IMPLEMENTASI *FINITE STATE MACHINE* (FSM) PADA SISTEM DETEKSI HIPOKSIA VIA TELEGRAM

NOVIANTI PUTRI
H1051211085

SKRIPSI

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

IMPLEMENTASI *FINITE STATE MACHINE* (FSM) PADA SISTEM DETEKSI HIPOKSIA VIA TELEGRAM

NOVIANTI PUTRI
H1051211085

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Rekayasa Sistem Komputer

PROGRAM STUDI REKAYASA SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Implementasi *Finite State Machine* (FSM) Pada Sistem Deteksi Hipoksia Via Telegram
Nama Mahasiswa	: Novianti Putri
NIM	: H1051211085
Jurusan/Program Studi	: Rekayasa Sistem Komputer
Tanggal Lulus	: 27 Juli 2026
SK Pembimbing	: No. 4716/DST/UN22.8/DT.00.09/2026/24 Juli 2026
SK Penguji	: No. 4878/DST/UN22.8/DT.00.09/2026/27 Juli 2026

Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Tedy Rismawan, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198609222014041002

Pembimbing II

Rahmi Hidayati, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198607202015042001

Dosen Penguji

Ketua Penguji

Suhardi, S.T., M.Eng.
NIP. 198606182020121006

Anggota Penguji

Irma Nirmala, S.T., M.T.
NIP. 198404052019032015

Pimpinan Sidang
(merangkap anggota penguji)

Tedy Rismawan, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198609222014041002

Sekretaris Sidang
(merangkap anggota penguji)

Rahmi Hidayati, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198607202015042001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP. 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Novianti Putri
NIM	: H1051211085
Program Studi/ Jurusan	: Rekayasa Sistem Komputer
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 27 Juli 2026



Novianti Putri

H1051211085

IMPLEMENTASI *FINITE STATE MACHINE* (FSM) PADA SISTEM DETEKSI HIPOKSIA VIA TELEGRAM

ABSTRAK

Hipoksia merupakan kondisi kekurangan oksigen pada jaringan tubuh yang dapat mengganggu fungsi organ vital apabila tidak terdeteksi secara dini. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan *Finite State Machine* (FSM) sebagai logika pengambilan keputusan pada sistem deteksi hipoksia berdasarkan nilai saturasi oksigen (SpO2). Sistem menggunakan sensor MAX30102 untuk membaca nilai SpO2, GPS NEO-6M untuk memperoleh koordinat lokasi, NodeMCU ESP32 sebagai pengendali utama, serta Telegram sebagai media pengiriman notifikasi. FSM diterapkan dengan lima *state*, yaitu init, normal, waspada, darurat, dan *sending*. Klasifikasi kondisi ditentukan berdasarkan nilai SpO2, yaitu normal 95–100%, waspada 91–94%, dan darurat ≤90%. Notifikasi Telegram dikirim ketika kondisi waspada atau darurat tervalidasi selama 5 detik. Pengujian meliputi validasi logika FSM menggunakan JFLAP, pengujian sensor MAX30102, GPS NEO-6M, dan respons sistem. Hasil pengujian sensor MAX30102 pada 15 data menunjukkan *error* rata-rata 1,205% dan akurasi 98,795% dibandingkan *pulse oximeter*. Pengujian GPS pada 15 lokasi menghasilkan rata-rata selisih 11,36 meter terhadap Google Maps. Pengujian respons FSM menggunakan 45 data menunjukkan tingkat kesesuaian 100%, sehingga sistem mampu melakukan perpindahan *state* dan mengirimkan notifikasi sesuai rancangan. Berdasarkan hasil tersebut, FSM berhasil diterapkan sebagai logika pengambilan keputusan pada sistem deteksi hipoksia berbasis Telegram.

Kata Kunci: *Finite State Machine,* Hipoksia, SpO2, ESP32, Telegram.

