



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



**APLIKASI WEB UNTUK DETEKSI SKIZOFRENIA
MENGUNAKAN SINYAL
ELECTROENCEPHALOGRAPHY (EEG) DENGAN
*DEEP LEARNING***

SKRIPSI

DEA LUTHFINA AZZAHRA 2107412046

**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



© 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



**APLIKASI WEB UNTUK DETEKSI SKIZOFRENIA MENGGUNAKAN
SINYAL *ELECTROENCEPHALOGRAPHY* (EEG) DENGAN *DEEP
LEARNING***

SKRIPSI

**Dibuat untuk Melengkapi Syarat-Syarat yang Diperlukan untuk
Memperoleh Diploma Empat Politeknik**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Dea Luthfina Azzahra

2107412046

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

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dea Luthfina Azzahra
NIM : 2107412046
Jurusan/Program Studi : T.Informatika dan Komputer / Teknik Informatika
Judul Skripsi : Aplikasi Web Untuk Deteksi Skizofrenia Menggunakan
Sinyal *Electroencephalography* (EEG) Dengan *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.

Jakarta, 23 Juli 2025



Dea Luthfina Azzahra
NIM 2107412046



© 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

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Dea Luthfina Azzahra
NIM : 2107412046
Program Studi : Teknik Informatika
Judul Skripsi : Aplikasi Web Untuk Deteksi Skizofrenia Menggunakan Sinyal
Electroencephalography (EEG) Dengan Deep Learning

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari Rabu, Tanggal 2, 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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, yang menjadi suri teladan bagi seluruh umat manusia.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika. Penulisan ini bertujuan untuk menyampaikan hasil penelitian serta sebagai wujud kontribusi penulis dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang penerapan teknologi *deep learning* untuk deteksi skizofrenia berbasis sinyal EEG.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, dukungan, bimbingan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Mera Kartika Delimayanti, S.Si., M.T., Ph.D, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Dr. dr. Khamelia Malik, selaku pembimbing kedua penulis yang memberikan arahan dari sisi medis.
3. Tim MedTech IMERI UI, Ibu Hazrina Fauhan dan Bapak Prashandya Astagiri Yusuf, sebagai jembatan penghubung antara penulis dan berbagai pihak terkait.
4. Kedua orang tua penulis, Bapak Priyo Sasongko dan Ibu Dewardhini, atas cinta, doa, dan dukungan yang tiada henti, yang menjadi sumber kekuatan dalam menyelesaikan studi ini.
5. Tubagus Farrel Fadillah, *partner* penulis yang selalu memberikan dukungan dan menemani proses penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.



© 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

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, serta menjadi sumbangan kecil bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini. Semoga Allah senantiasa melimpahkan rahmat dan keberkahan-Nya kepada kita semua.

Depok, 23 Juli 2025

Dea Luthfina Azzahra





© 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 di bawah ini:

Nama : Dea Luthfina Azzahra
NIM : 2107412046
Jurusan/Program Studi : T.Informatika dan Komputer / Teknik Informatika

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

**Aplikasi Web Untuk Deteksi Skizofrenia Menggunakan Sinyal
Electroencephalography (EEG) Dengan Deep Learning**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan/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.

Jakarta, 23 Juli 2025

Yang Menyatakan,



Dea Luthfina Azzahra

NIM 2107412046



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 Web Untuk Deteksi Skizofrenia Menggunakan Sinyal *Electroencephalography (EEG) Dengan Deep Learning*

Abstrak

Electroencephalogram (EEG) merupakan alat non-invasif yang digunakan untuk memantau aktivitas otak dan mendiagnosis berbagai gangguan neurologis dan psikologis, termasuk skizofrenia. Skizofrenia adalah gangguan mental kronis yang memengaruhi jutaan orang di seluruh dunia. Analisis sinyal EEG secara manual membutuhkan waktu yang lama dan melelahkan, sehingga diperlukan pendekatan otomatis berbasis teknologi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem deteksi skizofrenia berbasis *deep learning* menggunakan data sinyal EEG. Data yang digunakan bersifat non-publik dan berbentuk *raw signal data* yang melalui tahap prapemrosesan dan data yang diekstraksi fitur menggunakan metode *Real Fast Fourier Transform (RFFT)*. Dua arsitektur model yang diuji dalam penelitian ini adalah *1D Convolutional Neural Network (CNN)* dan *Long Short-Term Memory (LSTM)*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model *1D CNN* dengan bantuan *feature extraction* menggunakan *RFFT* memberikan hasil klasifikasi terbaik dengan akurasi sebesar 99%. Model terbaik ini kemudian diintegrasikan ke dalam aplikasi web sebagai alat bantu diagnosis skizofrenia berbasis EEG dan dilakukan *User Acceptance Test (UAT)* oleh peneliti dengan skor sebesar 82.0% untuk model dan 91.45% untuk aplikasi web

