SISTEM PENGUKURAN DAN KLASIFIKASI VOLUME PARU-PARU MENGGUNAKAN METODE NAÏVE BAYES

MUHAMMAD RAFI AL AZHIM
H1051221102

SKRIPSI

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

SISTEM PENGUKURAN DAN KLASIFIKASI VOLUME PARU-PARU MENGGUNAKAN METODE NAÏVE BAYES

MUHAMMAD RAFI AL AZHIM
H1051221102

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

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

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Sistem Pengukuran dan Klasifikasi Volume Paru-Paru Menggunakan Metode Naïve Bayes
Nama Mahasiswa	: Muhammad Rafi Al Azhim
NIM	: H1051221102
Jurusan/Program Studi	: Rekayasa Sistem Komputer
Tanggal Lulus	: 30 April 2026
SK Pembimbing	: No. 4078/UN22.8/TD.06/2025/21 November 2025
SK Penguji	: No. 2306/DST/UN22.8/DT.00.09/2026/19 Mei 2026

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Kartika Sari, S.Kom., M.Cs.	Rahmi Hidayati, S.Kom., M.Cs.
NIP 199206162022032014	NIP 198607202015042001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Drs. Cucu Suhery, M.A.	Dr. Dedi Triyanto, S.T., M.T.
NIP 196108291989031002	NIP 198112242009121003

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Kartika Sari, S.Kom., M.Cs.	Rahmi Hidayati, S.Kom., M.Cs.
NIP 199206162022032014	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	: Muhammad Rafi Al Azhim
NIM	: H1051221102
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 pernyatan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 30 April 2026



Muhammad Rafi Al Azhim

H1051221102

Sistem Pengukuran dan Klasifikasi Volume Paru-Paru Menggunakan Metode Naïve Bayes

Abstrak

Penurunan fungsi paru-paru akibat Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) memerlukan sistem pemantauan yang akurat, portabel, dan ekonomis untuk mendukung deteksi dini gangguan pernapasan. Namun, perangkat spirometri konvensional umumnya memiliki keterbatasan dalam hal portabilitas, biaya, serta aksesibilitas bagi masyarakat luas. Penelitian ini mengembangkan sistem pengukuran dan klasifikasi volume paru-paru berbasis mikrokontroler ESP32 dan sensor tekanan diferensial MPXV7002DP. Data tekanan pernapasan dikonversi menjadi laju aliran udara untuk memperoleh nilai *Forced Vital Capacity* (FVC) dan *Forced Expiratory Volume in One Second* (FEV_1). Selanjutnya dihitung rasio FEV_1/FVC dengan penerapan koreksi BTPS untuk meningkatkan akurasi hasil pengukuran. Metode Naïve Bayes digunakan untuk mengklasifikasikan kondisi paru menjadi normal dan obstruktif menggunakan dataset NHANES sebagai data latih dan hasil pengukuran prototipe sebagai data uji. Hasil pengujian metode Naïve Bayes dalam mengklasifikasikan kondisi paru antara penderita penyakit paru obstruktif kronis dan individu normal menggunakan 40 data uji menunjukkan nilai confusion matrix dengan *accuracy* sebesar 95%, *precision* sebesar 90,5%, *recall* sebesar 100%, dan *F*1-*Score* sebesar 95%.

Kata Kunci: Paru-Paru, Klasifikasi, Naïve Bayes, FVC, FEV_1.

Lung Volume Measurement and Classification System Using the Naïve Bayes Method

Abstract

The decline in lung function caused by Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) requires an accurate, portable, and cost-effective monitoring system to support early detection of respiratory disorders. However, conventional spirometry devices generally have limitations in terms of portability, cost, and accessibility for the broader community. This study develops a lung volume measurement and classification system based on an ESP32 microcontroller and an MPXV7002DP differential pressure sensor. Respiratory pressure data are converted into airflow to obtain Forced Vital Capacity (FVC) and Forced Expiratory Volume in One Second (FEV_1) values. The FEV_1/FVC ratio is then calculated with BTPS correction to improve measurement accuracy. The Naïve Bayes method is employed to classify lung conditions into normal and obstructive categories using the NHANES dataset as training data and prototype measurement results as testing data. The evaluation results using 40 test samples show that the Naïve Bayes method achieved a confusion matrix performance with 95% accuracy, 90.5% precision, 100% recall, and a 95% F1-Score.