IMPLEMENTATION OF A FINITE STATE MACHINE (FSM) FOR A TELEGRAM-BASED HYPOXIA DETECTION SYSTEM

ABSTRACT

Hypoxia is a condition characterized by insufficient oxygen supply to body tissues, which may impair the function of vital organs if not detected at an early stage. This study aims to implement a Finite State Machine (FSM) as the decision-making logic in a hypoxia detection system based on blood oxygen saturation (SpO2). The system employs a MAX30102 sensor to measure SpO2, a NEO-6M GPS module to obtain location coordinates, an ESP32 NodeMCU as the main controller, and Telegram as the notification platform. The FSM consists of five states: init, normal, warning, emergency, and sending. The system classifies SpO2 values into three categories: normal (95–100%), warning (91–94%), and emergency (≤90%). Telegram notifications are sent only when the warning or emergency condition is validated for 5 seconds. The system was evaluated through FSM logic validation using JFLAP, MAX30102 sensor testing, NEO-6M GPS testing, and system response testing. The MAX30102 sensor achieved an average error of 1.205% and an accuracy of 98.795% based on 15 test samples compared with a pulse oximeter. GPS testing on 15 locations produced an average positional difference of 11.36 meters compared with Google Maps. Furthermore, FSM response testing using 45 test cases achieved 100% conformity, indicating that the system successfully performed state transitions and transmitted Telegram notifications according to the designed FSM logic. These results demonstrate that the proposed FSM can be effectively implemented as the decision-making logic in a Telegram-based hypoxia detection system.

Keywords: *Finite State Machine, Hypoxia, SpO2, ESP32, Telegram.*

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas kasih, penyertaan dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul "Implementasi *Finite State Machine* (FSM) Pada Sistem Deteksi Hipoksia Via Telegram" sebagai syarat bagi penulis untuk mendapatkan gelar Sarjana Komputer (S.Kom) pada Jurusan Rekayasa Sistem Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.

Semua hasil yang diperoleh ini tidak terlepas dari segala dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang tidak pernah berhenti mendorong penulis agar dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Sebagai penghargaan dari penulis, izinkanlah penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.
2. Ibu Rahmi Hidayati, S.Kom., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Rekayasa Sistem Komputer FMIPA Universitas Tanjungpura sekaligus dosen pembimbing kedua, yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta berbagai masukan dan saran yang sangat bermanfaat selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Tedy Rismawan, S.Kom., M.Cs., selaku dosen pembimbing akademik sekaligus dosen pembimbing pertama, yang telah dengan sabar membimbing, memberikan motivasi, arahan, serta berbagai masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Suhardi, S.T., M.Eng., selaku dosen penguji pertama, yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun sebagai bahan penyempurnaan skripsi ini.
5. Ibu Irma Nirmala, S.T., M.T., selaku dosen penguji kedua, yang telah memberikan berbagai saran, masukan, dan evaluasi yang bermanfaat sehingga skripsi ini menjadi lebih baik.
6. Kedua orang tua tercinta, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, motivasi, serta semangat yang tidak pernah putus kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga penyusunan skripsi ini.

7. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Rekayasa Sistem Komputer, yang telah menjadi tempat berbagi pengalaman, memberikan semangat, dukungan, dan kebersamaan selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
8. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan, doa, dan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
9. Penulis, Novianti Putri, yang telah berusaha, belajar dari setiap kesulitan, dan melewati berbagai proses serta tantangan selama penyusunan skripsi hingga akhirnya dapat menyelesaikan penelitian ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih memiliki kekurangan dan belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis maupun pembaca.

Pontianak, 27 Juli 2026



Novianti Putri

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....**Error! Bookmark not defined.**
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK iii
ABSTRAK iv
ABSTRACT v
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR KODE PROGRAM xiii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian.....4
1.4 Batasan Masalah.....4
1.5 Manfaat Penelitian.....5
1.6 Sistematika Penulisan.....5
BAB 2 LANDASAN TEORI.....8
2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu.....8
2.2 *Finite State Machine* 10
2.3 Hipoksia.....13
2.4 NodeMCU ESP32 14
2.5 Arduino IDE 15
2.6 Sensor MAX30102.....15
2.7 Cara Kerja MAX30102 16
2.8 Modul GPS Neo-6M 18
2.9 LCD 19
2.10 LED 20
2.11 Telegram.....20
2.12 Saturasi Oksigen.....21
2.13 *Java Formal Languages and Automata Package* (JFLAP).....23
2.14 Persentase *Error* dan Akurasi.....23