Kata kunci: *deep learning, EEG, LSTM, RFFT, Skizofrenia, 1D-CNN*

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.4.1 Tujuan	3
1.4.2 Manfaat	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Skizofrenia	6
2.3 Elektroensefalografi (EEG).....	7
2.4 Deep Learning.....	8
2.4.1 1D Convolutional Neural Network (CNN).....	8
2.4.2 Recurrent Neural Network (RNNs).....	9
2.5 Signal Segmentation.....	9
2.6 Ekstraksi Fitur dalam Domain Frekuensi.....	10
2.7 Library pada Python.....	11
2.7.1 Tensorflow	11
2.7.2 MNE-Python (<i>Minimum Norm Estimation</i>).....	11
2.8 Sistem Berbasis Web 3.0.....	11
2.9 React.js.....	12
2.10 Flask	12
BAB III METODE PENELITIAN	13
3.1 Rancangan Penelitian	13
3.2 Tahapan Penelitian	14
3.2.1 Identifikasi Masalah	14

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

3.2.2	Studi Literatur	14
3.2.3	Pengumpulan Data	15
3.2.4	Prapemrosesan Data (<i>Data Preprocessing</i>)	15
3.2.5	Ekstraksi Fitur (<i>Feature Extraction</i>).....	17
3.2.6	Pembagian <i>Dataset</i>	17
3.2.7	Pengembangan Model.....	17
3.2.8	Evaluasi Model.....	18
3.2.9	Integrasi Model dan Pengembangan Aplikasi Web	19
3.2.10	Pengujian (<i>Testing</i>)	19
3.2.11	Kesimpulan dan Pembuatan Laporan.....	19
3.3	Objek Penelitian.....	20
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1	Identifikasi Kebutuhan	21
4.1.1	Kebutuhan Pengembangan Model	21
4.1.2	Kebutuhan Pengembangan Aplikasi web.....	22
4.1.3	Kebutuhan Perangkat Keras.....	23
4.1.4	Kebutuhan Perangkat Lunak.....	24
4.2	Perancangan Sistem	25
4.2.1	Perancangan Model <i>Deep Learning</i>	25
4.2.2	Perancangan Aplikasi Web	36
4.3	Implementasi Sistem.....	41
4.3.1	Implementasi Model.....	41
4.3.2	Implementasi Aplikasi Web.....	63
4.4	Pengujian.....	67
4.4.1	Deskripsi Pengujian	67
4.4.2	Prosedur Pengujian	68
4.4.3	Data Hasil Pengujian.....	75
4.4.4	Analisa Data/Hasil Pengujian	86
BAB V	PENUTUP.....	89
5.1	Kesimpulan	89
5.2	Saran.....	89
DAFTAR PUSTAKA	91	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS	98	
LAMPIRAN.....	99	



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 GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Mismatch Negativity (MMN)</i> , yang dirata-ratakan pada Fz, untuk partisipan kelompok sehat (HC), skizofrenia dengan fungsi tinggi (HF-SZ), dan skizofrenia dengan fungsi rendah (LF-SZ) berdasarkan jenis <i>deviant</i> , Hamilton, H. K., (2018)	7
Gambar 2.2 Bentuk gelombang P300, yang dirata-ratakan pada Cz untuk stimulus baru (P3a) dan pada Pz untuk stimulus target (P3b), untuk partisipan kelompok sehat (HC), skizofrenia dengan fungsi tinggi (HF-SZ), dan skizofrenia dengan fungsi rendah (LF-SZ), Hamilton, H. K., (2018)	7
Gambar 2.3 Letak <i>Channel EEG</i> Dengan Aturan 10-20, Light, G. A., et al., (2010)	8
Gambar 2.4 Arsitektur <i>CNN</i> , Pandey, R. (2024, May 28)	9
Gambar 2.5 Perbedaan <i>Neural Network</i> dan <i>Recurrent Neural Networks</i> , Esterlina Br Jabat, D., et al., (2024)	9
Gambar 2.6 <i>Signal Segmentation</i> , Zhang, H. (2023).	10
Gambar 2.7 Arsitektur Sistem Berbasis Aplikasi web 3.0	12
Gambar 3.1 Rancangan Penelitian	13
Gambar 3.2 Diagram <i>Flowchart</i> Tahapan Penelitian	14
Gambar 3.3 Dua Menit Awal Rekaman Sinyal EEG	16
Gambar 3.4 <i>Confusion Matrix</i> , Bansal, K., & Gupta, P. (2022).	18
Gambar 4.1 Karakteristik Data Subjek Sehat.....	26
Gambar 4.2 Karakteristik Data Subjek Skizofrenia	26
Gambar 4.3 Diagram <i>Flowchart</i> Prapemrosesan Data Bagian 1	27
Gambar 4.4 Contoh Objek Info.....	28
Gambar 4.5 Diagram <i>Flowchart</i> Prapemrosesan Data Bagian 2	29
Gambar 4.6 Perbedaan Sinyal dengan <i>FFT</i> dan Sinyal dengan <i>RFFT</i>	30
Gambar 4.7 Diagram <i>Flowchart</i> Ekstraksi Fitur dengan <i>RFFT</i>	30
Gambar 4.8 Arsitektur Model <i>1D-CNN</i>	32
Gambar 4.9 Arsitektur Model LSTM	33
Gambar 4.10 Fungsi <i>myCallbacks</i>	34
Gambar 4.11 Diagram <i>Flowchart</i> Integrasi Model.....	35
Gambar 4.12 <i>Use Case Diagram</i> Aplikasi Web	36
Gambar 4.13 <i>Use Case Diagram</i> Melihat <i>Landing Page</i>	37



