pengujian Web Sistem Monitoring Kondisi Kesehatan.....	59
4.2.3	Hasil Pengujian Menggunakan Metod <i>Gaussian Naïve Bayes</i> .....	61
4.2.4	Hasil Pengujian Fungsi Keseluruhan Sistem .....	63
4.2.5	Hasil Pengujian dengan Metode <i>Mean Opinion Score (MOS)</i> .....	64
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>67</b>
5.1	Kesimpulan .....	67

5.2	Saran.....	68
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>69</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>71</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sensor denyut jantung pulse sensor [5]. .....	11
Gambar 2. 2 Sensor suhu tubuh DS18B80 [5].....	12
Gambar 2. 3 Mikrokontroler Arduino Uno [5]. .....	12
Gambar 2. 4 Mikrokontroler wemos d1 min [8].....	13
Gambar 3. 1 Rencana pelaksanaan. ....	16
Gambar 3. 2 Arsitektur sistem. ....	20
Gambar 3. 3 Rangkaian elektronika sistem. ....	21
Gambar 3. 4 Rancangan <i>usecase</i> sistem. ....	23
Gambar 3. 5 Rancangan ER-Diagram sistem. ....	24
Gambar 3. 6 Tampilan halaman web login. ....	25
Gambar 3. 7 Tampilan halaman web monitoring kesehatan olahraga.....	25
Gambar 3. 8 Tampilan halaman zona denyut jantung. ....	26
Gambar 3. 9 Tampilan halaman web kelola profil pengguna. ....	26
Gambar 3. 10 Arsitektur MQTT. ....	36
Gambar 4. 1 Realisasi perangkat keras sistem monitoring. ....	39
Gambar 4. 2 Cara pemasangan dan penggunaan perangkat keras. ....	40
Gambar 4. 3 Realisasi pembangunan <i>database</i> . ....	41
Gambar 4. 4 Realisasi pembangunan web. ....	42
Gambar 4. 5 Halaman <i>login</i> . ....	42
Gambar 4. 6 Halaman register. ....	43
Gambar 4. 7 Halaman edit profil pengguna. ....	43
Gambar 4. 8 Halaman monitoring sistem. ....	44
Gambar 4. 9 Halaman monitoring sistem tabel hasil. ....	44
Gambar 4. 10 Halaman edit hasil monitoring. ....	45
Gambar 4. 11 Halaman monitoring sistem grafik denyut. ....	45
Gambar 4. 12 Halaman monitoring sistem grafik suhu. ....	46
Gambar 4. 13 Halaman admin kelola <i>rule naïve bayes</i> . ....	46
Gambar 4. 14 Halaman kelola pengguna. ....	47
Gambar 4. 15 Halaman kelola <i>zona</i> target olahraga. ....	47
Gambar 4. 16 Pengujian <i>pulse sensor</i> . ....	56
Gambar 4. 17 Pengujian sensor DS18B20. ....	58

Gambar 4. 18 <i>Training</i> data dan akurasi <i>Naive Bayes</i> .....	62
Gambar 4. 19 Hasil pengujian keseluruhan sistem.....	64
Gambar 4. 20 Hasil pengujian MOS.....	65

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi denyut jantung pada orang dewasa.....	8
Tabel 2. 2 Klasifikasi suhu tubuh. ....	10
Tabel 3. 1 Perencanaan biaya. ....	19
Tabel 3. 2 Data Training .....	27
Tabel 3. 3 Nilai mean dan varian dari kelas olahraga.....	32
Tabel 3. 4 Nilai mean dan varian dari kelas istirahat.....	32
Tabel 3. 5 Nilai mean dan varian dari kelas lanjut. ....	32
Tabel 3. 6 Nilai mean dan varian dari kelas cukup.....	32
Tabel 3. 7 Jadwal kegiatan.....	38
Tabel 4. 1 Respons pulse sensor Setiap Jari. ....	57
Tabel 4. 2 Hasil pengujian sensor pulse. ....	57
Tabel 4. 3 Hasil pengujian sensor DS18B20. ....	58
Tabel 4. 4 Pengujian fungsi login dan register. ....	59
Tabel 4. 5 Pengujian fungsi kelola profil.....	60
Tabel 4. 6 Pengujian fungsi monitoring kondisi kesehatan olahraga. ....	60
Tabel 4. 7 Pengujian fungsi menampilkan grafik denyut jantung dan suhu tubuh.....	61
Tabel 4. 8 Pengujian fungsi tambah rule naïve bayes.....	61
Tabel 4. 9 Hasil pengujian keseluruhan sistem.....	63

## DAFTAR LISTING

Listing 4. 1 Source code library control application.....	48
Listing 4. 2 Source code inialisasi variabel.....	48
Listing 4. 3 Source code fungsi setup. ....	48
Listing 4. 4 Source code fungsi loop. ....	49
Listing 4. 5 Source code library control application.....	49
Listing 4. 6 Source code pendeklarasian variabel control application. ....	50
Listing 4. 7 Source code fungsi setup wifi.....	50
Listing 4. 8 Source code method callback. ....	51
Listing 4. 9 Source code method reconnect. ....	51
Listing 4. 10 Source code setup function.....	52
Listing 4. 11 Source code publish data sensor.....	52
Listing 4. 12 Source code inialisasi variabel.....	53
Listing 4. 13 Source code subscribe data sensor. ....	53
Listing 4. 14 Source code status koneksi.....	54
Listing 4. 15 Source code receive sensor data. ....	54
Listing 4. 16 Source code insialisasi variabel publish.....	54
Listing 4. 17 Source code training data. ....	55
Listing 4. 18 Source code prediksi.....	55

## ABSTRAK

Memperhatikan denyut jantung dan suhu tubuh sebelum sesudah olahraga penting untuk mengoptimalkan olahraga dan mengetahui kondisi tubuh. Pelatih melakukan pemeriksaan kesehatan, manajemen dan evaluasi hasil latihan yang dilakukan terhadap olahragawan. Untuk mempermudah monitoring kondisi kesehatan, mengukur intensitas olahraga, maka pemanfaatan *Internet of Things* merupakan solusi yang diberikan. Sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga merupakan sistem yang dirancang untuk menentukan kondisi kesehatan pengguna dengan mengukur denyut jantung dan suhu tubuh sebagai parameter untuk pengambilan keputusan dengan menerapkan metode *Naïve Bayes*. Metode *Naive Bayes* yang digunakan berbasis *rule* dengan bahasa pemrograman *python scikit-learn* dan komunikasi data dengan MQTT. Dari hasil penelitian, sistem monitoring kondisi Kesehatan olahraga telah berhasil memberikan hasil monitoring, keputusan prediksi kondisi dan diperoleh akurasi metode *Naïve Bayes* sebesar 75%.

**Kata kunci:** Intensitas Olahraga, Denyut Jantung, Suhu Tubuh, *Internet of Things*, *Naïve Bayes*, MQTT.

## ABSTRACT

*Paying attention to heart rate and body temperature before exercise it is important to optimize exercise and know the condition of the body. The trainer conducts a health check, management and evaluates the results of the exercise conducted on the athlete. To facilitate the monitoring of health conditions, measure exercise intensity, the use of the Internet of Things is the solution provided. The health condition monitoring system before and after exercise is a system designed to determine the user's health condition by measuring heart rate and body temperature as parameters for decision making by applying the Naïve Bayes method. The Naive Bayes method used is rule-based with the python sci-kit-learn programming language and data communication with MQTT. From the results of the study, the Sports Health condition monitoring system has succeeded in providing monitoring results, condition prediction decisions, and the accuracy of the Naïve Bayes method by 75%.*

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

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

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*”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan, perumusan masalah untuk menyelesaikan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan menghubungkan perangkat Arduino Uno dengan sensor DS18B20 dan *pulse sensor* agar dapat mendeteksi suhu tubuh dan denyut jantung?

2. Bagaimana implementasi metode *Naive Bayes* berbasis *rule* pada sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga menggunakan *pulse sensor* dan sensor DS18B20?
3. Bagaimana merancang *web* pada sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga menggunakan *pulse sensor* dan sensor DS18B20 dengan metode *Naive Bayes*?

### 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, terdapat beberapa batasan masalah membangun sistem antara lain sebagai berikut:

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno dan Wemos D1 Mini.
2. Sensor suhu tubuh yang digunakan adalah sensor DS18B20 dan sensor denyut jantung yang digunakan adalah *pulse sensor*.
3. Menggunakan protokol MQTT dengan *platform mosquitto broker*.
4. Sistem tidak dapat digunakan untuk olahraga tertentu seperti renang dan catur.
5. Pengujian sistem dilakukan dengan metode *interval training*.
6. Waktu pengujian akan dilakukan pagi hari atau sore hari.
7. Latar belakang peserta uji yaitu jarang berolahraga dan rutin berolahraga.
8. Peserta uji memiliki rentang usia antara 18 tahun hingga 65 tahun.
9. Untuk menguji hasil keputusan sistem tidak olahraga, digunakan data *dummy* denyut jantung dan suhu tubuh yang tidak normal.
10. Riwayat penyakit dari peserta uji yang menyebabkan keputusan dari sistem tidak ditelusuri lebih lanjut.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan dilakukan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang alat yang dapat mendeteksi suhu tubuh dan denyut jantung dengan sensor DS18B20 dan *pulse sensor*.
2. Mengimplementasikan metode *Naive Bayes* berbasis *rule* pada sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga menggunakan *pulse sensor* dan sensor DS18B20.

3. Merancang *web* pada sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga menggunakan *pulse sensor* dan sensor DS18B20 dengan metode *Naive Bayes*.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat yang diperoleh dari tugas akhir ini adalah:

1. Alat yang dibangun diharapkan dapat mempermudah mengetahui dan memantau kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga.
2. Setelah sistem dibangun diharapkan dapat mencegah terjadinya kesalahan fatal seperti dehidrasi, cedera bahkan serangan jantung akibat olahraga yang berlebihan.
3. Sistem yang dibangun diharapkan dapat mengoptimalkan hasil olahraga yang dilakukan.
4. Sistem diharapkan dapat digunakan pelatih, instruktur dan orang tua untuk memonitoring kondisi kesehatan para atlet atau penggemar olahraga .
5. Hasil *output* sistem diharapkan dapat menjadi pilihan untuk dimanfaatkan oleh bidang kedokteran.
6. Untuk selanjutnya diharapkan dapat dikolaborasikan oleh mahasiswa lain dengan mahasiswa kedokteran.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Bab I Pendahuluan  
Memuat tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, serta sistematika penulisan laporan tugas akhir.
- b. Bab II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori  
Tinjauan pustaka berisi kajian pustaka dan dasar teori membahas teori-teori yang mendukung dalam perancangan dan pembuatan alat.
- c. Bab III Metode Perancangan  
Berisi rencana perancangan alat dan metode yang digunakan yang meliputi rencana pelaksanaan, alat, bahan, jalannya perancangan dan hasil yang diharapkan.
- d. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Berisi tentang perancangan sistem secara keseluruhan yang meliputi *software* dan *hardware* pada alat ukur serta pengujian sistem.

e. Bab V Kesimpulan

Memuat simpulan yang diperoleh dari hasil pembuatan dan pengujian alat dan saran-saran untuk pengembangan selanjutnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 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]. Keputusan yang diberikan pada penelitian tersebut terdiri dari kondisi hipotermia, istirahat dan lanjutkan, kemudian parameter yang

digunakan yaitu denyut jantung, suhu tubuh dan *Galvanic Skin Response*. 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 ESP 8266) 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].

## 2.2 Dasar Teori

Dasar teori tentang konsep-konsep yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan sistem pada penelitian ini akan dibahas pada subbab berikut:

### 2.2.1 Olahraga

Olahraga adalah bentuk latihan fisik yang dapat meningkatkan kebugaran jasmani apabila dilakukan dengan frekuensi dan intensitas yang tepat dan sesuai. Olahraga yang benar akan memberikan hasil peningkatan kerja sistem respirasi, sistem kardiovaskular, menguatkan otot-otot rangka dan daya tahan tubuh. Manfaat melakukan olahraga yang cukup dan teratur telah banyak disebutkan dalam penelitian maupun artikel ilmiah. Di antara manfaat itu antara lain olahraga dapat mencegah obesitas, diabetes melitus, hiperlipemia, stroke, dan hipertensi [9].

Intensitas olahraga dalam batas sesuai kemampuan masing-masing yaitu antara 65-70% dari denyut nadi maksimal. Berbeda dengan olahraga prestasi, intensitas biasanya mencapai 100% dari nadi maksimal. Artinya dalam olahraga prestasi intensitas latihan selalu menuntut tubuh bekerja berat (terkecuali pada awal tahap persiapan umum) [10].

### 2.2.2 Laju Denyut Jantung

Laju denyut jantung adalah jumlah denyut jantung per satuan waktu, biasanya dinyatakan dalam denyut per menit atau *beats per minute* (BPM). Laju denyut jantung berubah-ubah tergantung pada aktivitas tubuh. Laju denyut jantung saat seseorang beristirahat jauh lebih rendah daripada laju denyut jantung saat seseorang melakukan latihan fisik. Beberapa istilah laju denyut jantung yang penting saat latihan fisik adalah laju denyut jantung saat beristirahat *Resting Heart Rate* (RHR), laju denyut jantung maksimum *Maximum Heart Rate* (MHR), dan laju denyut jantung zona latihan fisik [11].

RHR adalah laju denyut jantung terendah saat seseorang beristirahat, biasanya dalam posisi berbaring, sedangkan laju denyut jantung maksimum adalah laju denyut jantung tertinggi yang boleh dicapai seseorang saat latihan fisik. Dengan mengetahui laju denyut jantung maksimum dan laju denyut jantung saat beristirahat, seseorang dapat menghitung laju denyut jantung zona latihan fisik yang dapat digunakan untuk mencapai hasil yang maksimal saat latihan. Adapun batas tinggi dan rendah denyut jantung, istilah kedokteran disebut tak kardial untuk batas tinggi dan bradikardia untuk batas rendah [5].

Tabel 2. 1 Klasifikasi denyut jantung pada orang dewasa.

<b>Bradikardia</b>	<b>Normal</b>	<b>Tak kardial</b>
<60	60-100	>100

### 2.2.3 THR

Penelitian ini menerapkan metode *Karvonen*, yang dianggap efektif untuk mengukur denyut nadi, jika dibandingkan dengan metode yang lainnya seperti Metode Tanaka. Metode ini disebut pula dengan metode *Zoladz* (Zona Latihan), karena metode ini juga memperhatikan zona latihan dari kegiatan olahraga yang dilakukan. Selain itu, *Karvonen* digunakan pula untuk menghitung THR setelah melakukan *exercise*. Besarnya THR dihitung menggunakan [12].

$$\text{MHR} = 220 - \text{Usia} \quad (2-1)$$

$$\text{THR} = \{(\text{HR max} - \text{RHR}) \times \text{Intensitas}\} + \text{RHR} \quad (2-2)$$

Di mana:

*HR max* : merupakan nilai *heart rate* maksimal.

*RHR* : merupakan nilai *RHR*, yaitu nilai *heart rate* saat bangun tidur dan tidak melakukan aktivitas.

*Intensitas* : merupakan nilai dari Zona Target, dibagi dalam beberapa Zona: Zona I (*Healthy*) terdiri dari aktivitas yang mudah dan nyaman, contohnya jalan kaki. Nilai *Intensitas* untuk zona ini sebesar 50%-60%. Zona II (*Moderate Intensity Exercise*) meliputi aktivitas yang membakar kalori banyak dibandingkan Zona I, seperti jalan cepat. Nilai *intensitas* untuk Zona II sebesar 60%-70%. Zona III (*Vigorous Intensity*) terdiri dari aktivitas atau latihan untuk daya tahan, contohnya *jogging* atau *race walking*. *Intensitas* zona III sebesar 70%-80%. Zona IV (*Anaerobic Zone*) atau biasa disebut *Threshold Zone*, besarnya *intensitas* 80%-90%. Zona V adalah zona garis merah, di mana sebagian besar orang tidak bisa mencapai zona ini. Besarnya *intensitas* zona ini 90%-100%.

### 2.2.4 Suhu Tubuh

Suhu tubuh merupakan keseimbangan antara produksi dan pengeluaran panas dari tubuh, yang diukur dalam unit panas yang disebut derajat. Suhu yang dimaksud adalah panas atau dingin suatu substansi. Suhu tubuh adalah perbedaan antara jumlah panas yang diproduksi oleh proses tubuh dan jumlah panas yang hilang ke lingkungan luar. Jadi selisih antara panas yang diproduksi dan pengeluaran panas tubuh merupakan suhu tubuh, karena suhu tubuh merupakan pencerminan dari panas tubuh. Dalam kondisi tubuh yang melakukan aktivitas fisik berat, mekanisme kontrol suhu manusia tetap menjaga suhu inti

atau suhu jaringan dalam relatif konstan, meskipun suhu luar berfluktuasi namun suhu tubuh tetap bergantung pada aliran darah ke kulit dan jumlah panas yang hilang ke lingkungan luar. Karena fluktuasi suhu pada lingkungan, suhu tubuh normal yang dapat diterima berkisar dari 36 °C sampai 38 °C. Lokasi pengukuran mempengaruhi besaran suhu tubuh namun tetap berada pada kisaran suhu tubuh normal meskipun hasilnya bervariasi [13].

Tabel 2. 2 Klasifikasi suhu tubuh.

<b>Hipotermi</b>	<b>Normal</b>	<b>Panas</b>	<b>Hipertemi</b>
<36 °C	36-38 °C	38-40 °C	>40 °C

Pada saat berolahraga suhu tubuh meningkat dan tubuh menjadi panas. Tubuh yang panas berusaha untuk menjadi dingin dengan cara berkeringat. Banyaknya keringat yang keluar tergantung dari ukuran tubuh, jenis olahraga, intensitas olahraga, lamanya olahraga, cuaca dan kelembaban lingkungan. Pada saat latihan suhu tubuh dapat meningkat sampai mendekati 40°C tanpa efek sakit, karena perubahan tersebut merupakan kondisi fisiologis yang normal. Akan tetapi, suhu tubuh juga dapat meningkat akibat adanya perbedaan suhu lingkungan dan kelembaban udara yang relatif tinggi [14].

### 2.2.5 *Pulse Sensor*

*Pulse Sensor* adalah alat medis yang berfungsi untuk memantau kondisi denyut jantung manusia. Rangkaian dasar dari sensor ini dibangun menggunakan *phototransistor* dan LED. Sensor ini bekerja berdasarkan 17 prinsip pantulan sinar LED. Kepadatan darah pada kulit akan mempengaruhi *reflektivitas* sinar LED. Aksi pemompaan jantung mengakibatkan kepadatan darah meningkat. Pada saat jantung memompa darah, maka darah akan mengalir melalui pembuluh arteri dari yang besar hingga kecil seperti di ujung jari. Volume darah pada ujung jari bertambah maka intensitas cahaya yang mengenai *phototransistor* akan kecil karena terhalang oleh volume darah, begitu pula sebaliknya. Kulit dipakai sebagai permukaan reflektif untuk sinar LED [5].



Gambar 2. 1 Sensor denyut jantung pulse sensor [5].

Pada sensor *pulse* terdapat fitur yaitu sensor bisa bekerja dengan baik pada tegangan 5V dan 3.3V di mikrokontroler. Sensor memiliki ukuran yang kecil sehingga memudahkan dalam penggunaan. Terdapat kode warna kabel dengan terminal *male* 3 kawat (*ground*, *power*, *data*) konektor standar.

