



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



**DETEKSI KELAINAN TIDUR SLEEP APNEA DARI
SINYAL PERNAPASAN BERBASIS DEEP LEARNING**

SKRIPSI

WAHYU AGUNG UTOMO

2107412007

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN
KOMPUTER**

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



**DETEKSI KELAINAN TIDUR SLEEP APNEA DARI
SINYAL PERNAPASAN BERBASIS DEEP LEARNING**

**APLIKASI BERBASIS WEB UNTUK DETEKSI SLEEP APNEA
BERBASIS DEEP LEARNING**

SKRIPSI

Dibuat untuk Melengkapi Syarat-Syarat yang Diperlukan Untuk

Memperoleh Diploma Empat Politeknik

WAHYU AGUNG UTOMO

2107412007

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wahyu Agung Utomo
NIM : 2107412007
Jurusan/Program : Teknik Informatika dan Komputer/Teknik Studi Informatika
Judul Skripsi : Deteksi Kelainan Tidur Sleep Apnea dari Sinyal Pernapasan Berbasis Deep Learning
Sub Judul Skripsi : Aplikasi Berbasis Web Untuk Deteksi Sleep Apnea Berbasis Deep Learning

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bebas dari peniruan terhadap karya dari orang lain. Kutipan pendapat dan tulisan orang lain ditunjuk sesuai dengan cara-cara penulisan karya ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa dalam skripsi ini terkandung ciri-ciri plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Depok, 24 Juni 2025

Yang membuat pernyataan,

Wahyu Agung Utomo

NIM 2107412007



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh

Nama : Wahyu Agung Utomo
NIM : 2107412006
Program Studi : Teknik Informatika
Judul Skripsi : Aplikasi Berbasis Web Untuk Deteksi *Sleep Apnea* Berbasis
Deep Learning

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari Jumat 04 Bulan Juli Tahun
2025 dan dinyatakan LULUS.

Disahkan oleh

Pembimbing I : Mera Kartika Delimayanti, S.Si., M.T., Ph.D.

Penguji I : Rizki Elisa Nalawati, S.T., M.T.

Penguji II : Zahra Azizah, S.Kom., M.I.S.

Penguji III : Dr. Prihatin Oktivasari, S.Si., M.Si.

Mengetahui :

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer



Ketua

Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.

NIP. 197908032003122003



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan pertolongan-Nya, Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan di Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis juga ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan, arahan, serta dukungan selama proses penulisan skripsi ini berlangsung. Secara khusus, ucapan terima kasih penulis tujukan kepada:

- a. Allah SWT, yang telah memberikan penulis rizki berupa kesehatan dan akal sehat yang sangatlah berharga bagi penulis sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.
- b. Orang tua penulis tercinta, yang tidak pernah lelah memberikan doa, semangat, serta dukungan moral maupun materi yang menjadi kekuatan utama dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
- c. Ibu Mera Kartika Delimayanti, S.Si, M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing, atas segala bentuk bimbingan, saran berharga, serta motivasi yang terus diberikan dari awal hingga akhir proses penyusunan skripsi ini.
- d. Praba Arya Elmahdi, yang telah menjadi partner seperjuangan dalam menyelesaikan skripsi ini, atas kerja sama, ide-ide, dan dukungannya.
- e. Mona Fatimah Azzahra Argadiraksa, Sebagai teman hidup, pemberi motivasi, pemberi dukungan, pengertian, dan semangat yang tak henti diberikan selama masa penulisan skripsi ini

Sebagai penutup, penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan di masa yang akan datang

Kota Bekasi, 24 Juni 2025

Penulis,

Wahyu Agung Utomo



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, Saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Wahyu Agung Utomo

NIM : 2107412007

Jurusan/Program Studi : T. Informatika dan Komputer/Teknik Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah Saya yang berjudul.

**Deteksi Kelainan Tidur Sleep Apnea dari Sinyal Pernapasan Berbasis Deep
Learning**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta Berhak menyimpan, mengalih medikan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi Saya tanpa meminta izin dari Saya selama tetap mencantumkan nama Saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini Saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 24 Juni 2025

Yang membuat pernyataan,

Wahyu Agung Utomo

NIM 2107412007



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Aplikasi Berbasis Web Untuk Deteksi *Sleep Apnea* Berbasis Deep Learning

ABSTRAK

Sleep apnea, khususnya Obstructive Sleep Apnea (OSA), merupakan gangguan tidur serius yang sulit didiagnosis secara konvensional. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem deteksi sleep apnea berbasis deep learning dari sinyal pernapasan, serta membangun aplikasi web untuk analisis dan diagnosisnya. Sinyal pernapasan seperti Flow, Sum, Abdomen, dan SpO2 dari dataset Physionet dan IMERI UI digunakan. Pra-pemrosesan data melibatkan trimming, normalisasi, dan opsional Fast Fourier Transform (FFT). Aplikasi web dibangun dengan Flask (backend) dan ReactJS (frontend), didukung oleh MySQL. Hasil black box testing menunjukkan fungsionalitas sistem yang stabil dan 100% kasus uji berhasil. User Acceptance Test (UAT) terhadap 16 responden menunjukkan tingkat penerimaan dan kepuasan pengguna yang tinggi; 87.5% menyatakan aplikasi layak digunakan umum. Aspek desain antarmuka dan kejelasan hasil deteksi mendapat apresiasi tinggi. Meskipun ada masukan untuk performa data besar dan penyempurnaan UI, sistem ini terbukti fungsional, stabil, dan berpotensi besar sebagai alat bantu diagnosis sleep apnea.

Kata Kunci: *Sleep Apnea, Deep Learning, Sinyal Pernapasan, Aplikasi Web, Pra-pemrosesan Sinyal.*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Sleep Apnea	7
2.2.2 Sinyal Pernapasan	7
2.2.3 Sinyal Flow	8
2.2.4 Sinyal Abdomen	8
2.2.5 SpO ₂ (Saturasi Oksigen)	9
2.2.6 Sinyal Sum	9
2.2.7 React JS	9
2.2.8 Framework Flask	10
2.2.9 My SQL	10
2.2.10 Waterfall	11
BAB III METODE PENELITIAN	12
3.1 Rancangan Penelitian	12
3.2 Tahapan Penelitian	13
3.3 Objek Penelitian	15



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

3.4	Teknik Pengumpulan dan Analisis Data	15
3.4.1	Pengumpulan Data	15
3.4.2	Analisis Data	15
3.5	Pra-pemrosesan Data.....	15
3.6	Deployment.....	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		17
4.1	Analisis Kebutuhan	17
4.1.1	Kebutuhan Fungsional	17
4.1.2	Kebutuhan non-Fungsional	19
4.1.3	Perangkat Keras	20
4.1.4	Perangkat Lunak.....	20
4.2	Perancangan Sistem	21
4.2.1	Metode Penerapan Apnea	22
4.2.2	Alur Perancangan Pra-pemrosesan Data.....	24
4.2.3	Rancangan Program Aplikasi.....	25
4.2.4	Alur Kerja Aplikasi.....	27
4.3	Implementasi Sistem	29
4.3.1	Pre-Processing.....	29
4.3.2	Backend Api.....	31
4.3.3	User Interface	39
4.4	Pengujian Sistem.....	47
4.4.1	Deskripsi Pengujian	47
4.4.2	Prosedur Pengujian	48
4.4.3	Data Hasil Pengujian.....	51
4.4.4	Evaluasi Pengujian	59
BAB V PENUTUP.....		62
5.1	Kesimpulan.....	62
5.2	Saran	62
DAFTAR PUSTAKA		64
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS		67
LAMPIRAN.....		68



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Tabel Analisis Kebutuhan Fungsional User.....	17
Tabel 4. 2 Tabel Kebutuhan Fungsional Admin	18
Tabel 4. 3 Tabel Analisis Kebutuhan Non Fungsional	20
Tabel 4. 4 Tabel Perangkat Keras	20
Tabel 4. 5 Tabel Perangkat Lunak	20
Tabel 4. 6 Kriteria Apnea.....	23
Tabel 4. 7 BlackBox Testing User	48
Tabel 4. 8 Blackbox testing Admin	49
Tabel 4. 9 Tabel Pertanyaan UAT.....	50
Tabel 4. 10 Tabel Hasil <i>Black box Testing</i> (Data Normal).....	51
Tabel 4. 11 Tabel Hasil <i>Black Box Testing</i> (Data tidak normal)	53
Tabel 4. 12 Tabel Hasil Pengujian UAT (Ya atau Tidak).....	56
Tabel 4. 13 Tabel Hasil Pengujian (Skala Linear).....	58

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Rancangan Penelitian	12
Gambar 3. 2 Tahapan Penelitian	13
Gambar 4. 1 Perbandingan sinyal pernapasan normal dan apnea	24
Gambar 4. 2 Alur Pra-pemrosesan Data	24
Gambar 4. 3 Use Case Diagram	25
Gambar 4. 4 Class Diagram	26
Gambar 4. 5 Activity Diagram User	27
Gambar 4. 6 Activity Diagram Admin	28
Gambar 4. 7 Preprocessing Trim Edf File	29
Gambar 4. 8 Convert Csv To Edf	30
Gambar 4. 9 Preprocessing Combine Signal	31
Gambar 4. 10 get_admin_users	31
Gambar 4. 11 delete_admin_users_user_id	32
Gambar 4. 12 get_admin_users_user_id	32
Gambar 4. 13 post_auth_login	33
Gambar 4. 14 get_auth_me	33
Gambar 4. 15 get_auth_protected	34
Gambar 4. 16 post_auth_refresh	34
Gambar 4. 17 post_auth_register	35
Gambar 4. 18 post_detect_apnea_edf	35
Gambar 4. 19 post_detect_apnea_csv	36
Gambar 4. 20 post_detect_edf	37
Gambar 4. 21 post_detect_csv	37
Gambar 4. 22 get_profile_me	38
Gambar 4. 23 put_profile_update	38
Gambar 4. 24 Home	39
Gambar 4. 25 About	39
Gambar 4. 26 How It Works	40
Gambar 4. 27 Register	40
Gambar 4. 28 Login	41
Gambar 4. 29 User Dashboard	41
Gambar 4. 30 Sleep Apnea Detection	42
Gambar 4. 31 Detection Result	43
Gambar 4. 32 User Profile	43
Gambar 4. 33 Edit Profile	44
Gambar 4. 34 Sleep Apnea Detection History	44
Gambar 4. 35 Detection Detail	45
Gambar 4. 36 Admin - User Management	46
Gambar 4. 37 User Details	46
Gambar 4. 38 Responden	55
Gambar 4. 39 Formula Persentase	55

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 40 Formula Persentase Skala Linear 57





© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin Observasi	68
Lampiran 2 Wawancara User	69
Lampiran 3 Invoice Server Mei	70
Lampiran 4 Invoice Server Juni	71





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pernapasan dan tidur nyenyak merupakan proses biologis penting yang berperan penting dalam memastikan kelangsungan hidup manusia dan kesejahteraan secara keseluruhan. Ketika pernapasan terhenti selama beberapa menit, hal ini dapat berakibat fatal. Gangguan tidur merupakan komplikasi yang sering dikaitkan dengan gangguan rumit yang dikenal sebagai sindrom pernapasan terkait tidur. Meskipun gejala apnea tidur sudah dikenal luas, diagnosis yang akurat masih menjadi tantangan. (Bahagia and Ayu, 2020). *Sleep apnea* terbagi menjadi tiga jenis, yaitu “*Obstructive Sleep Apnea (OSA)*”, *Central Sleep Apnea (CSA)*, dan *Complex Sleep Apnea (MSA)*” dengan OSA sebagai jenis yang paling umum ditemukan (Villines, 2021). Menurut (McNicholas and Pevernagie, 2022), “*obstructive sleep apnea (OSA)* ditandai dengan episode obstruksi saluran napas atas yang berulang selama tidur dan kelainan mendasar yang mencerminkan ketidakmampuan otot-otot saluran napas atas untuk menahan gaya negatif yang dihasilkan oleh saluran napas atas selama inspirasi”. CSA juga terjadi pada saat tidur, namun bedanya gangguan tidur ini terjadi karena gangguan saraf (Villines, 2021). *Complex Sleep Apnea* adalah jenis gangguan tidur yang terjadi karena adanya gangguan di saluran napas bagian atas dan gangguan pada saraf atau gabungan dari OSA dan CSA (Villines, 2021).

Prevalensi OSA yang ada di kalangan masyarakat usia produktif di Asia berkisar antara 4,1 hingga 7,5%. Beberapa faktor yang dapat berkontribusi terhadap munculnya gejala untuk OSA pada kelompok usia ini dapat meliputi obesitas, jenis kelamin laki-laki, pertambahan usia, faktor genetik, kebiasaan merokok, serta ukuran saluran napas atas yang sempit. (Annisarahma et al., 2024). Teknik radiologi dapat digunakan untuk mengidentifikasi adanya apnea tidur. Namun, metode ini sering kali memakan waktu dan sangat bergantung pada intervensi manusia secara manual, sehingga kurang efisien. Untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi pendeteksian *sleep apnea*, perlu dilakukan modernisasi proses dengan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

memanfaatkan kemajuan teknologi “*deep learning*”. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi serta akurasi dalam menganalisis hasil deteksi. (Ismail, 2023).

Penelitian ini mengembangkan dan menerapkan perangkat lunak yang mampu memprediksi terjadinya *sleep apnea* dengan menganalisis data yang diperoleh dari pola sinyal Pernapasan pasien. Sistem menghasilkan representasi dari temuannya, sehingga meningkatkan presisi dan keandalan evaluasi diagnostik. Selain itu, aplikasi ini menyimpan riwayat hasil dari analisis pasien, serta menyediakan data dari sinyal Pernapasan untuk diunduh. Untuk menjaga kerahasiaan data para pasien, sistem ini menerapkan pengaturan hak untuk akses berdasarkan level akun pengguna, akibatnya, akses ke informasi yang sangat sensitif ini dibatasi hanya untuk individu yang diberi wewenang dan dipercaya untuk menggunakannya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem deteksi *Sleep Apnea* berbasis sinyal Pernapasan dengan *deep learning*?
2. Bagaimana membangun aplikasi web untuk mendukung analisis dan diagnosis gangguan *Sleep Apnea* dari hasil model *deep learning*?
3. Bagaimana pengujian fungsionalitas aplikasi web yang dibangun?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, berikut adalah batasan masalah yang ditetapkan:

1. Penelitian ini menggunakan dataset sinyal pernapasan yang bersumber dari Physionet dan IMERI UI.
2. Aplikasi ini dibangun menggunakan Flask sebagai *framework* backend, ReactJs sebagai *frontend*, dan MySQL sebagai basis data.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

3. Penelitian ini hanya akan fokus pada deteksi OSA yang diindikasikan oleh gangguan pada saluran napas atas. Tidak akan mencakup deteksi jenis *Sleep Apnea* lainnya, seperti CSA atau MSA.
4. Aplikasi web ini hanya dapat mendeteksi OSA yang dialami pengguna menggunakan sinyal pernapasan dengan output hasil deteksi (ya atau tidak).
5. Aplikasi ini tidak mencakup fitur tambahan seperti konsultasi langsung dengan dokter, pemberian terapi atau saran medis berdasarkan hasil deteksi, serta integrasi dengan sistem rumah sakit lainnya.
6. Aplikasi ini dikembangkan untuk dijalankan pada platform web dan tidak akan mencakup pengembangan aplikasi mobile atau desktop sebagai platform alternatif.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan sistem deteksi *Sleep Apnea* dari sinyal pernapasan menggunakan model *deep learning*.
2. Membangun aplikasi web untuk analisis dan diagnosis *Sleep Apnea* berdasarkan hasil dari model *deep learning*.
3. Menguji kinerja aplikasi untuk memastikan hasil deteksi yang akurat dan efisien.

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

Manfaat penelitian ini diharapkan membantu tenaga medis dalam mendiagnosis *sleep apnea* secara lebih cepat, akurat, dan efisien melalui pemanfaatan sinyal pernapasan, sekaligus meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya deteksi dini demi menunjang kualitas hidup. Selain itu, penelitian ini juga memberikan kontribusi ilmiah sebagai referensi bagi pengembangan sistem serupa di masa depan, termasuk penerapan teknologi lanjutan seperti *deep learning* dan penggunaan dataset berskala besar.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan diperlukan untuk menyederhanakan proses penyusunan tesis ini. Dengan demikian, konten dibagi menjadi beberapa bab, yang masing-masing membahas aspek penelitian yang berbeda:

1. BAB I PENDAHULUAN

Berisi penjelasan latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi teori – teori yang berkaitan atau digunakan dalam perancangan, pembangunan, dan penelitian sistem.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Mengemukakan mengenai rencana yang dibuat peneliti dalam melakukan penelitian skripsi dan tahapan-tahapan yang dilewati untuk menyelesaikan penelitian.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menjelaskan hasil penelitian dan analisis pengujian yang meliputi deskripsi implementasi, evaluasi sistem, serta interpretasi hasil berdasarkan tujuan penelitian.

5. BAB V PENUTUP

Merupakan penutup yang berisi kesimpulan dan saran dari penelitian untuk proses pengujian selanjutnya.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu tentang deteksi kelainan tidur, khususnya *sleep apnea*, melalui transformasi sinyal fisiologis berbasis deep learning menunjukkan kemajuan signifikan dalam penggunaan teknologi ini untuk diagnosis yang lebih efisien. *Sleep apnea*, ditandai dengan adanya gangguan pernapasan saat tidur, dapat dideteksi dengan menggunakan sinyal fisiologis yang mencerminkan aktivitas tubuh saat tidur. Penelitian menunjukkan bahwa transformasi sinyal pernapasan memungkinkan penerapan algoritma deep learning, seperti Convolutional Neural Networks (CNN), untuk mengidentifikasi pola yang berkaitan dengan gangguan tidur ini (Hafezi et al., 2020).

Penelitian berjudul “*Classification of Brainwaves for Sleep Stages by High-Dimensional FFT Features from EEG Signals*” yang dilakukan oleh Mera Kartika Delimayanti ini berfokus pada klasifikasi tahapan tidur berdasarkan sinyal EEG menggunakan fitur FFT berdimensi tinggi. Metode yang digunakan adalah Random Forest dan SVM dengan seleksi fitur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fitur domain frekuensi yang diekstraksi melalui FFT secara signifikan meningkatkan akurasi model hingga 89,19%. Penelitian ini menyoroti pentingnya fitur domain frekuensi dalam analisis sinyal EEG untuk deteksi kondisi tidur. Pengubahan data fisiologis menjadi gambar dicapai melalui metode seperti *Continuous Wavelet Transform* (CWT) dan *Discrete Wavelet Transform* (DWT), yang keduanya merupakan alat yang efektif untuk mengekstraksi fitur-fitur penting dari data sinyal EEG. Penelitian oleh Hafezi et al, yang berjudul “*Sleep Apnea Severity Estimation From Tracheal Movements Using a Deep Learning Model*” menunjukkan bahwa penggunaan model deep learning dapat meningkatkan akurasi dalam mendeteksi *sleep apnea* dengan memanfaatkan fitur yang diekstraksi dari sinyal pernapasan yang telah ditransformasi”. Selain itu, Penelitian Ramachandran dan Karuppiyah yang berjudul “*A Survey on Recent Advances in Machine Learning Based Sleep Apnea Detection Systems*” menyoroti bahwa “penggunaan sensor untuk mendeteksi



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

sleep apnea, termasuk sinyal pernapasan, telah terbukti akurat dan dapat diandalkan“

Dalam konteks penggunaan teknologi non-kontak, dalam penelitian Akbarian et al. yang berjudul “*Noncontact Sleep Monitoring With Infrared Video Data to Estimate Sleep Apnea Severity and Distinguish Between Positional and Nonpositional Sleep Apnea: Model Development and Experimental Validation*” menggunakan 3D CNN untuk menganalisis video inframerah dalam mendeteksi apnea dan memperkirakan indeks *apnea-hypopnea* (AHI) Pendekatan ini menunjukkan potensi besar dalam memantau *sleep apnea* tanpa perlu menggunakan alat yang invasif. Selain itu, Dalam penelitian mereka yang berjudul “*A 1D-CNN Based Deep Learning Technique for Sleep Apnea Detection in IoT Sensors*” menunjukkan bahwa “teknik 1D-CNN dapat mencapai akurasi tinggi dalam mendeteksi *sleep apnea* dengan resolusi deteksi per detik”.