2.15 *Haversine Formula* 24
BAB 3 METODE PENELITIAN 26
3.1 Studi Literatur 26
3.2 Pengumpulan Data 27
3.3 Analisis Kebutuhan 27
3.3.1 Kebutuhan Perangkat Keras 27
3.3.2 Kebutuhan Perangkat Lunak 28
3.4 Perancangan Sistem 28
3.4.1 Perancangan Perangkat Keras 28
3.4.2 Perancangan Perangkat Lunak 28
3.5 Implementasi 28
3.6 Pengujian Sistem 29
3.7 Kesimpulan dan Saran 29
BAB 4 PERANCANGAN 30
4.1 Deskripsi Sistem 30
4.2 Perancangan Perangkat Keras 31
4.2.1 Perancangan Sensor Saturasi Oksigen 32
4.2.2 Perancangan Keseluruhan Sistem Perangkat Keras 33
4.3 Perancangan Perangkat Lunak 34
4.3.1 Perancangan Sistem *Finite State Machine* (FSM) pada JFLAP 35
4.3.2 Unsur *Finite State Machine* (FSM) 36
BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN 42
5.1 Implementasi Sistem 42
5.2 Implementasi Perangkat Keras 42
5.2.1 Implementasi Sensor Saturasi Oksigen 42
5.2.2 Implementasi Keseluruhan Sistem Perangkat Keras 43
5.3 Implementasi Perangkat Lunak 44
5.4 Kode Program 44
5.4.1 Inisialisasi dan Konfigurasi Sistem 44
5.4.2 *Setup* Sistem 45
5.4.3 *Finite State Machine* (FSM) 46
5.4.4 Pembacaan Sensor MAX30102 48

5.4.5 Pembacaan GPS 48
5.4.6 Pengiriman Notifikasi Telegram 49
5.4.7 Pengelolaan *Output* 50
5.5 Pengujian 50
5.5.1 Pengujian Pembacaan Sensor Saturasi Oksigen 51
5.5.2 Pengujian Keakuratan Lokasi 52
5.5.3 Pengujian Transisi FSM Pada JFLAP 54
5.5.4 Pengujian Respons Sistem Berdasarkan *State* FSM 56
5.6 Pembahasan 60
BAB 6 PENUTUP 63
6.1 Kesimpulan 63
6.2 Saran 63
DAFTAR PUSTAKA 65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Transisi *Moore*.....12
Gambar 2. 2 NodeMCU ESP32.....14
Gambar 2. 3 Arduino IDE 15
Gambar 2. 4 Sensor MAX30102 16
Gambar 2. 5 Modul GPS 19
Gambar 2. 6 LCD 19
Gambar 2. 7 LED.....20
Gambar 2. 8 Telegram.....21
Gambar 3. 1 Diagram Alir Tahapan Penelitian.....26
Gambar 4. 1 Rancangan Arsitektur Sistem.....30
Gambar 4. 2 Perancangan Sensor Saturasi Oksigen.....32
Gambar 4. 3 Perancangan Perangkat Keras.....33
Gambar 4. 4 Diagram Perancangan *Finite State Machine* (FSM).....35
Gambar 5. 1 Implementasi Sensor Saturasi Oksigen.....43
Gambar 5. 2 Implementasi Keseluruhan Sistem.....43
Gambar 5. 3 Pengujian Sensor Saturasi Oksigen 51
Gambar 5. 4 Perbandingan Koordinat Lokasi Sistem dengan Google Maps 53
Gambar 5. 5 Hasil Simulasi *Multiple Run* pada JFLAP 54
Gambar 5. 6 Hasil Pengiriman Notifikasi Telegram 60

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan dengan penelitian terdahulu.....8
Tabel 2. 2 Klasifikasi Nilai Saturasi Oksigen.....22
Tabel 4. 1 Koneksi pin NodeMCU ESP32 dan sensor saturasi oksigen 32
Tabel 4. 2 Koneksi pin NodeMCU ESP32 dan keseluruhan sistem.....34
Tabel 4. 3 Fungsi Transisi Sistem.....38
Tabel 4. 4 Keterangan Fungsi Transisi Sistem.....38
Tabel 5. 1 Hasil Pengujian Sensor Saturasi Oksigen.....52
Tabel 5. 2 Hasil Pengujian Keakuratan Lokasi 53
Tabel 5. 3 Skenario Pengujian.....55
Tabel 5. 4 Hasil Pengujian Respons Sistem Berdasarkan *State* FSM.....58

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5. 1 Inisialisasi dan Konfigurasi Sistem.....45
Kode Program 5. 2 *Setup* Sistem.....46
Kode Program 5. 3 *Finite State Machine* (FSM).....47
Kode Program 5. 4 Pembacaan Sensor MAX30102.....48
Kode Program 5. 5 Pembacaan GPS.....49
Kode Program 5. 6 Pengiriman Notifikasi Telegram.....49
Kode Program 5. 7 Pengelolaan *Output*.....50