#### 2.2.6 Sensor DS18B20

DS18B20 adalah sensor temperatur digital yang dapat dihubungkan dengan mikrokontroler lewat antarmuka 1-*Wire*. Sensor ini dikemas secara khusus sehingga kedap air.. Dengan kabel sepanjang 1 meter, penempatan komponen sensor elektronika ini dapat diatur secara fleksibel. Gambar 2.2 menunjukkan bentuk fisik dari sensor suhu DS18B20. Protokol 1-*Wire* hanya membutuhkan 1 kabel koneksi (selain *ground*) untuk mentransmisikan data [15]. Berikut ini adalah ringkasan fitur dari IC DS18B20:

- a. Antarmuka 1-*Wire* yang hanya membutuhkan 1 pin I/O untuk komunikasi data.
- b. Tidak membutuhkan komponen eksternal tambahan selain 1 buah *pull-up resistor*, artinya hanya menambahkan sebuah resistor yang tersambung dari pin data ke pin Vcc sensor suhu DS18B20
- c. Dapat mengukur suhu antara  $-55^{\circ}\text{C}$  hingga  $125^{\circ}\text{C}$  dengan akurasi  $0,5^{\circ}\text{C}$  pada  $-10^{\circ}\text{C}$  s.d.  $+85^{\circ}\text{C}$
- d. Kecepatan pendeteksian suhu pada resolusi maksimum kurang dari 750 ms



Gambar 2. 2 Sensor suhu tubuh DS18B80 [5].

### 2.2.7 Arduino Uno

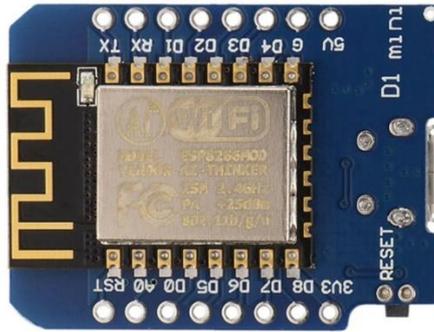
Arduino Uno adalah sebuah *board* yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin digital (6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 *input* analog, sebuah 16 MHz osilato kristal, sebuah koneksi USB, sebuah konektor sumber tegangan, sebuah *header* ICSP, dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat segala hal yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroler [6].



Gambar 2. 3 Mikrokontroler Arduino Uno [5].

### 2.2.8 Arduino Nano

Wemos D1 mini merupakan *module development board* yang berbasis *wifi* dari keluarga ESP8266 yang di mana dapat diprogram menggunakan *software* Arduino IDE seperti halnya dengan NodeMCU. Modul kecil ini memungkinkan mikrokontroler terhubung ke dalam jaringan *wifi* dan membuat koneksi TCP/IP hanya dengan menggunakan *command* yang sederhana, *clock* 80 MHz, 4 MB eksternal RAM serta mendukung format IEEE 802.11 b/g/n [8].



Gambar 2. 4 Mikrokontroler wemos d1 min [8].

### 2.2.9 MQTT

MQTT adalah protokol Transport yang bersifat *client server publish/subscribe*. Protokol yang ringan, terbuka dan sederhana, dirancang agar mudah diimplementasikan. Karakteristik ini membuat MQTT dapat digunakan di banyak situasi, termasuk penggunaannya dalam komunikasi *machine-to-machine* (M2M) dan IoT. Protokol ini berjalan pada TCP/IP [16].

### 2.2.10 Mosquitto Broker

*Mosquitto* adalah *broker* MQTT yang *open source*, selain itu juga ideal untuk pengembangan pada penerapan IoT. MQTT *server* yang terhubung dengan sensor akan mem-*publish* atau mengirim data yang diberi label topik tertentu menuju *Mosquitto broker*, kemudian *broker* akan mem-*publish* pada MQTT *client* yang melakukan *subscribe*. MQTT *client* kemudian akan menampilkan *dashboard Monitoring* [16].

### 2.2.11 IoT

IoT menggunakan beberapa teknologi yang secara garis besar digabungkan menjadi satu kesatuan diantaranya sensor sebagai pembaca data, koneksi internet dengan beberapa macam tipologi jaringan, *radio frequency identification* (RFID), *wireless sensor network* dan teknologi yang terus akan bertambah sesuai dengan kebutuhan [17]. Menurut beberapa penelitian IoT sudah banyak diterapkan di beberapa bidang keilmuan dan industri, seperti dalam bidang ilmu kesehatan, informatika, geografis dan beberapa bidang ilmu lain [18].

### 2.2.12 Naïve Bayes

*Naive Bayes* atau *Bayes Rule* adalah dasar untuk metode *machine-learning* dan data *mining*. Aturan (algoritma) digunakan untuk membuat model dengan kemampuan prediksi. Ini memberikan cara baru untuk mengeksplorasi dan memahami data. Teknik *Naïve Bayes Classifier* terutama berlaku ketika dimensi *input* tinggi. Terlepas dari kesederhanaannya, *Naive Bayes* sering kali dapat mengungguli metode klasifikasi yang lebih canggih. Algoritma *Naïve Bayes* lebih disukai dalam kasus-kasus, ketika dimensi data tinggi, ketika atribut independen satu sama lain, ketika mengharapkan hasil yang lebih efisien, dibandingkan dengan metode keluaran lainnya dan Menunjukkan akurasi dan kecepatan tinggi bila diterapkan pada ukuran besar basis data [19].

#### 1. Bayes Rule

Probabilitas kondisional adalah kemungkinan beberapa kesimpulan mengatakan C, diberikan beberapa bukti / observasi, E, di mana ada hubungan ketergantungan antara C dan E. Probabilitas ini dilambangkan sebagai  $P(C | E)$  di mana.

$$P(C|E) = \frac{P(C|E)P(C)}{P(E)} \quad (2-3)$$

#### 2. Algoritma Klasifikasi Naïve Bayes

Diberikan set data dengan banyak atribut, akan sangat mahal secara komputasi untuk menghitung  $P(X | C_i)$ . Untuk mengurangi perhitungan dalam mengevaluasi  $P(X | C_i)$ , dibuat asumsi naif tentang *independensi* kondisional kelas. Ini mengasumsikan bahwa nilai-nilai atribut secara kondisional independen satu sama lain, diberi label kelas *tuple* (yaitu, bahwa tidak ada hubungan ketergantungan antara atribut). Jadi,

$$P(X|C_i) = \prod_{k=1}^m P(X_k|C_i) \quad (2-4)$$

$$P(X|C_i) = P(x_1|C_i) * P(x_2|C_i) * ... * P(x_n|C_i) \quad (2-5)$$

Dapat dengan mudah memperkirakan probabilitas  $P(X_1 | C_i)$ ,  $P(X_2 | C_i)$  ...  $P(X_n | C_i)$  dari *training tuples* basis data. Ingat bahwa di sini  $X_k$  mengacu pada nilai atribut  $A_k$  untuk *tuple* X. Untuk setiap atribut, kita akan melihat apakah atributnya kategoris atau bernilai terus menerus. Misalnya, untuk menghitung  $P(X | C_i)$ , kami mempertimbangkan hal berikut:

- Jika  $A_k$  kategorial, maka  $P(X_k | C_i)$  adalah jumlah tupel kelas  $C_i$  dalam  $D$  yang memiliki nilai  $X_k$  untuk  $A_k$ , dibagi dengan  $|C_i, D|$ , jumlah *tupel* kelas  $C_i$  di  $D$ .
- Jika  $A_k$  bernilai terus menerus, maka sedikit lebih banyak pekerjaan yang harus dilakukan, tetapi perhitungannya cukup mudah. Atribut bernilai kontinu biasanya diasumsikan memiliki distribusi *Gaussian* dengan rata-rata  $\mu$  dan standar deviasi  $\sigma$ , yang didefinisikan oleh

$$g(x, \mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2} \quad (2-6)$$

Maka

$$P(x_k | C_i) = g(x_k, \mu_{C_i}, \sigma_{C_i}) \quad (2-7)$$

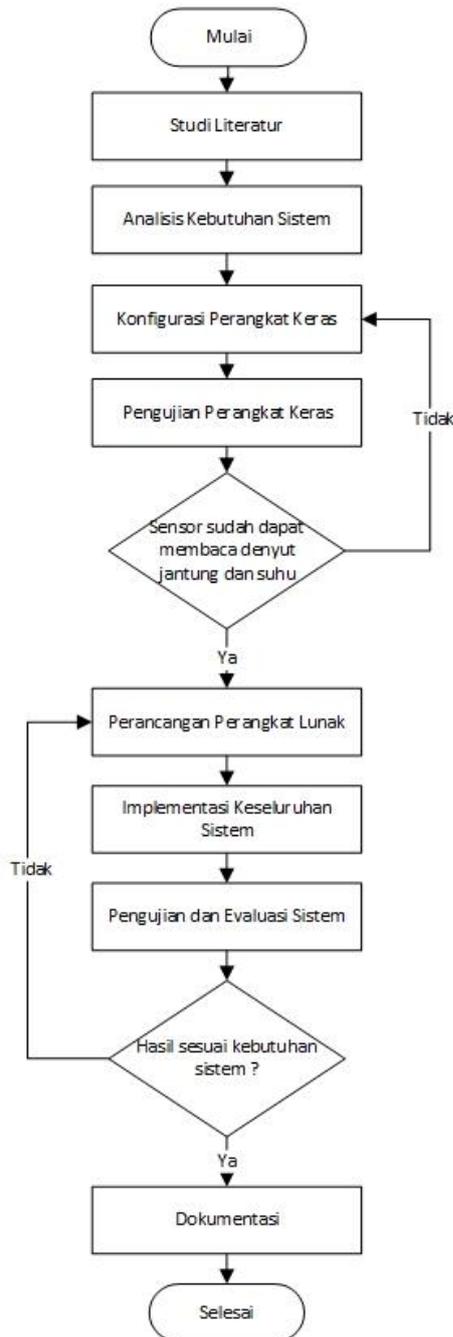
Pertama, menghitung  $\mu_{C_i}$  dan  $\sigma_{C_i}$  yang merupakan nilai rata-rata dan standar deviasi, dari nilai atribut  $A_k$  untuk *tupel* pelatihan kelas  $C_i$ . Kemudian gantilah nilai-nilai ini ke dalam persamaan untuk mengestimasi  $P(x_k | C_i)$ .

# BAB III

## METODE PERANCANGAN

### 3.1 Rencana Pelaksanaan

Rencana pelaksanaan perancangan pada sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga menggunakan *pulse sensor* dan sensor DS18B20 dengan metode *Naive Bayes* dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Rencana pelaksanaan.

Pada Gambar 3.1 di atas merupakan alur dari pelaksanaan perancangan sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga menggunakan *pulse sensor* dan sensor DS18B20 dengan metode *Naive Bayes*. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing alur proses :

1. Pada tahap studi literatur yaitu dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat penelitian serupa yang dilakukan sebagai dasar pengetahuan untuk pengembangan selanjutnya.
2. Tahap berikutnya yaitu analisa kebutuhan sistem dilakukan untuk mengetahui kebutuhan apa saja yang akan dibutuhkan dalam proses perancangan dan implementasi sistem dengan cara menganalisis kebutuhan dari perancangan sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga menggunakan *pulse sensor* dan sensor DS18B20 dengan metode *Naive Bayes*.
3. Pada tahap selanjutnya yaitu dilakukan konfigurasi perangkat keras sistem yaitu dengan membuat gambaran bagaimana arsitektur, rangkaian elektronika dan alur kerja dari sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga menggunakan *pulse sensor* dan sensor DS18B20 dengan metode *Naive Bayes*.
4. Pada tahap uji perangkat keras dilakukan pengujian terhadap rancangan, apabila rancangan sudah dapat membaca denyut jantung dan suhu maka akan dilanjutkan ke tahap selanjutnya apabila tidak maka akan kembali ke tahap perancangan arsitektur sistem.
5. Tahap selanjutnya dilakukan perancangan perangkat lunak yaitu perancangan *website* sebagai tampilan dari hasil keputusan kondisi kesehatan dan intensitas olahraga yang dilakukan.
6. Tahap selanjutnya yaitu tahap implementasi, pada tahap implementasi dilakukan perancangan secara menyeluruh dan penerapan metode *Naive Bayes* untuk menentukan keputusan pada sistem sehingga sistem dapat bekerja sesuai dengan apa yang telah direncanakan.
7. Pada tahap pengujian dan evaluasi sistem maka akan dilakukan pengujian terhadap keseluruhan sistem yaitu rancangan perangkat keras dan rancangan perangkat lunak sistem, apabila sistem tidak jalan sesuai tujuan maka akan lakukan evaluasi terhadap sistem.
8. Tahap dokumentasi yaitu apabila sistem telah sesuai tujuan maka akan dilakukan dokumentasi.

### 3.2 Analisis Kebutuhan Sistem

Pada tahap analisis kebutuhan sistem akan dilakukan analisis terhadap kebutuhan dari perancangan sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga menggunakan *pulse sensor* dan sensor DS18B20 dengan metode *Naive Bayes*. Analisis yang dilakukan meliputi analisis kebutuhan alat dan bahan untuk perancangan sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga menggunakan *pulse sensor* dan sensor DS18B20 dengan metode *Naive Bayes*.

#### 3.2.1 Analisis kebutuhan 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 :

1. Alat Penelitian
  - a. Perangkat Keras
    - Laptop
    - USB
    - Solder
  - b. Perangkat Lunak
    - Arduino IDE 1.8.8
    - *Sublime Text* 3.0
    - XAMPP
    - *Bootstrap*
    - *Browser*
    - *Fritzing*
2. Bahan Penelitian
  - a. 1 buah Arduino Uno dan Wemos D1 Mini sebagai mikrokontroler.
  - b. 1 buah sensor denyut jantung *pulse sensor* untuk mengukur denyut jantung sebelum dan sesudah olahraga.
  - c. 1 buah sensor suhu DS18B20 untuk mengukur suhu tubuh sebelum dan sesudah olahraga.
  - d. 1 buah *breadboard* dan 2 set kabel *jumper*.

### 3.2.2 Perencanaan Biaya

Anggaran biaya pada Tabel 3.1 merupakan anggaran biaya yang akan digunakan untuk membeli alat-alat sesuai dengan kebutuhan pada analisis kebutuhan alat dan bahan.

Tabel 3. 1 Perencanaan biaya.

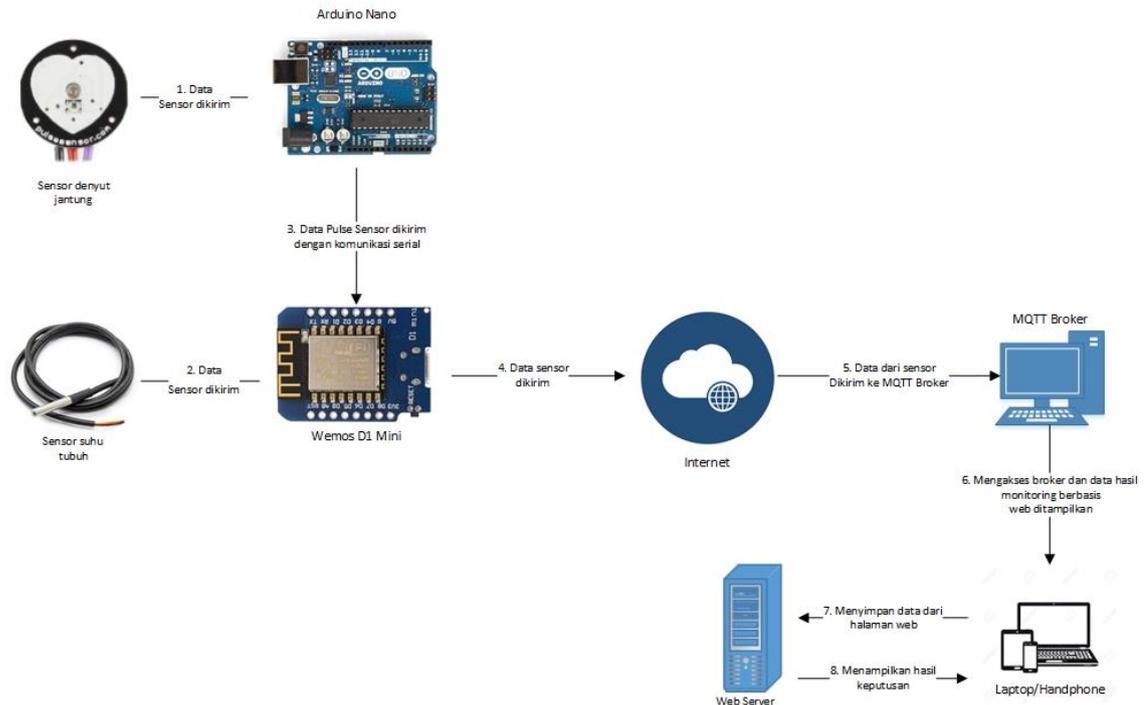
No.	Nama Alat	Jumlah	Harga
1.	Arduino Uno	1	Rp.60.000
2.	Wemos D1 Mini	1	Rp.45.000
3.	<i>Pulse sensor</i>	1	Rp.49.000
4.	Sensor DS18B20	1	Rp.29.000
5.	modul ESP8266	1	Rp.28.900
6.	Kabel Jumper	2 set	Rp.32.000
7.	<i>Breadboard</i>	1 buah	Rp.15.000
Jumlah			RP.258.900

### 3.3 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*.

#### 3.3.1 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 3.2.



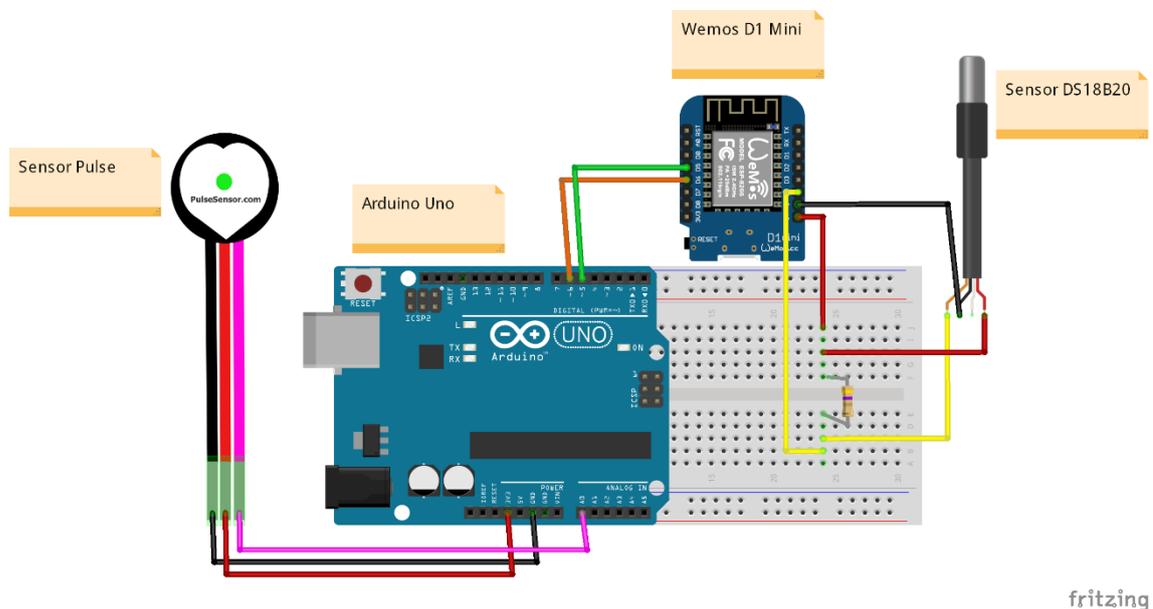
Gambar 3. 2 Arsitektur sistem monitoring kondisi kesehatan.

Pada Gambar 3.2 merupakan arsitektur dari perancangan sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga menggunakan *pulse sensor* dan sensor DS18B20 dengan metode *Naive Bayes* yang dibuat pada penelitian ini sebelumnya menggunakan 1 mikrokontroler yaitu Arduino Nano dan dengan modul ESP8266 sebagai modul WIFI akan tetapi pada saat proses perancangan terjadi kesalahan di mana pengiriman data menggunakan modul ESP8266 dengan protokol MQTT mengalami ketidakstabilan sehingga dilakukan perancangan arsitektur kembali dengan menggunakan Wemos D1 Mini. Kemudian dikarenakan sensor *pulse* tidak *compatible* dengan Wemos D1 Mini maka digunakan *board* tambahan yaitu Arduino Uno yang dihubungkan secara serial dengan Wemos D1 Mini. Untuk masing-masing proses yang terdapat pada Gambar 3.2 dijelaskan sebagai berikut:

1. *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.
2. Sensor DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu tubuh pengguna sebagai parameter untuk mengambil keputusan kondisi kesehatan pada saat sebelum dan sesudah olahraga.
3. Arduino Uno digunakan untuk mengontrol sensor *pulse* yang digunakan pada perancangan sistem dan akan di kirim ke *board* Wemos D1 Mini.