Kemajuan dalam teknologi wearable juga berkontribusi pada deteksi *sleep apnea*. Penelitian oleh Ferrer-Lluis et al. yang bertajuk “*Analysis of Smartphone Triaxial Accelerometry for Monitoring Sleep-Disordered Breathing and Sleep Position at Home*” membuktikan bahwa smartphone dengan sensor triaxial dapat digunakan untuk memantau pernapasan yang terganggu dan posisi tidur di rumah, menawarkan alternatif yang lebih praktis dibandingkan dengan polysomnography (PSG) yang mahal dan tidak nyaman”. Selain itu, penelitian oleh Tarim dengan judul “*A Wearable Device Integrated with Deep Learning-Based Algorithms for the Analysis of Breath Patterns*” mengemukakan bahwa “perangkat wearable yang terintegrasi dengan algoritma deep learning dapat menganalisis pola pernapasan secara otomatis, memberikan solusi yang non-invasif dan ergonomis untuk diagnosis *sleep apnea* ”.

Secara keseluruhan, kombinasi antara transformasi sinyal Fisiologis, teknik deep learning, dan pemrosesan fitur yang cermat dapat memberikan solusi yang efektif untuk mendeteksi kelainan tidur seperti *sleep apnea*. Penelitian lebih lanjut



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

diperlukan untuk menyempurnakan metode ini dan menyelidiki potensinya untuk aplikasi klinis menggunakan teknologi yang lebih mudah diakses dan hemat biaya.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Sleep Apnea

Sleep apnea merupakan salah satu gangguan tidur yang paling umum dan ditandai dengan gangguan sementara dalam pernapasan yang terjadi selama tidur. Gejala *sleep apnea* meliputi sensasi tercekik saat tidur, napas tersengal-sengal, rasa kantuk berlebihan di pagi hari, kesulitan berkonsentrasi, serta gejala yang paling sering terjadi, yaitu mendengkur. Mendengkur disebabkan oleh aliran udara turbulen yang disebabkan oleh penyumbatan parsial di bagian belakang hidung dan mulut selama tidur, dan apnea tidur melibatkan kolaps berulang pada saluran napas bagian atas. Penelitian memperkirakan bahwa antara 35% dan 45% pria dan 15% hingga 28% wanita mengalami dengkur. Namun, tidak semua orang yang mendengkur akan mengalami OSA. Namun, mendengkur kronis menimbulkan risiko bagi kesehatan, termasuk peningkatan kemungkinan terkena hipertensi, serangan jantung, stroke, depresi berat, kesulitan konsentrasi, rasa frustrasi, serta mudah marah. Selain itu, gangguan tidur akibat mendengkur juga berpotensi menyebabkan rasa kantuk yang berlebihan saat menjalani aktivitas sehari-hari. (Pardede and Raspati, 2021).

2.2.2 Sinyal Pernapasan

Deteksi *sleep apnea*, terutama *obstructive sleep apnea* (OSA) dan *central sleep apnea* (CSA), sangat bergantung pada analisis sinyal pernapasan yang akurat. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sinyal elektrodigram jantung (ECG) memainkan peran penting dalam mendeteksi gangguan tidur ini. Subairi et al. menjelaskan bahwa metode deteksi OSA dapat menggunakan fitur statistik dari interval RR pada sinyal ECG, yang membantu dalam evaluasi kondisi jantung serta mendeteksi apnea Subairi et al. (2022). Selain itu, klasifikasi suara pernapasan juga menjadi metode yang relevan dalam deteksi sleep apnea. Rizal mengungkapkan bahwa karakteristik sinyal suara paru dapat dianalisis menggunakan *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dan diklasifikasi dengan jaringan saraf tiruan,



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

memberikan pendekatan alternatif dalam memahami gangguan pernapasan (Rizal, 2021).

2.2.3 Sinyal Flow

Sinyal flow dalam konteks pemantauan pernapasan adalah representasi dari aliran udara yang masuk dan keluar dari saluran napas selama siklus pernapasan. Dalam sistem *respiratory inductance plethysmography* (RIP), sinyal ini tidak diukur secara langsung seperti pada spirometer, melainkan diturunkan dari perubahan impedansi yang terekam oleh pita sensor di dada dan perut. Perubahan impedansi tersebut terjadi karena gerakan mekanik dinding dada dan abdomen saat seseorang bernapas, yang kemudian digunakan untuk mengestimasi kecepatan dan arah aliran udara (inspirasi atau ekspirasi).

Penelitian (Nasichah and Astuti Rochiatun, 2025) menunjukkan bahwa sinyal RIP-flow memiliki korelasi tinggi dengan sinyal aliran napas yang dihasilkan dari metode non-kontak, dengan nilai korelasi $r = 0,89 \pm 0,06$. Ini menunjukkan bahwa meskipun metode ini tidak mengukur aliran secara langsung, sinyal flow yang dihasilkan dari RIP tetap mampu merepresentasikan pola aliran udara secara akurat, terutama selama pemantauan tidur. Dengan demikian, sinyal flow RIP menjadi alternatif yang berguna dalam pemantauan gangguan pernapasan non-invasif seperti sleep apnea.

2.2.4 Sinyal Abdomen

Sinyal abdomen merujuk pada data yang diperoleh dari pengukuran gerakan atau perubahan volume di area perut selama pernapasan. Seperti sinyal thoraks, pengukuran ini dapat dilakukan menggunakan teknik seperti *respiratory inductance plethysmography* (RIP). Pemantauan sinyal abdomen penting untuk menilai kontribusi pernapasan diafragma dan dapat membantu dalam evaluasi pola pernapasan abnormal (Coronel *et al.*, 2020).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

2.2.5 SpO₂ (Saturasi Oksigen)

SpO₂ adalah pengukuran *non-invasif* yang menunjukkan persentase *hemoglobin* dalam darah yang terikat dengan oksigen. Pengukuran ini dilakukan menggunakan pulse *oximeter*, yang biasanya ditempatkan pada jari atau daun telinga. Nilai SpO₂ yang normal berkisar antara 95% hingga 100%. Pemantauan SpO₂ penting dalam berbagai kondisi medis untuk memastikan bahwa jaringan tubuh menerima oksigen yang cukup (Coronel et al., 2020)

2.2.6 Sinyal Sum

Sinyal sum adalah sinyal gabungan yang diperoleh dari penjumlahan sinyal pita dada (*thorax*) dan perut (*abdomen*) dalam sistem RIP. Kedua sinyal tersebut mencerminkan perubahan volume yang terjadi akibat pernapasan, dan penggabungan keduanya memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang aktivitas pernapasan total seseorang (Amal et al., 2025). Karena dada dan perut berkontribusi bersama dalam proses respirasi, sinyal sum menjadi indikator yang kuat untuk mengevaluasi pola pernapasan normal dan abnormal.

Sinyal ini sangat penting dalam identifikasi gangguan seperti paradoxical breathing, di mana dada dan perut bergerak tidak sinkron (berlawanan arah). Dalam kondisi ini, amplitudo sinyal sum dapat menurun atau bahkan mendatar. Sinyal *sum* juga digunakan dalam klasifikasi apnea dan hipopnea, membantu membedakan tipe apnea (*central*, *obstructive*, atau *mixed*) berdasarkan kontribusi gerakan masing-masing bagian tubuh. Dengan kata lain, sinyal sum memperkuat interpretasi klinis terhadap sinyal pernapasan dengan menyatukan informasi dari dua sumber utama pergerakan respirasi.

2.2.7 React JS

React.js adalah pustaka JavaScript populer yang terutama digunakan untuk membangun antarmuka pengguna, terutama untuk aplikasi satu halaman (SPA). Arsitekturnya memungkinkan pengembang untuk membuat aplikasi web berskala besar yang dapat memperbarui dan merender komponen secara dinamis tanpa perlu me-refresh halaman penuh. Kemampuan ini sebagian besar disebabkan oleh DOM



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

virtual React, yang menggunakan algoritma *diffing* yang efisien untuk meminimalkan manipulasi langsung terhadap DOM yang sebenarnya, sehingga meningkatkan kinerja dan pengalaman pengguna (Bhatt et al., n.d. 2023).

2.2.8 Framework Flask

Flask adalah kerangka kerja web mikro untuk Python yang telah mendapatkan daya tarik yang signifikan dalam pengembangan aplikasi web karena kesederhanaan dan fleksibilitasnya. Sebagai kerangka kerja yang ringan, Flask menyediakan alat penting bagi para pengembang untuk membuat aplikasi web secara efisien tanpa perlu menggunakan kerangka kerja yang lebih kompleks seperti Django. Inti dari Flask dibangun di atas toolkit *Werkzeug* dan mesin templat *Jinja2*, yang memfasilitasi pembuatan aplikasi web dengan menyediakan perutean, penanganan permintaan, dan kemampuan templating (Sanjurjo-González, 2020; Evan, 2023; Susanti & Mailoa, 2020). Kerangka kerja mikro ini memungkinkan pengembang untuk memilih komponen yang mereka butuhkan, sehingga sangat cocok untuk aplikasi kecil hingga menengah yang membutuhkan pengembangan yang cepat (Larasati, 2024; Suraya & Sholeh, 2021).

2.2.9 My SQL

Fitur penting MySQL adalah dukungannya yang kuat untuk *Data Manipulation Language* (DML), komponen dari *Structured Query Language* (SQL) yang memfasilitasi operasi seperti *SELECT*, *INSERT*, *UPDATE*, dan *DELETE* untuk manajemen basis data yang efisien (Niamilah, 2023). Selain itu, MySQL juga mendukung pengembangan aplikasi dengan menggunakan bahasa pemrograman seperti PHP, yang sering digunakan dalam pengembangan web. Sebagai contoh, dalam penelitian yang dilakukan oleh Bahrudin dan Badruzzaman, MySQL digunakan sebagai basis data untuk sistem informasi laporan kegiatan berbasis web, yang menunjukkan bagaimana MySQL dapat diintegrasikan dengan PHP dan framework seperti Laravel untuk menciptakan aplikasi yang efisien (Bahrudin & Badruzzaman, 2021)



2.2.10 Waterfall

Metodologi Waterfall adalah pendekatan sistematis dan linier untuk pengembangan perangkat lunak yang sering digunakan dalam manajemen proyek dan desain sistem. Model pengembangan ini mengikuti proses berurutan di mana setiap fase harus diselesaikan sepenuhnya sebelum beralih ke tahap berikutnya, guna memastikan kejelasan dan keteraturan. Model Waterfall terdiri dari lima tahap utama: analisis persyaratan, desain sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan berkelanjutan (Rahmawati, 2024;). Pendekatan ini sangat bagus untuk proyek dengan persyaratan yang stabil dan tidak banyak berubah, karena dapat memberi kerangka kerja yang sistematis untuk pengembangan perangkat lunak (Pargaonkar, 2023).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

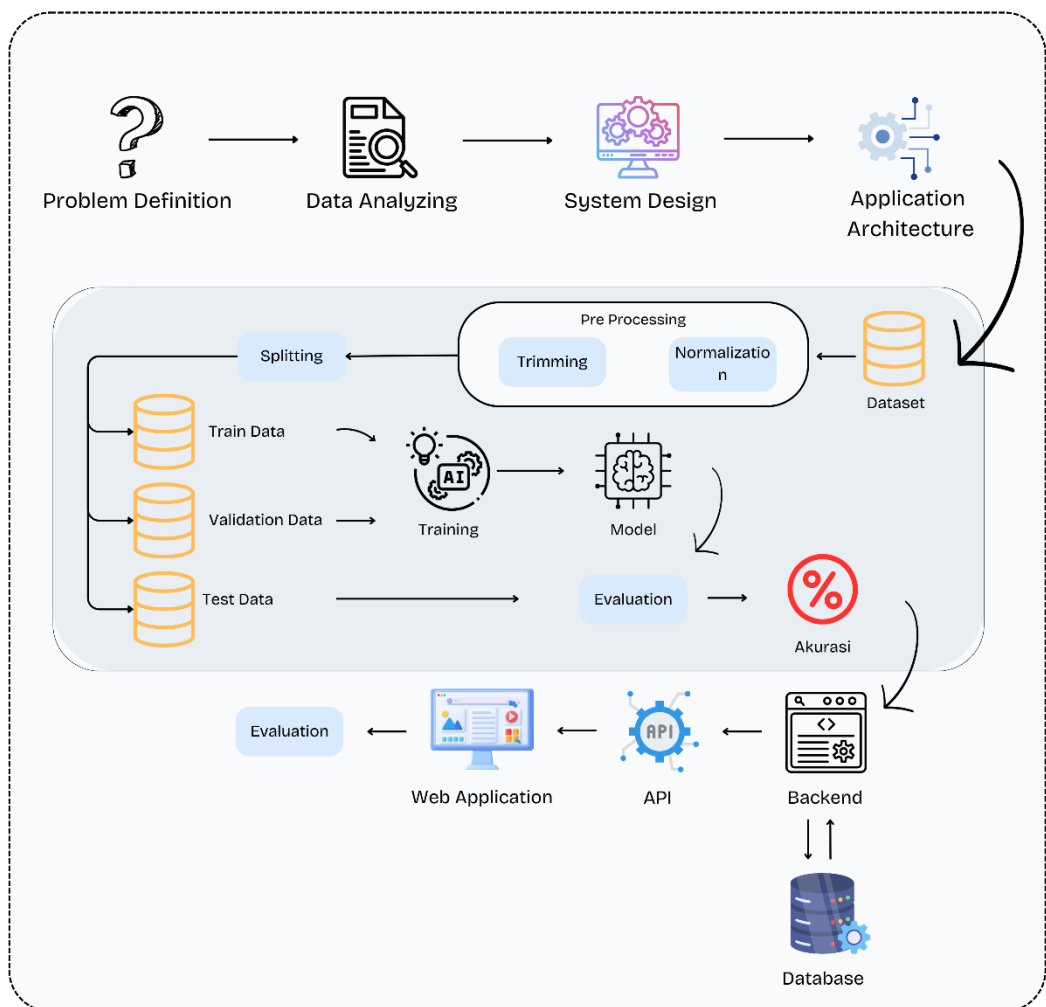


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini mengadopsi model Waterfall, yang menyediakan kerangka kerja terstruktur dan terorganisasi untuk pengembangan sistem yang mencakup analisis persyaratan, perancangan sistem, implementasi solusi, pengujian dengan menggunakan metode campuran kuantitatif dan kualitatif, serta memastikan pemeliharannya.



Gambar 3. 1 Rancangan Penelitian

Pada gambar 3.1, alur penelitian dijelaskan berdasarkan konsep waterfall yang digunakan dalam penelitian ini. Tahapan dimulai dari Problem Definition, di mana

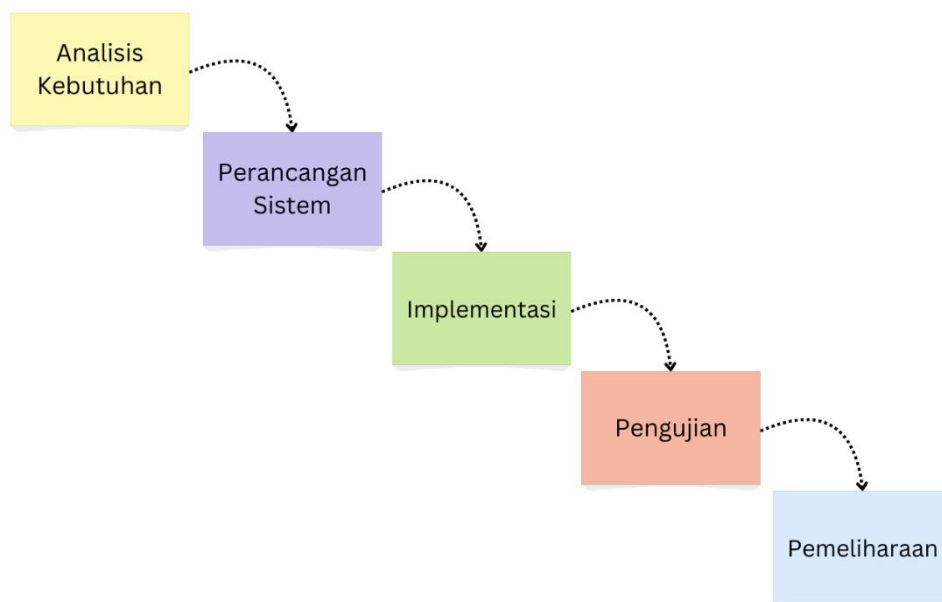
- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

masalah utama didefinisikan untuk memberikan arah penelitian. Dilanjutkan dengan Data Analyzing untuk memahami data yang digunakan, yang kemudian menjadi dasar bagi *System Design* dan perancangan *Application Architecture* secara terstruktur. Tahap berikutnya adalah *Preprocessing* dataset, mencakup *normalization*, *triming*, dan *splitting*. Data yang diproses dibagi menjadi Train Data, Validation Data, dan Test Data. Training dilakukan untuk membangun model tahap ini akan dilakukan dan dijelaskan pada penelitian lain dengan judul utama yang sama, model diintegrasikan ke dalam *Cloud Server* dan Backend yang terhubung ke Database. Hasilnya dikembangkan menjadi *Web Application* yang menyediakan antarmuka pengguna. Evaluasi akhir memastikan fungsionalitas *system*.

3.2 Tahapan Penelitian



Gambar 3. 2 Tahapan Penelitian



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Alur kerja penelitian, seperti yang digambarkan pada Gambar 3.2, menggambarkan tahap-tahap berurutan dari analisis persyaratan, desain sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan.

Berikut adalah rincian tahapan penelitian:

1. Analisis Kebutuhan

Proses pengembangan dimulai dengan mengidentifikasi persyaratan pengguna untuk membuat perangkat lunak yang memenuhi kebutuhan fungsional dan teknis. Selain itu, spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak diuraikan untuk membantu dalam mencapai tujuan pengembangan.

2. Perancangan Sistem

Pada tahap ini Merancang arsitektur aplikasi, diagram alur kerja, dan antarmuka pengguna dengan integrasi pemrosesan sinyal. Framework ReactJS dan Flask dipilih untuk fleksibilitas, efisiensi, dan skalabilitas.

3. Implementasi

Tahap ini dilakukan dengan Membangun aplikasi, termasuk model backend untuk mengolah sinyal Pernapasan serta antarmuka pengguna yang mendukung unggahan data, pemrosesan sinyal, dan visualisasi hasil.

4. Pengujian

Menguji fungsionalitas, performa, dan keamanan aplikasi menggunakan metode *Blackbox* dan UAT (*User Acceptance Testing*). Sebagai umpan balik pengguna digunakan untuk memperbaiki kekurangan dan memastikan aplikasi memenuhi kebutuhan pengguna dengan baik sebelum masuk ke tahap production.

5. Pemeliharaan

Memastikan aplikasi tetap optimal melalui pembaruan fitur, perbaikan bug, dan pelatihan administrator untuk pengelolaan sistemelah implementasi, tahap pemeliharaan bertujuan menjaga aplikasi tetap berfungsi optimal.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

3.3 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah aplikasi web untuk deteksi sleep apnea dari sinyal Pernapasan. Aplikasi web ini dirancang untuk mempermudah pengguna dalam mengunggah dan menganalisis data sinyal, sekaligus memberikan visualisasi hasil deteksi secara interaktif. Administrator juga akan dimudahkan dalam mengelola aplikasi dan data menggunakan antarmuka yang intuitif.

3.4 Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

3.4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data untuk penelitian ini dilakukan dengan menggunakan berbagai metode pelengkap:

1. Wawancara

Wawancara akan melibatkan para ahli di bidang kesehatan, seperti dokter spesialis tidur, serta pengguna potensial aplikasi seperti pasien dan administrator sistem. Pertanyaan akan difokuskan pada kebutuhan pengguna dan ekspektasi terhadap fitur aplikasi.

2. Studi Literatur

Tinjauan literatur yang komprehensif dilakukan untuk mengumpulkan wawasan dari studi dan temuan penelitian sebelumnya yang relevan, terutama terkait deteksi sleep apnea, dan penerapan teknologi.

3.4.2 Analisis Data

Analisis kualitatif data wawancara dan tinjauan literatur dilakukan untuk mengidentifikasi persyaratan penting pengguna dan menentukan spesifikasi sistem secara akurat. Analisis ini juga akan digunakan sebagai dasar untuk menentukan prioritas fitur dan memastikan aplikasi dapat memenuhi kebutuhan pengguna secara efektif.

3.5 Pra-pemrosesan Data

Proses preprocessing dilakukan dengan memotong sinyal menjadi segment dengan overlap sebagai salah satu augmentasi data dan memilah sinyal yang diperlukan



sesuai arahan dokter. Segmen data yang telah dipilah kemudian dinormalisasi nilai amplitudonya menjadi nilai yang seragam.