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 4.14 Activity Diagram Mengunggah Data Sinyal EEG.....	38
Gambar 4.15 Wireframe Halaman Utama Bagian 1	39
Gambar 4.16 Wireframe Halaman Utama Bagian 2	40
Gambar 4.17 Wireframe Halaman Diagnosa	41
Gambar 4.18 Visualisasi Raw Data dengan (a) 30 channel dan (b) 24 channel ..	42
Gambar 4.19 Visualisasi Epoching Selama 5 Detik dengan (a) 30 channel dan (b) 24 channel	42
Gambar 4.20 Raw Data (a) Sebelum dan (b) Sesudah Difilter.....	43
Gambar 4.21 Pembagian Dataset Menggunakan scikit-learn.....	46
Gambar 4.22 Confusion Matrix 30 Channel (a) Skenario 1 dan (b) Skenario 2 Raw Data Signal 1D CNN.....	48
Gambar 4.23 Grafik Accuracy dan Loss (a) 30 Channel Skenario 1 dan (b) Skenario 2 Raw Data Signal 1D CNN.....	49
Gambar 4.24 Confusion Matrix 24 Channel (a) Skenario 1 dan (b) Skenario 2 Raw data signal 1D CNN.....	50
Gambar 4.25 Grafik Accuracy dan Loss (a) 24 Channel Skenario 1 dan (b) Skenario 2 Raw data signal 1D CNN	51
Gambar 4.26 Confusion Matrix 30 Channel (a) Skenario 1 dan (b) Skenario 2 Raw Data Signal LSTM.....	52
Gambar 4.27 Grafik Accuracy 30 Channel (a) Skenario 1 dan (b) Skenario 2 Raw Data Signal LSTM.....	53
Gambar 4.28 Confusion Matrix 24 Channel (a) Skenario 1 dan (b) Skenario 2 Raw Data Signal LSTM.....	54
Gambar 4.29 Grafik Accuracy dan Loss 24 Channel (a) Skenario 1 dan (b) Skenario 2 Raw Data Signal LSTM.....	55
Gambar 4.30 Confusion Matrix 30 Channel (a) Skenario 1 dan (b) Skenario RFFT 1D CNN.....	56
Gambar 4.31 Grafik Accuracy dan Loss (a) 30 Channel Skenario 1 dan (b) Skenario 2 RFFT 1D CNN	57
Gambar 4.31 Confusion Matrix 24 Channel (a) Skenario 1 dan (b) Skenario 2 RFFT 1D CNN.....	58
Gambar 4.32 Grafik Accuracy dan Loss (a) 24 Channel Skenario 1 dan (b) Skenario 2 RFFT 1D CNN	59
Gambar 4.33 Confusion Matrix 30 Channel (a) Skenario 1 dan (b) Skenario 2 RFFT LSTM.....	60



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 4.34 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> 30 <i>Channel</i> (a) Skenario 1 dan (b) Skenario 2 <i>RFFT LSTM</i>	61
Gambar 4.35 <i>Confusion Matrix</i> 24 <i>Channel</i> (a) Skenario 1 dan (b) Skenario 2 <i>RFFT LSTM</i>	62
Gambar 4.35 Grafik <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> 24 <i>Channel</i> (a) Skenario 1 dan (b) Skenario 2 <i>RFFT LSTM</i>	63
Gambar 4.36 Implementasi Halaman Utama Bagian 1.....	64
Gambar 4.37 Implementasi Halaman Utama Bagian 2.....	65
Gambar 4.38 Implementasi Halaman Diagnosa.....	65
Gambar 4.39 Modal Panduan Penggunaan Fitur	66
Gambar 4.40 Modal Panduan Jumlah <i>Channel</i>	66
Gambar 4.41 Hasil Unduhan Pengguna	67
Gambar 4.42 Diagram Batang Persentase Hasil <i>UAT</i> oleh Dua Peneliti	84