4. 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.
5. MQTT *broker* merupakan *server* yang digunakan untuk menerima data dari *client*. Kemudian pengiriman data pada sistem menggunakan *protocol MQTT*.
6. Laptop atau *handphone* mengakses *broker* dan menampilkan data hasil monitoring sistem berbasis *web*.
7. Web Server menerima data dari halaman web dan di simpan pada database MySQL yang kemudian diproses dengan metode *Gaussian Naïve Bayes* untuk mendapatkan keputusan kondisi kesehatan.
8. Desain dari perangkat yang akan dibuat yaitu berbentuk kontak
9. Sistem berbasis *web* merupakan sistem yang akan digunakan untuk menampilkan hasil monitoring atlet atau *trainee* yang dapat memudahkan pelatih untuk memanajemen dan mengumpulkan data sehingga proses evaluasi efektif dilakukan.

### 3.3.2 Rangkaian Elektronika Sistem



Gambar 3. 3 Rangkaian elektronika sistem monitoring kondisi kesehatan.

Pada Gambar 3.3 merupakan 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. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing sensor dan rangkaian yang terdapat pada Gambar 3.3.

- a. *Pulse sensor* merupakan sensor yang dapat membaca denyut jantung. Pada rangkaian yang akan dibangun *pulse sensor* memiliki 3 buah kabel *male* yang terhubung ke mikrokontroler arduino Uno yaitu kabel berwarna hitam GND yang terhubung ke pin GND, kabel berwarna merah VCC yang terhubung ke pin 5V dan kabel berwarna ungu A0 yang terhubung ke pin analog 2.
- b. Sensor DS18B20 merupakan sensor suhu yang kedap terhadap air sehingga mudah digunakan pada kondisi yang lembap seperti sedang berolahraga. Sensor ini memiliki 3 buah kabel yang terhubung ke mikrokontroler. Kabel pertama yaitu kabel hitam GND yang terhubung ke pin GND. Kemudian kabel merah VCC yang terhubung ke pin 5V dan kabel kuning yang terhubung ke pin digital 4. Pada sambungan pin digital arduino dengan pin 5v pada arduino dan kabel vcc pada sensor DS18B20 diberikan resistor sebesar 4.7ohm.
- c. Mikrokontroler Arduino Uno dihubungkan dengan sensor *pulse* dimana terdapat 3 pin yang di hubungkan yaitu GND sensor *pulse* ke GND Arduino Uno, kemudian pin VCC sensor *pulse* ke 5v Arduino Uno dan pin data sensor *pulse* ke pin A0 Arduino Uno. Arduino Uno juga dihubungkan ke Wemos D1 Mini dengan pin D5 dan D6.
- d. Mikrokontroler Wemos D1 Mini dihubungkan dengan DS18B20 dimana terdapat 3 pin yang di hubungkan yaitu GND sensor DS18B20 ke GND Wemos D1 Mini, kemudian pin VCC sensor DS18B20 ke 5v Wemos D1 Mini, Selanjutnya pin data sensor DS18B20 ke pin D2 Wemos D1 Mini, dan terakhir diberikan resistor 4,7kOhm untuk sambungan pin data dan VCC. Wemos D1 Mini juga dihubungkan ke Arduino Uno dengan pin D5 dan D6.

### **3.4 Pengujian Perangkat Keras**

Pengujian perangkat keras dilakukan untuk menguji apakah rangkaian yang dibangun sudah dapat bekerja sesuai dengan yang dibutuhkan. Pengujian dilakukan dengan menguji sensor-sensor yang digunakan pada rangkaian, apakah sudah dapat membaca denyut jantung dan suhu tubuh yang sesuai jika tidak maka akan kembali ke tahap sebelumnya untuk dilakukan perbaikan.

### **3.5 Perancangan Perangkat Lunak**

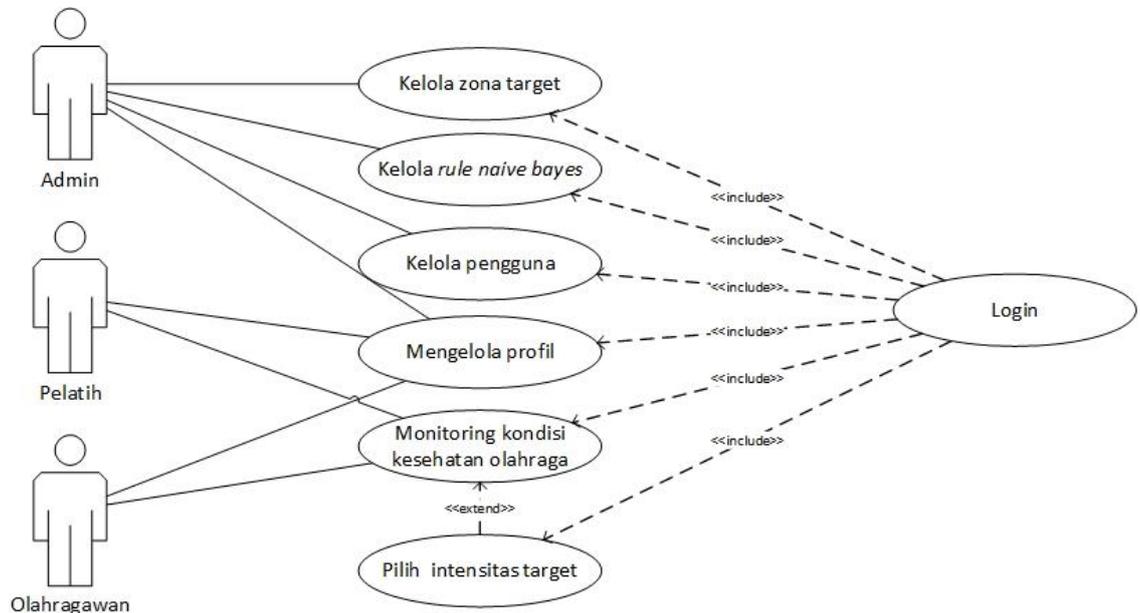
Perancangan perangkat lunak dilakukan jika rancangan perangkat keras telah sesuai dengan yang diharapkan. Perancangan perangkat lunak yang dibangun yaitu

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*.

### 3.5.1 Sistem Monitoring Berbasis Web

Pembuatan sistem monitoring berbasis *web* ini menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan HTML, CSS, MySQL dan *bootstrap*. Berikut merupakan rancangan dari sistem monitoring berbasis *web* yang akan dibangun.

#### a. Rancangan *Usecase*

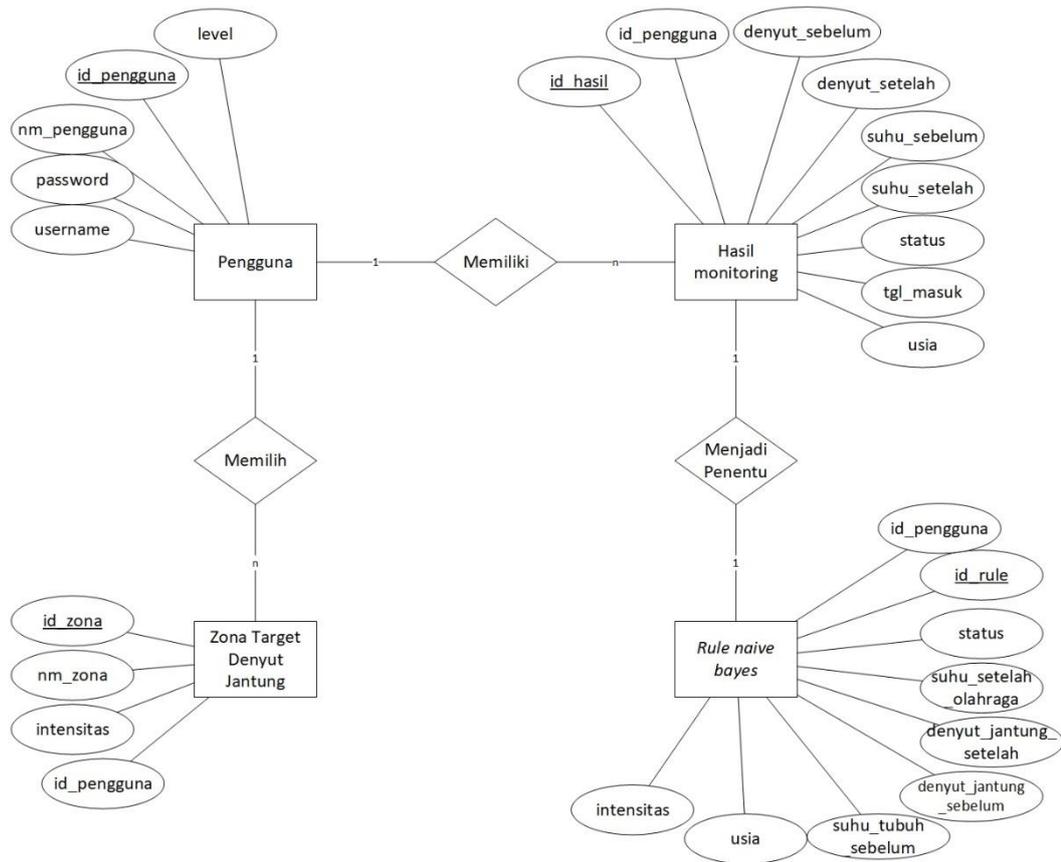


Gambar 3. 4 Rancangan *usecase* sistem.

Pada Gambar 3.4 merupakan *usecase* dari perancangan perangkat lunak berbasis *web* yang dibangun. Pada *usecase* menggambarkan bahwa terdapat tiga aktor yang menggunakan sistem. Aktor pertama yaitu admin. Admin pada sistem yaitu seperti petugas medis yang dapat melakukan perubahan pada *rule naive bayes* maupun zona olahraga pada sistem. Admin pada sistem dapat melakukan beberapa fitur yaitu dapat mengelola zona target olahraga, *rule Naive Bayes*, data pengguna dan mengelola profil. Aktor kedua yaitu pelatih, fitur-fitur yang dapat dilakukan yaitu dapat mengelola profil dan memonitoring kondisi kesehatan olahraga. Kemudian aktor ketiga yaitu Olahragawan, fitur-fitur yang dapat dilakukan yaitu dapat mengelola profil dan memonitoring kondisi kesehatan olahraga ketika akan

berolahraga. Olahragawan dapat memilih intensitas target olahraga yang diinginkan, selanjutnya Olahragawan dapat melihat status atau memonitoring kondisi kesehatan. Admin, Pelatih dan Olahragawan harus *login* terlebih dahulu agar dapat melakukan fitur-fitur tersebut.

b. Rancangan *Entity Relationship Diagram* (ERD)



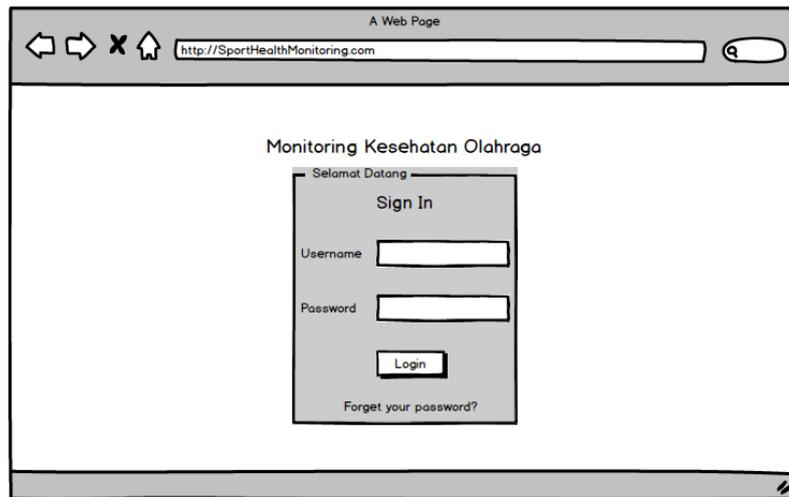
Gambar 3. 5 Rancangan ER-Diagram sistem.

Pada Gambar 3.5 merupakan *ER-Diagram* dari perancangan perangkat lunak berbasis *web* yang dibangun. Pada *ER-Diagram* tersebut menggambarkan tabel atau entitas dan atribut apa saja yang akan digunakan pada sistem. Entitas yang digunakan yaitu sebanyak empat entitas. Entitas pertama yaitu entitas pengguna berelasi dengan entitas hasil monitoring dan zona target, dengan atribut *id\_pengguna* sebagai *primary key*, *nm\_pengguna*, *username*, *password* dan *level*. Kemudian entitas zona target denyut jantung, dengan atribut *id\_zona* sebagai *primary key*, *nm\_zona*, *intensitas* dan *id\_pengguna* sebagai *foreign key*. Entitas *rule naive bayes* yang ber relasi dengan hasil monitoring, dengan atribut *id\_rule* sebagai *primary key*, kemudian atribut *intensitas*, *usia*, *suhu\_tubuh\_sebelum*, *denyut\_jantung\_sebelum*,

denyut\_jantung\_setelah, suhu\_setelah\_olahraga, status dan id\_pengguna sebagai *foreign key*. Entitas hasil monitoring dengan atribut id\_hasil sebagai *primary key*, denyut\_sebelum, denyut\_setelah, suhu\_sebelum, suhu\_setelah, tgl\_masuk, status dan kemudian atribut id\_pengguna sebagai *foreign key*.

c. Rancangan *Interface* Sistem

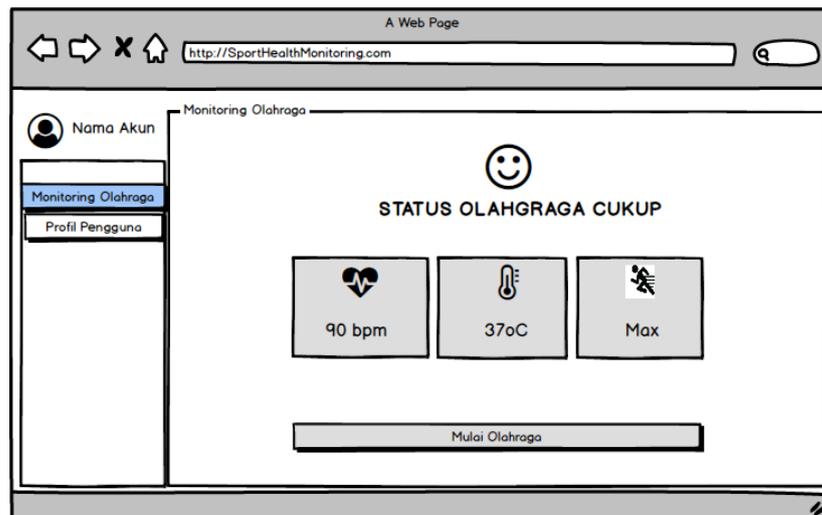
- Halaman *Login*



Gambar 3. 6 Tampilan halaman web login.

Pada Gambar 3.6 merupakan tampilan dari halaman *login* dari perangkat lunak berbasis *web* yang akan dibangun. Pengguna terlebih dahulu harus *login* dengan *input username* dan *password* sehingga dapat mengakses fitur-fitur lainnya.

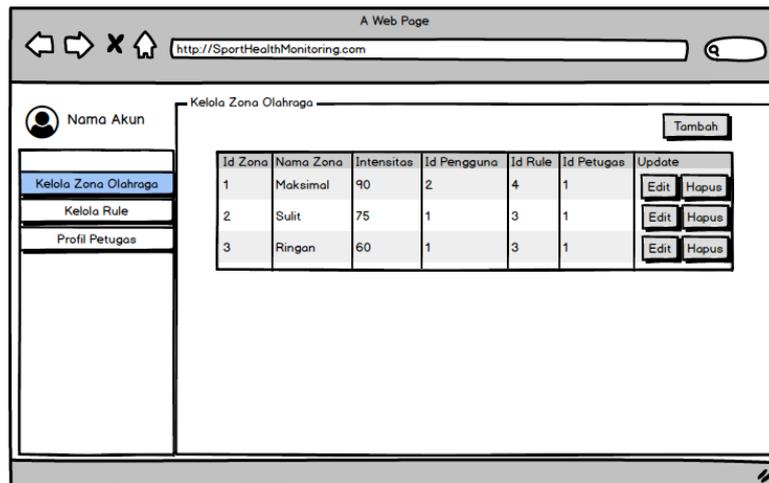
- Halaman Monitoring Kesehatan Olahraga



Gambar 3. 7 Tampilan halaman web monitoring kesehatan olahraga.

Pada Gambar 3.7 merupakan tampilan dari halaman monitoring olahraga dari perangkat lunak berbasis *web* yang akan dibangun. Pada halaman akan ditampilkan dari status dari pendukung keputusan, jumlah denyut jantung, suhu tubuh dan zona denyut jantung yang telah dipilih sebelumnya. Apabila pengguna telah mendapatkan keputusan layak olahraga maka dapat menekan *Buton* mulai olahraga, kemudian akan ada dialog untuk memasukkan zona target dan intensitas olahraga.

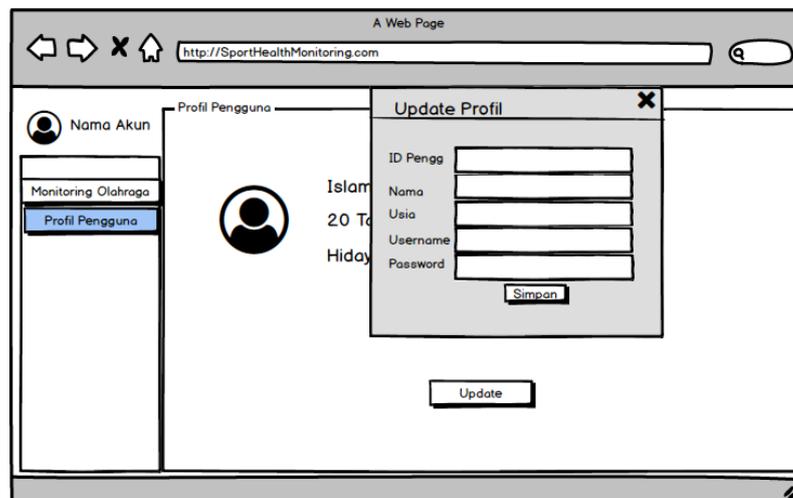
- Halaman Zona Denyut Jantung



Gambar 3. 8 Tampilan halaman zona denyut jantung.

Pada Gambar 3.8 merupakan tampilan dari halaman zona denyut jantung dari perangkat lunak berbasis *web* yang akan dibangun. Pada halaman ini pengguna akan memilih zona target denyut jantung yang akan digunakan. Zona target denyut jantung menentukan tingkat intensitas olahraga yang akan dilakukan.

- Halaman Profil Pengguna



Gambar 3. 9 Tampilan halaman web kelola profil pengguna.

Pada Gambar 3.9 merupakan tampilan dari halaman profil pengguna dari perangkat lunak berbasis *web* yang akan dibangun. Pada halaman ini pengguna dapat mengelola data atau profil sesuai dengan data pengguna.