3.6 Deployment

Tahap deployment pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *Virtual Private Server* (VPS) dari Digital Ocean dengan spesifikasi 8 GB memory, 2 Intel vCPUs, dan 160 GB disk pada lokasi SGP1 menggunakan sistem operasi Ubuntu 24.04 (LTS) x64. Pemilihan spesifikasi ini bertujuan untuk memastikan server memiliki sumber daya yang cukup untuk menjalankan aplikasi *Sleep Well* secara optimal, baik pada sisi frontend maupun backend secara bersamaan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kebutuhan

Pada tahapan ini, pengembang sistem perlu melakukan komunikasi dengan pengguna terkait batasan-batasan dalam pengembangan aplikasi. Informasi yang didapatkan untuk mengembangkan aplikasi ini berasal dari wawancara dan studi literatur.

4.1.1 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional merupakan kebutuhan yang menjelaskan tentang kemampuan yang harus dimiliki oleh aplikasi, serta bagaimana respon aplikasi terhadap aksi yang dilakukan oleh pengguna.

Tabel 4. 1 Tabel Analisis Kebutuhan Fungsional User

Nama Fungsi	Deskripsi
Registrasi dan login pengguna	Memungkinkan pengguna untuk membuat akun baru dan masuk ke dalam sistem menggunakan kredensial yang valid.
Upload file sinyal Pernapasan (.edf atau .csv)	Pengguna dapat mengunggah file sinyal EEG dalam format .edf atau .csv sebagai data utama untuk proses deteksi.
Upload anotasi opsional (.txt)	Pengguna dapat mengunggah file anotasi tambahan dalam format .txt jika tersedia, untuk membantu analisis sinyal.
Pilih model (CNN atau LSTM)	Pengguna dapat memilih metode deteksi yang diinginkan, yaitu menggunakan model CNN atau LSTM untuk melakukan prediksi.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Durasi sinyal tertentu	Sistem menyediakan opsi untuk memproses hanya sebagian durasi sinyal dengan opsi 6 detik, sesuai kebutuhan pengguna.
Proses deteksi di backend (via model ML)	Backend menjalankan proses inferensi menggunakan model deep learning untuk mendeteksi kemungkinan sleep apnea.
Menampilkan hasil deteksi	Sistem menyajikan hasil deteksi secara jelas.
<i>Summary</i>	Aplikasi harus dapat menyajikan ringkasan hasil deteksi user.
Riwayat Deteksi	Aplikasi harus dapat menyajikan ringkasan hasil deteksi user.
<i>Profile</i>	Aplikasi dapat melihat dan mengelola profil user

Tabel 4. 2 Tabel Kebutuhan Fungsional Admin

Nama Fungsi	Deskripsi
Login	Admin masuk ke dalam sistem menggunakan kredensial yang valid.
Admin Profile	Admin dapat melihat dan mengelola informasi profilnya.
Deteksi <i>Sleep Apnea</i>	Admin memiliki akses untuk menjalankan proses deteksi <i>Sleep Apnea</i> seperti user.
Lihat Hasil Deteksi (Semua Users)	Admin dapat melihat hasil deteksi serta Riwayat deteksi dari seluruh pengguna.
Hapus Akun	Admin dapat menghapus akun pengguna dari sistem.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hapus Riwayat	Admin dapat menghapus data riwayat deteksi pengguna
---------------	---

Tabel 4.1 menunjukkan Fitur-fitur utama dalam sistem SleepWell dirancang untuk mendukung proses deteksi sleep apnea secara menyeluruh dan efisien. Pengguna dapat melakukan registrasi dan login untuk mengakses layanan sistem. Setelah masuk, mereka dapat mengunggah file sinyal pernapasan dalam format .edf atau .csv sebagai data utama, serta mengunggah file anotasi tambahan dalam format .txt secara opsional. Pengguna juga dapat memilih model deteksi yang diinginkan, yaitu CNN atau LSTM, untuk dianalisis. Proses deteksi dilakukan di sisi backend melalui model deep learning, dan hasil prediksi akan ditampilkan dengan jelas, disertai ringkasan hasil deteksi. Selain itu, sistem menyediakan riwayat deteksi untuk menelusuri hasil sebelumnya serta fitur profil pengguna untuk melihat dan mengelola informasi akun.

Tabel 4.2 kebutuhan fungsional admin menunjukkan fitur-fitur yang secara khusus dirancang untuk mendukung peran dan tanggung jawab administrator dalam sistem SleepWell. Berbeda dengan fitur untuk pengguna biasa yang berfokus pada proses deteksi sleep apnea secara personal, fitur admin lebih berorientasi pada pengelolaan sistem secara menyeluruh. Admin memiliki akses untuk masuk ke sistem (login), melihat dan mengelola profilnya, melakukan proses deteksi OSA, serta melihat hasil dan histori deteksi dari seluruh pengguna. Selain itu, admin juga dapat melakukan tindakan administratif seperti menghapus akun pengguna dengan konfirmasi terlebih dahulu, serta menghapus riwayat deteksi yang tersimpan.

4.1.2 Kebutuhan non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional merupakan kebutuhan yang menjelaskan tentang metodologi dan batasan yang harus dimiliki sistem atau aplikasi, berbeda dengan kebutuhan fungsional. Tabel 4.3 menunjukkan kebutuhan non-fungsional aplikasi SleepWell diukur berdasarkan beberapa parameter:



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 3 Tabel Analisis Kebutuhan Non Fungsional

Parameter	Deskripsi
Kompabilitas	Aplikasi dapat dijalankan di aplikasi berbasis website seperti chrome melalui <i>desktop</i> maupun <i>mobile</i> .
Mobilitas	Aplikasi hanya dapat digunakan ketika terhubung dengan internet.
Scalable	Struktur sistem dirancang agar mudah dikembangkan dan di-maintain, serta mampu menangani peningkatan beban pengguna di masa depan.

4.1.3 Perangkat Keras

Tabel 4. 4 Tabel Perangkat Keras

Nama Perangkat Keras	Spesifikasi
Asus TUF FX506HE	INTEL i7-11800H, RAM 16 GB, GPU RTX 3050 TI
Digital Ocean Droplet	8 GB Memory / 2 Intel vCPUs / 160 GB Disk / SGP1 - Ubuntu 24.04 (LTS) x64

Tabel 4.3 Menjelaskan mengenai perangkat keras yang digunakan dalam melakukan perancangan sampai dengan pengujian.

4.1.4 Perangkat Lunak

Tabel 4. 5 Tabel Perangkat Lunak

Nama Perangkat Lunak	Fungsi
React.js	Library JavaScript untuk membangun UI.
Vite	Build tool untuk proyek React yang cepat dan ringan.
Tailwind CSS	Untuk styling UI.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Axios	Untuk melakukan HTTP request ke backend.
React Router	Untuk navigasi antar halaman.
Flask	Framework Python untuk membuat REST API.
CORS Middleware	Untuk mengizinkan permintaan lintas domain dari frontend.
TensorFlow / Keras	Untuk membuat dan menjalankan model .h5 (CNN atau LSTM).
NumPy, Pandas	Untuk manipulasi data.
MNE, pyEDFlib	Untuk membaca file .edf.
Scikit-learn	Untuk preprocessing atau metrik evaluasi tambahan
Python os / pathlib	Untuk penanganan file.
Werkzeug (Flask)	Untuk mengelola upload file jika menggunakan Flask.
Nginx + Nohup	Production Server Fe dan Be
VPS Digital Ocean + Domain Hostinger	Untuk hosting backend/frontend

Tabel 4.4 menjelaskan mengenai perangkat lunak beserta libraries yang digunakan dalam pengembangan sistem aplikasi SleepWell ini baik dari sisi *frontend*, *backend*, dan juga *cloud*

4.2 Perancangan Sistem

Perancangan sistem SleepWell mengikuti metode *System Development Life Cycle (SDLC)*, dimulai dari analisis kebutuhan hingga pengujian. Aplikasi ini dirancang untuk mendeteksi sleep apnea dari sinyal Fisiologis pernapasan yang diunggah pengguna. Fitur utama meliputi registrasi, login, unggahan file .edf atau .csv, pemilihan model CNN atau LSTM, hasil prediksi, serta dukungan file anotasi .txt dan opsi durasi pemrosesan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Sistem menggunakan arsitektur *client-server* dengan frontend berbasis React.js dan Vite, serta backend Flask untuk menangani logika aplikasi, autentikasi, dan pemrosesan model deep learning berformat .h5. Backend dilengkapi modul pembaca sinyal dan validasi file. Antarmuka dirancang minimalis dan ramah pengguna, dengan fitur *drag-and-drop* serta validasi real-time.

Proses backend meliputi validasi file, preprocessing sinyal, pemanggilan model, dan pengembalian hasil prediksi via API. Autentikasi menggunakan JWT dan akses diatur berbasis peran. Struktur kode backend modular untuk memudahkan pemeliharaan dan pengujian. Untuk deployment, frontend dan backend dijalankan di VPS dengan konfigurasi menggunakan Nginx dan nohup, serta domain terhubung dari Hostinger.

4.2.1 Metode Penerapan Apnea

Pernapasan normal adalah proses fisiologis yang melibatkan inspirasi (menarik napas) dan ekspirasi (mengeluarkan napas) secara ritmis dan tanpa hambatan. Pernapasan normal memiliki ritme yang konsisten, tidak ada usaha berlebihan dalam bernapas, tidak ada periode panjang tanpa aliran udara, dan memiliki tingkat saturasi oksigen antara 90-95%. Kriteria dapat dipantau menggunakan sinyal pada *channel flow, sum, abdomen*, dan SpO2.

Pernapasan *apnea* dapat dipantau dengan *channel* yang sama dengan pernapasan normal. Kriteria *apnea* terjadi ketika terjadi penurunan atau penghentian total dari sinyal aliran udara (*flow*) $\geq 90\%$ selama ≥ 10 detik, adanya usaha pernapasan secara terus – menerus pada sinyal *abdomen* dan *sum* meskipun tidak ada peningkatan aliran udara diikuti penurunan tingkat saturasi oksigen yang signifikan ($<90\%$). Perbandingan kriteria normal dan *apnea* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Kriteria Apnea

No	Channel	Normal	Apnea
1	Flow	Ritme sinyal dan aliran udara konsisten.	Terjadi pengurangan atau pengehentian sinyal $\geq 90\%$ selama ≥ 10 detik.
2	Sum dan abdomen	Tidak ada usaha berlebihan saat bernapas.	Usaha bernapas berlebihan tanpa diiringi peningkatan aliran udara.
3	SpO2	Tingkat saturasi oksigen 90-95%.	Tingkat saturasi oksigen dibawah 90%.

Identifikasi untuk diagnosa *apnea* diperlukan sinyal dari sensor *oronasal aiflow* atau aliran udara dari mulut dan hidung. Jika tidak terdapat atau sensor dari sinyal *oronasal airflow* tidak bekerja atau sinyal tidak jelas, maka alternatif yang dapat digunakan adalah sebagai berikut :

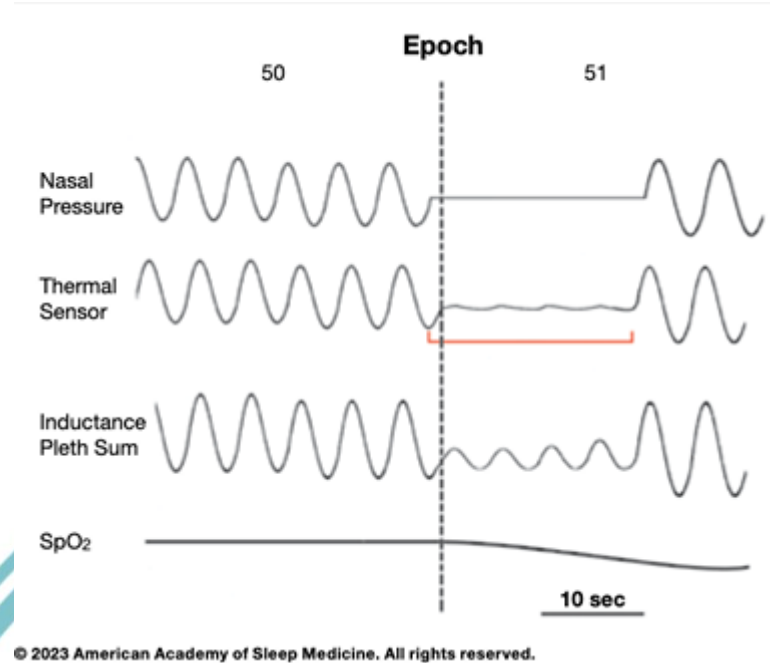
- Nasal pressure* atau tekanan udara yang diukur pada hidung (direkomendasikan).
- Respiratory inductance plethysmography sum* (RIPsum) atau getaran pada dada dan perut (direkomendasikan).
- Respiratory inductance plethysmography flow* (RIPflow) atau perubahan ukuran volume dada dan perut (direkomendasikan)
- Polyvinylidene Fluoride sum* (PVDFsum) atau getaran pada dada dan perut. Sinyal PVDFsum dapat digunakan jika sinyal RIPsum tidak tersedia.

Hak Cipta :

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
- Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

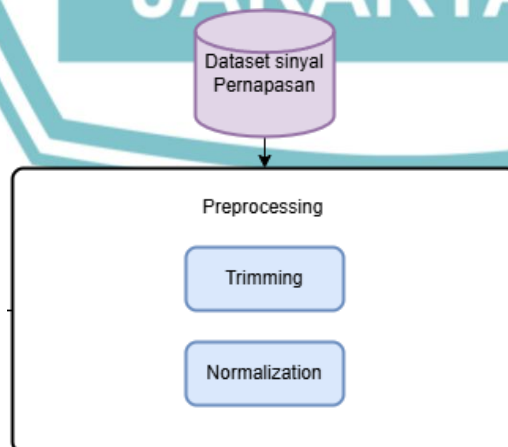


Gambar 4. 1 Perbandingan sinyal pernapasan normal dan apnea

Sumber: (Troester *et al.*, 2023)

Gambar 4.1 menunjukkan perbedaan antara sinyal pernapasan normal dan *apnea*. Sesuai dengan kriteria, sinyal pernapasan normal memiliki ritme yang konsisten tanpa ada penurunan saturasi oksigen. Pernapasan *apnea* ditandai oleh sinyal *sum* yang mengalami penurunan amplitudo selama 10 detik yang diikuti penurunan saturasi oksigen. Jika terdapat peningkatan saturasi oksigen sebesar 2% sebelum durasi 10 detik, maka pernapasan tidak dapat diklasifikasikan sebagai *apnea*.

4.2.2 Alur Perancangan Pra-pemrosesan Data



Gambar 4. 2 Alur Pra-pemrosesan Data

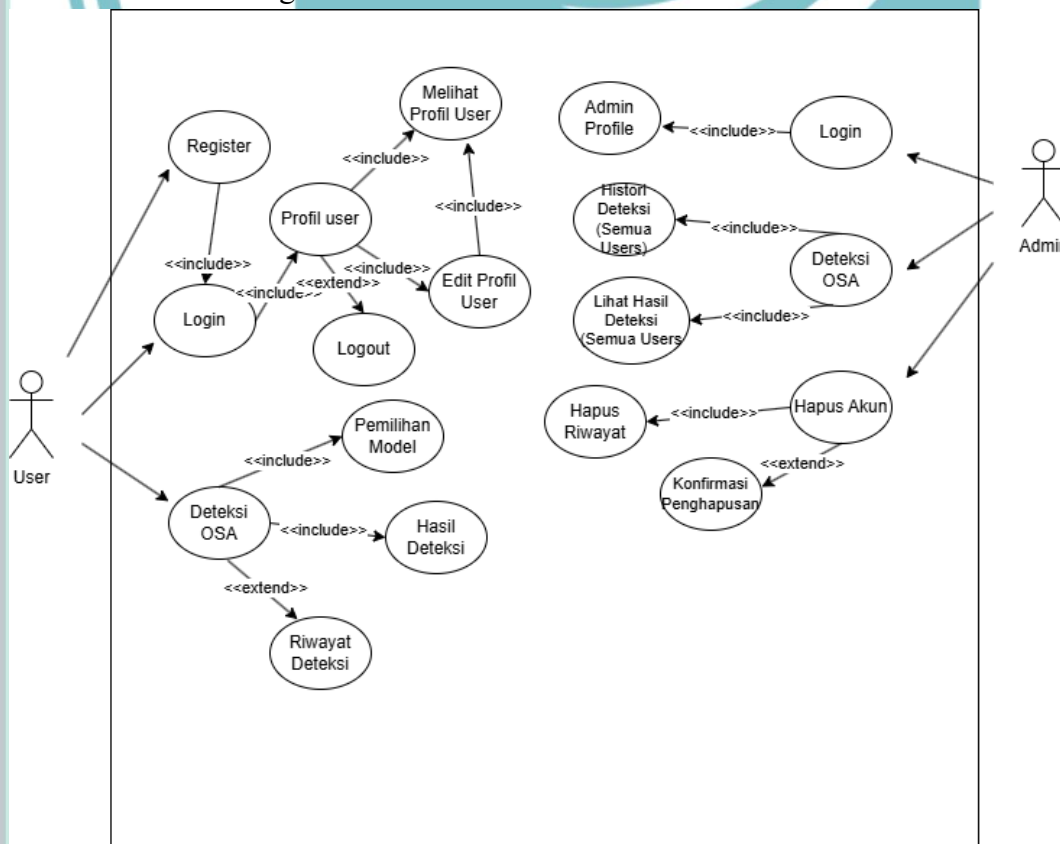
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Pada Gambar 4.2 diilustrasikan alur pengolahan data untuk Dataset sinyal Pernapasan. Mengikuti proses yang diterapkan, dataset mentah pertama-tama menjalani tahap '*Preprocessing*' secara keseluruhan. Tahap ini terdiri dari '*Trimming*', yaitu pemotongan atau segmentasi sinyal untuk memperoleh bagian yang relevan atau menghilangkan *noise*, serta '*Normalization*' untuk menyeragamkan skala nilai sinyal. Setelah melalui pra-pemrosesan ini, data kemudian di-'*Splitting*', di mana dataset yang telah diproses tersebut dibagi menjadi beberapa subset, seperti set data latih, validasi, dan uji. Lebih lanjut, diagram menunjukkan bahwa data yang telah melalui tahap-tahap tersebut dapat ditransformasikan ke domain frekuensi menggunakan '*FFT*' (*Fast Fourier Transform*) guna mengekstrak fitur berbasis frekuensi. Proses transformasi FFT ini kemudian dapat diikuti oleh tahap '*Splitting*' tambahan, yang kemungkinan merujuk pada pembagian lebih lanjut dari data atau fitur spesifik dalam domain frekuensi, sesuai dengan kebutuhan analisis atau pemodelan yang digunakan.

4.2.3 Rancangan Program Aplikasi

a. Use Case Diagram



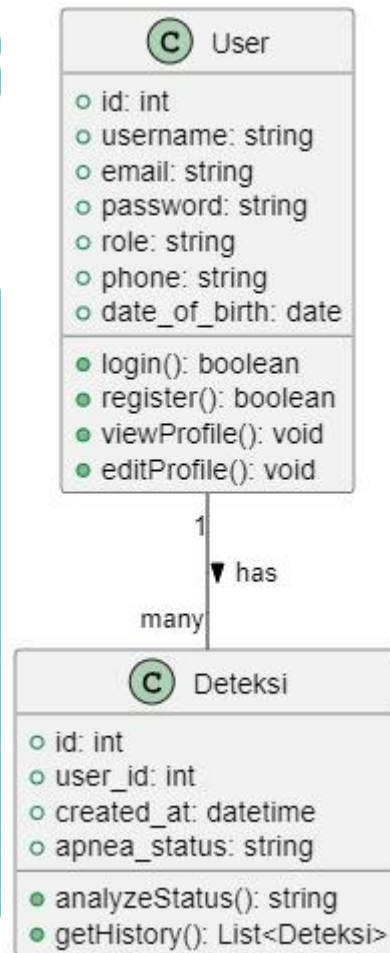
Gambar 4. 3 Use Case Diagram

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.3 menampilkan diagram kasus penggunaan untuk sistem deteksi OSA, yang menampilkan 2 aktor utama: pengguna dan administrator. Setiap aktor memiliki peran khusus, termasuk mendaftar, masuk, melakukan deteksi OSA, memperbarui profil mereka, dan meninjau hasil deteksi. Admin memiliki akses tambahan untuk melihat hasil deteksi semua pengguna dan menghapus akun.

b. Class Diagram



Gambar 4. 4 Class Diagram

Gambar 4.4 merupakan class diagram dari aplikasi sistem deteksi sleep apnea dari fisiologis otak atau jantung. Class diagram ini menggambarkan struktur dari program aplikasi tersebut. Masing – masing kelas mempunyai atribut dan fungsi.