Keywords: *Lung, Classification, Naïve Bayes, FVC, FEV_1.*

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul "**Sistem Pengukuran dan Klasifikasi Volume Paru-Paru Menggunakan Metode Naïve Bayes**". Penulisan skripsi ini merupakan bagian dari proses penyelesaian studi di Universitas Tanjungpura, yang diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam bidang kesehatan, khususnya terkait dengan pemantauan fungsi paru-paru pada penderita penyakit paru obstruktif kronis. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat diselesaikan tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyelesaian penulisan tugas akhir ini.

1. Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
2. Ibu Kartika Sari, S.Kom., M.Cs., selaku Dosen Pembimbing Pertama Skripsi yang telah memberikan petunjuk, bimbingan, waktu dan tenaga dalam penyusunan skripsi.
3. Ibu Rahmi Hidayati, S.Kom., M.Cs., selaku Dosen Pembimbing Kedua Skripsi serta Ketua Program Studi Rekayasa Sistem Komputer yang telah memberikan petunjuk, bimbingan, waktu, dan tenaga dalam penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Drs. Cucu Suhery, M.A. selaku Dosen Penguji Pertama atas segala masukan dan saran yang diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. Dedi Triyanto, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Kedua atas segala masukan dan saran yang diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Ucapan terima kasih kepada diri sendiri atas usaha, ketekunan, dan komitmen selama proses penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa terdapat berbagai tantangan, tekanan, dan hambatan baik akademik maupun non-akademik. Namun demikian, penulis tetap berusaha bertahan dan menyelesaikan setiap tahap penelitian hingga skripsi ini dapat diselesaikan. Proses ini menjadi pembelajaran dalam melatih kedisiplinan, tanggung jawab, dan ketahanan diri.

7. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada orang tua dan saudara atas dukungan moril dan materil selama penulisan skripsi ini. Doa dan semangat mereka menjadi kekuatan bagi penulis dalam menghadapi berbagai tantangan.
8. Terima kasih kepada teman-teman CYTIGON, The Funpintu, UKM BOX, dan Anak Dapoer yang telah menjadi tempat berbagi cerita dan keluh kesah, serta memberikan dukungan emosional dan menemani penulis selama proses penulisan skripsi ini.
9. Terima kasih kepada Denisa Assyfa Amantadendy, Rhensa Syahrum Salsabilla, Muhammad Iqbal Pratama, Cindy Aprilianti dan Fadila atas dukungannya serta menjadi teman diskusi penulis.
10. Terima kasih kepada Andi Putri Ahira, Sutan Ariiq Farrell, Videlia Adelin, dan Anisa Madinahtul Hudjah atas saran membangun dan kritikan yang membuat penulis sadar akan kekurangan penulis.
11. Pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang turut membantu dalam pengerjaan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih memiliki kekurangan dan belum sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun akan penulis terima dengan senang hati. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Pontianak, 30 April 2026

Muhammad Rafi Al Azhim
H1051221102

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK iii
Abstrak iv
Abstract v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR KODE PROGRAM xiv
DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI xv
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 2
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
1.6 Sistematika Penulisan 3
BAB 2 LANDASAN TEORI 6
2.1 Perbandingan Terhadap Penelitian Terdahulu 6
2.2 ESP32 8
2.3 Sensor MPXV7002DP 8
2.4 Sensor BMP280 9
2.5 Sensor DHT22 9
2.6 *Reset Button* 10
2.7 *Liquid Crystal Display* (LCD) 10
2.8 Parameter Pengukuran dan Klasifikasi Fungsi Paru-Paru 11
2.9 Indeks Standar FEV_1, FVC, dan Rasio FEV_1/ FVC 11
2.10 Naïve Bayes dan *Confusion Matrix* 15
2.11 *Firebase* dan *Application Programming Interface* (API) 18
BAB 3 METODE PENELITIAN 20