### 3.5.2 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 setiap *rule* akan di bagi menjadi 3 bagian yaitu batas atas, nilai tengah dan batas bawah, selanjutnya digunakan untuk membuat *dataset* dan dilakukan klasifikasi dengan metode *naïve bayes* dengan *library scikit learn* untuk mendapatkan keputusan kondisi kesehatan pengguna. Variabel atau 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. Berikut merupakan *dataset* sistem yang telah diperoleh :

Tabel 3. 2 *Dataset* sistem

<b>Id</b>	<b>Denyut Jantung Sebelum Olahraga (BPM)</b>	<b>Suhu Tubuh Sebelum Olahraga (°C)</b>	<b>Usia</b>	<b>Intensitas</b>	<b>Denyut Jantung Setelah Olahraga (BPM)</b>	<b>Suhu Tubuh Setelah Olahraga (°C)</b>	<b>Status</b>
1.	101	36	18	50	0	0	Tidak Olahraga
2.	110	37	41	55	0	0	Tidak Olahraga
3.	120	38	65	60	0	0	Tidak Olahraga
4.	101	37	18	70	0	0	Tidak Olahraga
5.	110	38	41	75	0	0	Tidak Olahraga
6.	120	36	65	80	0	0	Tidak Olahraga
7.	101	38	18	90	0	0	Tidak Olahraga
8.	110	36	41	95	0	0	Tidak Olahraga
9.	120	37	65	100	0	0	Tidak Olahraga
10.	40	36	18	50	0	0	Tidak Olahraga
11.	50	37	41	55	0	0	Tidak Olahraga
12.	59	38	65	60	0	0	Tidak Olahraga
13.	40	37	18	70	0	0	Tidak Olahraga
14.	50	38	41	75	0	0	Tidak Olahraga
15.	59	36	65	80	0	0	Tidak Olahraga
16.	40	38	18	90	0	0	Tidak Olahraga
17.	50	36	41	95	0	0	Tidak Olahraga
18.	59	37	65	100	0	0	Tidak Olahraga
19.	60	35	18	50	0	0	Tidak Olahraga
20.	80	33	41	55	0	0	Tidak Olahraga
21.	100	31	65	60	0	0	Tidak Olahraga
22.	60	33	18	70	0	0	Tidak Olahraga
23.	80	31	41	75	0	0	Tidak Olahraga
24.	100	35	65	80	0	0	Tidak Olahraga
25.	60	31	18	90	0	0	Tidak Olahraga

26.	80	35	41	95	0	0	Tidak Olahraga
27.	100	33	65	100	0	0	Tidak Olahraga
28.	60	39	18	50	0	0	Tidak Olahraga
29.	80	40	41	55	0	0	Tidak Olahraga
30.	100	42	65	60	0	0	Tidak Olahraga
31.	60	40	18	70	0	0	Tidak Olahraga
32.	80	42	41	75	0	0	Tidak Olahraga
33.	100	39	65	80	0	0	Tidak Olahraga
34.	60	42	18	90	0	0	Tidak Olahraga
35.	80	39	41	95	0	0	Tidak Olahraga
36.	100	40	65	100	0	0	Tidak Olahraga
37.	60	35.5	18	50	0	0	Olahraga
38.	80	35.5	41	55	0	0	Olahraga
39.	100	35.5	65	60	0	0	Olahraga
40.	60	35.5	18	70	0	0	Olahraga
41.	80	35.5	41	75	0	0	Olahraga
42.	100	35.5	65	80	0	0	Olahraga
43.	60	35.5	18	90	0	0	Olahraga
44.	80	35.5	41	95	0	0	Olahraga
45.	100	35.5	65	100	0	0	Olahraga
46.	60	36	18	50	0	0	Olahraga
47.	80	36	41	55	0	0	Olahraga
48.	100	36	65	60	0	0	Olahraga
49.	60	36	18	70	0	0	Olahraga
50.	80	36	41	75	0	0	Olahraga
51.	100	36	65	80	0	0	Olahraga
52.	60	36	18	90	0	0	Olahraga
53.	80	36	41	95	0	0	Olahraga
54.	100	36	65	100	0	0	Olahraga
55.	60	37	18	50	0	0	Olahraga
56.	80	37	41	55	0	0	Olahraga
57.	100	37	65	60	0	0	Olahraga
58.	60	37	18	70	0	0	Olahraga
59.	80	37	41	75	0	0	Olahraga
60.	100	37	65	80	0	0	Olahraga
61.	60	37	18	90	0	0	Olahraga
62.	80	37	41	95	0	0	Olahraga
63.	100	37	65	100	0	0	Olahraga
64.	60	38	18	50	0	0	Olahraga
65.	80	38	41	55	0	0	Olahraga
66.	100	38	65	60	0	0	Olahraga
67.	60	38	18	70	0	0	Olahraga
68.	80	38	41	75	0	0	Olahraga
69.	100	38	65	80	0	0	Olahraga
70.	60	38	18	90	0	0	Olahraga
71.	80	38	41	95	0	0	Olahraga
72.	100	38	65	100	0	0	Olahraga
73.	80	37	18	50	84	39	Istirahat
74.	80	37	41	55	84	40	Istirahat
75.	100	38	65	60	108	42	Istirahat
76.	60	36	18	50	60	36	Lanjut
77.	80	37	41	55	84	37	Lanjut
78.	100	38	65	60	108	38	Lanjut
79.	60	36	18	50	108	36	Cukup
80.	80	37	41	55	135	38	Cukup

81.	100	38	65	60	161	40	Cukup
82.	60	36	18	60	60	39	Istirahat
83.	80	37	41	65	88	40	Istirahat
84.	100	38	65	70	117	42	Istirahat
85.	60	36	18	60	60	36	Lanjut
86.	80	37	41	65	88	37	Lanjut
87.	100	38	65	70	117	38	Lanjut
88.	60	36	18	60	117	36	Cukup
89.	80	37	41	65	144	38	Cukup
90.	100	38	65	70	171	40	Cukup
91.	60	36	18	70	60	39	Istirahat
92.	80	37	41	75	93	40	Istirahat
93.	100	38	65	80	127	42	Istirahat
94.	60	36	18	70	60	36	Lanjut
95.	80	37	41	75	93	37	Lanjut
96.	100	38	65	80	127	38	Lanjut
97.	60	36	18	70	127	36	Cukup
98.	80	37	41	75	154	38	Cukup
99.	100	38	65	80	182	40	Cukup
100.	60	36	18	80	60	39	Istirahat
101.	80	37	41	85	98	40	Istirahat
102.	100	38	65	90	136	42	Istirahat
103.	60	36	18	80	60	36	Lanjut
104.	80	37	41	85	98	37	Lanjut
105.	100	38	65	90	136	38	Lanjut
106.	60	36	18	80	136	36	Cukup
107.	80	37	41	85	164	38	Cukup
108.	100	38	65	90	192	40	Cukup
109.	60	36	18	90	60	39	Istirahat
110.	80	37	41	95	103	40	Istirahat
111.	100	38	65	100	146	42	Istirahat
112.	60	36	18	90	60	36	Lanjut
113.	80	37	41	95	103	37	Lanjut
114.	100	38	65	100	146	38	Lanjut
115.	60	36	18	90	146	36	Cukup
116.	80	37	41	95	174	38	Cukup
117.	100	38	65	100	202	40	Cukup

Dari Tabel 3.2 akan dicari nilai probabilitas untuk setiap atribut. Untuk perhitungan data kontinu digunakan Distribusi *Gaussian* untuk mencari nilai *mean* dan varian yang diklasifikasikan menurut kelasnya. Langkah pertama yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Mencari nilai *mean* dan standar deviasi data denyut jantung sebelum berdasarkan kelas tidak olahraga

$$\begin{aligned}
 XDStidakolahraga &= \frac{101 + 110 + 120 + 101 + 110 + 120 + 101 + 110 + 120 + 40}{36} \\
 &\quad + \frac{50 + 59 + 40 + 50 + 59 + 40 + 50 + 59 + 60 + 80 + 100 + 60 + 80}{36} \\
 &\quad + \frac{100 + 60 + 80 + 100 + 60 + 80 + 100 + 60 + 80 + 100 + 60 + 80 + 100}{36} \\
 &= 80
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
S^2DStidakolahraga &= \frac{(101-80)^2 + (110-80)^2 + (120-80)^2 + (101-80)^2 + (110-80)^2 + (120-80)^2 + (101-80)^2 + (110-80)^2 + (120-80)^2 + (40-80)^2 + (50-80)^2 + (59-80)^2 + (40-80)^2 + (50-80)^2 + (59-80)^2 + (60-80)^2 + (80-80)^2 + (100-80)^2 + (60-80)^2 + (80-80)^2 + (100-80)^2 + (60-80)^2 + (80-80)^2 + (100-80)^2 + (60-80)^2 + (80-80)^2 + (100-80)^2 + (60-80)^2 + (80-80)^2 + (100-80)^2}{36-1} \\
&= \frac{441 + 900 + 1600 + 441 + 900 + 1600 + 441 + 900 + 1600 + 1600 + 900 + 441 + 1600 + 900 + 441 + 1600 + 900 + 441 + 400 + 0 + 400 + 400 + 0 + 400 + 400 + 0 + 400 + 400 + 0 + 400 + 400 + 0 + 400}{35} \\
&= 641,3143 \\
SDStidakolahraga &= \sqrt{641,3143} \\
&= 25,32418
\end{aligned}$$

b. Mencari nilai *mean* dan standar deviasi data suhu tubuh sebelum berdasarkan kelas tidak olahraga

$$\begin{aligned}
XSStidakolahraga &= \frac{36 + 37 + 38 + 37 + 38 + 36 + 38 + 36 + 37 + 36 + 37 + 38 + 37 + 38 + 36 + 38 + 36 + 37 + 35 + 33 + 31 + 33 + 31 + 35 + 31 + 35 + 33 + 38 + 40 + 42 + 40 + 42 + 38 + 42 + 38 + 40}{36} \\
&= 36,75 \\
S^2SStidakolahraga &= \frac{(36-36,75)^2 + (37-36,75)^2 + (38-36,75)^2 + (37-36,75)^2 + (38-36,75)^2 + (36-36,75)^2 + (38-36,75)^2 + (36-36,75)^2 + (37-36,75)^2 + (38-36,75)^2 + (36-36,75)^2 + (37-36,75)^2 + (38-36,75)^2 + (36-36,75)^2 + (37-36,75)^2 + (35-36,75)^2 + (33-36,75)^2 + (31-36,75)^2 + (33-36,75)^2 + (31-36,75)^2 + (35-36,75)^2 + (31-36,75)^2 + (35-36,75)^2 + (33-36,75)^2 + (38-36,75)^2 + (40-36,75)^2 + (42-36,75)^2 + (42-36,75)^2 + (38-36,75)^2 + (40-36,75)^2 + (40-36,75)^2}{36-1} \\
&= 8,079 \\
SSStidakolahraga &= \sqrt{8,079} \\
&= 2,842
\end{aligned}$$

c. Mencari nilai *mean* dan standar deviasi data Usia berdasarkan kelas tidak olahraga

$$\begin{aligned}
XUStidakolahraga &= \frac{18 + 41 + 65 + 18 + 41 + 65 + 18 + 41 + 65 + 18 + 41 + 65 + 18 + 41 + 65 + 18 + 41 + 65 + 18 + 41 + 65 + 18 + 41 + 65 + 18 + 41 + 65 + 18 + 41 + 65 + 18 + 41 + 65}{36} \\
&= 41,33 \\
S^2UStidakolahraga &= \frac{(18-41,33)^2 + (41-41,33)^2 + (65-41,33)^2 + (18-41,33)^2 + (41-41,33)^2 + (65-41,33)^2 + (18-41,33)^2 + (41-41,33)^2 + (65-41,33)^2 + (18-41,33)^2 + (41-41,33)^2 + (65-41,33)^2 + (18-41,33)^2 + (41-41,33)^2 + (65-41,33)^2 + (18-41,33)^2 + (41-41,33)^2 + (65-41,33)^2 + (18-41,33)^2 + (41-41,33)^2 + (65-41,33)^2 + (18-41,33)^2 + (41-41,33)^2 + (65-41,33)^2 + (18-41,33)^2 + (41-41,33)^2 + (65-41,33)^2 + (18-41,33)^2 + (41-41,33)^2 + (65-41,33)^2}{36-1} \\
&= 378,743 \\
SUSStidakolahraga &= \sqrt{378,743} \\
&= 19,461
\end{aligned}$$

d. Mencari nilai *mean* dan standar deviasi data Intensitas berdasarkan kelas tidak olahraga

$$\begin{aligned}
XIStidakolahraga &= \frac{50 + 55 + 60 + 70 + 75 + 80 + 90 + 95 + 100 + 50 + 55 + 60 + 70 + 75 + 80 + 90 + 95 + 100 + 50 + 55 + 60 + 70 + 75 + 80 + 90 + 95 + 100 + 50 + 55 + 60 + 70 + 75 + 80 + 90 + 95 + 100}{36}
\end{aligned}$$



Tabel 3. 3 Nilai mean dan varian dari kelas olahraga.

No.	Kelas Olahraga	Mean	Standar Deviasi
1.	Denyut Jantung Sebelum Olahraga	80	16,90308509
2.	Suhu Tubuh Sebelum Olahraga	36,425	0,845154255
3.	Usia	41,33333333	19,86262343
4.	Intensitas	75	17,07127914
5.	Denyut Jantung Setelah Olahraga	0	0
6.	Suhu Tubuh Setelah Olahraga	0	0

Tabel 3. 4 Nilai mean dan varian dari kelas istirahat.

No.	Kelas Istirahat	Mean	Standar Deviasi
1.	Denyut Jantung Sebelum Olahraga	80	16,90308509
2.	Suhu Tubuh Sebelum Olahraga	36,48666667	0,704948495
3.	Usia	41,33333333	19,86262343
4.	Intensitas	75	15,23623501
5.	Denyut Jantung Setelah Olahraga	93,33333333	29,62785048
6.	Suhu Tubuh Setelah Olahraga	40,33333333	1,290994449

Tabel 3. 5 Nilai mean dan varian dari kelas lanjut.

No.	Kelas Lanjut	Mean	Standar Deviasi
1.	Denyut Jantung Sebelum Olahraga	80	16,90308509
2.	Suhu Tubuh Sebelum Olahraga	36,48666667	0,704948495
3.	Usia	41,33333333	19,86262343
4.	Intensitas	75	15,23623501
5.	Denyut Jantung Setelah Olahraga	93,33333333	29,62785048
6.	Suhu Tubuh Setelah Olahraga	37	0,845154255

Tabel 3. 6 Nilai mean dan varian dari kelas cukup.

No.	Kelas Cukup	Mean	Standar Deviasi
1.	Denyut Jantung Sebelum Olahraga	80	16,90308509
2.	Suhu Tubuh Sebelum Olahraga	36,48666667	0,704948495
3.	Usia	41,33333333	19,86262343
4.	Intensitas	75	15,23623501
5.	Denyut Jantung Setelah Olahraga	154,2	27,29782828
6.	Suhu Tubuh Setelah Olahraga	38	1,690308509

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 Naïve Bayes* pada persamaan (2-6). 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 untuk perhitungan klasifikasi dengan densitas *gauss* sebagai berikut:

a. Denyut Jantung Sebelum Olahraga

$$\begin{aligned}
 P(\text{DenyutSebelum} = 70|\text{TidakOlahraga}) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times 3,14 \times 25,32} 2,718282^{-\frac{(70-80)^2}{2(25,32)^2}} \\
 &= \frac{1}{12,61} 2,718282^{-\frac{100}{1282,63}} \\
 &= \frac{1}{12,61} 2,718282^{-0,078} \\
 &= \frac{1}{12,61} \times 0,925 \\
 &= 0,073
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(\text{DenyutSebelum} = 70|\text{Olahraga}) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times 3,14 \times 16,56157342} 2,718282^{-\frac{(70-80)^2}{2(16,56157342)^2}} \\
 &= 0,082
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(\text{DenyutSebelum} = 70|\text{Istirahat}) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times 3,14 \times 16,903085} 2,718282^{-\frac{(70-80)^2}{2(16,903085)^2}} \\
 &= 0,081
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(\text{DenyutSebelum} = 70|\text{Lanjut}) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times 3,14 \times 16,903085} 2,718282^{-\frac{(70-80)^2}{2(16,903085)^2}} \\
 &= 0,081
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(\text{DenyutSebelum} = 70|\text{Cukup}) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times 3,14 \times 16,903085} 2,718282^{-\frac{(70-80)^2}{2(16,903085)^2}} \\
 &= 0,081
 \end{aligned}$$

b. Suhu Tubuh Sebelum Olahraga

$$\begin{aligned}
 P(\text{SuhuSebelum} = 37|\text{Tidak Olahraga}) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times 3,14 \times 2,979729} 2,718282^{-\frac{(37-36,833333)^2}{2(2,979729)^2}} \\
 &= 0,236
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(\text{SuhuSebelum} = 37|\text{Olahraga}) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times 3,14 \times 2,979729} 2,718282^{-\frac{(37-36,833333)^2}{2(2,979729)^2}} \\
 &= 0,341
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(\text{SuhuSebelum} = 37|\text{Istirahat}) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times 3,14 \times 0,845154} 2,718282^{-\frac{(37-37)^2}{2(0,845154)^2}} \\
 &= 0,365
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P(\text{SuhuSebelum} = 37|\text{Lanjut}) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times 3,14 \times 0,845154} 2,718282^{-\frac{(37-37)^2}{2(0,845154)^2}} \\
 &= 0,365
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P(\text{SuhuSebelum} = 37|\text{Cukup}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,845154}} 2,718282^{-\frac{(37-37)^2}{2(0,845154)^2}} \\
&= 0,365
\end{aligned}$$

c. Usia

$$\begin{aligned}
P(\text{Usia} = 25|\text{Tidak Olahraga}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0}} 2,718282^{-\frac{(25-0)^2}{2(0)^2}} \\
&= 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P(\text{Usia} = 25|\text{Olahraga}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0}} 2,718282^{-\frac{(25-0)^2}{2(0)^2}} \\
&= 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P(\text{Usia} = 25|\text{Istirahat}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 19,862623}} 2,718282^{-\frac{(25-41,333333)^2}{2(19,862623)^2}} \\
&= 0,064
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P(\text{Usia} = 25|\text{Lanjut}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 19,862623}} 2,718282^{-\frac{(25-41,333333)^2}{2(19,862623)^2}} \\
&= 0,064
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P(\text{Usia} = 25|\text{Cukup}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 19,862623}} 2,718282^{-\frac{(25-41,333333)^2}{2(19,862623)^2}} \\
&= 0,064
\end{aligned}$$

d. Intensitas

$$\begin{aligned}
P(\text{Intensitas} = 0,75|\text{Tidak Olahraga}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0}} 2,718282^{-\frac{(0,75-0)^2}{2(0)^2}} \\
&= 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P(\text{Intensitas} = 0,75|\text{Olahraga}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0}} 2,718282^{-\frac{(0,75-0)^2}{2(0)^2}} \\
&= 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P(\text{Intensitas} = 0,75|\text{Istirahat}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 15,236235}} 2,718282^{-\frac{(0,75-0,75)^2}{2(15,236235)^2}} \\
&= 0,102
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P(\text{Intensitas} = 0,75|\text{Lanjut}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 15,236235}} 2,718282^{-\frac{(0,75-0,75)^2}{2(15,236235)^2}} \\
&= 0,102
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P(\text{Intensitas} = 0,75|\text{Cukup}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 15,236235}} 2,718282^{-\frac{(0,75-0,75)^2}{2(15,236235)^2}} \\
&= 0,102
\end{aligned}$$

e. Denyut Jantung Setelah Olahraga

$$\begin{aligned}
P(\text{DenyutSetelah} = 98|\text{Tidak Olahraga}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0}} 2,718282^{-\frac{(98-0)^2}{2(0)^2}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 0 \\
P(\text{DenyutSetelah} = 98|\text{Olahraga}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0}} 2,718282^{-\frac{(98-0)^2}{2(0)^2}} \\
&= 0 \\
P(\text{DenyutSetelah} = 98|\text{Istirahat}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 29,627850}} 2,718282^{-\frac{(98-93,333333)^2}{2(29,627850)^2}} \\
&= 0,074 \\
P(\text{DenyutSetelah} = 98|\text{Lanjut}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 29,627850}} 2,718282^{-\frac{(98-93,333333)^2}{2(29,627850)^2}} \\
&= 0,072 \\
P(\text{DenyutSetelah} = 98|\text{Cukup}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 29,627850}} 2,718282^{-\frac{(98-93,333333)^2}{2(29,627850)^2}} \\
&= 0,009
\end{aligned}$$

f. Suhu Tubuh Setelah Olahraga

$$\begin{aligned}
P(\text{SuhuSetelah} = 38|\text{Tidak Olahraga}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0}} 2,718282^{-\frac{(38-0)^2}{2(0)^2}} \\
&= 0 \\
P(\text{SuhuSetelah} = 38|\text{Olahraga}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0}} 2,718282^{-\frac{(38-0)^2}{2(0)^2}} \\
&= 0 \\
P(\text{SuhuSetelah} = 38|\text{Istirahat}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 1,290994}} 2,718282^{-\frac{(38-40,333333)^2}{2(1,290994)^2}} \\
&= 0,069 \\
P(\text{SuhuSetelah} = 38|\text{Lanjut}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 0,845154}} 2,718282^{-\frac{(38-37)^2}{2(0,845154)^2}} \\
&= 0,216 \\
P(\text{SuhuSetelah} = 38|\text{Lanjut}) &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 1,690308}} 2,718282^{-\frac{(38-38)^2}{2(1,690308)^2}} \\
&= 0,307
\end{aligned}$$