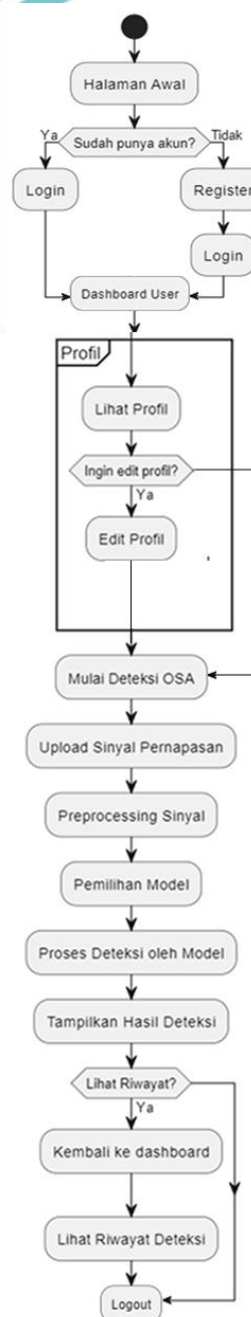
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.2.4 Alur Kerja Aplikasi

Aplikasi ini akan berjalan jika memiliki alur kerja program yang bekerja dengan baik. Alur Program aplikasi dapat diketahui dengan activity diagram. Berikut adalah activity diagram dari aplikasi ini:

a. Activity Diagram User

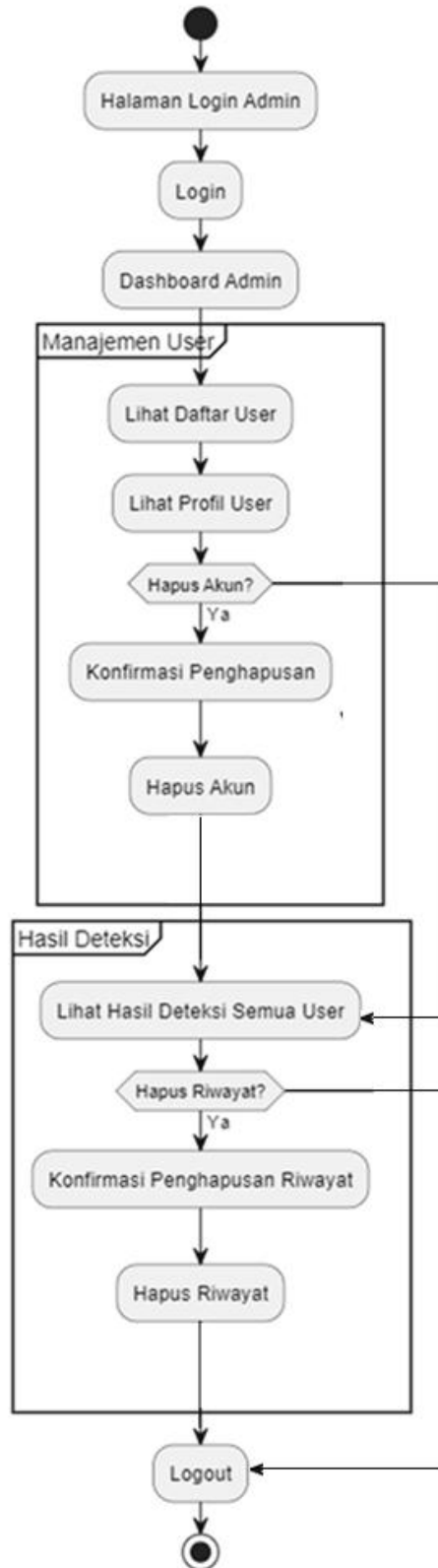


Gambar 4. 5 Activity Diagram User

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

b. Activity Diagram Admin



Gambar 4. 6 Activity Diagram Admin

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.5 menunjukkan alur utama pengguna dalam menggunakan sistem SleepWell. Dimulai dari login atau registrasi, pengguna masuk ke dashboard, melihat atau mengedit profil, lalu memulai deteksi OSA dengan mengunggah sinyal, memilih model, dan memproses data. Setelah hasil ditampilkan, pengguna dapat melihat riwayat deteksi sebelum akhirnya logout. Diagram ini menggambarkan langkah-langkah interaksi pengguna secara runtut dan efisien.

Gambar 4.6 menggambarkan alur aktivitas admin dalam sistem *SleepWell*. Admin login, mengakses dashboard, dan dapat mengelola data pengguna, termasuk melihat profil dan menghapus akun. Selain itu, admin juga dapat melihat hasil deteksi semua pengguna dan menghapus riwayat deteksi bila diperlukan. Proses diakhiri dengan logout. Diagram ini merangkum fungsi kontrol penuh yang dimiliki admin terhadap data pengguna dan hasil deteksi.

4.3 Implementasi Sistem

4.3.1 Pre-Processing

```
def trim_edf_file(input_file, start_time, end_time, drive_folder, label):
    raw = mne.io.read_raw_edf(input_file, preload=True)
    fs = int(raw.info['sfreq'])

    upsample_target_fs = 64
    channel_names = ["Flow", "Sum", "abdo", "SpO2"]
    filtered_signals = {}
    local_trimmed_paths = []
    drive_trimmed_paths = []

    for ch in channel_names:
        if ch in raw.ch_names:
            print(f"Processing channel: {ch}")
            trimmed_raw = raw.copy().pick([ch]).crop(tmin=start_time, tmax=end_time)
            signal_data = trimmed_raw.get_data()[0]

            if ch == "SpO2" or ch == "Flow":
                signal_data = np.clip(signal_data, 0, 200)
                signal_data = (signal_data - np.min(signal_data)) / (np.max(signal_data) - np.min(signal_data)) * 100
                signal_data = np.round(signal_data).astype(np.int16)

            info = mne.create_info([ch], sfreq=fs, ch_types="misc")
            new_raw = mne.io.RawArray(signal_data.reshape(1, -1), info)

            trimmed_folder = os.path.join("trimmed", label, ch)
            os.makedirs(trimmed_folder, exist_ok=True)
            local_trimmed_file = os.path.join(trimmed_folder, f"{ch}_trimmed_{start_time}-{end_time}.edf")
            mne.export.export_raw(local_trimmed_file, new_raw, fmt="edf", overwrite=True)

            filtered_signals[ch] = signal_data

    else:
        print(f"[!] Channel {ch} not found in EDF file.")

    return filtered_signals, fs
```

Gambar 4. 7 Preprocessing Trim Edf File

Tahap prapemrosesan Terlihat pada gambar 4.7 pertama dilakukan dengan memasukan durasi dari anotasi *apnea* dan normal pada data yang nantinya akan dilakukan pemotongan atau *trimming* durasi dari sinyal utama. Proses trimming durasi ini sekaligus dilakukan dengan pengambilan 4 saluran yang akan digunakan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

untuk melatih model, yaitu *Flow*, *Sum*, *Abdomen*, dan *SpO2*. Khusus untuk saluran saturasi oksigen atau *SpO2* dan *Flow*, dilakukan normalisasi terlebih dahulu menjadi bentuk nilai 0-100 karena saluran ini memiliki nilai diluar jangkauan pustaka MNE.

```
def convert_csv_to_edf_selected_channels(file_path, sfreq=64, output_path="selected_channels.edf"):
    try:
        df = pd.read_csv(file_path)
        # missing = [ch for ch in channel_names if ch not in df.columns]
        missing = [ch for ch in fixed_channel_names if ch not in df.columns]
        if missing:
            return None, f"Missing channels in CSV: {missing}"
        data = df[fixed_channel_names].to_numpy().T
        info = mne.create_info(ch_names=fixed_channel_names, sfreq=sfreq, ch_types='misc')
        raw = mne.io.RawArray(data, info)
        mne.export.export_raw(output_path, raw, fmt="edf", overwrite=True)

    return output_path, None
except Exception as e:
    return None, f"Conversion failed: {e}"
```

codesnap.dev

Gambar 4. 8 Convert Csv To Edf

Selain pemrosesan sinyal dari format EDF, sistem juga dirancang untuk menangani data input dalam format CSV seperti yang terlihat pada Gambar 4.8. Ketika pengguna mengunggah file CSV, sebuah proses konversi dilakukan sebelum data masuk ke tahap pra-pemrosesan utama. Fungsi *convert_csv_to_edf_selected_channels*, seperti yang digambarkan pada Gambar 4.7, bertanggung jawab untuk mengonversi data dari CSV menjadi format EDF, dengan memilih hanya saluran-saluran (*Flow*, *Sum*, *Abdomen*, *SpO2*) yang relevan untuk deteksi. Setelah konversi ini, file EDF yang dihasilkan akan melanjutkan alur pra-pemrosesan yang sama, termasuk *trimming* dan normalisasi, sebelum digunakan untuk inferensi model.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

```
def combine_trimmed_signals(trimmed_signals, start_time, end_time, combined_drive_folder, label, fs, file_name):
    combined_signal = np.vstack([trimmed_signals[ch] for ch in trimmed_signals if trimmed_signals[ch] is not None])

    if combined_signal.shape[0] == 0:
        print("Error: No valid signals found for combination.")
        return None

    combined_local_folder = "combined_trimmed"
    os.makedirs(combined_local_folder, exist_ok=True)
    combined_file = os.path.join(combined_local_folder, f"{file_name}{label}_{start_time}-{end_time}.edf")

    ch_names = list(trimmed_signals.keys())

    info = mne.create_info(ch_names=ch_names, sfreq=fs, ch_types="misc")
    combined_raw = mne.io.RawArray(combined_signal, info)
    mne.export.export_raw(combined_file, combined_raw, fmt="edf", overwrite=True)

    drive_combined_folder = os.path.join(combined_drive_folder, label)
    os.makedirs(drive_combined_folder, exist_ok=True)
    drive_combined_path = os.path.join(drive_combined_folder, os.path.basename(combined_file))
    shutil.move(combined_file, drive_combined_path)

    return drive_combined_path
```

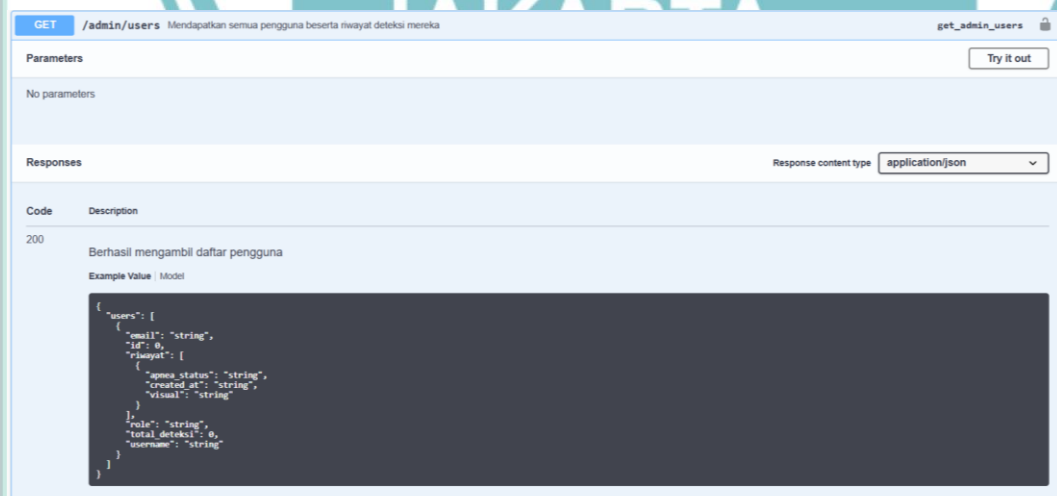
codesnap.dev

Gambar 4. 9 Preprocessing Combine Signal

Saluran – saluran sinyal yang telah melalui proses trimming kemudian diekspor menjadi file masing – masing yang dilanjutkan dengan penggabungan saluran – saluran tersebut menjadi satu file .edf baru seperti ilustrasi Gambar 4.9. File baru ini hanya berisi 4 saluran yang diperlukan dan berdurasi 30 detik dengan *overlap* 1 detik pada tiap file barunya. File – file ini selanjutnya akan diekspor dan diberi label sesuai dengan label data asli yang disertai durasi awal dan durasi akhir dari file yang telah dipotong.

4.3.2 Backend Api

1. Admin

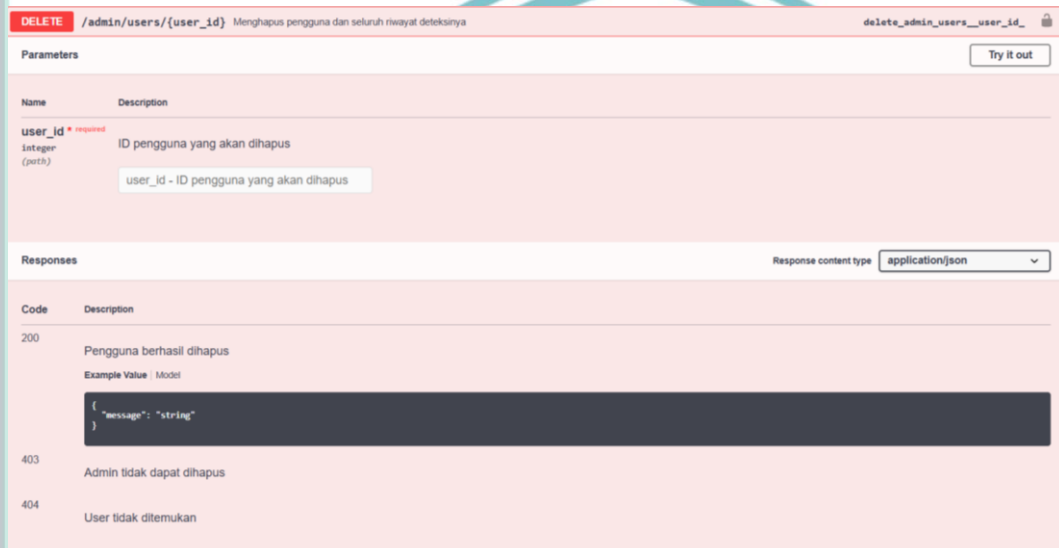


Gambar 4. 10 get_admin_users

Hak Cipta :

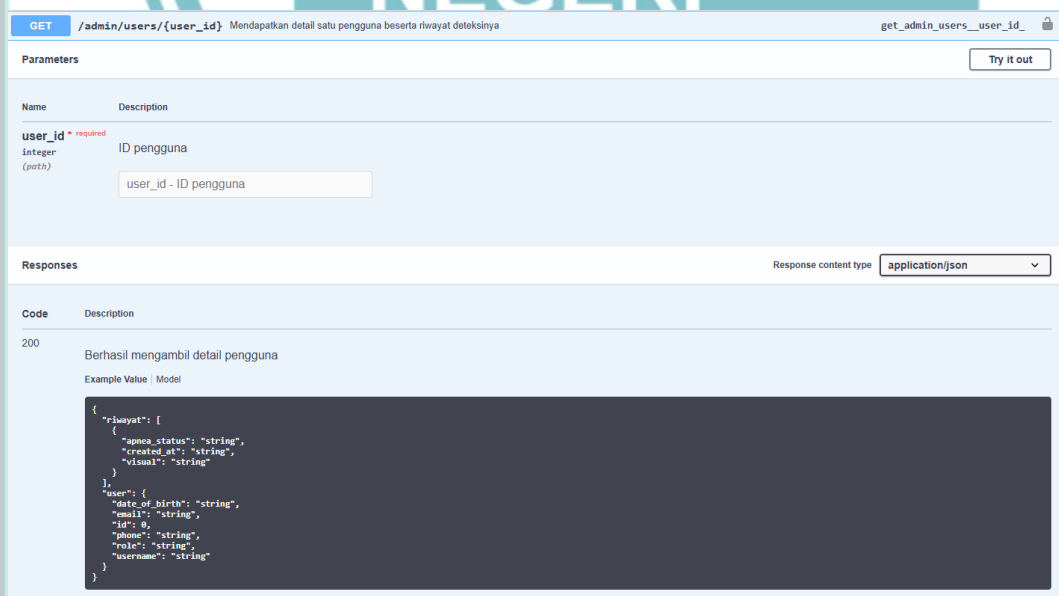
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Pada Gambar 4.10 terlihat endpoint ini memungkinkan admin untuk mengambil daftar seluruh pengguna beserta riwayat deteksi apnea mereka. Tidak memerlukan parameter dan hanya dapat diakses oleh admin. Respons mencakup data pengguna seperti id, username, email, role, total_deteksi, serta daftar riwayat yang berisi apnea_status, created_at, dan link visual hasil deteksi.



Gambar 4. 11 delete_admin_users__user_id_

Terlihat pada gambar 4.11 endpoint ini digunakan oleh admin untuk menghapus satu pengguna berdasarkan user_id, termasuk seluruh riwayat deteksi milik



Gambar 4. 12 get_admin_users__user_id_



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

pengguna tersebut. Endpoint ini membutuhkan parameter `user_id` pada path URL. Hanya admin yang dapat mengakses fitur ini.

Endpoint pada gambar 4.12 ini digunakan untuk mengambil detail satu pengguna berdasarkan `user_id`, lengkap dengan riwayat deteksi apnea miliknya. Parameter `user_id` wajib dimasukkan pada path URL. Hanya dapat diakses oleh admin.

POST /auth/login Login user post_auth_login

Login menggunakan username dan password untuk mendapatkan JWT token.

Parameters Try it out

Name	Description
body required	Example Value Model
object (body)	<pre>{ "password": "string", "username": "string"}</pre>
Parameter content type	application/json

Responses Response content type: application/json

Code	Description
200	Login successful with JWT token
400	Missing username/password
401	Invalid credentials

Gambar 4. 13 post_auth_login

Gambar 4.13 menunjukkan endpoint ini digunakan untuk melakukan login pengguna menggunakan username dan password. Jika berhasil, sistem akan mengembalikan JWT token yang digunakan untuk autentikasi pada permintaan selanjutnya

2. Auth

GET /auth/me Get current user get_auth_me

Mengambil data user berdasarkan token JWT.

Parameters Try it out

No parameters

Responses Response content type: application/json

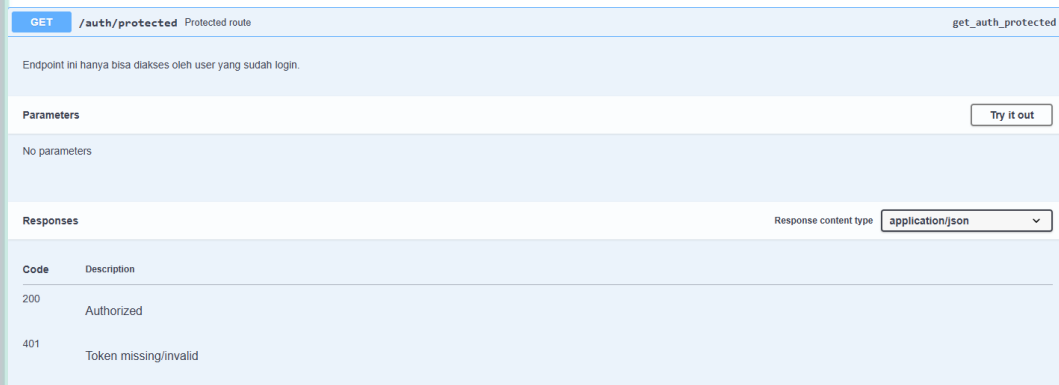
Code	Description
200	User data returned
401	Token missing/invalid
404	

Gambar 4. 14 get_auth_me

Hak Cipta :

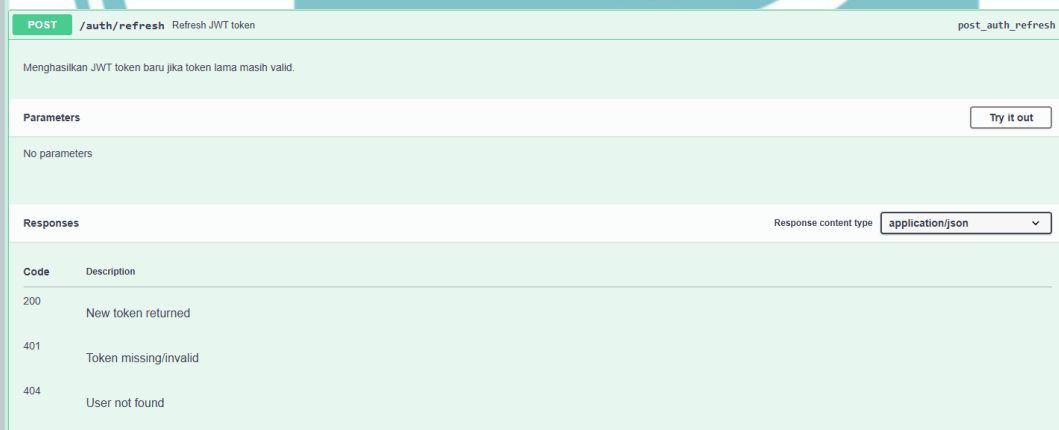
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Pada Gambar 4.14 endpoint ini digunakan untuk mengambil data pengguna yang sedang login berdasarkan JWT token yang dikirim dalam header Authorization. Tidak memerlukan parameter tambahan, namun JWT token wajib disertakan.