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 TABEL

Tabel 3.1 Identitas <i>channel</i>	15
Tabel 4.1 Kebutuhan <i>Dataset</i>	21
Tabel 4.2 Kebutuhan Model.....	22
Tabel 4.3 Kebutuhan Fungsional Aplikasi web	23
Tabel 4.4 Kebutuhan Non Fungsional Aplikasi web	23
Tabel 4.5 Kebutuhan Perangkat Keras.....	24
Tabel 4.6 Kebutuhan Perangkat Lunak Model	24
Tabel 4.7 Kebutuhan Perangkat Lunak Aplikasi Web.....	25
Tabel 4.8 <i>Dataset</i> untuk Pengolahan Model <i>Deep Learning</i>	27
Tabel 4.9 Pembagian <i>Dataset</i>	31
Tabel 4.10 <i>Hyperparameter</i> Model.....	33
Tabel 4.11 Hasil <i>Preprocessing Dataset</i> dengan 30 <i>Channel</i>	43
Tabel 4.12 Hasil <i>Preprocessing Dataset</i> dengan 24 <i>Channel</i>	44
Tabel 4.13 Perbandingan Perfoma <i>FFT</i> dan <i>RFFT</i>	44
Tabel 4.14 Hasil <i>Feature Extraction Dataset</i> dengan 32 <i>Channel</i>	45
Tabel 4.15 Hasil <i>Feature Extraction Dataset</i> dengan 24 <i>Channel</i>	45
Tabel 4.16 Hasil Pembagian <i>Dataset</i> pada Data dengan 30 <i>Channel</i>	46
Tabel 4.17 Hasil Pembagian <i>Dataset</i> pada Data dengan 24 <i>Channel</i>	47
Tabel 4.18 Hasil Perbandingan Metrik Evaluasi 30 <i>Channel Raw Data Signal</i> Menggunakan <i>1D CNN</i>	47
Tabel 4.19 Hasil Perbandingan Metrik Evaluasi 24 <i>Channel Raw data signal</i> Menggunakan <i>1D CNN</i>	49
Tabel 4.20 Hasil Perbandingan Metrik Evaluasi 30 <i>Channel Raw data signal</i> Menggunakan <i>LSTM</i>	51
Tabel 4.21 Hasil Perbandingan Metrik Evaluasi 24 <i>Channel Raw data signal</i> Menggunakan <i>LSTM</i>	53
Tabel 4.22 Hasil Perbandingan Metrik Evaluasi 30 <i>Channel</i> Menggunakan <i>RFFT 1D CNN</i>	55
Tabel 4.23 Hasil Perbandingan Metrik Evaluasi 24 <i>Channel</i> Menggunakan <i>RFFT 1D CNN</i>	57
Tabel 4.23 Hasil Perbandingan Metrik Evaluasi 30 <i>Channel</i> Menggunakan <i>RFFT LSTM</i>	60



© 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

Tabel 4.25 Hasil Perbandingan Metrik Evaluasi 24 <i>Channel</i> Menggunakan <i>RFFT LSTM</i>	62
Tabel 4.27 Skenario Pengujian <i>Black Box Testing</i> pada Halaman <i>Landing Page</i>	70
Tabel 4.28 Skenario Pengujian <i>Black Box Testing</i> pada Halaman Diagnosa Skema Positif	70
Tabel 4.29 Skenario Pengujian <i>Black Box Testing</i> pada Halaman Diagnosa Skema Negatif	72
Tabel 4.30 Kuisisioner <i>UAT</i> Kualitas Model	73
Tabel 4.31 Kuisisioner <i>UAT</i> Kualitas Aplikasi Web	74
Tabel 4.32 Hasil Pengujian Model dengan Pembagian <i>Dataset</i> Skenario 1	75
Tabel 4.33 Hasil Pengujian Model dengan Pembagian <i>Dataset</i> Skenario 2	76
Tabel 4.34 Hasil Pengujian <i>Black Box Testing</i> pada <i>Landing Page</i>	77
Tabel 4.35 Hasil Pengujian <i>Black Box Testing</i> Halaman Diagnosa dengan Skema Positif	78
Tabel 4.36 Hasil Pengujian <i>Black Box Testing</i> Halaman Diagnosa dengan Skema Negatif	80
Tabel 4.37 Hasil <i>User Acceptance Test (UAT)</i> Peneliti 1	82
Tabel 4.38 Hasil <i>User Acceptance Test (UAT)</i> Peneliti 2	83
Tabel 4.39 Persentase Hasil <i>User Acceptance Test (UAT)</i> Penilaian Dua Peneliti	84
Tabel 4.40 Saran Pengembangan Peneliti 1 dan Peneliti 2	84



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 I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Skizofrenia menyerang sekitar 20 juta orang di seluruh dunia, menurut laporan World Health Organization (WHO) (Ciprian, C et al., 2021). Skizofrenia adalah gangguan kejiwaan yang sangat mempengaruhi persepsi dan hubungan sosial seseorang. Gangguan ini secara serius merusak cara berpikir, mengekspresikan emosi, serta persepsi terhadap realitas. Gangguan aktivitas saraf pada penderita skizofrenia dapat mempengaruhi kemampuan kognitif, pengendalian emosi, dan fungsi memori (Bagherzadeh, S et al., 2022). Meskipun penyebab skizofrenia belum sepenuhnya dipahami, tetapi banyak penelitian menunjukkan bahwa kelainan struktur dan fungsi otak berperan dalam perkembangan penyakit tersebut (Shoeibi, A et al., 2021).