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Oksigen merupakan unsur yang sangat penting bagi kehidupan manusia karena berperan dalam proses respirasi untuk menghasilkan energi yang dibutuhkan oleh sel-sel tubuh. Oksigen yang dihirup melalui paru-paru akan diangkut oleh darah ke seluruh jaringan tubuh guna mendukung berbagai fungsi organ. Apabila suplai oksigen ke jaringan berkurang, fungsi organ tidak dapat berjalan secara optimal. Kondisi ini disebut hipoksia, yaitu keadaan ketika jaringan tubuh mengalami kekurangan oksigen akibat terhambatnya pasokan oksigen atau menurunnya kemampuan jaringan dalam memanfaatkan oksigen secara efektif (Sarkar et al., 2017). Hipoksia dapat mengganggu fungsi organ vital, seperti otak, jantung, dan ginjal, serta meningkatkan stres oksidatif yang dapat merusak sel-sel tubuh. Jika berlangsung dalam waktu yang lama dan tidak segera ditangani, hipoksia dapat menyebabkan gangguan neurologis berupa penurunan kesadaran hingga berisiko mengakibatkan kematian (Agustina et al., 2023).

Salah satu tantangan dalam mendeteksi hipoksia adalah gejalanya yang sering kali tidak khas, seperti kelelahan, pusing, atau sesak napas ringan. Gejala-gejala tersebut cenderung dianggap sebagai keluhan biasa sehingga sering diabaikan oleh penderitanya. Kondisi ini semakin mendapat perhatian sejak munculnya fenomena *happy hypoxia* pada masa pandemi COVID-19, yaitu keadaan ketika pasien tampak dalam kondisi baik secara klinis, tetapi sebenarnya mengalami penurunan kadar saturasi oksigen yang signifikan (Dewi & Utama, 2021). Hipoksia tidak hanya dapat terjadi pada lansia, tetapi juga pada penderita penyakit paru, pekerja di lingkungan dengan kadar oksigen rendah, maupun individu yang mengalami gangguan fungsi pernapasan.

Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu mendeteksi kondisi hipoksia secara dini melalui pengukuran saturasi oksigen (SpO2). Saturasi oksigen merupakan salah satu indikator utama yang menunjukkan tingkat oksigen dalam darah dan dapat diukur secara non-invasif menggunakan *pulse oximeter*. Menurut WHO, nilai saturasi oksigen normal berada pada rentang 95% hingga 100%,

sedangkan nilai di bawah 90% mengindikasikan terjadinya hipoksia (Zain et al., 2021). Selain itu, kadar saturasi oksigen di bawah 85% menunjukkan kondisi yang sangat rendah sehingga memerlukan penanganan segera (Wulandari & Wigunantiningsih, 2022). Oleh karena itu, pengukuran SpO2 menjadi salah satu cara yang efektif untuk membantu mendeteksi hipoksia sejak dini.

Untuk mendukung proses deteksi tersebut, diperlukan suatu pendekatan logika yang mampu mengelola perubahan kondisi pengguna secara sistematis berdasarkan hasil pembacaan sensor. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Finite State Machine* (FSM), karena mampu memodelkan transisi antar kondisi berdasarkan masukan dari sensor sehingga proses pengambilan keputusan dapat dilakukan secara terstruktur. Penerapan FSM juga menjadikan alur kerja sistem lebih terorganisasi sehingga proses pengambilan keputusan dapat dilakukan secara konsisten sesuai kondisi yang terdeteksi.

Penelitian sebelumnya yang berjudul "Sistem *Monitoring* Kualitas Air Bioflok Ikan Nila Berbasis IoT dengan FSM sebagai Pendukung Keputusan dan Rekomendasi Tindakan" (Nath et al., 2026) menerapkan *Finite State Machine* (FSM) sebagai logika pengambilan keputusan pada sistem *monitoring* kualitas air berbasis *Internet of Things* (IoT). FSM membagi kondisi sistem ke dalam tiga *state* utama, yaitu *Standby*, *Drain*, dan *Refill*, yang ditentukan berdasarkan hasil pembacaan sensor pH, *Total Dissolved Solids* (TDS), dan ketinggian air. Melalui pendekatan tersebut, sistem mampu mengklasifikasikan kondisi kualitas air secara terstruktur serta memberikan rekomendasi tindakan dan notifikasi melalui Telegram kepada pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *state* Drain merupakan kondisi yang paling dominan dengan persentase sebesar 70%, sedangkan analisis transisi *state* memperlihatkan bahwa sistem mampu merespons perubahan parameter kualitas air secara dinamis dan *real-time*. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa penerapan FSM efektif dalam mengubah data sensor menjadi informasi kondisi yang terstruktur sehingga mendukung proses pengambilan keputusan pada sistem monitoring kualitas air berbasis IoT.