3.1 Studi Literatur 21
3.2 Pengumpulan Data 21
3.3 Analisis Kebutuhan 22
3.3.1 Kebutuhan Perangkat Keras 22
3.3.2 Kebutuhan Perangkat Lunak 23
3.4 Perancangan Sistem 23
3.4.1 Perancangan Perangkat Keras 23
3.4.2 Perancangan Perangkat Lunak 23
3.5 Implementasi 24
3.5.1 Implementasi Perangkat Keras 24
3.5.2 Implementasi Perangkat Lunak 24
3.6 Pengujian 24
3.7 Kesimpulan dan Saran 25
BAB 4 PERANCANGAN 26
4.1 Deskripsi Sistem 26
4.2 Perancangan Arsitektur Sistem 26
4.3 Perancangan Perangkat Keras 27
4.3.1 Perancangan Sistem Pengukuran Tekanan Diferensial 28
4.3.2 Perancangan Sistem Pengukuran Suhu dan Kelembapan 28
4.3.3 Perancangan Sistem Pengukuran Tekanan Barometrik 29
4.3.4 Perancangan Modul LCD 16x2 30
4.3.5 Perancangan *Reset Button* 31
4.3.6 Perancangan Keseluruhan Sistem 32
4.4 Perancangan Perangkat Lunak 33
4.4.1 Perancangan Perangkat Lunak pada ESP32 33
4.4.2 Perancangan Proses Metode Naïve Bayes 35
4.5 Perancangan Antarmuka *Website* 36
BAB 5 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN 38
5.1 Implementasi Sistem 38
5.2 Implementasi Perangkat Keras 39
5.2.1 Implementasi Pengukuran Tekanan diferensial 39
5.2.2 Implementasi Pengukuran Suhu dan Kelembapan 40

5.2.3 Implementasi Pengukuran Tekanan Barometrik 40
5.2.4 Implementasi *Liquid Crystal Display* (LCD)..... 41
5.2.5 Implementasi *Reset Button*..... 41
5.2.6 Implementasi Keseluruhan Sistem..... 42
5.3 Implementasi Perangkat Lunak 43
5.3.1 Implementasi API..... 43
5.3.2 Implementasi Kode Program 44
5.3.3 Implementasi Antarmuka *Website*..... 48
5.4 Perhitungan Parameter Fungsi Paru-Paru 49
5.5 Perhitungan Menggunakan Metode Naïve Bayes..... 53
5.6 Pengujian Sistem..... 60
5.6.1 Pengujian Pembacaan Sensor MPXV7002DP..... 60
5.6.2 Pengujian Pembacaan Sensor DHT22 62
5.6.3 Pengujian Pembacaan Sensor BMP280 66
5.6.4 Pengujian Menggunakan Metode Naïve Bayes 69
BAB 6 PENUTUP..... 73
6.1 Kesimpulan 73
6.2 Saran 73
DAFTAR PUSTAKA..... 74
LAMPIRAN..... 76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 ESP32 8
Gambar 2. 2 Sensor MPXV7002DP 8
Gambar 2. 3 Sensor BMP280 9
Gambar 2. 4 Sensor DHT22 9
Gambar 2. 5 *Reset Button* 10
Gambar 2. 6 LCD 16 x 2 10
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian 20
Gambar 4. 1 Diagram Blok Sistem 27
Gambar 4. 2 Rancangan Sistem Pengukuran Tekanan diferensial 28
Gambar 4. 3 Rancangan Sistem Pengukuran Suhu dan Kelembapan 29
Gambar 4. 4 Rancangan Sistem Pengukuran Tekanan Barometrik 30
Gambar 4. 5 Rancangan Modul LCD 31
Gambar 4. 6 Rancangan *Reset Button* 32
Gambar 4. 7 Rancangan Keseluruhan Sistem 33
Gambar 4. 8 Diagram Alir Pada ESP32 34
Gambar 4. 9 Diagram Alir Naïve Bayes 35
Gambar 4. 10 Rancangan Antarmuka Halaman Ringkasan dan Klasifikasi 36
Gambar 4. 11 Rancangan Antarmuka Halaman Hasil Responden 37
Gambar 5. 1 Sistem Pengukuran Tekanan diferensial 39
Gambar 5. 2 Sistem Pengukuran Suhu dan Kelembapan 40
Gambar 5. 3 Sistem Pengukuran Tekanan Barometrik 41
Gambar 5. 4 Tampilan LCD 41
Gambar 5. 5 Sistem Reset Button 42
Gambar 5. 6 Tampilan Keseluruhan Sistem 43
Gambar 5. 7 Tampilan Respon API 44
Gambar 5. 8 Implementasi Antarmuka Halaman Ringkasan dan Klasifikasi 48
Gambar 5. 9 Implementasi Antarmuka Halaman Hasil Responden 49
Gambar 5. 10 Grafik Hasil Pengukuran Sensor MPXV7002DP 62
Gambar 5. 11 Grafik Hasil Pengukuran Suhu Pada Sensor DHT22 65
Gambar 5. 12 Grafik Hasil Pengukuran RH Pada Sensor DHT22 66