Skizofrenia didiagnosis secara tradisional melalui wawancara dengan pasien untuk menanyakan gejala klinis yang mereka alami. Namun, cara ini terkadang kurang akurat karena beberapa pasien mungkin menyembunyikan gejalanya. Selain itu, para ahli sering mengalami kesulitan membedakan skizofrenia dari penyakit lain yang memiliki gejala serupa. Oleh karena itu, berbagai teknik telah dikembangkan untuk meningkatkan pemantauan aktivitas otak, seperti *magnetic resonance imaging* (MRI), *functional magnetic resonance imaging* (fMRI), dan sinyal otak *electroencephalography* (EEG) (Hussain, M et al., 2024). Sinyal otak EEG mendapat banyak perhatian dalam diagnosis skizofrenia karena sifatnya yang non-invasif dan mudah digunakan (Khare, S et al., 2020).

Electroencephalogram (EEG) adalah sinyal yang menunjukkan aktivitas listrik yang dihasilkan oleh banyak neuron di otak. Dalam konteks skizofrenia, EEG membantu melihat aktivitas listrik di otak secara langsung, sehingga bisa memberikan wawasan tentang gangguan saraf yang terkait dengan penyakit mental (De Boer et al., 2023, Karthik, S & Sudha, M, 2021). Sifat EEG yang dinamis membuatnya sangat cocok untuk menangkap perubahan aktivitas otak seiring



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 mengumuk dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

waktu. Hal ini penting untuk memahami mekanisme dasar skizofrenia (Barros, C et al., 2022).

Sinyal EEG menunjukkan informasi kompleks di otak yang berdimensi tinggi dan sulit dianalisis secara langsung. Oleh karena itu, dibutuhkan metode bantu untuk mengekstraksi informasi penting. Ekstraksi fitur atau *feature extraction* adalah cara efektif untuk mempelajari data sinyal EEG, karena dapat merangkum informasi dari banyak sinyal menjadi fitur yang lebih sedikit tanpa menghilangkan makna aslinya. Untuk penyakit skizofrenia, metode ekstraksi fitur dari *time-domain* dan *frequency-domain* telah digunakan untuk mengukur perubahan kondisi otak melalui sinyal EEG (Sun, J. et al., 2021).

Deep learning membawa revolusi dalam berbagai bidang analisis dan klasifikasi gambar medis. Model *deep learning* sangat berguna untuk mengekstrak fitur kompleks dari data dan mengenali pola yang rumit. Algoritma ini sangat cocok untuk tugas yang melibatkan analisis multidimensional data dan *sequence data*, seperti sinyal EEG (Srinivasan, S et al., 2024).

Maka dari itu, objektif penelitian ini adalah memproses sinyal EEG agar bisa mengklasifikasi subjek yang mengidap skizofrenia dengan subjek sehat menggunakan model *deep learning* yang akan diintegrasikan dengan aplikasi web untuk mempermudah tenaga medis dalam mendeteksi penyakit skizofrenia.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan model *deep learning* dengan performa yang optimal untuk mendeteksi skizofrenia?
2. Bagaimana melakukan pengujian model *deep learning* untuk mendeteksi skizofrenia?
3. Bagaimana mengimplementasikan model *deep learning* dalam aplikasi web yang dapat membantu tenaga medis untuk mendeteksi pasien skizofrenia dengan lebih efektif dan efisien?



© 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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

1.3 Batasan Masalah

1. Data yang digunakan untuk membuat model *deep learning* berasal dari *dataset* milik IMERI UI.
2. Model dibuat hanya untuk klasifikasi sinyal EEG dengan 24 *channel* dan 30 *channel*.
3. Format *file* sinyal EEG yang dapat diolah adalah *.edf* yang sering dihasilkan pada alat perekaman sinyal EEG.
4. Teknologi yang digunakan untuk model adalah *library* TensorFlow untuk membangun model *deep learning*, *scipy.rfft* untuk mengubah sinyal EEG dari domain waktu (*time-domain*) ke domain frekuensi (*frequency-domain*) menggunakan *RFFT*, dan *library* MNE untuk memanipulasi data sinyal EEG.
5. Sinyal EEG disegmentasi sepanjang 5 (lima) detik tanpa *overlap*.
6. Pengujian pada model menggunakan *evaluation metrics*, yaitu *confusion matrix*, *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Sedangkan, aplikasi web akan diuji dengan *Black Box Testing* dan *User Acceptance Test (UAT)*.
7. Teknologi yang digunakan untuk membuat aplikasi web adalah *library* React.js untuk antarmuka pengguna dan *library* Flask untuk menghubungkan model *deep learning* dengan aplikasi web.
8. Aplikasi web hanya memiliki dua jenis pengguna, yaitu tenaga medis dan peneliti.
9. Hasilnya hanya akan mengklasifikasikan segmen-segmen sinyal sebagai skizofrenia berat (dengan halusinasi) atau tidak skizofrenia (sehat/normal) tanpa menyimpulkan kondisi pemilik sinyal secara keseluruhan.
10. Aplikasi web menampilkan hasil klasifikasi dan probabilitas dari model *deep learning*, serta menyediakan fitur untuk mengunduh hasil klasifikasi.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.4.1 Tujuan

1. Mengembangkan model *deep learning* yang mampu mendeteksi apakah seseorang mengidap skizofrenia atau tidak berdasarkan data rekaman sinyal EEG.