Penelitian selanjutnya yang berjudul “Rancang Bangun Alat Pemantau Kesehatan Perorangan untuk Deteksi Dini *Silent Hypoxia*” (Kuswoyo et al., 2022) mengembangkan perangkat OxyTemp yang menggunakan sensor MAX30100

untuk mengukur nilai SpO2 dan denyut jantung. Perangkat tersebut dilengkapi fitur interpretasi hasil yang secara otomatis menampilkan status Normal apabila nilai SpO2 lebih dari 95% dan Hipoksia apabila nilai SpO2 kurang dari 90% melalui layar OLED. Selain itu, sistem terintegrasi dengan aplikasi *Internet of Things* (IoT) Blynk sehingga memungkinkan *monitoring* kondisi pengguna dari jarak jauh. Penelitian ini juga mengacu pada rekomendasi WHO yang menyatakan bahwa *pulse oximeter* merupakan alat penting dalam mendeteksi dini *silent hypoxia*, khususnya pada pasien COVID-19.

Penelitian berikutnya yang berjudul "Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Denyut Jantung, Kadar Oksigen dan Lokasi pada Orang Manula Berbasis *Internet of Things*" (Pranata et al., 2024) mengembangkan sistem *monitoring* kesehatan menggunakan sensor MAX30102 untuk mengukur detak jantung dan kadar oksigen serta modul GPS Neo-6M untuk memperoleh koordinat lokasi pengguna. Data hasil pengukuran dikirimkan ke *dashboard* berbasis web dan dilengkapi dengan notifikasi otomatis ketika parameter kesehatan menunjukkan kondisi abnormal. Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi sensor MAX30102 sebesar 91,97% untuk BPM dan 93,64% untuk SpO2, sedangkan rata-rata selisih akurasi koordinat GPS terhadap data referensi sebesar 0,028 km. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa integrasi sensor kesehatan dan GPS dapat mendukung *monitoring* kondisi pengguna secara jarak jauh.

Berdasarkan berbagai penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dikembangkan penelitian yang berjudul "Implementasi *Finite State Machine* (FSM) pada Sistem Deteksi Hipoksia via Telegram". Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi hipoksia yang mengintegrasikan sensor MAX30102 sebagai sensor pengukur saturasi oksigen (SpO2) serta modul GPS untuk memperoleh koordinat lokasi pengguna. Sistem ini dilengkapi dengan fitur pengiriman notifikasi melalui aplikasi Telegram sebagai peringatan dini ketika sistem mendeteksi kondisi waspada atau darurat. Notifikasi dikirim kepada keluarga atau pendamping yang telah didaftarkan sebelumnya agar mereka dapat segera mengetahui kondisi pengguna dan memberikan respons atau bantuan apabila diperlukan. Selain memuat informasi nilai SpO2 dan status kondisi, notifikasi juga dilengkapi dengan koordinat lokasi pengguna yang diperoleh dari