Gambar 5. 13 Grafik Hasil Pengukuran Sensor BMP280 68
Gambar 5. 14 Grafik Hasil Pengujian dan Performa Klasifikasi Naïve Bayes ... 71

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu 6
Tabel 2. 2 Indeks Standar FEV_1, FVC, dan Rasio antara FEV_1 dan FVC 12
Tabel 4. 1 Konfigurasi Pin ESP32 dan Sensor MPXV7002DP 28
Tabel 4. 2 Konfigurasi Pin ESP32 dan Sensor DHT22 29
Tabel 4. 3 Konfigurasi Pin ESP32 dan Sensor BMP280 30
Tabel 4. 4 Konfigurasi Pin ESP32 dan Modul LCD 31
Tabel 4. 5 Konfigurasi Pin ESP32 dan Reset Button 32
Tabel 5. 1 Parameter Simulasi Pengujian Sistem 50
Tabel 5. 2 Data Simulasi Perhitungan Sistem Pengukuran Fungsi Paru-Paru 52
Tabel 5. 3 Data Latih 54
Tabel 5. 4 Sampel Data Uji 57
Tabel 5. 5 Hasil Perhitungan Nilai Mean 58
Tabel 5. 6 Hasil Perhitungan Standar Deviasi 58
Tabel 5. 7 Hasil Perhitungan Distribusi Gaussian 59
Tabel 5. 8 Hasil Pengujian Pembacaan Sensor MPXV7002DP 60
Tabel 5. 9 Hasil Pengujian Pembacaan Sensor DHT22 Pada Suhu 63
Tabel 5. 10 Hasil Pengujian Pembacaan Sensor DHT22 Pada RH 64
Tabel 5. 11 Hasil Pengujian Pembacaan Sensor BMP280 67
Tabel 5. 12 Hasil Pengujian Naïve Bayes 69

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program 5. 1 Pseudocode Sistem 45

DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI

FVC	: *Forced Vital Capacity*
FEV_1	: *Forced Expiratory Volume in One Second*
FEV_1/FVC	: Rasio antara FEV_1 dan FVC
BTPS	: *Body Temperature and Pressure Saturated*
ATPS	: *Ambient Temperature and Pressure Saturated*
AWS	: *Automatic Weather Station*
IoT	: *Internet of Things*
API	: *Application Programming Interface*
NHANES	: *National Health and Nutrition Examination Survey*
PPOK	: Penyakit Paru Obstruktif Kronik
GOLD	: *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease*
V_{out}	: Tegangan keluaran sensor
ADC	: Nilai pembacaan analog
V_{ref}	: Tegangan referensi
ΔP	: Perbedaan tekanan
ρ	: Massa jenis udara
v	: Kecepatan aliran udara
A	: Luas penampang
Q	: Debit aliran udara
t	: Waktu
V	: Volume udara
V_{BTPS}	: Volume udara kondisi BTPS
V_{ATPS}	: Volume udara kondisi ATPS
P_B	: Tekanan barometrik
P_{H2O}	: Tekanan uap air
T	: Suhu
μ	: *Mean* (rata-rata)
σ	: Standar deviasi
$P(H\|X)$	: Probabilitas posterior
$P(H)$	: Probabilitas *prior*

$P(X\|H)$	: *Likelihood*
TP	: *True Positive*
TN	: *True Negative*
FP	: *False Positive*
FN	: *False Negative*