Gambar 4. 15 get_auth_protected

Terlihat Pada Gambar 4.15 endpoint ini merupakan route yang dilindungi, hanya dapat diakses oleh pengguna yang sudah login dan menyertakan JWT token yang valid. Tidak memerlukan parameter tambahan, namun wajib menyertakan token dalam header Authorization.



Gambar 4. 16 post_auth_refresh

Gambar 4.16 menunjukkan endpoint ini digunakan untuk menghasilkan JWT token baru jika token lama yang dikirim masih valid. Token dikirim melalui header Authorization. Tidak memerlukan parameter tambahan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

POST /auth/register Register user baru post_auth_register

Mendaftarkan user baru dengan username, email, dan password.

Parameters Try it out

Name	Description
body ^{required} object (body)	Example Value Model <pre>{ "email": "string", "password": "string", "username": "string"}</pre> Parameter content type application/json

Responses Response content type: application/json

Code	Description
201	User registered successfully
400	Incomplete data
409	Username or Email already exists

Gambar 4. 17 post_auth_register

Gambar 4.17 menunjukkan endpoint ini digunakan untuk mendaftarkan pengguna baru dengan memasukkan username, email, dan password.

3. Detection

POST /detect/apnea_edf Deteksi apnea tidur dari file EDF dan hasilkan visualisasi SpO2 terendah. post_detect_apnea_edf

Parameters Try it out

Name	Description
file ^{required} file (formData)	File EDF input Choose File No file chosen
modelType ^{required} string (formData)	Jenis model yang digunakan Available values : CNN, LSTM CNN

Responses Response content type: application/json

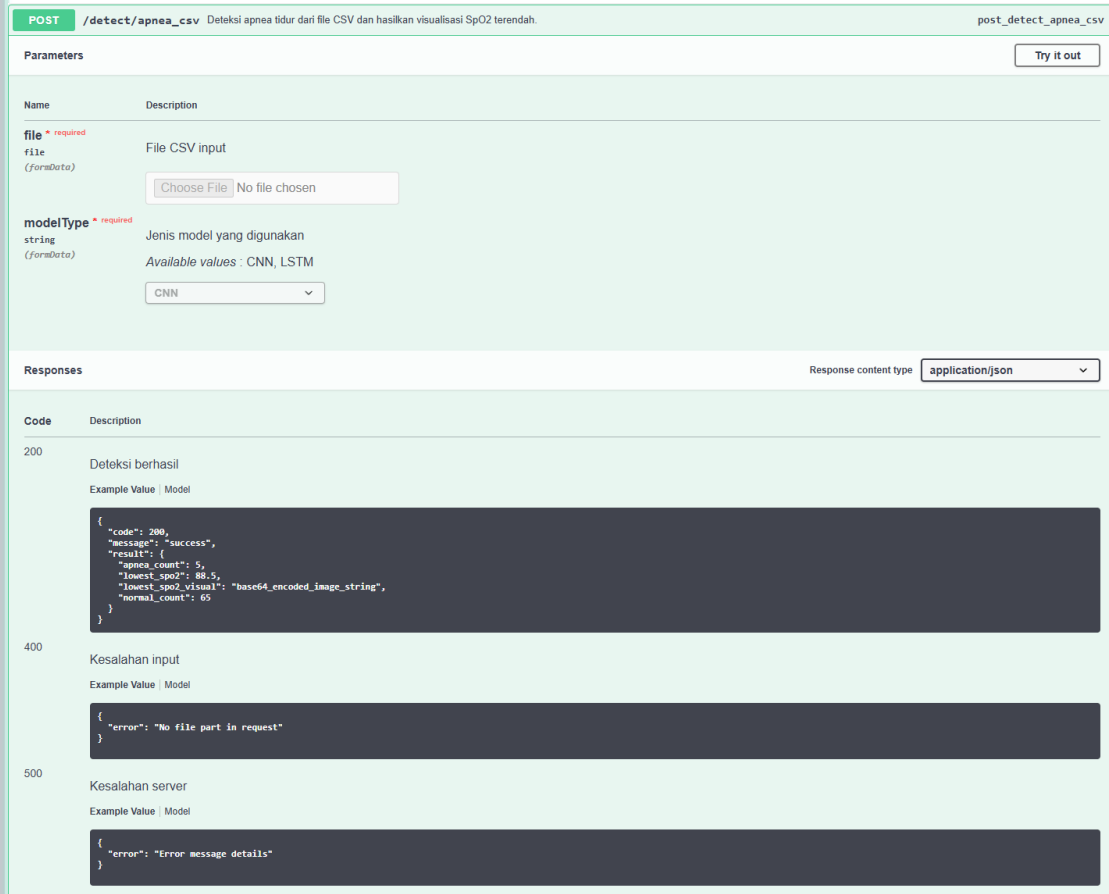
Code	Description
200	Deteksi berhasil
400	Kesalahan input
500	Kesalahan server

Gambar 4. 18 post_detect_apnea_edf

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Endpoint pada gambar 4.18 ini digunakan untuk melakukan deteksi apnea tidur dari file EDF (format sinyal medis), serta menghasilkan visualisasi SpO₂ terendah berdasarkan analisis model.



Parameters

Name	Description
file * required file (formData)	File CSV input Choose File No file chosen
modelType * required string (formData)	Jenis model yang digunakan Available values : CNN, LSTM CNN

Responses

Response content type: application/json

Code	Description
200	Deteksi berhasil Example Value Model <pre>{ "code": 200, "message": "success", "result": { "apnea_count": 5, "lowest_spo2": 88.5, "lowest_spo2_visual": "base64_encoded_image_string", "normal_count": 65 } }</pre>
400	Kesalahan input Example Value Model <pre>{ "error": "No file part in request" }</pre>
500	Kesalahan server Example Value Model <pre>{ "error": "Error message details" }</pre>

Gambar 4. 19 post_detect_apnea_csv

Endpoint pada gambar 4.19 POST /detect/apnea_csv memungkinkan pengguna mengunggah file CSV (yang akan dikonversi ke EDF) untuk deteksi *sleep apnea* menggunakan model CNN atau LSTM. Respons berhasil (Kode 200) memberikan status deteksi, nilai SpO₂ terendah, visualisasi SpO₂ terendah (dalam *base64*), dan jumlah kejadian normal. Endpoint ini juga menangani kesalahan input (Kode 400) dan kesalahan server (Kode 500).



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

POST /detect/edf Deteksi apnea menggunakan file EDF dengan atau tanpa anotasi. post_detect_edf

Parameters Try it out

Name	Description
file * required file (formData)	File EDF utama Choose File No file chosen
annotation file (formData)	File anotasi apnea (.txt), jika tersedia Choose File No file chosen
duration string (formData)	Durasi pemrosesan (opsional, bisa bernilai "6") duration - Durasi pemrosesan (opsional, bisa
modelType string (formData)	Jenis model yang digunakan Available values : CNN, LSTM --

Responses Response content type application/json

Code	Description
200	Deteksi berhasil
400	Kesalahan input
500	Kesalahan server

Gambar 4. 20 post_detect_edf

Endpoint pada gambar 4.20 ini digunakan untuk melakukan deteksi apnea tidur dari file EDF, dengan opsi tambahan berupa file anotasi apnea dan pengaturan durasi pemrosesan.

POST /detect/csv Deteksi apnea dari file CSV yang akan dikonversi ke EDF lalu dianalisis. post_detect_csv

Parameters Try it out

Name	Description
file * required file (formData)	File CSV input Choose File No file chosen
modelType * required string (formData)	Jenis model yang digunakan Available values : CNN, LSTM CNN
duration string (formData)	Durasi pemrosesan (opsional, bisa bernilai "6") duration - Durasi pemrosesan (opsional, bisa

Responses Response content type application/json

Code	Description
200	Deteksi berhasil

Gambar 4. 21 post_detect_csv

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

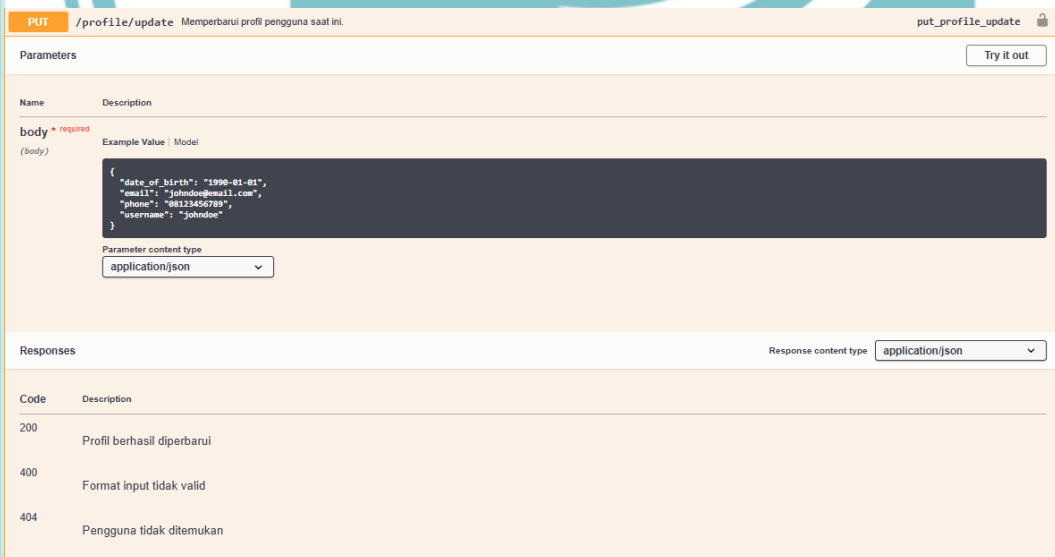
Endpoint Pada gambar 4.21 ini digunakan untuk melakukan deteksi apnea tidur dari file CSV, yang akan terlebih dahulu dikonversi ke format EDF sebelum dianalisis oleh model deteksi.

4. Profile



Gambar 4. 22 get_profile_me

Endpoint pada gambar 4.22 ini digunakan untuk mengambil data profil pengguna yang sedang login, berdasarkan JWT token yang dikirim di header Authorization. Tidak memerlukan parameter tambahan.



Gambar 4. 23 put_profile_update

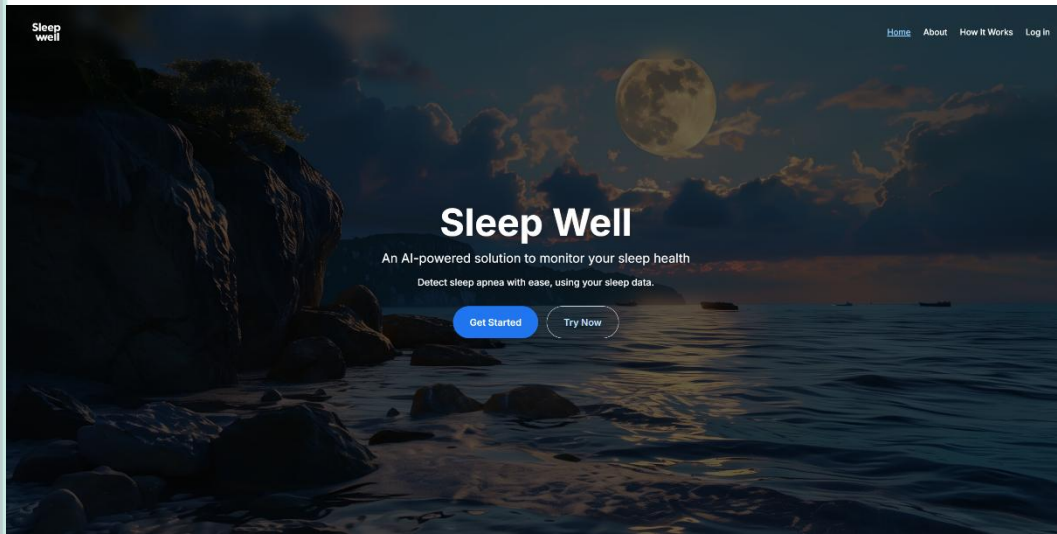
Endpoint pada gambar 4.23 ini digunakan untuk memperbarui data profil pengguna yang sedang login, seperti username, email, phone, dan date_of_birth.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

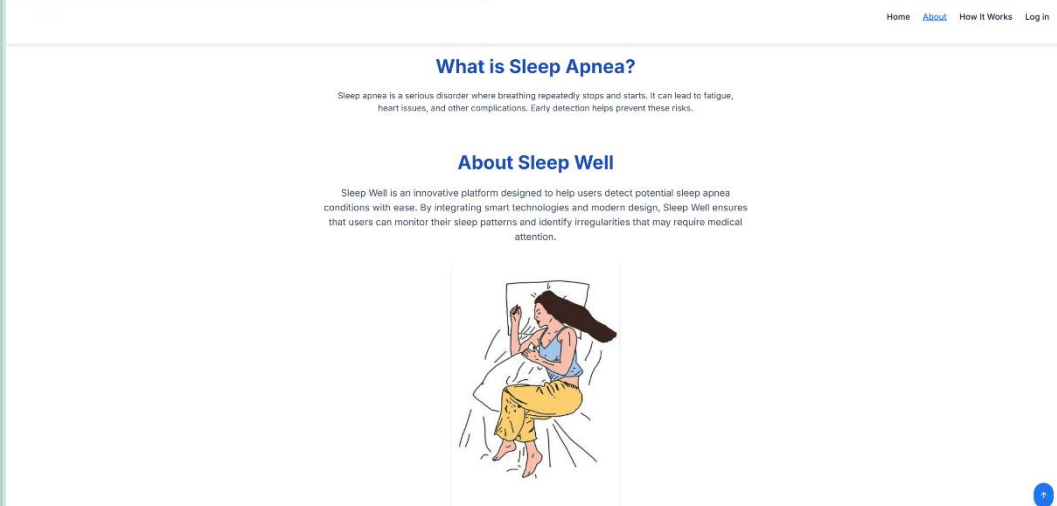
4.3.3 User Interface

1. Landing Page



Gambar 4. 24 Home

Gambar 4.24 menampilkan halaman utama (landing page) aplikasi Sleep Well, dengan latar malam yang tenang dan tombol aksi “Get Started” serta “Try Now”. Halaman ini memperkenalkan aplikasi sebagai solusi berbasis AI untuk memantau kesehatan tidur dan mendeteksi sleep apnea.,

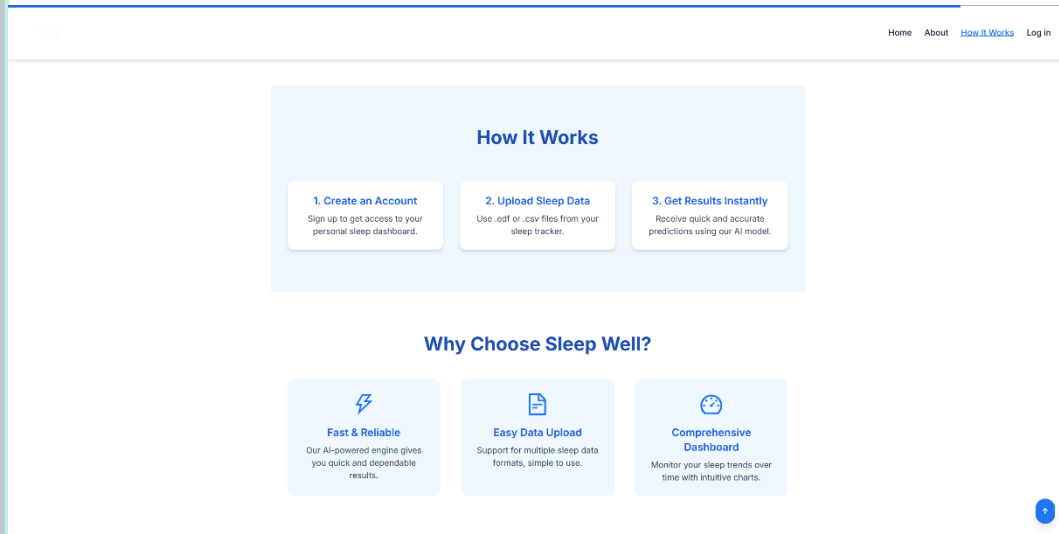


Gambar 4. 25 About

Gambar 4.25 menunjukkan bagian penjelasan tentang sleep apnea dan deskripsi singkat aplikasi Sleep Well. Halaman ini menjelaskan tujuan aplikasi serta pentingnya deteksi dini gangguan tidur.

Hak Cipta :

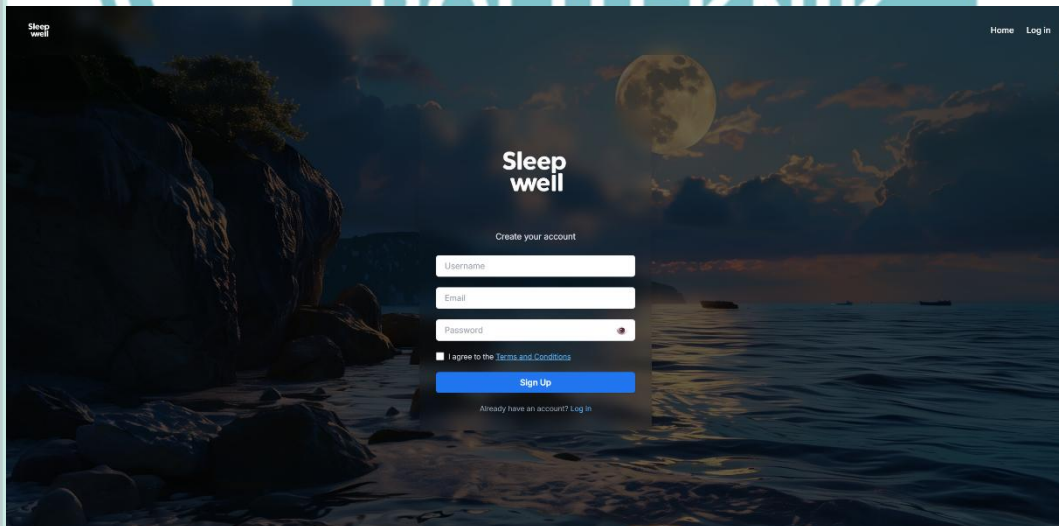
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 26 How It Works

Gambar 4.26 menampilkan bagian How It Works dan Why Choose Sleep Well? Pengguna diperlihatkan langkah-langkah penggunaan aplikasi, mulai dari membuat akun, mengunggah data tidur, hingga menerima hasil deteksi. Selain itu, dijelaskan keunggulan aplikasi seperti kecepatan, kemudahan unggah data, dan tampilan dashboard yang informatif.