modul GPS sebagai informasi pendukung. Informasi lokasi tersebut bertujuan membantu keluarga atau pendamping mengetahui posisi pengguna ketika menerima notifikasi, sehingga proses pemberian bantuan dapat dilakukan dengan lebih cepat apabila pengguna memerlukan pertolongan. Metode *Finite State Machine* (FSM) digunakan sebagai logika pengambilan keputusan untuk mengelola transisi antar *state*, yaitu init, normal, waspada, darurat, dan *sending*, berdasarkan nilai SpO2 yang diperoleh ketika pengguna meletakkan jari pada sensor. Apabila nilai SpO2 berada pada rentang waspada atau darurat, sistem akan bertransisi ke *state* yang sesuai, kemudian mengirimkan notifikasi melalui Telegram beserta koordinat lokasi yang diperoleh dari modul GPS.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, terdapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat kesesuaian implementasi *Finite State Machine* (FSM) sebagai logika pengambilan keputusan dalam menentukan kondisi hipoksia berdasarkan nilai saturasi oksigen (SpO2)?
2. Bagaimana kinerja sistem deteksi hipoksia dalam melakukan pembacaan nilai saturasi oksigen (SpO2) dan pengiriman notifikasi Telegram berdasarkan kondisi yang terdeteksi?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Mengetahui tingkat kesesuaian implementasi *Finite State Machine* (FSM) sebagai logika pengambilan keputusan dalam menentukan kondisi hipoksia berdasarkan nilai saturasi oksigen (SpO2).
2. Mengetahui kinerja sistem deteksi hipoksia dalam melakukan pembacaan nilai saturasi oksigen (SpO2) dan pengiriman notifikasi Telegram berdasarkan kondisi yang terdeteksi.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan *Finite State Machine* (FSM) sebagai metode pengambilan keputusan berdasarkan nilai saturasi oksigen (SpO2) dan tidak dibandingkan dengan metode lain.
2. Pengukuran saturasi oksigen dilakukan menggunakan sensor MAX30102 pada ujung jari pengguna.
3. Sistem hanya melakukan deteksi kondisi berdasarkan nilai SpO2 tanpa melakukan prediksi hipoksia.
4. Pengujian kondisi waspada dan darurat dilakukan menggunakan injeksi data melalui *Serial Monitor* untuk memvalidasi logika *Finite State Machine* (FSM) dan respons sistem.
5. Penelitian ini tidak melibatkan pengujian maupun validasi klinis pada subjek penelitian.
6. Sistem menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai pengendali utama dan Telegram sebagai media pengiriman notifikasi yang berisi nilai SpO2, status kondisi, dan koordinat lokasi pengguna.
7. Penelitian ini tidak membahas pengaruh gangguan sinyal GPS maupun koneksi internet terhadap proses pengiriman notifikasi Telegram.
8. Penelitian ini menggunakan *prototype* sebagai model implementasi sistem.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah menerapkan *Finite State Machine* (FSM) sebagai logika pengambilan keputusan pada sistem deteksi hipoksia berdasarkan nilai saturasi oksigen (SpO2). Sistem yang dikembangkan dapat melakukan klasifikasi kondisi normal, waspada, dan darurat berdasarkan nilai SpO2, serta memberikan notifikasi melalui aplikasi Telegram yang berisi informasi nilai SpO2, status kondisi, dan koordinat lokasi pengguna ketika kondisi waspada atau darurat terdeteksi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini terdiri dari enam bab yang disusun sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab pendahuluan menjelaskan mengenai latar belakang permasalahan yang menjadi dasar dilakukannya penelitian, yaitu pengembangan sistem deteksi hipoksia berdasarkan nilai saturasi oksigen (SpO2). Pada bab ini juga dijelaskan rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab landasan teori berisi pembahasan mengenai teori-teori yang digunakan sebagai dasar dalam perancangan dan implementasi sistem. Adapun pembahasan pada bab ini meliputi perbandingan dengan penelitian terdahulu, *Finite State Machine* (FSM), hipoksia, NodeMCU ESP32, Arduino IDE, sensor MAX30102, modul GPS NEO-6M, LCD, LED, saturasi oksigen, Telegram, *Java Formal Languages and Automata Package* (JFLAP), persentase *error*, dan *Haversine Formula*.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab metode penelitian menjelaskan mengenai tahapan yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan. Tahapan penelitian meliputi studi literatur, analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem, kesimpulan dan saran.

BAB 4 PERANCANGAN

Bab perancangan menjelaskan mengenai rancangan sistem deteksi hipoksia yang dikembangkan, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. Perancangan perangkat keras mencakup arsitektur sistem dan integrasi komponen seperti sensor MAX30102, modul GPS NEO-6M, ESP32, dan komponen pendukung lainnya. Sedangkan perancangan perangkat lunak menjelaskan alur kerja program, penerapan metode *Finite State Machine* (FSM), perancangan *state*, transisi sistem, serta mekanisme pengiriman notifikasi melalui Telegram.

BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN

Bab implementasi, pengujian, dan pembahasan menjelaskan hasil penerapan sistem berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Pada bab ini dibahas implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, pengujian sensor MAX30102, pengujian keakuratan lokasi GPS NEO-6M, pengujian transisi FSM menggunakan JFLAP,

pengujian respons sistem berdasarkan state FSM, serta pembahasan terhadap hasil yang diperoleh.

BAB 6 PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dari hasil pengujian yang dilakukan, pembahasan dari proses pemecahan masalah sebagai solusi dari rumusan masalah, dan saran untuk pengembangan solusi ke depannya.