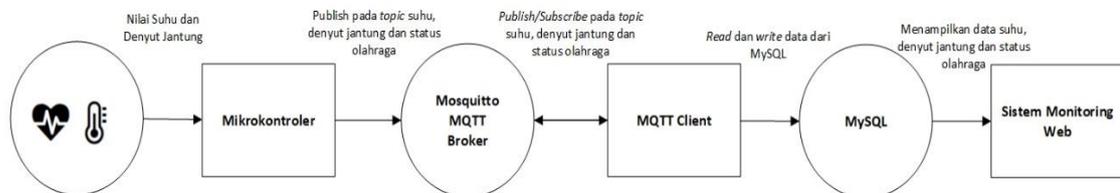
Dari hasil yang diperoleh pada perhitungan di atas, maka dilakukan perhitungan untuk setiap probabilitas Tidak Olahraga, Olahraga, Istirahat, Lanjut dan probabilitas Cukup.

$$\begin{aligned}
P(X|\text{Tidak Olahraga}) &= P(\text{DenyutSebelum}70|\text{TidakOlahraga}) \times P(\text{SuhuSebelum} \\
&= 37|\text{TidakOlahraga}) \times P(\text{Usia}25|\text{TidakOlahraga}) \times P(\text{Intensitas} \\
&= 0.75|\text{TidakOlahraga}) \times P(\text{DenyutSetelah} \\
&= 98|\text{TidakOlahraga}) \times P(\text{SuhuSetelah} = 38|\text{TidakOlahraga}) \\
&= 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P(X|\text{Olahraga}) &= P(\text{DenyutSebelum}70|\text{TidakOlahraga}) \times P(\text{SuhuSebelum} \\
&= 37|\text{TidakOlahraga}) \times P(\text{Usia}25|\text{TidakOlahraga}) \times P(\text{Intensitas} \\
&= 0.75|\text{TidakOlahraga}) \times P(\text{DenyutSetelah} \\
&= 98|\text{TidakOlahraga}) \times P(\text{SuhuSetelah} = 38|\text{TidakOlahraga}) \\
&= 0 \\
P(X|\text{Istirahat}) &= P(\text{DenyutSebelum}70|\text{Istirahat}) \times P(\text{SuhuSebelum} = \\
&37|\text{Istirahat}) \times P(\text{Usia}25|\text{Istirahat}) \times P(\text{Intensitas} = \\
&0.75|\text{Istirahat}) \times P(\text{DenyutSetelah} = \\
&98|\text{Istirahat}) \times P(\text{SuhuSetelah} = 38|\text{Istirahat}) \\
&= 9,83744 \times 10^{-7} \\
P(X|\text{Lanjut}) &= P(\text{DenyutSebelum}70|\text{Lanjut}) \times P(\text{SuhuSebelum} = \\
&37|\text{Lanjut}) \times P(\text{Usia}25|\text{Lanjut}) \times P(\text{Intensitas} = \\
&0.75|\text{Lanjut}) \times P(\text{DenyutSetelah} = 98|\text{Lanjut}) \times P(\text{SuhuSetelah} = \\
&38|\text{Lanjut}) \\
&= 3,02629 \times 10^{-6} \\
P(X|\text{Cukup}) &= P(\text{DenyutSebelum}70|\text{Cukup}) \times P(\text{SuhuSebelum} = \\
&37|\text{Cukup}) \times P(\text{Usia}25|\text{Cukup}) \times P(\text{Intensitas} = \\
&0.75|\text{Cukup}) \times P(\text{DenyutSetelah} = 98|\text{Cukup}) \times P(\text{SuhuSetelah} = \\
&38|\text{Cukup}) \\
&= 5,45993 \times 10^{-7}
\end{aligned}$$

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

### 3.5.3 Perancangan Arsitektur MQTT



Gambar 3. 10 Arsitektur MQTT.

Pada Gambar 3.10 merupakan arsitektur MQTT pada sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga menggunakan *pulse sensor* dan sensor DS18B20 dengan metode *Naive Bayes*. 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 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*.

### **3.6 Implementasi Keseluruhan 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*.

### **3.7 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.

### **3.8 Dokumentasi**

Tahap dokumentasi yaitu dilakukan dokumentasi terhadap hasil analisa pengujian perangkat keras, perangkat lunak, implementasi metode *Naive Bayes* dan rancangan keseluruhan sistem yang telah sesuai dengan kebutuhan, kemudian dari hasil analisa akan

ditarik sebuah kesimpulan. Kesimpulan yang telah didapatkan akan dapat digunakan sebagai acuan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

### 3.9 Jadwal Kegiatan

Jadwal kegiatan merupakan estimasi waktu yang dibutuhkan dalam proses pengembangan. Dalam pengembangan sistem yang dilakukan ini dibutuhkan waktu yaitu selama kurang lebih 10 Minggu. Jadwal kegiatan pengembangan sistem dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3. 7 Jadwal kegiatan

No.	Kegiatan	Waktu (Minggu)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Studi Literatur	■									
2.	Analisis Kebutuhan		■								
3.	Perancangan Arsitektur Sistem			■							
4.	Perancangan Perangkat Keras				■	■	■				
5.	Pengujian Perangkat Keras						■				
6.	Perancangan Perangkat Lunak							■	■	■	
7.	Implementasi Keseluruhan Sistem								■	■	■
8.	Pengujian dan Evaluasi Sistem										■
9.	Dokumentasi	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Realisasi Sistem

Pada halaman ini, akan membahas hasil dari penelitian yang dilakukan yaitu “Realisasi Sistem Monitoring Kondisi Kesehatan Sebelum dan Sesudah Olahraga dengan Metode *Naïve Bayes*”. Pada tahap ini dilakukan proses realisasi sistem yang telah dibuat sesuai berdasarkan tahap perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. Akan tetapi terdapat beberapa alat dan bahan yang telah diganti dikarenakan alat tidak bekerja sesuai dengan yang diharapkan. 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. Selain itu, pada bab ini juga akan dibahas mengenai hasil sistem yang telah dibuat berdasarkan perancangan yang ada, melakukan pengujian keseluruhan sistem serta mengevaluasi sistem yang berjalan.

##### 4.1.1 Realisasi Penyusunan Perangkat Keras

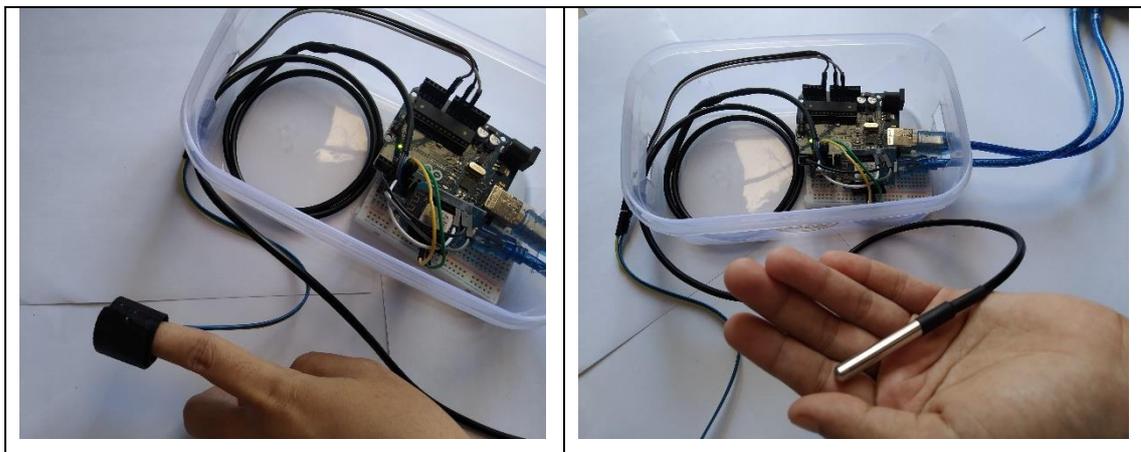
Berikut ini merupakan penyusunan perangkat keras dari Sistem Monitoring Kondisi Kesehatan Pada saat Sebelum dan Sesudah Olahraga menggunakan metode *Naïve Bayes*. Berdasarkan rencana perancangan perangkat keras pada bab sebelumnya maka diperoleh hasil perangkat keras sebagai berikut yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Realisasi perangkat keras sistem monitoring.

Pembangunan perangkat keras yang telah dilakukan sudah sesuai dengan rancangan yang telah dibuat sebelumnya meskipun terdapat beberapa alat yang telah diganti dikarenakan faktor tidak kesesuaian sensor dengan mikrokontroler yang digunakan, kemudian terdapat masalah pada pengiriman data dari mikrokontroler ke broker dikarenakan koneksi pada alat sebelumnya tidak stabil sehingga dilakukan perubahan pada mikrokontroler. Pada Gambar 4.1 di atas terdapat 4 alat yang saling terhubung di mana terdapat serial komunikasi antara *mikrokontroller* 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. Fungsi dari masing-masing adalah sebagai berikut:

1. Arduino Uno digunakan sebagai mikrokontroler untuk memperoleh nilai denyut jantung yang akan dikirim ke *board* Wemos D1 Mini terlebih dahulu baru kemudian ke broker.
2. Wemos D1 Mini digunakan sebagai mikrokontroler dari sistem yang akan mengirimkan nilai denyut dan suhu ke broker.
3. *Pulse* sensor digunakan untuk memperoleh denyut jantung dalam waktu per satu menit atau dalam satuan BPM.
4. Sensor DS18B20 digunakan untuk mengukur suhu tubuh baik sebelum dan sesudah berolahraga untuk menentukan kondisi pengguna.



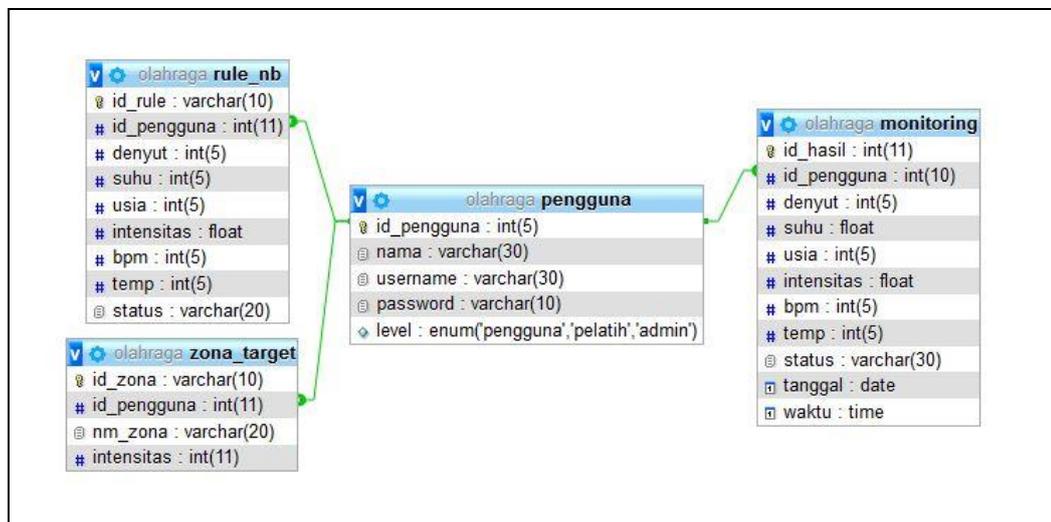
Gambar 4. 2 Cara pemasangan dan penggunaan perangkat keras.

Pada Gambar 4.2 di atas 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.

#### 4.1.2 Realisasi Pembangunan Database

Realisasi pembangunan *database* yang telah dibuat berdasarkan rancangan *database* sebelumnya dibangun menggunakan MySQL yang dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut:

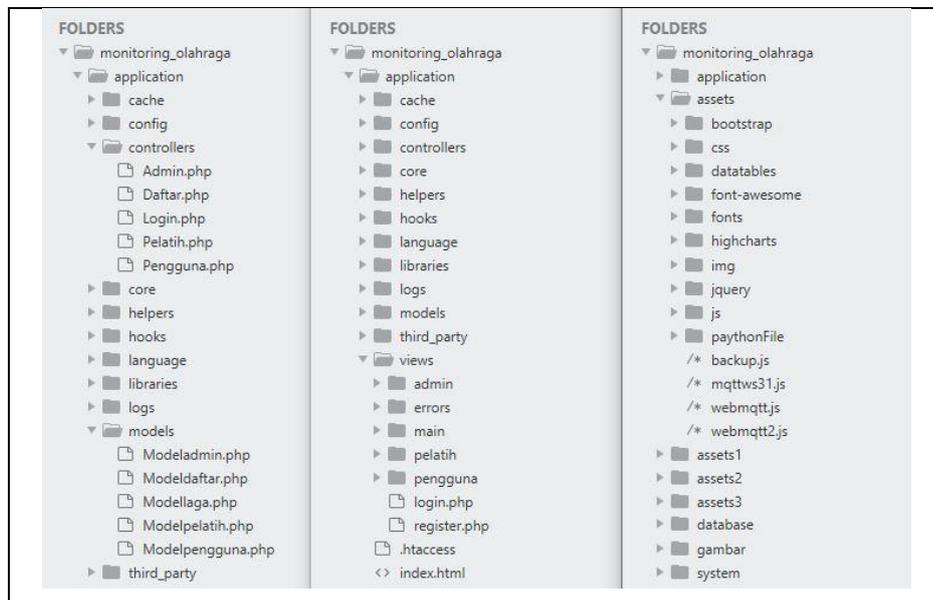


Gambar 4. 3 Realisasi pembangunan *database*.

#### 4.1.3 Realisasi Pembangunan Web

Pada realisasi pembangunan web sistem *monitoring* kondisi kesehatan baik sebelum dan sesudah olahraga dibangun berdasarkan perancangan pada bab sebelumnya. Bahasa yang digunakan untuk membangun web yaitu menggunakan Bahasa

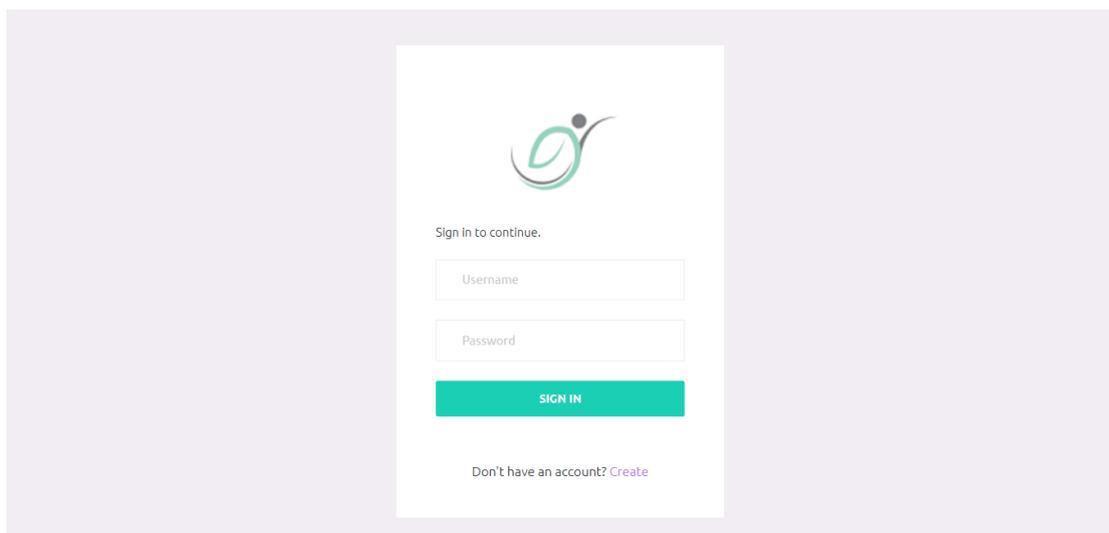
pemrograman PHP dengan *framework CodeIgneter*. Berikut merupakan struktur folder dari web yang telah dibangun dapat dilihat pada Gambar 4.4 di bawah:



Gambar 4. 4 Realisasi pembangunan web.

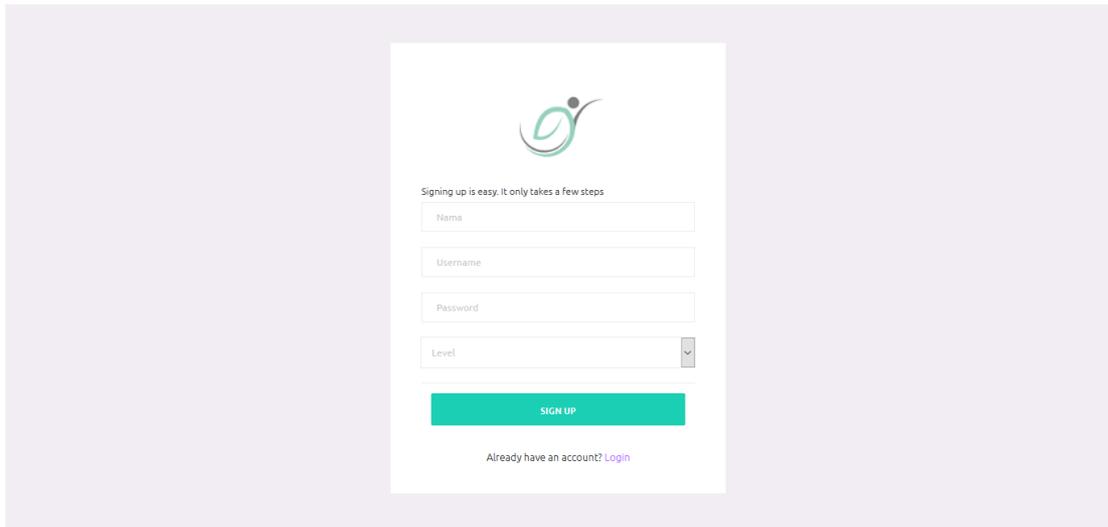
#### 2.1.4 Realisasi Pembangunan *Interface* Sistem

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 4.5 sampai dengan Gambar 4.15.