2. Login & Register

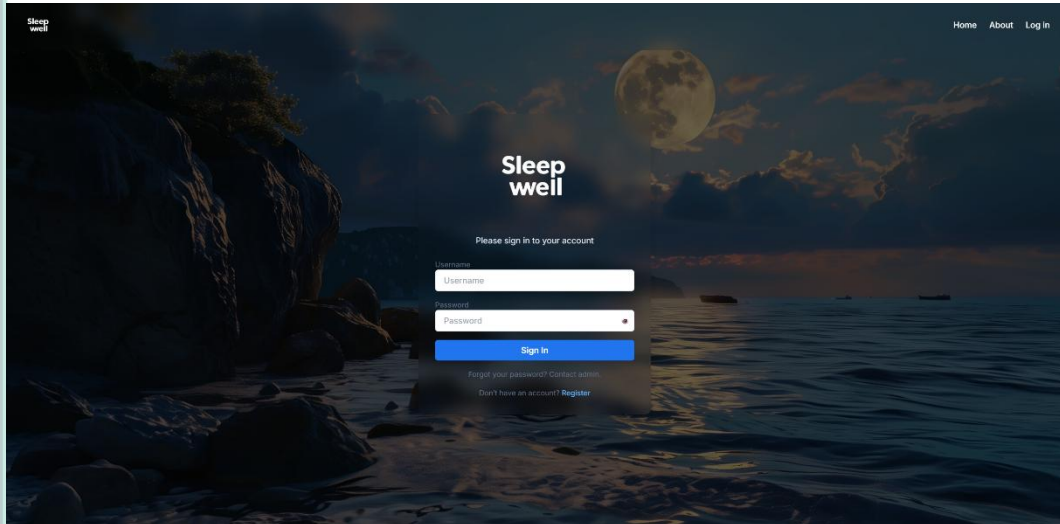


Gambar 4. 27 Register

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

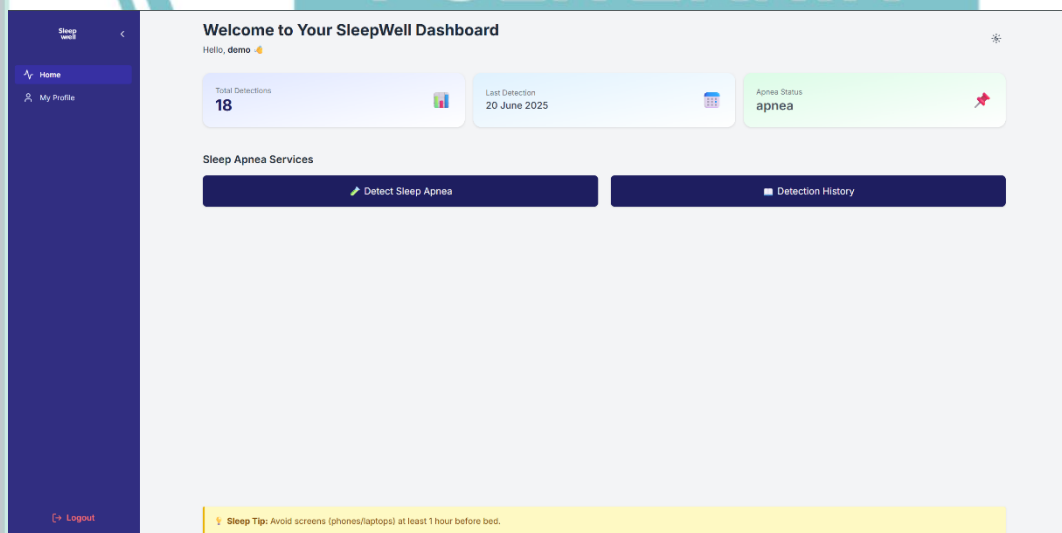
Gambar 4.27 menampilkan halaman Register aplikasi Sleep Well. Pengguna dapat membuat akun baru dengan mengisi nama pengguna, email, dan kata sandi, serta menyetujui syarat dan ketentuan sebelum menekan tombol Sign Up.



Gambar 4. 28 Login

Gambar 4.28 menampilkan halaman Login aplikasi Sleep Well. Pengguna dapat masuk ke akun dengan mengisi nama pengguna dan kata sandi, kemudian menekan tombol Sign In. Terdapat juga tautan untuk registrasi dan bantuan jika lupa kata sandi.

3. User

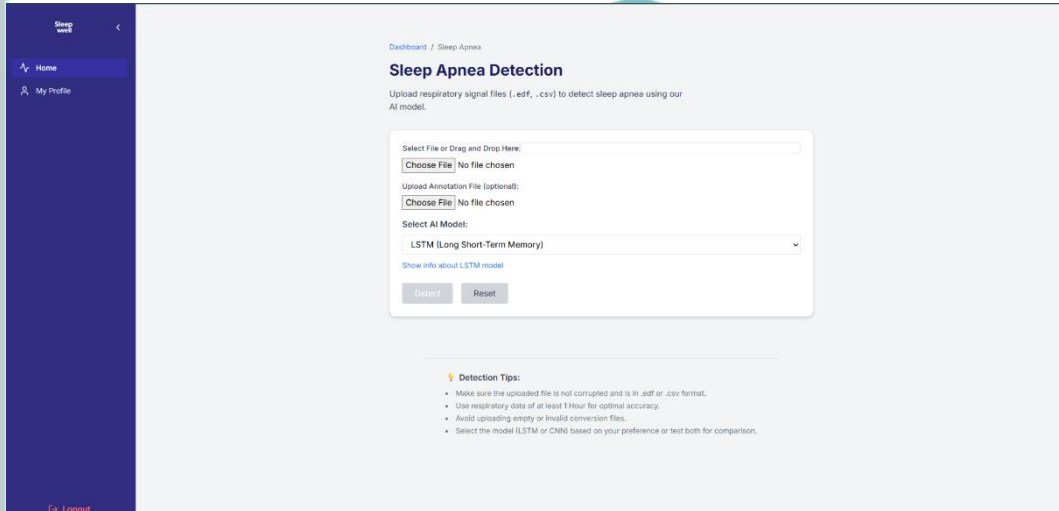


Gambar 4. 29 User Dashboard

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.29 menampilkan halaman Dashboard pengguna aplikasi Sleep Well. Dashboard ini menyajikan ringkasan deteksi sleep apnea, termasuk jumlah total deteksi, tanggal terakhir deteksi, dan status apnea terkini. Terdapat dua menu utama: Detect Sleep Apnea dan Detection History, serta tips tidur sehat di bagian bawah.

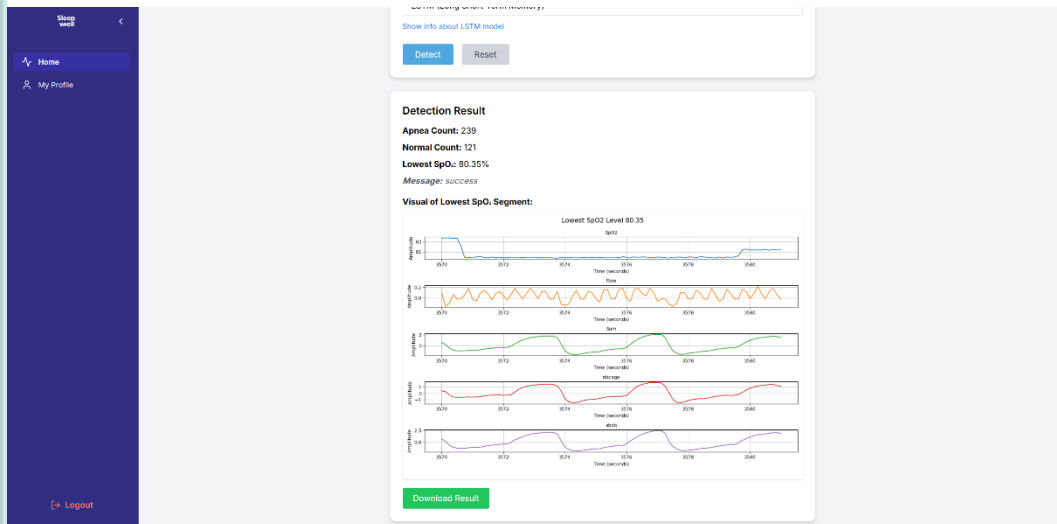


Gambar 4. 30 Sleep Apnea Detection

Gambar 4.30 menampilkan halaman Sleep Apnea Detection pada dashboard. Pengguna dapat mengunggah file sinyal pernapasan (.edf atau .csv), memilih model AI (LSTM atau CNN), dan memulai proses deteksi. Terdapat juga tips unggah file untuk hasil yang lebih akurat.

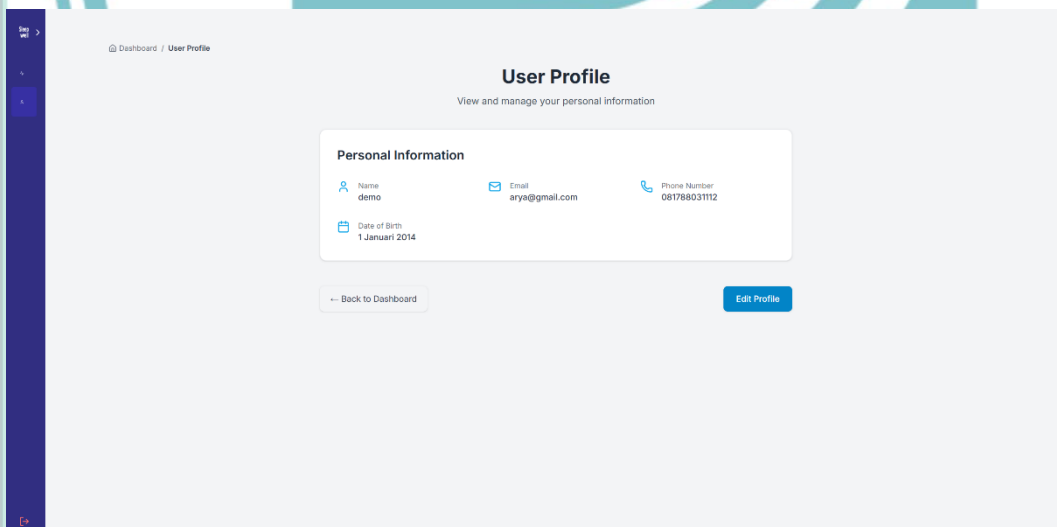
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 31 Detection Result

Gambar 4.31 menampilkan halaman Detection Result pada aplikasi Sleep Well. Hasil deteksi meliputi jumlah episode apnea, episode normal, dan nilai SpO₂ terendah. Ditampilkan juga visualisasi sinyal pada segmen SpO₂ terendah serta tombol untuk mengunduh hasil deteksi.

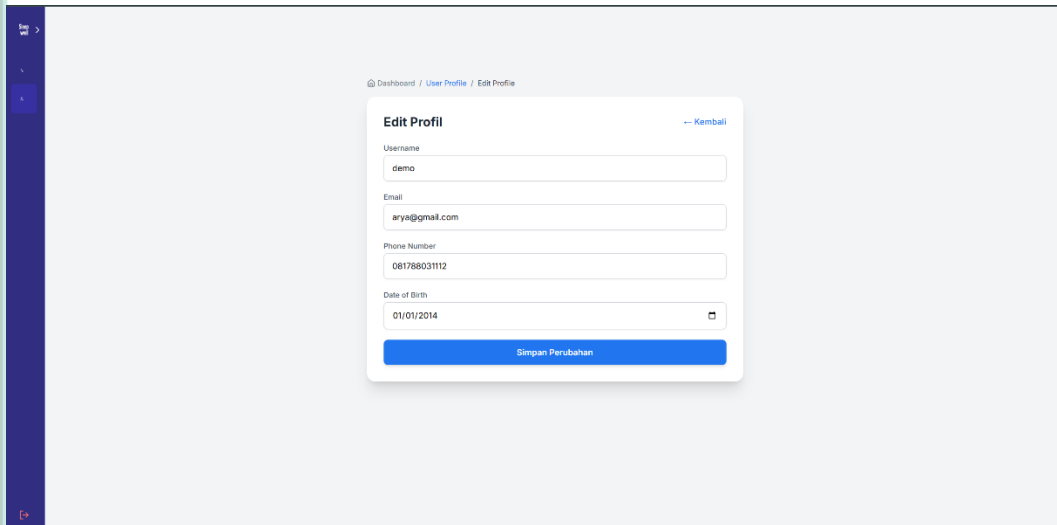


Gambar 4. 32 User Profile

Gambar 4.32 menampilkan halaman User Profile yang berisi informasi pribadi pengguna seperti nama, email, tanggal lahir, dan nomor telepon. Pengguna dapat memperbarui data dengan menekan tombol Edit Profile.

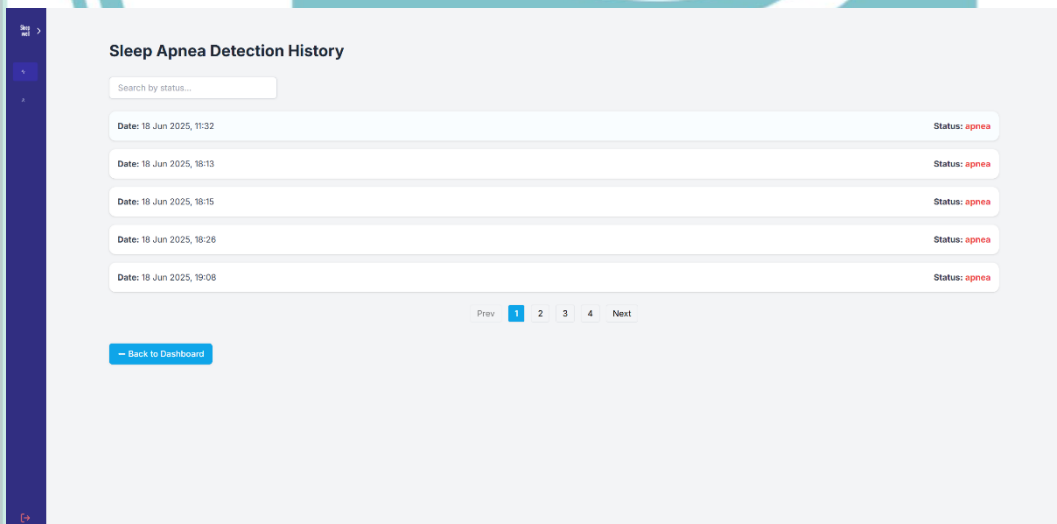
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 33 Edit Profile

Gambar 4.33 memperlihatkan halaman Edit Profile yang memungkinkan pengguna untuk memperbarui informasi pribadi seperti username, email, nomor telepon, dan tanggal lahir. Setelah melakukan perubahan, pengguna dapat menekan tombol Simpan Perubahan untuk memperbarui data mereka.

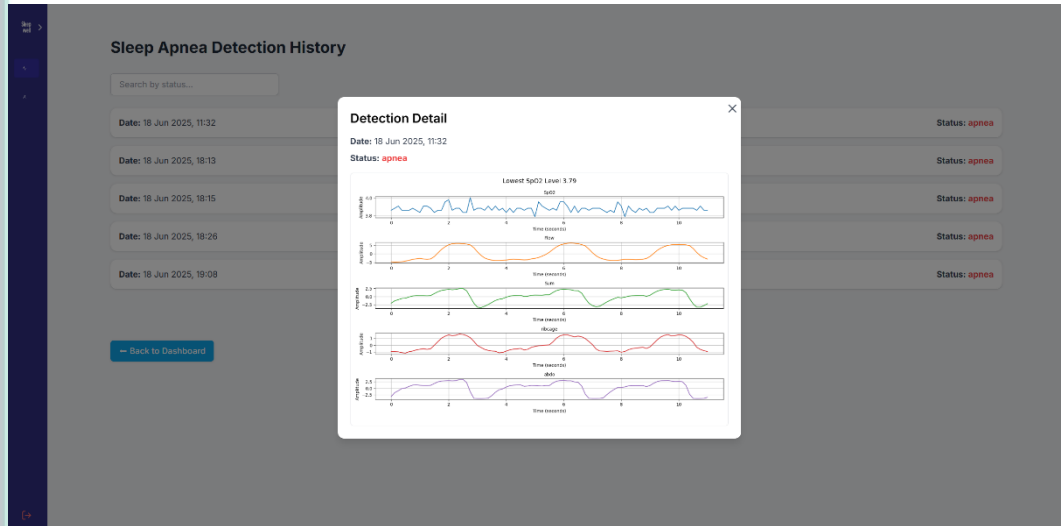


Date	Status
18 Jun 2025, 11:32	apnea
18 Jun 2025, 18:13	apnea
18 Jun 2025, 18:15	apnea
18 Jun 2025, 18:26	apnea
18 Jun 2025, 19:08	apnea

Gambar 4. 34 Sleep Apnea Detection History

Gambar 4.34 menyajikan antarmuka halaman riwayat deteksi apnea tidur. Halaman ini berfungsi untuk menampilkan seluruh hasil deteksi apnea tidur yang telah dilakukan, diurutkan berdasarkan tanggal dan waktu. Pengguna dapat dengan mudah mencari riwayat deteksi spesifik menggunakan fitur pencarian berdasarkan status deteksi. Untuk navigasi riwayat yang panjang, halaman ini dilengkapi dengan

fungsi *pagination* yang memungkinkan pengguna untuk beralih antar halaman. Selain itu, tersedia tombol "Back to Dashboard" yang memudahkan pengguna untuk kembali ke halaman utama aplikasi.



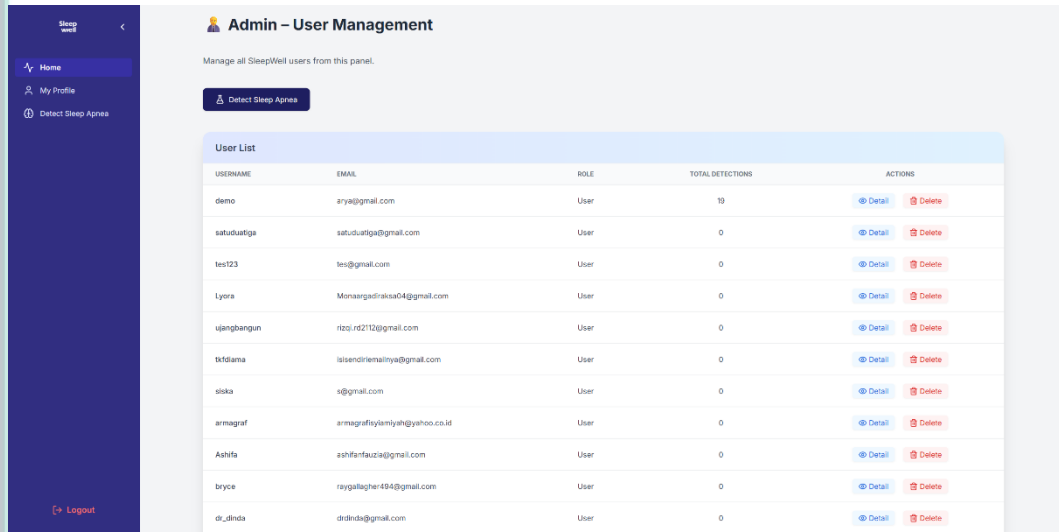
Gambar 4. 35 Detection Detail

Gambar 4.35 menampilkan *pop-up* "Detection Detail" yang muncul ketika pengguna memilih untuk melihat detail dari salah satu riwayat deteksi. *Pop-up* ini memberikan informasi lengkap mengenai deteksi yang dipilih, meliputi tanggal dan waktu deteksi serta status hasil deteksi. Bagian utama dari *pop-up* ini adalah visualisasi data sinyal yang digunakan untuk deteksi, termasuk grafik SpO2, *flow*, *sum*, *vibrage*, dan *alfa*. Visualisasi ini membantu pengguna dan administrator untuk memahami lebih dalam data yang mendasari hasil deteksi apnea tidur.

Hak Cipta :

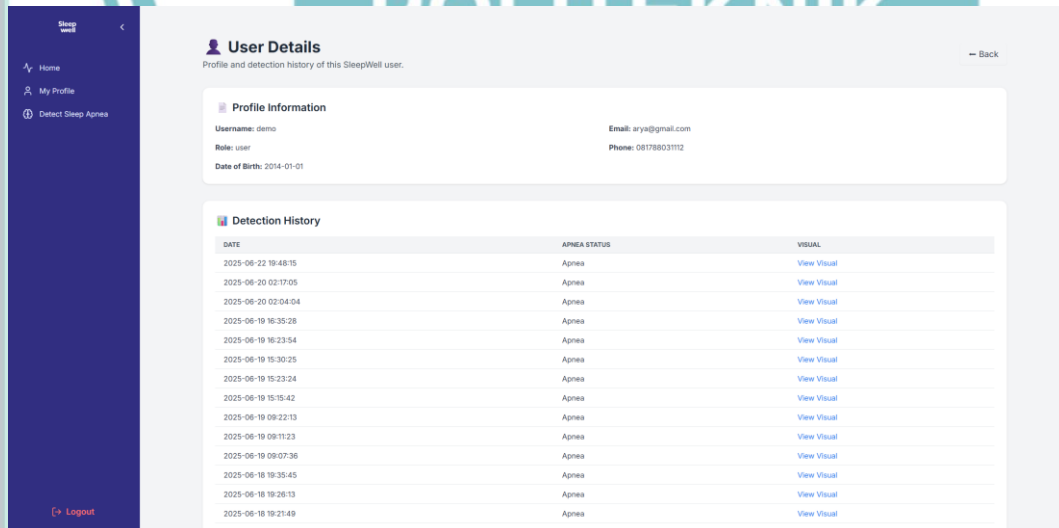
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4. Admin



Gambar 4. 36 Admin - User Management

Gambar 4.36 menunjukkan halaman Admin - User Management. Halaman ini berfungsi untuk mengelola semua pengguna SleepWell. Terdapat daftar pengguna yang memuat informasi seperti username, email, role, dan total deteksi. Admin dapat melihat detail atau menghapus akun pengguna melalui kolom "Actions". Selain itu, terdapat tombol "Detect Sleep Apnea" yang mengarahkan ke fungsi pendeteksian sleep apnea.



Gambar 4. 37 User Details

Gambar 4.37 memperlihatkan halaman User Details, yang menampilkan profil dan riwayat deteksi dari pengguna SleepWell tertentu. Bagian "Profile Information" menunjukkan detail pengguna seperti Username, Role, Date of Birth, Email, dan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritis atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Phone. Di bawahnya, terdapat "Detection History" yang mencatat tanggal dan waktu deteksi, status apnea (semuanya menunjukkan , serta opsi "View Visual" untuk melihat visualisasi dari setiap deteksi.