© 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

2. Melakukan pengujian terhadap model *deep learning* yang telah dibuat untuk memastikan performa dan akurasi dalam mendeteksi skizofrenia.
3. Mengintegrasikan model *deep learning* ke dalam aplikasi web untuk mempermudah aksesibilitas pengguna.

1.4.2 Manfaat

1. Mendukung tenaga medis mendeteksi penyakit skizofrenia pada pasien secara efektif dan efisien dengan sistem ramah pengguna.
2. Mendorong pengembangan teknologi kecerdasan buatan yang dapat diterapkan dalam bidang medis.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah penyusunan skripsi ini, ditentukan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi teori-teori yang mendukung penelitian dan ulasan penelitian terdahulu berdasarkan studi literatur.

BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI ATAU RANCANG BANGUN

Menjelaskan rancangan penelitian, objek penelitian, dan tahapan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi realisasi rancangan penelitian, yaitu identifikasi kebutuhan, pembuatan model, pengujian, implementasi model ke aplikasi web, dan analisa data yang didapat dari pengujian.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan penelitian dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA



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 II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penggunaan EEG sebagai kandidat biomarker dalam mendeteksi dan memahami penyakit psikiatrik, salah satunya penyakit skizofrenia, telah menjadi fokus utama dalam berbagai studi ilmiah baru-baru ini. Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini:

Penelitian yang dilakukan oleh Gosala B, et al., dengan judul “*Wavelet Transforms for Feature Engineering in EEG Data Processing: An Application on Schizophrenia*” menggunakan dataset dari RepOD dan menerapkan pendekatan time-frequency domain melalui metode *Wavelet Scattering Transform (WST)* untuk klasifikasi gangguan skizofrenia. Penelitian ini membandingkan performa WST dengan *Continuous Wavelet Transform (CWT)* dan *Discrete Wavelet Transform (DWT)*, serta mengekstraksi 12 fitur statistik dari sinyal EEG sebelum diklasifikasikan menggunakan *machine learning*, yang terdiri dari metode tradisional dan *ensemble learning*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *ensemble* unggul saat menggunakan fitur dari CWT dan DWT, sedangkan metode tradisional lebih baik dengan fitur dari WST. Meskipun SVM secara umum menunjukkan performa tinggi, algoritma *Decision Tree* memberikan hasil terbaik dengan akurasi 97% dan waktu eksekusi selama 48,04 detik (Gosala B et al., 2022).

Selain itu, penelitian yang berjudul “*Detection of Schizophrenia Using Hybrid of Deep Learning and Brain Effective Connectivity Image from Electroencephalogram Signal*” dilakukan oleh Bagherzadeh, S et al., pada tahun 2022 masih dengan *public dataset* dari RepOD. Teknologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *TE Connectivity Measures* sebagai *feature extraction*, klasifikasi menggunakan *pre-trained model*, yaitu EfficientNetB0-LSTM, mendapatkan akurasi sebesar 99%. Disimpulkan juga bahwa model dengan menggunakan *pre-trained CNN-LSTM* dapat memberikan akurasi terbaik (Bagherzadeh, S et al., 2022).



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

Terakhir, penelitian yang berjudul “*Automatic Diagnosis of Schizophrenia in EEG Signals using CNN-LSTM Models*” pada tahun 2021 yang dilakukan oleh Shoeibi A et al., juga menggunakan *dataset* RepOD. Sinyal EEG tersebut dibagi dalam rentang waktu 25 detik dan dinormalisasi menggunakan metode *z-score* atau norm L2. Dalam tahap klasifikasi, digunakan dua pendekatan, yaitu metode *machine learning* konvensional serta berbagai arsitektur *deep learning*. Model *CNN-LSTM* menunjukkan performa terbaik dengan kombinasi fungsi aktivasi ReLU dan normalisasi gabungan *z-score* serta L2, menghasilkan akurasi sebesar 99%, yang lebih tinggi dibandingkan mayoritas studi sebelumnya. Seluruh eksperimen dilakukan dengan menggunakan metode *k-fold cross-validation* dengan nilai $k = 5$ (Shoeibi A et al., 2021).