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kesehatan paru-paru merupakan salah satu aspek vital dalam sistem pernapasan manusia yang berperan penting dalam menjaga suplai oksigen ke seluruh tubuh. Paru-paru tidak hanya berfungsi sebagai organ utama dalam proses pertukaran gas, tetapi juga berperan dalam menjaga keseimbangan asam-basa, menyaring partikel berbahaya, serta mendukung metabolisme tubuh secara menyeluruh. Gangguan pada fungsi paru dapat berdampak serius terhadap kualitas hidup seseorang, mulai dari keterbatasan aktivitas fisik hingga meningkatnya risiko komplikasi penyakit kronis (Lachowicz-Scroggins et al., 2021). Berbagai faktor dapat mempengaruhi kesehatan paru, seperti paparan polusi udara, kebiasaan merokok, infeksi saluran pernapasan, hingga penyakit kronis seperti asma, penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), dan fibrosis paru. Data dari *World Health Organization* (2024) menunjukkan bahwa PPOK merupakan penyebab utama ke empat kematian secara global. Hal ini menegaskan pentingnya deteksi dini dan pemantauan kesehatan paru secara rutin agar penanganan dapat dilakukan sebelum penyakit berkembang lebih lanjut (GOLD, 2023).

Dalam praktik medis, evaluasi fungsi paru-paru umum dilakukan melalui pengukuran *Forced Expiratory Volume in 1 second* (FEV_1) dan *Forced Vital Capacity* (FVC), di mana FEV_1 menunjukkan jumlah udara yang dikeluarkan secara paksa pada detik pertama saat membuang napas sekuat-kuatnya, sementara FVC menggambarkan total jumlah udara yang dikeluarkan setelah menarik napas sedalam-dalamnya. Rasio FEV_1/FVC menjadi parameter utama untuk membedakan kondisi paru-paru normal dan obstruktif, di mana rasio yang berada dalam rentang normal menandakan tidak adanya hambatan aliran udara, sedangkan penurunan rasio tersebut merupakan indikator khas adanya obstruksi pada saluran napas sesuai kriteria spirometri yang umum digunakan (GOLD, 2023). Namun, perangkat medis konvensional untuk pemantauan fungsi kesehatan masih menghadapi berbagai keterbatasan, seperti kurangnya portabilitas, biaya implementasi yang relatif tinggi, serta ketergantungan pada fasilitas dan tenaga kesehatan.

Kondisi ini mendorong perlunya pengembangan perangkat pemantauan kesehatan yang sederhana, portabel, dan berbiaya rendah berbasis *embedded system* dan IoT (Abdulmalek *et al.*, 2022). Kemajuan teknologi berbasis mikrokontroler menawarkan alternatif solusi. Mikrokontroler ESP32 yang memiliki kemampuan pemrosesan data dan konektivitas nirkabel dapat dikombinasikan dengan sensor tekanan diferensial (MPXV7002DP) untuk mengukur aliran udara, DHT22 (suhu & kelembapan) dan BMP280 (tekanan barometrik) untuk memperhitungkan faktor lingkungan. Data yang diperoleh dapat dikoreksi dengan faktor *Body Temperature and Pressure Saturated* (BTPS) agar sesuai dengan kondisi fisiologis paru manusia. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini penting dilakukan untuk merancang dan mengembangkan sistem pengukuran fungsi paru-paru yang portabel, akurat serta terjangkau. Sistem ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap kesehatan paru sekaligus mendukung pelayanan kesehatan primer di Indonesia. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi langkah awal dalam pemanfaatan teknologi berbasis IoT untuk pengembangan perangkat medis sederhana yang mendukung deteksi dini gangguan pernapasan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang menjadi dasar penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana tingkat akurasi sensor MPXV7002DP dalam mengukur tekanan diferensial pada sistem pengukuran pernapasan berdasarkan deviasi tegangan sensor terhadap nilai *baseline*?
2. Bagaimana tingkat akurasi metode Naïve Bayes dalam mengklasifikasikan kondisi paru-paru berdasarkan nilai FVC, FEV_1, dan rasio antara FEV_1 terhadap FVC?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui tingkat akurasi sensor MPXV7002DP dalam mengukur tekanan diferensial pada sistem pengukuran pernapasan berdasarkan deviasi tegangan sensor terhadap nilai *baseline*.