4.4 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dibangun sesuai dengan kebutuhan pengguna serta untuk menilai kualitas dan mengidentifikasi kelemahan yang ada. Tujuan utama dari proses ini adalah untuk memastikan setiap elemen atau komponen sistem berfungsi sebagaimana mestinya dan mampu bekerja secara optimal. Selain itu, pengujian ini juga bertujuan untuk memverifikasi kesesuaian antara input dan output dengan alur sistem yang telah dirancang. Manfaat dari pengujian ini adalah memperoleh hasil evaluasi guna menilai apakah sistem telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan atau belum.

4.4.1 Deskripsi Pengujian

Setelah sistem selesai dikembangkan, tahap berikutnya adalah melakukan pengujian untuk mengevaluasi apakah aplikasi yang dibangun telah sesuai dengan tujuan perancangannya. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang dibuat telah memenuhi kebutuhan pengguna. Jika dalam proses pengujian ditemukan kekurangan atau kesalahan, maka diperlukan perbaikan agar sistem dapat berfungsi sesuai harapan pengguna.

Pada proses pengujian aplikasi web "Rancang Bangun Aplikasi Web Deteksi Sleep Apnea dengan Sinyal Fisiologis Pernapasan", metode pengujian yang digunakan meliputi black box testing dan *User Acceptance Test* (UAT).

a. Black Box Testing

Pengujian black box dilakukan berdasarkan aspek-aspek aplikasi seperti antarmuka (interface), fungsi-fungsi yang tersedia, dan kesesuaian jalannya fungsi dengan alur bisnis yang diinginkan pengguna. Fokus dari pengujian ini adalah menguji tampilan luar dan kemudahan penggunaan aplikasi tanpa melihat kode program atau struktur internal sistem.

b. *User Acceptance Test* (UAT)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

UAT merupakan pengujian yang dilakukan oleh pengguna akhir atau user untuk memastikan bahwa sistem telah memenuhi kebutuhan dan dapat diterima. Tujuan utama dari UAT adalah memvalidasi seluruh proses dari awal hingga akhir, dengan fokus pada kesesuaian sistem terhadap ekspektasi pengguna, bukan pada pencarian bug atau kesalahan teknis.

4.4.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian adalah langkah-langkah untuk pengujian aplikasi yang dilakukan di lingkungan pengembang. Pengujian Aplikasi Sistem Deteksi Sleep Apnea dengan Fisiologis Otak atau Jantung dibagi menjadi 2 yaitu, black box testing dan UAT dengan pihak Profesional IT, Tenaga Kesehatan, dan Publik. Pengujian ini dilakukan untuk menguji fungsi dari sistem agar setelah dilakukan pengujian sistem dapat digunakan oleh pengguna dan juga mendapatkan penilaian dari pengguna terkait aplikasi yang sudah dibuat.

Tabel 4. 7 BlackBox Testing User

No	Item Uji	Butir Uji	Metode Pengujian
1	Login	User memasukkan email dan password yang valid	<i>Blackbox Testing</i>
2	Upload Sinyal Fisiologis	User mengunggah file .edf atau .csv yang valid baik normal atau bernoise	<i>Blackbox Testing</i>
3	Upload File tidak Valid	User mengunggah file dengan format tidak didukung	<i>Blackbox Testing</i>
4	Pilih Model Deteksi	User memilih model deteksi (CNN atau LSTM)	<i>Blackbox Testing</i>
5	Centang Durasi Analisis	User mencentang checkbox durasi untuk menetapkan waktu analisis yang digunakan	<i>Blackbox Testing</i>
6	Deteksi Sleep Apnea	User menekan tombol “Deteksi” setelah mengunggah file dan memilih model	<i>Blackbox Testing</i>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

7	Tampilkan Hasil Deteksi	User melihat ringkasan hasil deteksi	<i>Blackbox Testing</i>
8	Profil	User melihat detail profil mereka	<i>Blackbox Testing</i>
9	Edit Profil	User mengedit nama, tanggal lahir, atau nomor telepon	<i>Blackbox Testing</i>
10	Logout	User menekan tombol logout	<i>Blackbox Testing</i>

Pada Tabel 4.6 Merupakan Skenario black box testing user.

Tabel 4. 8 Blackbox testing Admin

No	Item Uji	Butir Uji	Metode Pengujian
1	Login Admin	Login dengan akun valid	<i>Blackbox Testing</i>
2	Manajemen User	Lihat daftar manajemen user	<i>Blackbox Testing</i>
		User mengunggah file dengan format tidak didukung	<i>Blackbox Testing</i>
		User memilih model deteksi (CNN atau LSTM)	<i>Blackbox Testing</i>
5	Hasil Deteksi	Lihat semua hasil deteksi	<i>Blackbox Testing</i>
		Hapus Riwayat deteksi	<i>Blackbox Testing</i>
6	Profil	User melihat detail profil mereka	<i>Blackbox Testing</i>
7	Edit Profil	User mengedit nama, tanggal lahir, atau nomor telepon	<i>Blackbox Testing</i>
8	Logout	User menekan tombol logout	<i>Blackbox Testing</i>

Pada Tabel 4.7 Merupakan Skenario black box testing user.

Untuk pengujian UAT, Tabel 4.8 adalah daftar pertanyaan yang akan ditanyakan kepada 19 user, 2 dari pihak profesional IT, 2 dari pihak tenaga kesehatan, dan 9 dari pihak publik.

Tabel 4. 9 Tabel Pertanyaan UAT

No	Pertanyaan	Jenis Pertanyaan	Opsi Jawaban	Konversi Skor
1	Apakah Anda berhasil membuat akun tanpa kendala?	Ya/Tidak	Ya / Tidak	Ya = 5, Tidak = 1
2	Apakah login ke aplikasi berjalan lancar?	Ya/Tidak	Ya / Tidak	Ya = 5, Tidak = 1
3	Apakah Anda dapat mengisi dan menyimpan data profil Anda?	Ya / Tidak	Ya / Tidak	Ya = 5, Tidak = 1
4	Apakah Anda berhasil mengunggah file sinyal pernapasan (.edf / .csv)?	Ya / Tidak	Ya / Tidak	Ya = 5, Tidak = 1
5	Apakah pilihan model (CNN/LSTM) tersedia dan berfungsi?	Ya / Tidak	Ya / Tidak	Ya = 5, Tidak = 1
6	Apakah riwayat hasil deteksi Anda tersimpan dan dapat dilihat kembali?	Ya / Tidak	Ya / Tidak	Ya = 5, Tidak = 1
7	Apakah Anda menemukan error/bug selama menggunakan aplikasi?	Ya / Tidak	Ya / Tidak	Ya = 1, Tidak = 5 (karena jawaban negatif)
8	Apakah Anda mencoba mengunggah file anotasi (.txt)? Jika ya, apakah berhasil?	Pilihan Ganda	Ya, berhasil / Ya, gagal / Tidak mencoba	Berhasil = 5, Gagal = 2, Tidak mencoba = 3
9	Apakah aplikasi ini sudah layak untuk digunakan secara umum?	Pilihan Ganda	Ya / Tidak / Belum Yakin	Ya = 5, Belum Yakin = 3, Tidak = 1
10	Apakah hasil deteksi ditampilkan dengan jelas dan dapat dipahami?	Skala 1–5	1 (Tidak jelas) – 5 (Sangat jelas)	Sesuai nilai skala

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

11	Seberapa mudah Anda menggunakan aplikasi ini?	Skala 1–5	1 (Sangat sulit) – 5 (Sangat mudah)	Sesuai nilai skala
12	Bagaimana penilaian Anda terhadap tampilan antarmuka aplikasi (desain/UI)?	Skala 1–5	1 (Tidak menarik) – 5 (Sangat menarik)	Sesuai nilai skala
13	Seberapa cepat aplikasi merespons tindakan Anda?	Skala 1–5	1 (Sangat lambat) – 5 (Sangat cepat)	Sesuai nilai skala
14	Fitur apa yang paling membantu menurut Anda?	Isian Terbuka	Jawaban bebas	Kualitatif
15	Fitur mana yang menurut Anda masih perlu ditingkatkan?	Isian Terbuka	Jawaban bebas	Kualitatif
16	Saran dan kritik untuk pengembangan lebih lanjut	Isian Terbuka	Jawaban bebas	Kualitatif

4.4.3 Data Hasil Pengujian

1. Data Hasil Pengujian *Black Box testing*

Data hasil pengujian fungsionalitas sistem bisa dilihat pada Tabel 4.9 dan 4.10 pengujian yang mencakup item-item uji. Tabel tersebut terdiri dari dua jenis hasil uji, yaitu data normal dan data salah. Pengujian dilakukan terhadap data masukan oleh pengguna, sehingga dapat dilihat hasil keluaran atau hasil pengamatannya. Apabila data yang telah dimasukan oleh pengguna menghasilkan keluaran atau hasil pengamatan yang sesuai dengan harapan, maka pada kolom kesimpulan pada tabel pengujian akan diberi centang pada tanda kurung diterima. Namun, apabila hasil tidak sesuai maka tanda centang akan berada pada tanda kurung ditolak. Berikut ini adalah tabel hasil dari pengujian *black box testing*:

Tabel 4. 10 Tabel Hasil *Black box Testing* (Data Normal)

No	Data Masukan	Harapan	Pengamatan	Kesimpulan
----	--------------	---------	------------	------------

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

1	User memasukkan email dan password yang valid	User berhasil login dan diarahkan ke halaman utama/dashboard.	Sistem memverifikasi kredensial dengan benar dan mengarahkan user ke halaman utama/dashboard.	☒ Diterima ☐ Ditolak
2	User mengunggah file .edf atau .csv yang valid	File berhasil diunggah dan sistem siap untuk memprosesnya.	Sistem menerima file, menampilkan notifikasi berhasil unggah, dan file siap diproses.	☒ Diterima ☐ Ditolak
3	User memilih model deteksi (CNN atau LSTM)	Model yang dipilih user tersimpan/terkonfigurasi untuk proses deteksi.	Pilihan model (CNN atau LSTM) berhasil tersimpan dan terkonfigurasi oleh sistem.	☒ Diterima ☐ Ditolak
4	User mencentang checkbox durasi untuk menetapkan waktu analisis yang digunakan	Pilihan durasi analisis tersimpan/terkonfigurasi.	Checkbox durasi berhasil dicentang dan nilai durasi analisis ditetapkan oleh sistem.	☒ Diterima ☐ Ditolak
5	User menekan tombol “Deteksi” setelah mengunggah file dan memilih model	Sistem memulai proses deteksi sleep apnea berdasarkan file dan model yang dipilih.	Sistem memulai proses deteksi, menampilkan progress, dan menyelesaikan deteksi.	☒ Diterima ☐ Ditolak
6	User melihat ringkasan hasil deteksi	Sistem menampilkan ringkasan hasil deteksi secara jelas dan benar.	Ringkasan hasil deteksi ditampilkan	☒ Diterima ☐ Ditolak

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

			dengan jelas dan akurat.	
7	User melihat detail profil mereka	Halaman profil user dengan informasi yang benar ditampilkan.	Detail profil user (nama, tanggal lahir, no. telp) berhasil ditampilkan dengan benar.	[✓] Diterima [] Ditolak
8	User mengedit nama, tanggal lahir, atau nomor telepon	Perubahan data profil berhasil disimpan dan data yang ditampilkan terbaru.	Perubahan data berhasil disimpan, notifikasi sukses muncul, dan data profil terbaru.	[✓] Diterima [] Ditolak
9	User menekan tombol logout	User berhasil logout dan diarahkan ke halaman login atau halaman publik.	Sesi user berakhir dan sistem mengarahkan pengguna kembali ke halaman login.	[✓] Diterima [] Ditolak

Tabel 4. 11 Tabel Hasil *Black Box Testing* (Data tidak normal)

No	Data Masukan	Harapan	Pengamatan	Kesimpulan
1	User memasukkan email valid, namun password salah.	Sistem menolak login dan menampilkan pesan error "Invalid Credentials".	Pesan error "Invalid Credentials" ditampilkan, pengguna tetap berada di halaman login.	[✓] Diterima [] Ditolak
2	User mengunggah file dengan format tidak didukung (misalnya .txt, .jpg).	Sistem menolak unggahan dan atau tidak dapat memilih file unggahan	file tidak berhasil diunggah atau dipilih	[✓] Diterima [] Ditolak



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

3	User mengunggah file .edf atau .csv yang datanya korup atau tidak lengkap.	Sistem menolak file atau gagal memprosesnya, menampilkan pesan error "File rusak atau tidak valid."	Pesan error "File rusak atau tidak dapat diproses" ditampilkan.	☒ Diterima ☐ Ditolak
4	User yang belum login mencoba mengakses halaman profil secara langsung (via URL).	Sistem mengarahkan ke halaman login atau menampilkan pesan akses ditolak.	Pengguna diarahkan ke halaman login atau menerima notifikasi bahwa akses memerlukan login.	☒ Diterima ☐ Ditolak
5	User mencoba mengakses halaman yang memerlukan login setelah melakukan logout (misal, via tombol back browser).	Sistem mencegah akses dan mengarahkan kembali ke halaman login.	Akses ke halaman terproteksi ditolak, dan pengguna diarahkan ke halaman login atau halaman publik.	☒ Diterima ☐ Ditolak

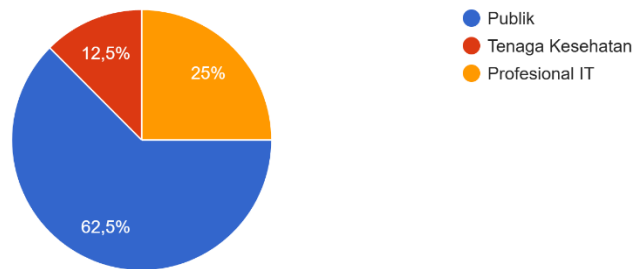
2. User Acceptance Test (UAT)

Evaluasi dari User Acceptance Test (UAT) untuk sistem SleepWell dilakukan berdasarkan data yang terlihat pada gambar terkumpul dari 16 responden yang terdiri dari 2 Tenaga Kesehatan, 4 Profesional IT, dan 10 Responden Publik dan juga UAT End User yaitu dari IMERI.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Peran Anda saat ini
16 jawaban



Gambar 4. 38 Responden

Berdasarkan gambar 4.38 untuk memastikan analisis yang objektif dan komprehensif, digunakan metodologi perhitungan dan pendekatan analisis spesifik untuk setiap jenis pertanyaan yang ada dalam kuesioner UAT. Rincian tersebut adalah sebagai berikut:

A. Pertanyaan Ya/Tidak

Formula ini digunakan untuk mengukur seberapa banyak fungsi yang berjalan sesuai harapan berdasarkan jawaban "Ya" dari responden.

$$\text{Persentase Keberhasilan Fungsi} = \frac{\text{Jumlah Jawaban "Ya"}}{\text{Total Responden Pertanyaan}} \times 100\%$$

Gambar 4. 39 Formula Persentase

Keterangan gambar 4.39:

- Persentase Keberhasilan Fungsi
- Jumlah Jawaban "Ya": Total responden yang menyatakan bahwa fungsi berjalan dengan baik atau kondisi terpenuhi (memilih "Ya").
- Total Responden Pertanyaan: Jumlah keseluruhan responden yang memberikan jawaban untuk pertanyaan fungsi tersebut.

Tabel 4. 12 Tabel Hasil Pengujian UAT (Ya atau Tidak)

Pertanyaan	Jumlah “Ya”	Jumlah “Tidak”	Persentase “Ya” (%)	Persentase “Tidak” (%)
Apakah Anda berhasil membuat akun tanpa kendala?	16	0	100	0
Apakah login ke aplikasi berjalan lancar?	16	0	100	0
Apakah Anda dapat mengisi dan menyimpan data profil Anda?	16	0	100	0
Apakah Anda berhasil mengunggah file sinyal pernapasan (.edf / .csv)?	16	0	100	0
Apakah pilihan model (CNN/LSTM) tersedia dan berfungsi?	16	0	100	0
Apakah riwayat hasil deteksi Anda tersimpan dan dapat dilihat kembali?	16	0	100	0
Apakah Anda menemukan	15 (tidak	1 (ya)	93,8	6,3

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

error/bug selama menggunakan aplikasi?	karena negatif)			
Apakah Anda mencoba mengunggah file anotasi (.txt)? Jika ya, apakah berhasil?	12	4 (tidak mencoba)	75	25
Apakah aplikasi ini sudah layak untuk digunakan secara umum?	14	2	87.5	12.5

B. Pertanyaan Skala Linear

Formula pada gambar 4.40 ini bertujuan untuk mengukur seberapa besar persentase skor aktual yang diberikan oleh responden dibandingkan dengan skor maksimal (ideal) yang mungkin dicapai untuk satu atau serangkaian pertanyaan yang menggunakan Skala Linear. Hasilnya memberikan gambaran mengenai tingkat pencapaian atau kesesuaian penilaian pengguna terhadap standar ideal yang diharapkan.

$$\text{Persentase Skor Ideal Penilaian (P)} = \frac{J}{S_{\text{ideal}}} \times 100\%$$

Gambar 4. 40 Formula Persentase Skala Linear

Penjelasan Rumus:

1. P = Persentase Skor Ideal Penilaian
2. J = Jumlah Total Skor Aktual yang Diperoleh
3. S_{ideal} = Jumlah Total Skor Ideal Maksimum

Tabel 4. 13 Tabel Hasil Pengujian (Skala Linear)

Pertanyaan	Skala Nilai Responden					Jumlah Rata-rata Skor dan Persentase skor ideal
	1	2	3	4	5	
Apakah hasil deteksi ditampilkan dengan jelas dan dapat dipahami?	0 (Tidak Jelas)	0	1	5	10 (Sangat Jelas)	4.56 (P= 91.25%)
Seberapa mudah Anda menggunakan aplikasi ini?	0 (Sangat Sulit)	0	1	6	9 (Sangat Mudah)	4.50 (P= 90%)
Bagaimana penilaian Anda terhadap tampilan antarmuka aplikasi (desain/UI)?	0 (Tidak Menarik)	0	1	2	13 (Sangat Menarik)	4.75 (P= 95%)
Seberapa cepat aplikasi merespons tindakan Anda?	0 (Sangat Lambat)	0	2	5	9 (Sangat Cepat)	4.44 (P= 88.75%)

C. Pertanyaan Terbuka (Kualitatif)

Berdasarkan analisis kualitatif terhadap masukan dari 16 responden, fitur inti aplikasi yaitu kemampuan deteksi dan proses pengolahan data (diapresiasi oleh 31.25% responden) serta kemudahan akses terhadap laporan hasil dan riwayat deteksi (18.75%) diidentifikasi sebagai aspek yang paling membantu pengguna. Di



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

sisi lain, meskipun 25% responden menyatakan puas atau tidak memiliki saran khusus, area utama yang menjadi fokus untuk pengembangan lebih lanjut adalah peningkatan performa sistem, khususnya dalam efisiensi penanganan data berukuran besar (disebut oleh 18.75% responden). Selain itu, terdapat juga harapan untuk pengembangan aplikasi secara umum dan berkelanjutan (18.75%) serta beberapa masukan untuk penyempurnaan aspek visual antarmuka pengguna (UI/estetika) (12.5%).

D. Feedback End-User

User Acceptance Testing (UAT) yang dilakukan oleh Dr. Dinda Larastika Riyanto, Sp.N. pada 7 Juli 2025, aplikasi SleepWell dinilai layak untuk digunakan secara umum. Pengujian menunjukkan bahwa fungsionalitas inti seperti pembuatan akun, login, unggah file, dan pemilihan model prediksi (CNN/LSTM) berjalan lancar tanpa kendala. Model deteksi berhasil mengidentifikasi obstructive sleep apnea, dengan output yang dinilai jelas dan mudah dipahami (skor 4/5). Dari sisi pengalaman pengguna, aplikasi ini sangat mudah digunakan (skor 5/5), memiliki respons yang cepat (skor 4/5), dan tidak ditemukan error sama sekali, meskipun tampilan antarmuka masih dapat ditingkatkan (skor 3/5). Fitur yang paling dihargai adalah kemampuan deteksi sleep apnea dan visualisasi gelombang sinyal. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan untuk menambahkan fitur perhitungan *Apnea-Hypopnea Index* (AHI), mengintegrasikan sinyal elektroda tambahan seperti thoracal/ribcage dan thermal, serta melakukan validasi menggunakan sampel data pasien. Meskipun demikian, model AI yang ada saat ini dinilai "sangat baik"

4.4.4 Evaluasi Pengujian

Evaluasi komprehensif terhadap sistem deteksi sleep apnea telah dilakukan melalui dua tahap utama: pengujian *black box internal testing* dan *User Acceptance Test* (UAT). UAT melibatkan 16 responden dengan latar belakang yang beragam, terdiri dari 62.5% Publik, 25% Tenaga Kesehatan, dan 12.5% Profesional IT, untuk memastikan perspektif pengguna yang luas.