2.2 Skizofrenia

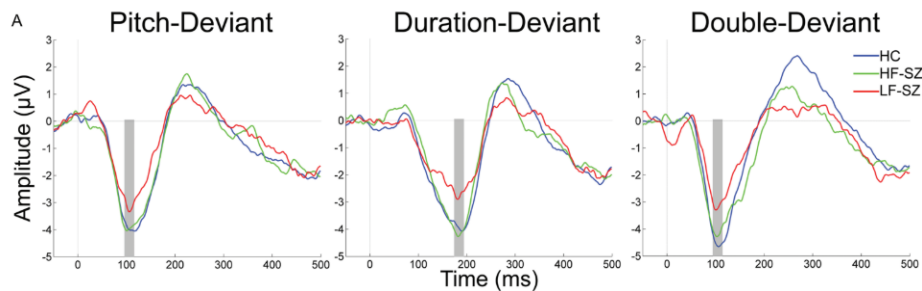
Skizofrenia adalah gangguan mental yang kompleks dan sering kali berkembang menjadi kondisi kronis, meskipun tidak selalu (Hussain, M et al., 2024). Skizofrenia berkaitan dengan perubahan struktur dan fungsi korteks, serta koneksi antar berbagai area kortikal (Bagherzadeh, S et al., 2022). Skizofrenia juga terjadi akibat sekresi zat kimia tertentu di otak, sehingga fungsi beberapa bagian otak menjadi tidak seimbang. Hal ini menyebabkan kurangnya koordinasi antara pikiran, tindakan, dan emosi (Shoeibi et al., 2021).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Hamilton, H. K., (2018), pasien yang mengidap skizofrenia menunjukkan perbedaan karakteristik pada sinyal EEG. Tanda-tanda ini terlihat dalam berbagai komponen *event-related potential (ERP)* yang terekam melalui EEG, seperti *mismatch negativity (MMN)* dan P300. *MMN*, yang mencerminkan pemrosesan sensorik otomatis, seringkali menunjukkan amplitudo yang berkurang pada pasien skizofrenia, khususnya mereka yang mengalami disabilitas fungsional yang lebih parah.



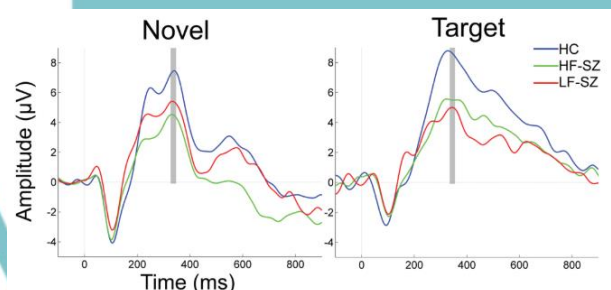
Hak Cipta :

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 2.1 *Mismatch Negativity (MMN)*, yang dirata-ratakan pada Fz, untuk partisipan kelompok sehat (HC), skizofrenia dengan fungsi tinggi (HF-SZ), dan skizofrenia dengan fungsi rendah (LF-SZ) berdasarkan jenis *deviant*, Hamilton, H. K., (2018)

Di sisi lain, P300, yang terkait dengan alokasi perhatian dan pembaruan memori kerja, juga ditemukan berkurang pada pasien skizofrenia, terlepas dari *functional disability* mereka. Meskipun P300 bervariasi dengan kondisi klinis pada skizofrenia, amplitudo P300 tetap berkurang pada pasien yang gejalanya telah membaik dan menunjukkan stabilitas seperti sifat ketika dinilai secara longitudinal. Ini menunjukkan bahwa P300 mungkin lebih merupakan ciri umum skizofrenia, yang konsisten dengan perannya sebagai penanda sifat penyakit.



Gambar 2.2 Bentuk gelombang P300, yang dirata-ratakan pada Cz untuk stimulus baru (P3a) dan pada Pz untuk stimulus target (P3b), untuk partisipan kelompok sehat (HC), skizofrenia dengan fungsi tinggi (HF-SZ), dan skizofrenia dengan fungsi rendah (LF-SZ), Hamilton, H. K., (2018)

2.3 Elektroensefalografi (EEG)

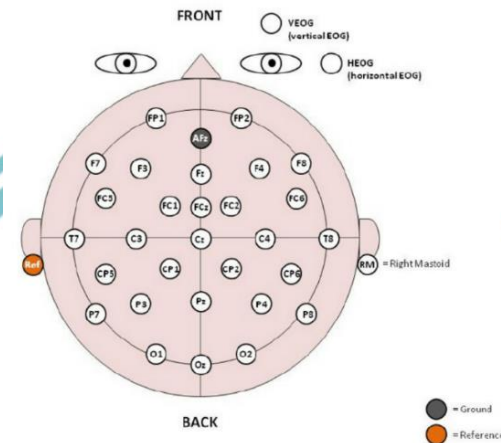
Elektroensefalografi, disingkat EEG, adalah suatu pemeriksaan yang mendeteksi aktivitas listrik di otak melalui penembakan neuron di otak melalui cakram logam



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

kecil (elektroda) yang ditempelkan pada kulit kepala yang mencakup analisis rekaman dan interpretasi dari sinyal EEG. Rekaman EEG ditampilkan dalam bentuk garis bergelombang (Kurniawati A & Akbar H, 2023). EEG adalah salah satu modalitas neuroimaging fungsional yang paling praktis dan terjangkau, sehingga menarik perhatian para dokter spesialis (Shoeibi A et al., 2021).



Gambar 2.3 Letak Channel EEG Dengan Aturan 10-20, Light, G. A., et al., (2010)

2.4 Deep Learning

Deep learning merupakan salah satu metode yang diterapkan dalam *machine learning*. *Deep learning* bekerja berdasarkan prinsip mengekstraksi fitur dari *raw data signal* dengan menggunakan beberapa lapisan (*layer*) untuk mengidentifikasi berbagai aspek yang relevan dengan input data (Mishra, R et al., 2021). Beberapa peneliti telah menggunakan model *deep learning* untuk menganalisis sinyal EEG untuk mendeteksi dan memprediksi perkembangan penyakit seperti penyakit alzheimer, epilepsi, stroke iskemik, dan banyak lagi (Chaddad A et al., 2023).