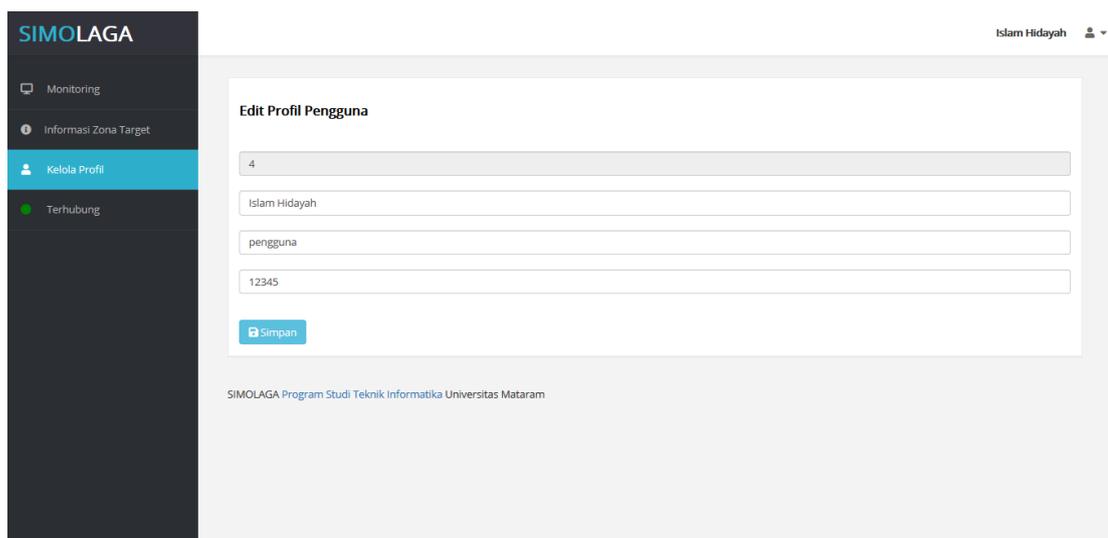
Gambar 4. 5 Halaman *login*.

Gambar 4.5 merupakan realisasi antarmuka halaman *login*. Halaman ini merupakan tampilan awal yang menampilkan *form* untuk *login* pengguna.



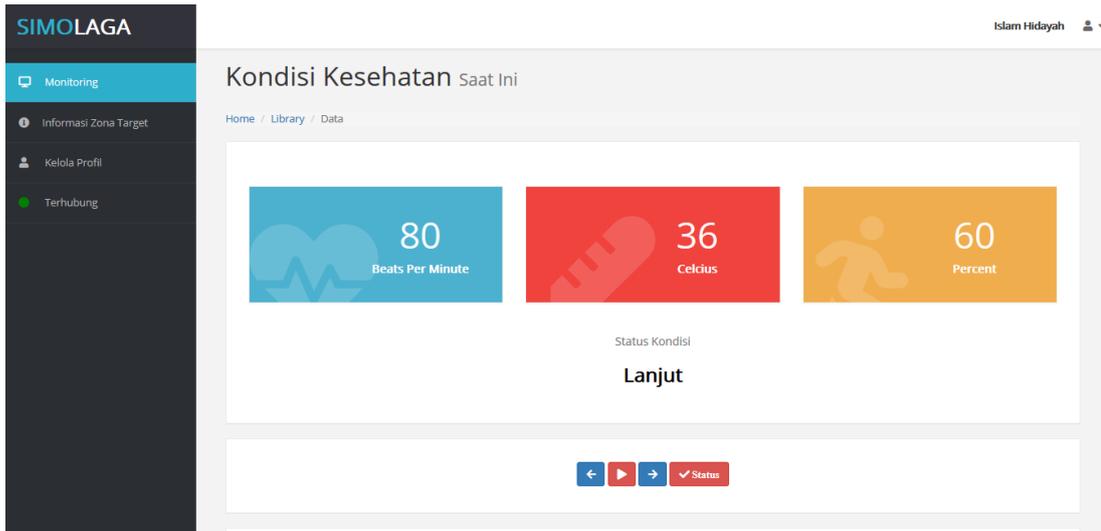
Gambar 4. 6 Halaman register.

Gambar 4.6 merupakan realisasi antarmuka halaman register. Halaman ini menampilkan *form* untuk register pengguna.



Gambar 4. 7 Halaman *edit* profil pengguna.

Gambar 4.7 merupakan realisasi antarmuka halaman kelola profil. Halaman ini menampilkan *form* dan data *user* dari sistem monitoring sesuai dengan level *user* yang telah *login*.



Gambar 4. 8 Halaman monitoring sistem.

Gambar 4.8 merupakan realisasi antarmuka halaman monitoring. Halaman ini menampilkan data *realtime* nilai sensor denyut, suhu dan intensitas dari sistem monitoring.

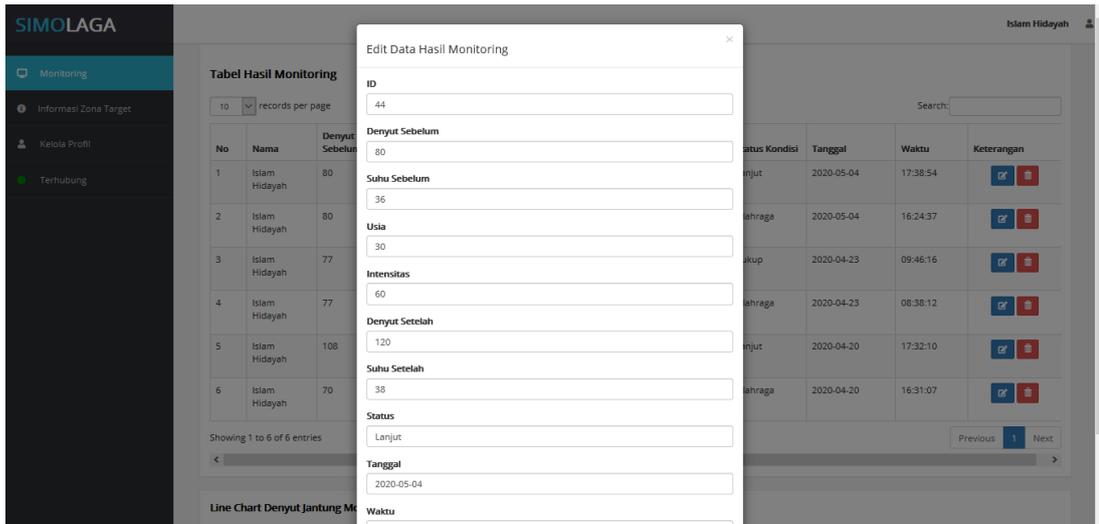
The screenshot shows a table titled 'Tabel Hasil Monitoring' with a search bar and a dropdown for 'records per page' set to 10. The table contains 6 rows of monitoring data for 'Islam Hidayah'. Each row includes a serial number, name, heart rate before/after, temperature before/after, age, intensity before/after, status, date, and time. The 'Keterangan' column contains icons for edit and delete.

No	Nama	Denyut Sebelum	Suhu Sebelum	Usia	Intensitas	Denyut Setelah	Suhu Setelah	Status Kondisi	Tanggal	Waktu	Keterangan
1	Islam Hidayah	80	36	30	60	120	38	Lanjut	2020-05-04	17:38:54	
2	Islam Hidayah	80	36	0	0	0	0	Olahraga	2020-05-04	16:24:37	
3	Islam Hidayah	77	33.5	30	70	77	34	Cukup	2020-04-23	09:46:16	
4	Islam Hidayah	77	33.5	0	0	0	0	Olahraga	2020-04-23	08:38:12	
5	Islam Hidayah	108	33.5	30	80	128	37	Lanjut	2020-04-20	17:32:10	
6	Islam Hidayah	70	36	0	0	0	0	Olahraga	2020-04-20	16:31:07	

Showing 1 to 6 of 6 entries. Navigation: Previous 1 Next

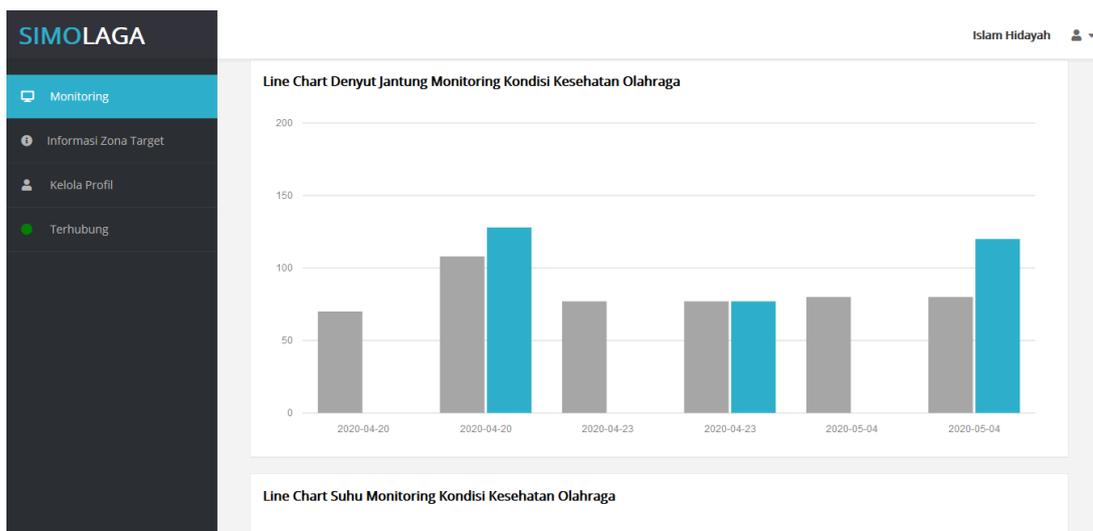
Gambar 4. 9 Halaman monitoring sistem tabel hasil.

Gambar 4.9 merupakan realisasi antarmuka halaman monitoring. Halaman ini menampilkan tabel dari data hasil monitoring sesuai dengan level *user* yang telah *login*. Jika *login* pada level pelatih maka akan ditampilkan dari hasil keseluruhan hasil monitoring olahragawan yang telah menggunakan sistem dan jika pada level olahragawan maka yang akan ditampilkan hanya hasil monitoring olahragawan itu sendiri.



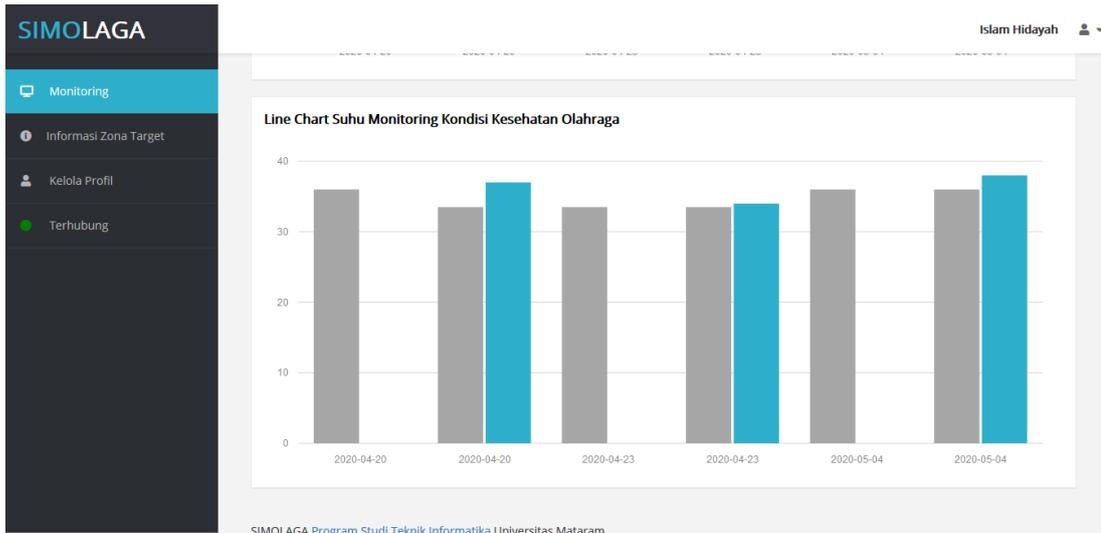
Gambar 4. 10 form tambah usia dan intensitas pada hasil monitoring.

Gambar 4.10 merupakan realisasi antarmuka halaman monitoring. Halaman ini menampilkan form untuk edit data hasil monitoring dan untuk menambahkan usia dan intensitas terbaru.



Gambar 4. 11 Halaman monitoring sistem grafik denyut.

Gambar 4.11 merupakan realisasi antarmuka halaman monitoring. Halaman ini menampilkan grafik dari data denyut jantung hasil monitoring pada level olahragawan. Jika pada level pelatih maka grafik yang akan ditampilkan adalah data dari seluruh olahragawan atau pengguna sistem.



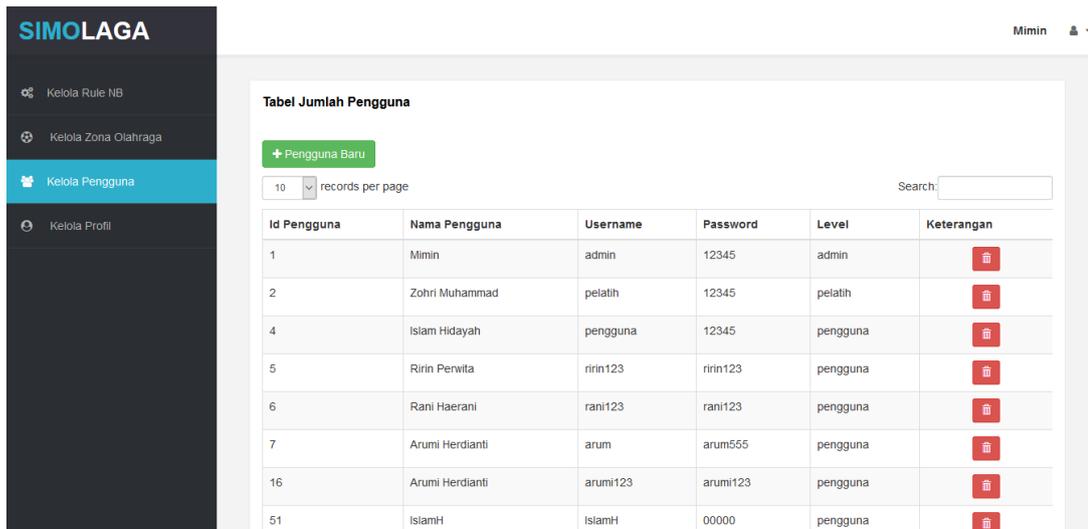
Gambar 4. 12 Halaman monitoring sistem grafik suhu.

Gambar 4.12 merupakan realisasi antarmuka halaman monitoring. Halaman ini menampilkan grafik dari data suhu hasil monitoring pada level olahragawan. Jika pada level pelatih maka grafik yang akan ditampilkan adalah data dari seluruh olahragawan atau pengguna sistem.

Id	Denyut Sebelum	Suhu Sebelum	Usia	Intensitas	Denyut Setelah	Suhu Setelah	Status Kondisi	Keterangan
1	101	36	18	50	0	0	Tidak Olahraga	
2	110	37	41	55	0	0	Tidak Olahraga	
3	120	38	65	60	0	0	Tidak Olahraga	
4	101	37	18	70	0	0	Tidak Olahraga	
5	110	38	41	75	0	0	Tidak Olahraga	
6	120	36	65	80	0	0	Tidak Olahraga	
7	101	38	18	90	0	0	Tidak Olahraga	
8	110	36	41	95	0	0	Tidak Olahraga	

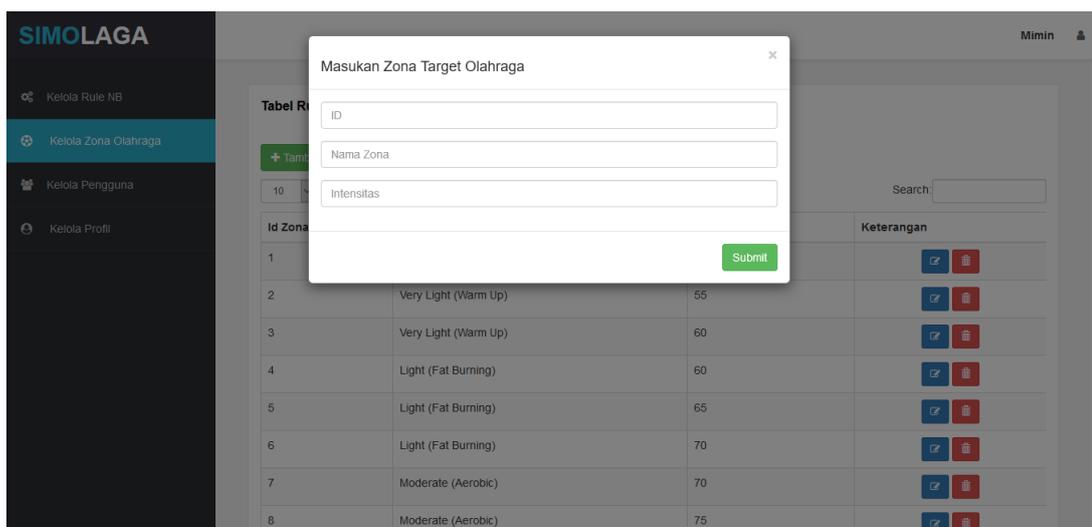
Gambar 4. 13 Halaman admin kelola rule naïve bayes.

Gambar 4.13 merupakan realisasi antarmuka halaman untuk kelola *rule naïve bayes* yang berada pada *level* admin. Halaman ini menampilkan data untuk *rule naïve bayes* dalam bentuk tabel yang dapat di *update* oleh admin.



Gambar 4. 14 Halaman kelola pengguna.

Gambar 4.14 merupakan realisasi antarmuka halaman untuk kelola pengguna sistem yang berada pada level admin. Halaman ini menampilkan data untuk dari semua pengguna sistem dalam bentuk tabel yang dapat di *update* oleh admin.



Gambar 4. 15 Halaman kelola zona target olahraga.

Gambar 4.15 merupakan realisasi antarmuka halaman untuk kelola zona target olahraga yang berada pada level admin. Halaman ini menampilkan data untuk zona target olahraga dalam bentuk tabel yang dapat di *update* oleh admin.

#### 4.1.4 Realisasi Pembangunan Program pada Mikrokontroler

Dalam realisasi pembangunan *control application* bahasa yang digunakan adalah bahasa C, dan IDE yang digunakan adalah Arduino IDE. Program yang akan dibangun yaitu agar sensor dapat bekerja sesuai dengan fungsinya yaitu dapat mengambil nilai

denyut dan suhu di mana *pulse* sensor untuk mengambil nilai denyut jantung dan sensor DS18B20 untuk suhu tubuh, kemudian program untuk menghubungkan alat dengan jaringan internet sehingga dapat melakukan pertukaran data dari alat ke web server.

Berikut merupakan *source code* dari *board* Arduino Uno yang digunakan untuk mengukur nilai denyut jantung yang kemudian nilai denyut jantung dikirim terlebih dahulu ke *board* Wemos D1 Mini baru kemudian dikirim ke *borker* secara serial.

Listing 4. 1 *Source code library control application.*

```
#define USE_ARDUINO_INTERRUPTS true
#include <PulseSensorPlayground.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial s(5,6);
```

Fungsi dari *Library* `PulseSensorPlayground.h` merupakan *library* yang digunakan untuk mendeklarasikan dan menjalankan fungsi dari sensor *pulse*. Kemudian untuk fungsi dari *Library* `SoftwareSerial.h` pada *source code* diatas merupakan *library* Arduino yang menyediakan fungsi untuk komunikasi serial melalui *pin* digital. *Library* tersebut digunakan pada sistem ini untuk membangun komunikasi serial antara *board* Arduino Uno dengan *board* Wemos D1 Mini.

Listing 4. 2 *Source code inisialisasi variabel.*

```
const int PulseWire = 0;
const int LED13 = 13;
int Threshold = 550;
PulseSensorPlayground pulseSensor;
```

Pada *source code* di atas merupakan pendeklarasian dari variabel yang digunakan untuk memperoleh nilai denyut jantung. `const int PulseWire = 0` berfungsi untuk mendeklarasikan *pin* analog yang digunakan pada *pulse sensor*. `const int LED13 = 13` merupakan untuk mendeklarasikan LED pada *pin* 13 pada board Arduino. `int Threshold = 550` mendeklarasikan untuk Sinyal mana yang harus "dihitung sebagai ketukan" dan yang harus diabaikan. `PulseSensorPlayground pulseSensor;` Membuat instance objek `PulseSensorPlayground` yang akan di panggil dengan "pulseSensor". `SoftwareSerial s(5,6)` digunakan untuk menginisialisasi pin digital yang digunakan untuk komunikasi serial antara Arduino Uno dengan Wemos D1 Mini.