1. Hasil Pengujian *Black Box*



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Pengujian black box menunjukkan bahwa sistem memiliki fungsionalitas yang sudah cukup stabil. Seluruh skenario pengujian, baik untuk data normal (9 kasus uji) maupun data tidak normal (5 kasus uji), berhasil mencapai status "Diterima" (tingkat keberhasilan 100%). Hasil ini mengindikasikan bahwa fitur-fitur inti sistem berfungsi sesuai dengan spesifikasi dan sistem mampu menangani kondisi input yang salah atau tidak terduga dengan baik.

2. Hasil *User Acceptance Test* (UAT):

a. Pengujian Fungsionalitas (Berdasarkan Pertanyaan Ya/Tidak)

Mayoritas fungsi inti aplikasi menunjukkan tingkat keberhasilan yang sangat tinggi. Fungsionalitas seperti pembuatan akun, login, pengisian dan penyimpanan profil, unggah file sinyal (.edf/.csv), pemilihan model deteksi (CNN/LSTM), dan akses ke riwayat hasil deteksi semuanya mencapai keberhasilan 100% (16 dari 16 responden menjawab "Ya"). Terkait penemuan error/bug, hanya 1 dari 16 responden (6.3%) yang melaporkan menemukannya, menunjukkan stabilitas aplikasi yang baik di mata pengguna. Untuk fitur unggah file anotasi (.txt), dari 16 responden, 12 orang (75%) mencoba dan berhasil menggunakannya (tingkat keberhasilan 100% bagi yang mencoba). Secara krusial, 14 dari 16 responden (87.5%) menyatakan bahwa aplikasi ini sudah layak untuk digunakan secara umum.

b. Penilaian Pengalaman Pengguna (Berdasarkan Pertanyaan Skala Linear)

Persepsi pengguna terhadap aspek pengalaman pengguna (UX/UI) menunjukkan hasil yang sangat positif, dengan rata-rata Persentase Skor Ideal Penilaian (P) keseluruhan untuk pertanyaan skala Likert mencapai 91.25%. Rinciannya sebagai berikut: Tampilan Antarmuka (Desain/UI) menjadi aspek yang paling diapresiasi dengan rata-rata skor 4.75 dari 5 (P: 95.00%). Kejelasan Hasil Deteksi dinilai sangat baik dengan rata-rata skor 4.56 (P: 91.25%). Kemudahan Penggunaan Aplikasi juga mendapat skor tinggi dengan rata-rata 4.50 (P: 90.00%). Kecepatan Respons Aplikasi dinilai baik dengan rata-rata skor 4.44 (P: 88.75%), dan menjadi aspek dengan skor relatif terendah meskipun masih dalam kategori sangat positif. Secara umum, mayoritas responden (lebih dari 87.5% untuk setiap item) memberikan penilaian positif (skor 4 atau 5) untuk semua aspek UX yang diukur.

c. Masukan Kualitatif (Berdasarkan Pertanyaan Terbuka)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Dari analisis masukan terbuka, fitur inti aplikasi seperti kemampuan deteksi dan proses pengolahan data (disebut oleh 31.25% responden) serta kemudahan akses terhadap laporan hasil dan riwayat deteksi (18.75%) diidentifikasi sebagai aspek yang paling membantu pengguna. Di sisi lain, meskipun 25% responden menyatakan puas atau tidak memiliki saran khusus, area utama yang menjadi fokus untuk pengembangan lebih lanjut adalah peningkatan performa sistem, khususnya dalam efisiensi penanganan data berukuran besar (disebut oleh 18.75% responden). Terdapat juga harapan untuk pengembangan aplikasi secara umum dan berkelanjutan (18.75%) serta beberapa masukan untuk penyempurnaan aspek visual antarmuka pengguna (UI/estetika) (12.5%).

3. Kesimpulan Evaluasi Keseluruhan

Berdasarkan keseluruhan hasil pengujian, yang mencakup black box testing dan User Acceptance Test (UAT), sistem deteksi sleep apnea ini menunjukkan performa fungsional yang handal, stabilitas yang baik, dan tingkat penerimaan serta kepuasan pengguna yang tinggi. Penilaian ini didukung oleh temuan bahwa sebagian besar pengguna (87.5%) menganggap aplikasi sudah layak untuk digunakan, sebuah sentimen yang ditegaskan dalam UAT oleh ahli, Dr. Dinda Larastika Riyanto, Sp.N., yang juga menyimpulkan bahwa aplikasi siap untuk penggunaan umum. Secara fungsional, seluruh alur kerja inti mulai dari pembuatan akun hingga deteksi berhasil dioperasikan tanpa kendala. Aspek kejelasan informasi hasil deteksi mendapat apresiasi, dan aplikasi dinilai sangat mudah digunakan (skor 5/5). Meskipun demikian, masukan pengguna menjadi catatan penting untuk penyempurnaan di masa mendatang, terutama terkait penyesuaian minor pada desain antarmuka yang dinilai cukup (skor 3/5), serta penambahan fitur klinis krusial seperti perhitungan Apnea-Hypopnea Index (AHI) dan integrasi sinyal elektroda tambahan. Secara keseluruhan, dengan tidak ditemukannya error dan model AI yang dinilai "sangat baik", sistem telah berhasil divalidasi dan menunjukkan potensi yang sangat baik untuk pengembangan selanjutnya

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem deteksi Sleep Apnea dari sinyal pernapasan berbasis deep learning telah berhasil dikembangkan. Sistem ini mampu memproses sinyal pernapasan dan SpO2 melalui tahapan pra-pemrosesan, yang didukung oleh aplikasi web fungsional untuk mengunggah file sinyal (.edf atau .csv) , memilih model deteksi (CNN atau LSTM) , dan melihat visualisasi serta riwayat hasil. Pengujian fungsionalitas melalui black box testing menunjukkan bahwa seluruh fitur inti aplikasi berfungsi sesuai spesifikasi, mencapai tingkat keberhasilan 100%. Selain itu, User Acceptance Test (UAT) yang melibatkan berbagai responden, termasuk pengguna ahli, menunjukkan tingkat penerimaan yang tinggi, dengan 87.5% responden menyatakan aplikasi ini layak digunakan secara umum. Secara spesifik, UAT dengan ahli menunjukkan bahwa aplikasi dinilai sangat mudah digunakan (skor 5/5) , dan hasil deteksi dianggap cukup jelas (skor 4/5). Fitur yang paling diapresiasi adalah kemampuan aplikasi untuk mendeteksi sleep apnea beserta penurunan saturasi dan menampilkan visualisasi gelombang sinyal. Meskipun demikian, ditemukan masukan untuk perbaikan pada aspek desain antarmuka visual yang mendapatkan skor moderat (3/5) . Secara keseluruhan, dengan tidak ditemukannya error atau bug selama pengujian oleh ahli, sistem ini terbukti fungsional, stabil, dan memiliki potensi besar sebagai alat bantu dalam diagnosis *sleep apnea*.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian dan umpan balik yang diterima selama pengujian, beberapa saran untuk pengembangan sistem lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Penyempurnaan Antarmuka dan Pengalaman Pengguna: Melakukan penyempurnaan pada aspek visual antarmuka pengguna (UI) secara spesifik berdasarkan umpan balik UAT yang memberikan skor 3 dari 5 , untuk lebih meningkatkan pengalaman dan daya tarik visual aplikasi.
2. Penambahan Fitur Klinis Kuantitatif: Mengembangkan dan mengintegrasikan fitur perhitungan Apnea-Hypopnea Index (AHI) dengan mengkalkulasi jumlah apnea per durasi tidur. Penambahan ini merupakan



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

salah satu masukan utama dari pengujian ahli dan akan secara signifikan meningkatkan nilai informatif hasil deteksi bagi pengguna.

3. Peningkatan Akurasi Model: Melakukan pematangan dan pengembangan model lebih lanjut dengan mengintegrasikan data dari sinyal elektroda tambahan seperti *thoracal/ribcage* dan *thermal*. Hal ini disarankan oleh ahli untuk meningkatkan validitas dan akurasi deteksi sistem.
4. Validasi Klinis Ekstensif: Melakukan validasi klinis yang lebih ekstensif dengan data yang lebih beragam. Secara khusus, menggunakan sampel dari pasien riil sangat direkomendasikan untuk menguatkan keandalan dan akurasi sistem dalam skenario penggunaan klinis nyata, sesuai saran dari UAT.
5. Optimalisasi Performa: Mengoptimalkan performa sistem, khususnya dalam efisiensi penanganan data sinyal berukuran besar, guna meningkatkan kecepatan dan responsivitas aplikasi saat memproses data.
6. Perluasan Cakupan Deteksi dan Platform: Mengeksplorasi perluasan cakupan deteksi untuk jenis *sleep apnea* lainnya (misalnya, *Central Sleep Apnea*) serta mengembangkan aplikasi untuk platform *mobile* atau *desktop* guna memperluas jangkauan pengguna.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



DAFTAR PUSTAKA

- Bahagia, W. & Ayu, P.R., 2020. Sindrom Obstructive Sleep Apnea. *Medula*, 9(4), pp.705–711.
- McNicholas, W.T. & Pevernagie, D., 2022. Obstructive sleep apnea: Transition from pathophysiology to an integrative disease model. *Journal of Sleep Research*, 31(e13616), pp.1–17. DOI: 10.1111/jsr.13616.
- Ismail, M. K. (2023). *Rancang Bangun Aplikasi Web Deteksi Sleep Apnea dengan Sinyal*. Politeknik Negeri Jakarta.
- Annisarahma, L., Karima, N., Sangging, P.R.A., & Rudiyanto, W., 2024. Obstructive Sleep Apnea (OSA) pada Usia Produktif. *Medula*, 14(1), p.143.
- Villines, Z., 2021. Types of sleep apnea. *Medical News Today*. Medically reviewed by J. Hilbert, MD. [online] Available at: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/types-of-sleep-apnea#summary>
- Pardede, J. and Raspati, M.F., 2021. Gated Recurrent Units dalam Mendeteksi Obstructive Sleep Apnea. *MIND (Multimedia Artificial Intelligent Networking Database) Journal*, 6(2), pp.221-235. Available at: <https://doi.org/10.26760/mindjournal.v6i2.221-235>
- Khakim, Z. and Kusrohmaniah, S., 2021. Dasar - Dasar Electroencephalography (EEG) bagi Riset Psikologi. *Buletin Psikologi*, 29(1), pp.92-115. Available at: <https://jurnal.ugm.ac.id/buletinpsikologi>
- Madona, P. and Fadilla, R., 2021. Akuisisi Sinyal Electrocardiography (ECG) Berbasis Arduino. *Jurnal ELEMENTER*, 7(1), pp.35. Available at: <https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer>
- Hafezi, M., Montazeri, N., Saha, S., Zhu, K., Gavrilovic, B., Yadollahi, A., ... & Taati, B. (2020). Sleep apnea severity estimation from tracheal movements using a deep learning model. *Ieee Access*, 8, 22641-22649. <https://doi.org/10.1109/access.2020.2969227>
- Ramachandran, A. and Karupiah, A. (2021). A survey on recent advances in machine learning based sleep apnea detection systems. *Healthcare*, 9(7), 914. <https://doi.org/10.3390/healthcare9070914>
- Akbarian, S., Ghahjaverestan, N., Yadollahi, A., & Taati, B. (2021). Noncontact sleep monitoring with infrared video data to estimate sleep apnea severity and distinguish between positional and nonpositional sleep apnea: model development and experimental validation. *Journal of Medical Internet Research*, 23(11), e26524. <https://doi.org/10.2196/26524>
- John, A., Cardiff, B., & John, D. (2021). A 1d-cnn based deep learning technique for sleep apnea detection in iot sensors.. <https://doi.org/10.1109/iscas51556.2021.9401300>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Ferrer-Lluis, I., Castillo-Escario, Y., Montserrat, J., & Jané, R. (2020). Analysis of smartphone triaxial accelerometry for monitoring sleep-disordered breathing and sleep position at home. *Ieee Access*, 8, 71231-71244. <https://doi.org/10.1109/access.2020.2987488>

Tarim, E. (2023). A wearable device integrated with deep learning-based algorithms for the analysis of breath patterns. *Advanced Intelligent Systems*, 5(11). <https://doi.org/10.1002/aisy.202300174>

Lahute, S.V. & Jadhav, S.P., 2024. REACT JS - A JAVASCRIPT LIBRARY. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 6(4), pp.[page range]. Available at: <https://www.doi.org/10.56726/IRJMETS52186>

Bhatt, D., Parekh, K., Minat, M., and Patel, B., *ReactJS: A Comprehensive Analysis of its Features, Performance, and Suitability for Modern Web Development*. Charotar University of Science & Technology.. *Interantional Journal of Scientific Research in Engineering and Management*, 07(09). <https://doi.org/10.55041/ijssrem25667>

Sarrion, E. (2023). Day 4: mastering react hooks., 109-197. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-9855-8_4

Evan, D. (2023). Implementasi python framework flask pada modul transfer out toko di pt xyz. *Jipi (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)*, 8(4), 1121-1131. <https://doi.org/10.29100/jipi.v8i4.4020>

Suraya, S. and Sholeh, M. (2021). Designing and implementing a database for thesis data management by using the python flask framework. *International Journal of Engineering Science and Information Technology*, 2(1), 9-14. <https://doi.org/10.52088/ijesty.v2i1.197>

Rahmawati, R. (2024). Information technology-based medical record governance for cancer classification with the waterfall method. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Pendidikan*, 17(1), 271-285. <https://doi.org/10.24036/jtip.v17i1.712>

Pargaonkar, S. (2023). A comprehensive research analysis of software development life cycle (sdlc) agile & waterfall model advantages, disadvantages, and application suitability in software quality engineering.. <https://doi.org/10.31219/osf.io/m7yq4>

Bahrudin, D. and Badruzzaman, U. (2021). Perancangan sistem informasi laporan kegiatan berbasis web di pt. areon bandung. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 2(12), 2203-2213. <https://doi.org/10.36418/jist.v2i12.312>

Niamilah, A. (2023). Siklus hidup pengembangan sistem basis data pada sistem informasi buku tamu di badan pusat statistik kabupaten kediri menggunakan mysql. *Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi (Jnkti)*, 6(1), 115-121. <https://doi.org/10.32672/jnkti.v6i1.5830>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Subairi, S., Permatasari, D., Dirgantara, W., Gumilang, Y., J.M.F., I., & Haitsam, H. (2022). Deteksi sleep apnea menggunakan metode decision tree dengan fitur statistik rr interval. *Electrical Electronics Communications Controls and Informatics System*, 16(3), 96-100. <https://doi.org/10.21776/jeccis.v16i3.1603>

Rizal, A. (2021). Klasifikasi suara paru normal dan abnormal menggunakan discrete wavelet transform dan jaringan saraf tiruan yang dioptimasi dengan algoritma genetika. *Jurnal Elektro Dan Mesin Terapan*, 7(1), 20-34. <https://doi.org/10.35143/elementer.v7i1.4388>

Nasichah, S.D. and Astuti Rochiatun (2025) 'Analisis sinyal Plethysmogram dengan Metode Transmittansi dan Reflektansi', *Universitas Airlangga* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/5.0163250>.

Coronel, C. *et al.* (2020) 'Detection of Respiratory Events by Respiratory Effort and Oxygen Desaturation', *Journal of Medical and Biological Engineering* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40846-020-00524-9>.

Amal, R.A.-N. *et al.* (2025) 'The High Prevalence of Continuous Paradoxical Breathing During Sleep in Children With Obesity and Its Relationship With Obstructive Sleep Apnea', *Cureus* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.7759/cureus.77479>.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Wahyu Agung Utomo

Lahir di Jakarta, 18 Juli 2003, Lulus dari SD Jatirahayu V tahun 2014, SMPN 6 Bekasi pada tahun 2017, Sempat Bersekolah Di SMAN 5 Bekasi, Namun Pindah ke SMA Islam Al Mizan Surabaya dan lulus pada tahun 2020. Saat ini sedang menempuh Pendidikan Diploma IV Program Studi Teknik Informatika Jurusan Teknik Informatika di Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta





- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin Observasi



UNIVERSITAS INDONESIA FAKULTAS KEDOKTERAN

Gedung Fakultas Kedokteran UI
Jl. Salemba Raya No.6, Jakarta 10430
PO.Box 1358
T. 62.21.3912477, 31930371, 31930373,
3922977, 3927360, 3153236,
F 62 21 3912477, 31930372, 3157288,
E. humas@fk.ui.ac.id, office@fk.ui.ac.id
fk.ui.ac.id

NOTA DINAS
Nomor: ND-2152/UN2.F1.D1/SDM.05/2025

Yth. : Ketua Departemen Neurologi
Dari : Wakil Dekan Bidang Sumber Daya, Ventura, dan Administrasi Umum
Lampiran : satu lembar
Perihal : Permohonan Tanggapan Izin Observasi

Sehubungan dengan surat dari Politeknik Negeri Jakarta nomor 2744/PL3/PK.01.09/2025 tanggal 6 Maret 2025 perihal tersebut di atas, dengan ini kami mohon tanggapan terkait permohonan izin observasi di departemen Saudara dan permohonan izin staf Saudara yaitu:

Dr. dr. Astri Budikayanti, Sp.S.

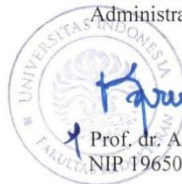
untuk menjadi pembimbing kedua mahasiswa program studi Teknik Informatika Jurusan Teknik Informatika dan Komputer Politeknik Negeri Jakarta, yaitu:

No	Nama Mahasiswa	NIM	Judul Penelitian
1	Wahyu Agung Utomo	2107412007	"Sistem Deteksi Berbasis Web Untuk Kelainan Tidur Sleep Apnea Melalui Transformasi Sinyal Pernafasan ke Citra Berbasis Deep Learning"
2	Praba Arya Elmahdi	2107412023	

Atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terima kasih.

18 Maret 2025

Wakil Dekan Bidang Sumber Daya, Ventura, dan Administrasi Umum,



Prof. dr. Anis Karuniawati, Sp.MK(K), Ph.D.
NIP 196509171991102001

Tembusan:

1. Wakil Direktur Bidang Kemahasiswaan Politeknik Negeri Jakarta; dan
2. Dr. dr. Astri Budikayanti, Sp.S.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 Wawancara User



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 Invoice Server Mei



Final invoice for the May 2025 billing period

From

DigitalOcean LLC
105 Edgeview Drive, Suite 425
Broomfield, CO, 80021
TIN: 0021629746053000

Invoice Details

Invoice number: 517580962
Date of issue: June 1, 2025
Payment due on: June 1, 2025

Billing Details

My Team
<whyuuuuuau@gmail.com>
jl. celepuk 1 no 28 blok a2 rt 05 rw 12 jatimakmur pondok gede bekasi
Kota Bekasi, Jawa Barat, 17413
INDONESIA

Team ID

do:team:1be854fc-c63c-4f85-905e-11e87ceaaabe

Summary

Total usage charges	\$21.36
DigitalOcean Credit Applied - IaaS	-\$21.36

Total due \$0.00

Product Usage Charges

Detailed usage information is available via the API or can be downloaded from the billing section of your account

Droplets	Hours	Start	End	\$21.36
SleepWell (s-2vcpu-8gb-160gb-intel)	299	05-19 12:43	06-01 00:00	\$21.36



Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4 Invoice Server Juni



Final invoice for the June 2025 billing period

From

DigitalOcean LLC
105 Edgeview Drive, Suite 425
Broomfield, CO, 80021
TIN: 0021629746053000

Invoice Details

Invoice number: 518740136
Date of issue: July 1, 2025
Payment due on: July 1, 2025

Billing Details

My Team
<whyuuuuuau@gmail.com>
jl. celepuk 1 no 28 blok a2 rt 05 rw 12 jatimakmur pondok gede bekasi
Kota Bekasi, Jawa Barat, 17413
INDONESIA

Team ID

do:team:1be854fc-c63c-4f85-905e-11e87ceaaabe

Summary

Total usage charges	\$48.00
DigitalOcean Credit Applied - IaaS	-\$48.00

Total due \$0.00

Product Usage Charges

Detailed usage information is available via the API or can be downloaded from the billing section of your account

Droplets	Hours	Start	End	\$48.00
SleepWell (s-2vcpu-8gb-160gb-intel)	720	06-01 00:00	07-01 00:00	\$48.00