2. Mengetahui tingkat akurasi metode Naïve Bayes dalam mengklasifikasikan kondisi paru-paru berdasarkan nilai FVC, FEV_1, dan rasio FEV_1 terhadap FVC.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Sensor MPXV7002DP digunakan untuk mengukur aliran udara, sedangkan DHT22 dan BMP280 digunakan untuk mengukur suhu, kelembapan, dan tekanan barometrik guna koreksi BTPS.
2. Sistem hanya berfokus pada pengukuran FVC, FEV_1, dan rasio antara FEV_1 terhadap FVC, tanpa mencakup parameter fungsi pernapasan lainnya.
3. Pengujian sistem dilakukan hanya terhadap responden laki-laki dan perempuan dewasa. Dataset yang digunakan sebanyak 160 data, yang terdiri dari 120 data latih dan 40 data uji.
4. Visualisasi data dilakukan secara *real time* melalui *dashboard* berbasis *website*.
5. Klasifikasi hasil pengukuran dibagi menjadi dua kategori, yaitu normal dan obstruktif.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah diharapkan dapat membantu masyarakat dalam melakukan pemantauan fungsi paru secara lebih mudah dan praktis melalui sistem yang menampilkan hasil pengukuran secara *real-time*. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari nilai FVC, FEV_1, dan Rasio FEV_1/FVC serta hasil klasifikasi kondisi paru, pengguna dapat mengetahui kondisi fungsi pernapasan secara dini dan mengambil langkah pencegahan atau pemeriksaan lanjutan apabila terindikasi gangguan paru.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini terdiri dari beberapa bagian yang meliputi:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang yang menjelaskan pentingnya pemantauan fungsi paru-paru serta urgensi pengembangan sistem pengukuran yang portabel dan ekonomis berbasis mikrokontroler. Selain itu, pada bab ini dijelaskan rumusan masalah dan tujuan penelitian yang berfokus pada implementasi metode Gaussian Naïve Bayes serta evaluasi kinerjanya menggunakan *confusion matrix*. Bab ini juga memuat batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan sebagai gambaran umum keseluruhan isi skripsi.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini membahas teori-teori pendukung yang meliputi ESP32, sensor MPXV7002DP, BMP280, DHT22, *reset button*, *Liquid Crystal Display* (LCD), koreksi BTPS, parameter spirometri seperti FVC, FEV_1, rasio FEV_1/FVC, serta indeks standar FEV_1, FVC, dan rasio FEV_1/FVC. Selain itu, juga dibahas metode Naïve Bayes, *confusion matrix*, Firebase, dan *Application Programming Interface* (API).

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan prosedur penelitian yang dilakukan mulai dari studi literatur, pengumpulan data primer dan sekunder, hingga analisis kebutuhan sistem. Selanjutnya dijelaskan perancangan sistem yang mencakup perangkat keras dan perangkat lunak, serta tahapan implementasi pada mikrokontroler ESP32. Bab ini juga memaparkan metode pengujian sistem untuk mengevaluasi kinerja pengukuran dan klasifikasi yang telah dikembangkan.

BAB IV PERANCANGAN SISTEM

Bab ini berisi deskripsi sistem serta perancangan arsitektur yang mengintegrasikan sensor, mikrokontroler, dan sistem monitoring. Pada bagian perangkat keras dijelaskan rancangan sistem pengukuran tekanan diferensial, suhu, kelembapan, tekanan barometrik, modul LCD, serta *reset button*. Pada bagian perangkat lunak dijelaskan alur pemrosesan data mulai dari pembacaan sensor, perhitungan FVC dan FEV1, penerapan koreksi BTPS, hingga proses klasifikasi menggunakan metode Naïve Bayes.

BAB V IMPLEMENTASI, PENGUJIAN, DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan proses implementasi sistem berdasarkan rancangan yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Pengujian dilakukan terhadap pembacaan sensor

serta evaluasi metode Naïve Bayes menggunakan data uji untuk memperoleh nilai akurasi, *precision*, *recall*, dan *F*1-*Score*. Pada bagian pembahasan dilakukan analisis hasil pengukuran dan klasifikasi, serta evaluasi performa sistem dalam membedakan kondisi paru normal dan obstruktif.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang dirumuskan berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sistem yang telah dilakukan. Kesimpulan menjawab rumusan masalah dan menunjukkan capaian penelitian sesuai tujuan yang telah ditetapkan. Selain itu, disampaikan saran untuk pengembangan sistem di masa mendatang agar performa dan akurasi sistem dapat ditingkatkan.