Listing 4. 3 *Source code fungsi setup.*

```
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!");
  }
}

```

*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, kemudian Serial.begin(9600); yaitu untuk serial monitor. pulseSensor.analogInput(PulseWire) untuk mengkonfigurasi objek *pulse sensor*, dengan menugaskan variabel-variabel yang digunakan ke objek tersebut. if (pulseSensor.begin()) digunakan untuk memeriksa ulang objek "pulseSensor" telah dibuat dan mulai melihat sinyal dari sensor *pulse*.

Listing 4. 4 Source code fungsi loop.

```

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

```

*Script* di atas merupakan script fungsi "void loop()" untuk melakukan pengulangan dalam pembacaan nilai sensor. int BPM = pulseSensor.getBeatsPerMinute() memanggil fungsi pada objek sensor *pulse* dan mengembalikan nilai BPM sebagai "int". if (pulseSensor.sawStartOfBeat()) melakukan pengecekan secara terus menerus untuk melihat apakah sebuah sentuhan atau ketukan ke sensor *pulse* terjadi.

Listing 4. 5 Source code library control application.

```

#include <PubSubClient.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial s(D6,D5);
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

```

Fungsi dari *Library – library* pada *source code* diatas adalah sebagai berikut:

- a. ESP8266WiFi.h adalah *library* yang digunakan untuk mengakses *wifi* menggunakan modul ESP8266.

- b. PubSubClient.h adalah *library* yang digunakan untuk membangun komunikasi MQTT sehingga dapat melakukan proses *publish* dan *subscribe* antara perangkat dengan *broker*.
- c. SoftwareSerial.h merupakan *library* Arduino yang menyediakan fungsi untuk komunikasi serial melalui *pin* digital.
- d. OneWire.h adalah *library* yang digunakan untuk mendeklarasikan *pin* protokol *oneWire*, di mana dengan protokol *oneWire* sensor DS18B20 atau sensor suhu air hanya membutuhkan 1 *pin* data untuk komunikasinya.
- e. DallasTemperature.h adalah *library* yang digunakan untuk mendeklarasikan sensor DS18B20 atau sensor suhu air.

Listing 4. 6 Source code pendeklarasian variabel control application.

```
const int oneWireBus = D4;
const char* ssid = "ParkJimin";
const char* password = "12345678";
const char* mqtt_server = "broker.mqtt-dashboard.com";
ssint BPM = 0;
float tempc;
OneWire oneWire(oneWireBus);
DallasTemperature sensorsuhu(&oneWire);
WiFiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);
```

Pada *source code* diatas *ssid* dan *password* merupakan pendeklarasian nama *ssid* dan *password* yang digunakan untuk terhubung ke jaringan *wifi*. *Mqtt\_server* dan *clientID* berfungsi untuk mendeklarasikan alamat *broker* dan id *client* MQTT. *const int oneWireBus = D4* dan *OneWire oneWire(oneWireBus)* berfungsi untuk mendeklarasikan *pin* digital yang digunakan pada protokol *oneWire* dari sensor DS18B20. *DallasTemperature sensorsuhu(&oneWire);* berfungsi untuk mendeklarasikan *pin* digital yang digunakan pada sensor DS18B20. *WiFiClient espClient* berfungsi untuk memberi nama dari *wifi* dan *PubSubClient client(espClient)* berfungsi untuk mendeklarasikan nama dari *client* MQTT.

Listing 4. 7 Source code fungsi setup wifi.

```
void setup_wifi() {
  delay(10);
  // We start by connecting to a WiFi network
  Serial.println();
  Serial.print("Connecting to ");
  Serial.println(ssid);

  WiFi.begin(ssid, password);

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
```

```

    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  randomSeed(micros());
  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connected");
  Serial.println("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
}

```

*Script* di atas merupakan script fungsi "void setup\_wifi()" untuk mengatur proses koneksi *mikrokontroler* Wemos D1 Mini dengan jaringan *internet* dan *mqtt* yaitu dengan mengambil nilai variabel "ssid" dan "password" yang telah dideklarasikan sebelumnya.

Listing 4. 8 *Source code method callback.*

```

void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {
  Serial.print("Message arrived [");
  Serial.print(topic);
  Serial.print("] ");
  for (int i = 0; i < length; i++) {
    Serial.print((char)payload[i]);
  }
  Serial.println();
  if ((char)payload[0] == '1') {
    nilaipertama();
  } else if ((char)payload[0] == '2') {
  }
}

```

*Source code* diatas merupakan fungsi "void callback" yang digunakan untuk menerima pesan atau *payload* pada sebuah topik yang telah di *subscribe*. Nilai pesan atau *payload* yang diterima merupakan nilai dari *button* mulai pada web yaitu angka 1. Jadi Ketika *button* di tekan akan mengirim angka 1 dan menjalankan fungsi untuk mulai pengambilan nilai sensor *pulse* dan sensor DS18B20.

Listing 4. 9 *Source code method reconnect.*

```

void reconnect() {
  while (!client.connected()) {
    Serial.print("Attempting MQTT connection...");
    String clientId = "ESP8266Client-";
    clientId += String(random(0xffff), HEX);
    if (client.connect(clientId.c_str())) {
      Serial.println("connected");
      client.subscribe("webtoarduino");
    } else {
      Serial.print("failed, rc=");
      Serial.print(client.state());
      Serial.println(" try again in 5 seconds");
      delay(1);
    }
  }
}

```

*Source code* diatas merupakan sebuah fungsi `void reconnect` yang digunakan dalam untuk menghubungkan ke alamat broker MQTT yang telah ditetapkan sebelumnya. Fungsi akan terus dijalankan sampai dengan perangkat dapat terhubung dengan *wifi* yang telah ditentukan sebelumnya. Ketika perangkat telah terhubung maka perangkat akan dapat melakukan *subscribe* ke topik yang di *publish* oleh web dan sebaliknya.

Listing 4. 10 *Source code setup function.*

```
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* diatas merupakan fungsi "`setup()`" yang akan dijalankan sekali saja pada saat perangkat dihidupkan. Pada fungsi terdapat `s.begin(9600);` yaitu untuk menjalankan fungsi dari `SoftwareSerial`, kemudian `Serial.begin(9600);` yaitu untuk serial monitor. `sensorsuhu.begin();` yaitu untuk memulai pembacaan suhu dengan sensor DS18B20. "`setup_wifi()`" untuk melakukan koneksi ke jaringan *wifi*, "`client.setServer(mqtt_server, 1883)`" untuk melakukan koneksi dengan MQTT, dan "`client.setCallback(callback)`" untuk menjalankan fungsi "`callback`" sebagaimana yang dijelaskan pada *script* sebelumnya.

Listing 4. 11 *Source code publish data sensor.*

```
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* di atas merupakan fungsi `"nilaipertama()"` 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*.

#### 4.1.5 Realisasi Pembangunan Arsitektur Komunikasi Data 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*

Listing 4. 12 *Source code* inisialisasi variabel.

```
var client = new Messaging.Client("broker.mqttdashboard.com", 8000,
"SiMoLaGa" + parseInt(Math.random() * 100, 10));
```

Variabel `"client"` menampung sebuah objek yang digunakan dalam melakukan koneksi terhadap MQTT yang di dalamnya terdapat alamat broker, *port* dan *id client* yang digunakan.

Listing 4. 13 *Source code subscribe* data sensor.

```
var options = {
  timeout: 3,
  onSuccess: function () {
    client.subscribe('arduinotoweb/jantung', {qos: 2});
    client.subscribe('arduinotoweb/suhu', {qos: 2});
    $('#status_koneksi').empty();
    $('#status_koneksi').append('<i class="fa fa-circle"
style="color:green"></i> Terhubung');
  },
  onFailure: function (message) {
    $('#status_koneksi').empty();
    $('#status_koneksi').append('<i class="fa fa-circle"
style="color:red"></i> Gagal Menghubungkan');
    client.connect(options);
  }
};
```

*Script* di atas merupakan *inisialisasi* variabel `"options"` yang di dalamnya terdapat dua fungsi yaitu `"onSuccess"` dan `"onFailure"`. Pada fungsi `"onSuccess"`, jika koneksi berhasil dilakukan dengan server broker maka sistem web akan melakukan *subscribe* dan *publish* dan mengubah status koneksi pada web menjadi "Terhubung".

Sedangkan pada fungsi "onFailure", sistem web akan mengubah status koneksi menjadi "Gagal Menghubungkan" kemudian menjalankan fungsi "client.connect(options)" untuk menghubungkan kembali sistem web dengan server broker.

Listing 4. 14 Source code status koneksi.

```
client.onConnectionLost = function (responseObject) {
    $('#status_koneksi').empty();
    $('#status_koneksi').append('<i class="fa fa-circle"></i>
Terputus');
    client.connect(options);
};
```

Script di atas merupakan fungsi yang akan dijalankan jika terjadi kehilangan koneksi dengan server broker. Pada fungsi ini, sistem web akan mengubah status koneksi menjadi "Terputus" kemudian menjalankan fungsi untuk menghubungkan kembali ke server broker.

Listing 4. 15 Source code receive sensor data.

```
client.onMessageArrived = function (message) {
    if(message.destinationName == 'arduinotoweb/jantung'){
        $('#nilai_denyut').text(message.payloadString);
    }else if(message.destinationName == 'arduinotoweb/suhu'){
        $('#nilai_suhu').text (message.payloadString);
    }
};
```

Script di atas merupakan fungsi yang digunakan untuk menerima pesan yang dikirimkan melalui server broker oleh mikrokontroler. Dalam fungsi tersebut, terdapat kondisi *if else* yang digunakan untuk melakukan suatu aksi terhadap sistem web.

Listing 4. 16 Source code inisialisasi variabel publish.

```
var publish = function (payload, topic, qos) {
    var message = new Messaging.Message(payload);
    message.destinationName = topic;
    message.qos = qos;
    client.send(message);
}
```

Script di atas merupakan inisialisasi variabel "publish" yang di dalamnya terdapat fungsi untuk melakukan *publish* atau pengiriman pesan menuju topik yang ditentukan. Fungsi inilah yang akan digunakan pada setiap pengiriman pesan melalui sistem web menuju server broker yang akan diterima oleh mikrokontroler.

#### 4.1.6 Realisasi Pembangunan Metode *Naïve Bayes* Pada Sistem Monitoring

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*. *Gaussian naïve bayes* digunakan ketika berhadapan dengan data kontinu dengan mengelompokkan masing-masing kelas, dan kemudian menghitung *mean* dan *varian* dari *x* di setiap kelas. 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*.

Listing 4. 17 *Source code training data.*

```
import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.naive_bayes import GaussianNB
data =
pd.read_csv('C://xampp//htdocs//monitoring_olahraga//assets//python
File//DataTrainnokoma.csv')
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')
```

*Script* di atas merupakan *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*).

Listing 4. 18 *Source code prediksi.*

```
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*).

## 4.2 Pengujian dan Evaluasi Sistem

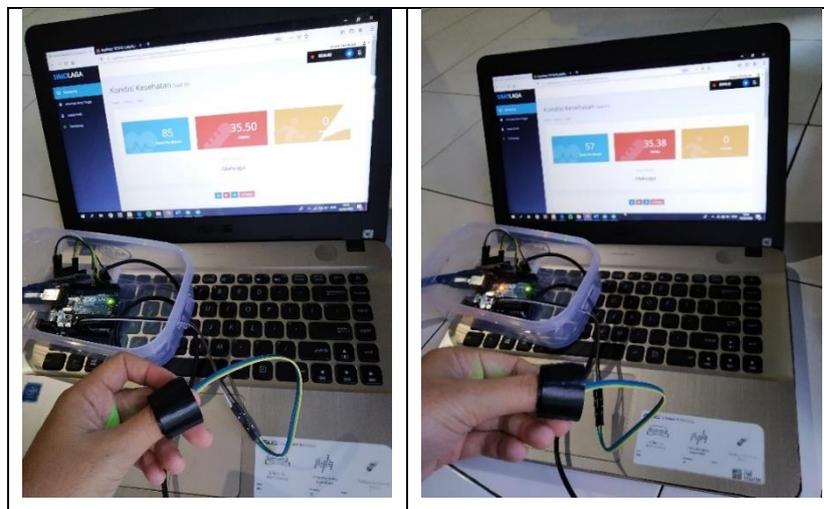
Pengujian sistem merupakan proses mencoba atau mengeksekusi perangkat keras dan perangkat lunak untuk menguji apakah sistem sudah berjalan sesuai yang diharapkan. Kemudian dilakukan proses evaluasi apabila sistem belum sesuai dengan yang diharapkan peneliti. Pengujian pertama yang dilakukan yaitu pengujian terhadap perangkat keras yang dilakukan dengan menguji fungsi dari masing-masing komponen. Kedua pengujian terhadap *interface* yang di gunakan untuk menampilkan hasil yaitu dengan mencoba masing-masing menu yang ada pada sistem web. Metode yang digunakan untuk menguji sistem adalah menggunakan metode *black box*. Pengujian ketiga dilakukan terhadap metode *naïve bayes* yang digunakan untuk prediksi hasil kondisi. Pengujian dilakukan dengan menentukan akurasi dari metode.

### 4.2.1 Hasil Pengujian Perangkat Keras Sistem Monitoring Kondisi Kesehatan

Pada proses pengujian perangkat keras pada sistem dilakukan dengan metode *black box* yaitu dengan menguji fungsi dari masing-masing perangkat atau sensor. Pengujian perangkat keras dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi dan keluaran dari perangkat keras yang digunakan sudah sesuai atau tidak. Berikut merupakan hasil pengujian dari perangkat keras yang digunakan.

#### 1. Pengujian Sensor *Pulse*

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 dидiamkan selama satu menit. Pengujian sensor *pulse* dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4. 16 Pengujian *pulse sensor*.

Hasil pengujian sensor *pulse* dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4. 1 Respons *pulse sensor* Setiap Jari.

No.	Jari	Denyut Jantung (BPM)
1.	Jempol	75
2.	Telunjuk	78
3.	Jari Tengah	76
4.	Jari Manis	75
5.	Kelingking	79
6.	> Ruas Jari	102

Dari Tabel 4.1 didapatkan hasil yang tidak jauh berbeda dalam pengukuran setiap jari. Penggunaan *pulse sensor* lebih dari ruas jari dihasilkan nilai BPM yang jauh berbeda. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa setiap jari pada tangan dapat dijadikan sebagai tolak ukur dalam pengukuran BPM.

Tabel 4. 2 Hasil pengujian sensor *pulse*.

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 4.2 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.

## 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. Pengujian sensor DS18B20 dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4. 17 Pengujian sensor DS18B20.

Hasil pengujian sensor DS18B20 dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4. 3 Hasil pengujian sensor DS18B20.

No.	Termometer (°C)	Sensor DS18B20 (°C)	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 4.3 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 [20]. Sehingga dapat

disimpulkan dari perbandingan pada penelitian ini memiliki hasil yang lebih baik dari penelitian sebelumnya dan telah mendapatkan hasil sesuai dengan yang diharapkan.

#### 4.2.2 Hasil Pengujian Web Sistem Monitoring Kondisi Kesehatan

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. Berikut merupakan hasil pengujian fungsi dari sistem web yang telah dilakukan.

##### 1. Pengujian Fungsi *Login* dan Register

Pengujian fungsi *login* dan register ini dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi ini sudah berjalan dengan baik saat pengguna masuk ke dalam sistem. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa fungsi *login* dan register sudah berjalan dengan baik. Tabel 4.4 di bawah ini merupakan hasil pengujian fungsi *login* dan register yang telah dilakukan.

Tabel 4. 4 Pengujian fungsi *login* dan register.

No.	Skenario Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	<i>Form Username</i> dan <i>Password</i> untuk <i>login</i> diisi dengan data yang benar	Fungsi <i>login</i> berhasil <i>user</i> akan diarahkan ke halaman beranda sistem sesuai <i>level user</i>	Sesuai	Valid
2.	<i>Form Register</i> diisi dengan data yang benar	Fungsi <i>login</i> gagal dengan menampilkan <i>alert</i> dan <i>user</i> akan diarahkan kembali ke halaman <i>login</i> sistem	Sesuai	Valid
3.	<i>Form Login</i> dan <i>Register</i> tidak diisi atau kosong	Fungsi <i>Login</i> dan <i>Register</i> tetap berada di halaman <i>Login</i> dan <i>Register</i> dengan peringatan <i>form</i> harus diisi.	Sesuai	Valid

##### 2. Pengujian Fungsi Kelola Profil

Pengujian fungsi Kelola profil dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi ini sudah berjalan dengan baik saat *user* mengubah nama, *username* dan *password*. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa fungsi kelola profil sudah berjalan dengan baik dan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Pengujian fungsi kelola profil.

No.	Skenario Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	<i>Form</i> Nama, <i>Username</i> dan <i>Password</i> tidak diisi atau salah satu kosong	Fungsi kelola profil tetap berada di halaman kelola data <i>user</i> dengan peringatan <i>form</i> harus diisi.	Sesuai	Valid
2.	<i>Form</i> Nama <i>Username</i> dan <i>Password</i> diisi dengan lengkap dan sesuai.	Fungsi kelola profil berhasil <i>user</i> akan diarahkan kembali ke halaman kelola profil dan data akan di <i>update</i> .	Sesuai	Valid

### 3. Pengujian Fungsi Monitoring Kondisi Kesehatan Olahraga

Pengujian fungsi monitoring kondisi kesehatan olahraga dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi ini sudah berjalan dengan baik saat *user* ingin mengetahui hasil monitoring baik berupa nilai suhu, denyut dan status. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa fungsi monitoring kondisi kesehatan olahraga sudah berjalan dengan baik dan dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Pengujian fungsi monitoring kondisi kesehatan olahraga.

No.	Skenario Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	<i>Button</i> mulai dan <i>button</i> simpan sebelum dan sesudah tidak di klik	Fungsi monitoring untuk pengambilan nilai sensor tidak dapat dilakukan dan nilai sensor tidak di simpan.	Sesuai	Valid
2.	<i>Button</i> mulai dan <i>button</i> simpan sebelum dan sesudah di klik	Fungsi monitoring untuk pengambilan nilai sensor dapat dilakukan dan nilai sensor di simpan dan kembali ke halaman monitoring.	Sesuai	Valid
3	<i>Edit</i> hasil monitoring, tambah usia dan intensitas	Hasil monitoring berhasil di <i>update</i> , usia dan intensitas berhasil di tambahkan dan kembali ke halaman monitoring.	Sesuai	Valid

#### 4. Pengujian Fungsi Menampilkan Grafik Denyut Jantung dan Suhu Tubuh

Pengujian fungsi menampilkan grafik denyut jantung dan suhu tubuh dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi ini sudah berjalan dengan baik saat *user* ingin mengetahui grafik dari denyut jantung dan suhu. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa fungsi menampilkan grafik denyut jantung dan suhu tubuh sudah berjalan dengan baik dan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Pengujian fungsi menampilkan grafik denyut jantung dan suhu tubuh.

No.	Skenario Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Tidak ada nilai denyut dan suhu yang disimpan	Fungsi menampilkan grafik gagal dengan tidak ada grafik yang ditampilkan	Sesuai	Valid
2.	Ada nilai denyut dan suhu yang disimpan	Fungsi menampilkan grafik berhasil berdasarkan jumlah 10 data terakhir.	Sesuai	Valid

#### 5. Pengujian Fungsi Tambah *Rule Naïve Bayes*

Pengujian fungsi tambah *rule naïve bayes* dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi ini sudah berjalan dengan baik saat *user* menambahkan *rule* baru pada halaman *level* admin. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa fungsi tambah *rule naïve bayes* sudah berjalan dengan baik dan dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Pengujian fungsi tambah *rule naïve bayes*.

No.	Skenario Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	<i>Form</i> tambah <i>rule naïve bayes</i> tidak diisi lengkap dan tidak sesuai ketentuan	Fungsi tambah <i>rule</i> tetap berada di halaman <i>rule naïve bayes</i> dengan peringatan <i>form</i> harus diisi.	Sesuai	Valid
2.	<i>Form</i> tambah <i>rule naïve bayes</i> diisi lengkap dan sesuai ketentuan	Fungsi tambah <i>rule</i> berhasil <i>user</i> akan diarahkan kembali ke halaman <i>rule naïve bayes</i> dan data akan di <i>update</i> .	Sesuai	Valid

#### 4.2.3 Hasil Pengujian Menggunakan 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 yang di lakukan ini menggunakan 7 responden dengan responden 1 dan responden 2 merupakan data *dummy* Untuk responden 3 sampai dengan responden 7 hasil status kondisi kesehatan yang diperoleh baik itu tidak olahraga, olahraga, istirahat, lanjut maupun cukup sudah benar atau sesuai. Pada pengujian metode *Naïve Bayes* dengan *dataset* 117 dengan perbandingan *training* data 80% dan testing data 20% maka diperoleh sebesar 75%. Berikut merupakan hasil yang diperoleh dapat di lihat pada Gambar 4.18.

```
In [51]: X = data[['denyut', 'suhu','usia','intensitas','bpm','temp']]
y = data['status']
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size = 0.2, random_state = 0)

In [52]: print(metrics.confusion_matrix(y_test, y_pred))
print(metrics.classification_report(y_test, y_pred))
```

	precision	recall	f1-score	support
Cukup	0.33	1.00	0.50	1
Istirahat	1.00	1.00	1.00	5
Lanjut	1.00	0.60	0.75	5
Olahraga	0.56	1.00	0.71	5
Tidak Olahraga	1.00	0.50	0.67	8
accuracy			0.75	24
macro avg	0.78	0.82	0.73	24
weighted avg	0.88	0.75	0.76	24

Gambar 4. 18 *Training data* dan akurasi *Naive Bayes*.

Dari hasil evaluasi yang maka diperoleh hasil di antaranya nilai *f1-score* yaitu *accuracy* 75% dengan *macro avg* 73% dan *weighted avg* sebesar 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.

#### 4.2.4 Hasil 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.

Tabel 4. 9 Hasil pengujian keseluruhan sistem.

No.	Responden	Denyut Sebelum	Suhu Sebelum	Usia	Intensitas	Denyut Sesudah	Suhu Sesudah	Status Kondisi	Keterangan
1.	Responden 1	110	36.2	42	50	0	0	Tidak Olahraga	Sesuai
2.	Responden 2	76	38.2	35	60	0	0	Tidak Olahraga	Sesuai
3.	Responden 3	82	35.50	32	65	0	0	Olahraga	Sesuai
4.	Responden 3	82	35.50	32	65	112	37.1	Lanjut	Sesuai
5.	Responden 4	79	35.25	24	70	0	0	Olahraga	Sesuai
6.	Responden 4	79	35.25	24	70	102	37.5	Lanjut	Sesuai
7.	Responden 5	74	35.92	28	75	0	0	Olahraga	Sesuai
8.	Responden 5	74	35.92	28	75	86	37.8	Lanjut	Sesuai
9.	Responden 6	75	34.56	23	80	0	0	Olahraga	Sesuai
10.	Responden 6	75	34.56	23	80	93	36.9	Lanjut	Sesuai
11.	Responden 7	75	35.6	19	85	0	0	Olahraga	Sesuai
12.	Responden 7	75	35.6	19	85	81	37.9	Lanjut	Sesuai

Pada Tabel 4.9 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 menunjukan 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.

Pada sistem yang telah di kembangkan ini sudah mendapatkan cukup tinggi akurasi sehingga dapat digunakan untuk sebagai *data collector* yaitu fitur yang jarang ada pada *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.

The screenshot shows the SIMOLAGA Monitoring interface. On the left is a dark sidebar with the SIMOLAGA logo and navigation options: Monitoring, Kelola Profil, and Terhubung. The main area displays a table titled 'Tabel Hasil Monitoring' with 12 columns: No, Nama, Denyut Sebelum, Suhu Sebelum, Usia, Intensitas, Denyut Setelah, Suhu Setelah, Status Kondisi, Tanggal, Waktu, and Keterangan. The table contains 9 rows of data for participants Ririn Pervita, Rani Haerani, Ismi Wahyuni, Relanti Saleha, and Islam Hidayah. Each row includes heart rate, temperature, age, intensity, and status (Lanjut or Olahraga) at two different times. Action icons (edit and delete) are present for each row.

No	Nama	Denyut Sebelum	Suhu Sebelum	Usia	Intensitas	Denyut Setelah	Suhu Setelah	Status Kondisi	Tanggal	Waktu	Keterangan
1	Ririn Pervita	75	35.6	19	85	81	37.9	Lanjut	2020-05-13	16:45:10	[Edit] [Delete]
2	Ririn Pervita	75	35.6	19	85	0	0	Olahraga	2020-05-13	16:30:57	[Edit] [Delete]
3	Rani Haerani	75	34.56	23	80	93	36.9	Lanjut	2020-05-06	08:37:42	[Edit] [Delete]
4	Rani Haerani	75	34.56	23	80	0	0	Olahraga	2020-05-06	08:17:35	[Edit] [Delete]
5	Ismi Wahyuni	74	35.92	28	75	86	37.8	Lanjut	2020-05-13	08:25:07	[Edit] [Delete]
6	Ismi Wahyuni	74	35.92	28	75	0	0	Olahraga	2020-05-13	08:10:05	[Edit] [Delete]
7	Relanti Saleha	79	35.5	24	70	102	37.5	Lanjut	2020-05-13	10:58:27	[Edit] [Delete]
8	Relanti Saleha	79	35.5	24	70	0	0	Olahraga	2020-05-13	10:45:35	[Edit] [Delete]
9	Islam Hidayah	80	36	30	60	120	38	Lanjut	2020-05-04	17:38:54	[Edit] [Delete]

Gambar 4. 19 Hasil pengujian keseluruhan sistem.

Pada Gambar 4.18 dapat dilihat hasil dari tampilan halaman pelatih di mana hasil monitoring dari pengujian 7 responden dengan 2 data *dummy* dan 5 data langsung yang telah dilakukan.

#### 4.2.5 Hasil Pengujian dengan Metode *Mean Opinion Score* (MOS)

Pengujian dengan menggunakan metode MOS ini dilakukan dengan bantuan responden dari teman dan keluarga yang ikut serta dalam proses pengujian dengan mencoba menjalankan sistem kemudian mengisi kuesioner yang diberikan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui bagaimana kualitas sistem dilihat dari sisi pengguna. Adapun isi kuesioner yang diberikan adalah sebagai berikut :

1. Apakah sistem monitoring kondisi kesehatan menggunakan sensor *pulse* dan sensor DS18B20 dengan metode *naïve bayes* dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan harapan?
2. Apakah sistem monitoring pada sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga dapat memberikan informasi mengenai denyut jantung, suhu tubuh dan status kondisi baik sebelum dan sesudah olahraga ?
3. Apakah fungsi tampilan hasil monitoring, data tabel dan data grafik denyut jantung dan suhu mudah dipahami dan digunakan?
4. Apakah sistem ini dapat membantu atau memudahkan olahragawan dan pelatih dalam memonitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga?
5. Apakah antarmuka dari sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga berbasis web ini mudah dipahami dan digunakan (*user friendly*)?

Jumlah responden yang terlibat yaitu 5 orang dengan usia yang berbeda beda antara usia 18 hingga 65 tahun. Hasil pengujian parameter MOS yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Gambar 4. 20 Hasil pengujian MOS

No.	Pertanyaan	SS(5)	S(4)	TT(3)	TS(2)	STS(1)	Total	Mean pi
1	Pertanyaan 1	2	3	-	-	-	5	4.4
2	Pertanyaan 2	3	2	-	-	-	5	4.6
3	Pertanyaan 3	1	4	-	-	-	5	4.2
4	Pertanyaan 4	2	3	-	-	-	5	4.4
5	Pertanyaan 5	1	4	-	-	-	5	4.2
Sub Total		9	16	-	-	-	25	21.8
MOS								4.36

Berikut ini merupakan rumus yang digunakan dalam menghitung skor rata-rata dari bobot nilai yang didapat [21]:

$$mean\ pi = \frac{\sum Si . Bi}{n}$$

- Di mana :
- mean pi* = rata-rata skor setiap atribut pertanyaan
  - Si* = jumlah responden yang memilih setiap atribut jawaban
  - Bi* = bobot setiap atribut pertanyaan
  - n* = jumlah responden

Untuk mendapatkan nilai MOS berdasarkan skor rata-rata yang didapat, dapat digunakan rumus berikut :

$$MOS = \frac{\sum_{i=1}^k mean\ pi}{k}$$

Di mana :     MOS   = total skor rata-rata seluruh atribut pertanyaan  
              k       = jumlah atribut pertanyaan

Hasil pengujian MOS pada Tabel 4.10 menunjukkan bahwa nilai MOS yang diperoleh yaitu sebesar 4.36. Nilai 4.36 dari skala 5 ini menunjukkan bahwa sistem yang dibangun sudah baik sudah berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini 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 *naïve bayes* dan data hasil monitoring berupa tabel serta grafik.
4. Berdasarkan hasil klasifikasi dengan metode *naïve 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.

## 5.2 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.

## 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.
- [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] M. H. S. T. Penggalih, M. Hardiyanti, and F. I. Sani, "Perbedaan Perubahan Tekanan Darah Dan Denyut Jantung Pada Berbagai Intensitas Latihan Atlet Balap Sepeda," *J. Keolahragaan*, vol. 3, no. 2, pp. 218–227, 2015.
- [10] Bastinus and Matjan, "Olahraga kesehatan," 2007, pp. 124–128.
- [11] B. Harsono, J. Liman, and N. Djohan, "Rancang bangun alat pemantau laju detak jantung saat latihan fisik," *J. Tek. dan Ilmu Komput.*, vol. 01, no. 04, pp. 338–346, 2012.
- [12] I. Puspasari, Musayyanah, and P. Susanto, "Telereport Target Heart Rate ( THR ) pada Cardio Exercise Berbasis Metode Karvonen," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf.*, pp. 42–48, 2018.
- [13] 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.
- [14] A. S. Graha, "Adaptasi Suhu Tubuh Terhadap Latihan Dan Efek Cedera Di Cuaca Panas Dan Dingin," pp. 123–134, 1998.
- [15] A. D. Septiani, "Perancangan alat pemantau kondisi kesehatan manusia," 2015.
- [16] M. Nazilus, R. Alfita, and R. V. Nahari, "Prototype Sistem Monitoring dan Pengendalian Pintu Air Otomatis Sebagai Peringatan Dini Bahaya Banjir Berbasis Internet of Things," *Semin. Nas. Mat. dan Apl.*, pp. 377–385, 2017.
- [17] G. H. Cahyono, "Internet of Things (Sejarah, Teknologi dan Penerapannya)," *Forum Teknol.*, vol. 06, no. 3, pp. 35–41, 2017.
- [18] A. Junaidi, "Internet Of Things , Sejarah , Teknologi Dan Penerapannya : Review," *J. Ilm. Teknol. Inf. Terap.*, vol. I, no. 3, pp. 62–66, 2015.
- [19] 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.
- [20] 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.
- [21] R. Fitriyanti and A. Aryanti, “Studi Literatur Mean Opinion Score Menggunakan Moving Picture Quality Metrics (MPQM) Di Jaringan LTE,” *Semin. Nas. Inov. dan Apl. Teknol. di Ind. 2018 Tema A - Penelit. ISSN*, vol. 4, no. 2, pp. 10–14, 2018.

## **LAMPIRAN**

Kuesioner Pengujian Sistem

LEMBAR KUESIONER PENGUJIAN SISTEM MONITORING KONDISI KESEHATAN SEBELUM DAN SESUDAH OLAHRAGA MENGGUNAKAN PULSE SENOSR DAN SENSOR DS18B20 DENGAN METODE NAÏVE BAYES

Nama Pengguna : RIDO HAYANI  
 Pekerjaan : swasta  
 Usia : 36  
 Tanggal Pengujian : 19-4-2020

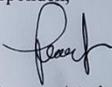
Berilah tanda X pada setiap pertanyaan dengan sesuai dengan hasil pengujian sistem pada kolom:

1 = Sangat Tidak Setuju, 2 = Tidak Setuju, 3 = Tidak Tahu, 4 = Setuju, 5 = Sangat Setuju

No.	Parameter	Jawaban				
		1	2	3	4	5
1.	Apakah sistem monitoring kondisi kesehatan menggunakan sensor <i>pulse</i> dan sensor DS18B20 dengan metode <i>naïve bayes</i> dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan harapan?				X	
2.	Apakah sistem monitoring pada sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga dapat memberikan informasi mengenai denyut jantung, suhu tubuh dan status kondisi baik sebelum dan sesudah olahraga ?				X	
3.	Apakah fungsi tampilan hasil monitoring, data tabel dan data grafik denyut jantung dan suhu mudah dipahami dan digunakan?				X	
4.	Apakah sistem ini dapat membantu atau memudahkan olahragawan dan pelatih dalam memonitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga?					X
5.	Apakah antarmuka dari sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga berbasis web ini mudah dipahami dan digunakan ( <i>user friendly</i> )?				X	

Mataram, 19-4-2020

Responden,

  
 (RIDO HAYANI)

Kuesioner Pengujian Sistem

LEMBAR KUESIONER PENGUJIAN SISTEM MONITORING KONDISI KESEHATAN SEBELUM DAN SESUDAH OLAHRAGA MENGGUNAKAN PULSE SENOSR DAN SENSOR DS18B20 DENGAN METODE NAÏVE BAYES

Nama Pengguna : *M. Adrotul Tasnu*  
 Pekerjaan : *IRT*  
 Usia : *29 thn*  
 Tanggal Pengujian : *20-4-2020*

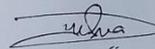
Berilah tanda X pada setiap pertanyaan dengan sesuai dengan hasil pengujian sistem pada kolom:

1 = Sangat Tidak Setuju, 2 = Tidak Setuju, 3 = Tidak Tahu, 4 = Setuju, 5 = Sangat Setuju

No.	Parameter	Jawaban				
		1	2	3	4	5
1.	Apakah sistem monitoring kondisi kesehatan menggunakan sensor <i>pulse</i> dan sensor DS18B20 dengan metode <i>naive bayes</i> dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan harapan?				X	
2.	Apakah sistem monitoring pada sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga dapat memberikan informasi mengenai denyut jantung, suhu tubuh dan status kondisi baik sebelum dan sesudah olahraga ?					X
3.	Apakah fungsi tampilan hasil monitoring, data tabel dan data grafik denyut jantung dan suhu mudah dipahami dan digunakan?				X	
4.	Apakah sistem ini dapat membantu atau memudahkan olahragawan dan pelatih dalam memonitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga?				X	
5.	Apakah antarmuka dari sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga berbasis web ini mudah dipahami dan digunakan ( <i>user friendly</i> )?				X	

Mataram, 20-4-2020

Responden,



(  
)

Kuesioner Pengujian Sistem

LEMBAR KUESIONER PENGUJIAN SISTEM MONITORING KONDISI KESEHATAN SEBELUM DAN SESUDAH OLAHRAGA MENGGUNAKAN PULSE SENOSR DAN SENSOR DS18B20 DENGAN METODE NAÏVE BAYES

Nama Pengguna : HARTEDI HIDAYAT  
Pekerjaan : -  
Usia : 19 TAHUN  
Tanggal Pengujian : 20-04-2020

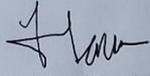
Berilah tanda X pada setiap pertanyaan dengan sesuai dengan hasil pengujian sistem pada kolom:

1 = Sangat Tidak Setuju, 2 = Tidak Setuju, 3 = Tidak Tahu, 4 = Setuju, 5 = Sangat Setuju

No.	Parameter	Jawaban				
		1	2	3	4	5
1.	Apakah sistem monitoring kondisi kesehatan menggunakan sensor <i>pulse</i> dan sensor DS18B20 dengan metode <i>naïve bayes</i> dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan harapan?					X
2.	Apakah sistem monitoring pada sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga dapat memberikan informasi mengenai denyut jantung, suhu tubuh dan status kondisi baik sebelum dan sesudah olahraga ?					X
3.	Apakah fungsi tampilan hasil monitoring, data tabel dan data grafik denyut jantung dan suhu mudah dipahami dan digunakan?				X	
4.	Apakah sistem ini dapat membantu atau memudahkan olahragawan dan pelatih dalam memonitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga?				X	
5.	Apakah antarmuka dari sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga berbasis web ini mudah dipahami dan digunakan ( <i>user friendly</i> )?				X	

Mataram, 20-04-2020

Responden,

  
(HARTEDI HIDAYAT)

Kuesioner Pengujian Sistem

LEMBAR KUESIONER PENGUJIAN SISTEM MONITORING KONDISI KESEHATAN SEBELUM DAN SESUDAH OLAHRAGA MENGGUNAKAN PULSE SENOSR DAN SENSOR DS18B20 DENGAN METODE NAÏVE BAYES

Nama Pengguna : Ismi wayuni  
 Pekerjaan : IRT  
 Usia : 30  
 Tanggal Pengujian : 19 - 4 - 2020

Berilah tanda X pada setiap pertanyaan dengan sesuai dengan hasil pengujian sistem pada kolom:

1 = Sangat Tidak Setuju, 2 = Tidak Setuju, 3 = Tidak Tahu, 4 = Setuju, 5 = Sangat Setuju

No.	Parameter	Jawaban				
		1	2	3	4	5
1.	Apakah sistem monitoring kondisi kesehatan menggunakan sensor <i>pulse</i> dan sensor DS18B20 dengan metode <i>naïve bayes</i> dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan harapan?					X
2.	Apakah sistem monitoring pada sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga dapat memberikan informasi mengenai denyut jantung, suhu tubuh dan status kondisi baik sebelum dan sesudah olahraga ?				X	
3.	Apakah fungsi tampilan hasil monitoring, data tabel dan data grafik denyut jantung dan suhu mudah dipahami dan digunakan?					X
4.	Apakah sistem ini dapat membantu atau memudahkan olahragawan dan pelatih dalam memonitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga?				X	
5.	Apakah antarmuka dari sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga berbasis web ini mudah dipahami dan digunakan ( <i>user friendly</i> )?					X

Mataram, 19-4-2020

Responden,

*(Signature)*

( )

Kuesioner Pengujian Sistem

LEMBAR KUESIONER PENGUJIAN SISTEM MONITORING KONDISI KESEHATAN SEBELUM DAN SESUDAH OLAHRAGA MENGGUNAKAN PULSE SENOSR DAN SENSOR DS18B20 DENGAN METODE NAÏVE BAYES

Nama Pengguna : Ninik Rahmawati  
 Pekerjaan : Mahasiswa  
 Usia : 23 tahun  
 Tanggal Pengujian : 18 April 2020

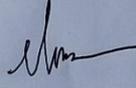
Berilah tanda X pada setiap pertanyaan dengan sesuai dengan hasil pengujian sistem pada kolom:

1 = Sangat Tidak Setuju, 2 = Tidak Setuju, 3 = Tidak Tahu, 4 = Setuju, 5 = Sangat Setuju

No.	Parameter	Jawaban				
		1	2	3	4	5
1.	Apakah sistem monitoring kondisi kesehatan menggunakan sensor <i>pulse</i> dan sensor DS18B20 dengan metode <i>naïve bayes</i> dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan harapan?				X	
2.	Apakah sistem monitoring pada sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga dapat memberikan informasi mengenai denyut jantung, suhu tubuh dan status kondisi baik sebelum dan sesudah olahraga ?				X	
3.	Apakah fungsi tampilan hasil monitoring, data tabel dan data grafik denyut jantung dan suhu mudah dipahami dan digunakan?				X	
4.	Apakah sistem ini dapat membantu atau memudahkan olahragawan dan pelatih dalam memonitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga?					X
5.	Apakah antarmuka dari sistem monitoring kondisi kesehatan sebelum dan sesudah olahraga berbasis web ini mudah dipahami dan digunakan ( <i>user friendly</i> )?				X	

Mataram, 18 April 2020

Responden,

  
 ( Ninik Rahmawati )