2.4.1 1D Convolutional Neural Network (CNN)

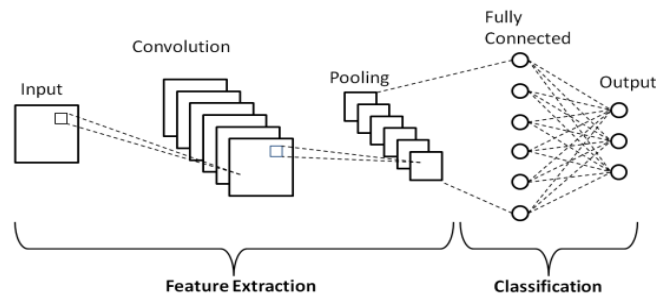
Kinerja tinggi dari model *CNN* (*Convolutional Neural Network*) dalam *computer vision* telah membuatnya mulai digunakan dalam pemrosesan data *time series*, seperti sinyal medis, dan menghasilkan hasil yang sukses. Dalam model *1D CNN*, waktu pada sinyal dianggap sebagai dimensi spasial, misalnya seperti tinggi atau lebar pada gambar 2D. Model *1D CNN* dianggap sebagai pesaing dari arsitektur *RNN* (*Recurrent Neural Network*) dalam pemrosesan data *time series*. Dibandingkan dengan model *RNN*, arsitektur *1D CNN* memiliki biaya komputasi



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

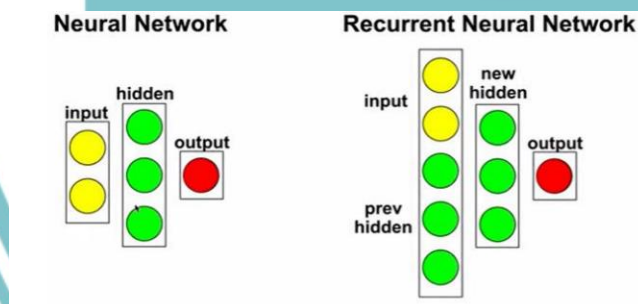
yang lebih rendah, sehingga lebih efisien dalam hal waktu dan sumber daya (Shoeibi, A et al.,2021).



Gambar 2.4 Arsitektur CNN, Pandey, R. (2024, May 28)

2.4.2 Recurrent Neural Network (RNNs)

Recurrent Neural Network (RNNs) adalah salah satu model *deep learning* yang dirancang khusus untuk mengolah data berurutan. Berbeda dengan *neural network*, RNN memiliki memori internal yang memungkinkan mereka mengingat informasi dari *input* sebelumnya dalam satu urutan (Mienye I et al., 2024). Algoritma ini secara luas digunakan dalam berbagai aplikasi yang berkaitan dengan interpretasi sinyal deret waktu (*time series*), audio atau ucapan, teks, serta sinyal fisiologis termasuk sinyal EEG atau ECG (Singh K et al., 2020).



Gambar 2.5 Perbedaan Neural Network dan Recurrent Neural Networks, Esterlina Br Jabat, D., et al., (2024)

2.5 Signal Segmentation

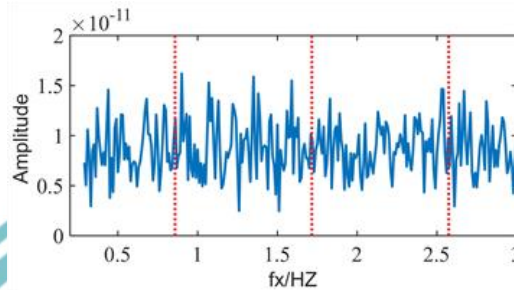
Dalam banyak aplikasi pemrosesan sinyal, seperti analisis EEG, sinyal yang tidak stabil sering kali perlu dibagi menjadi beberapa bagian kecil atau *epoch*. Hal ini dilakukan dengan menentukan batas-batas sinyal pada titik waktu di mana karakteristik statistiknya, seperti perubahan amplitudo dan/atau frekuensi (Azami,



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

H et al., 2012). Ada dua jenis segmentasi sinyal, yaitu segmentasi konstan dan segmentasi adaptif. Segmentasi konstan membagi sinyal menjadi bagian dengan ukuran tetap, sedangkan segmentasi adaptif menyesuaikan ukuran pembagian berdasarkan perubahan dalam sinyal (Anisheh S & Hassanpour H, 2009).



Gambar 2.6 *Signal Segmentation*, Zhang, H. (2023).

2.6 Ekstraksi Fitur dalam Domain Frekuensi

Ekstraksi fitur adalah proses mengubah *raw data signal* menjadi fitur numerik yang dapat diproses, sambil tetap mempertahankan informasi penting dari *raw data signal* aslinya. Memilih fitur yang tepat dari data merupakan langkah yang sangat penting, karena fitur yang diekstraksi dengan baik akan memberikan hasil yang lebih baik dalam proses klasifikasi dan prediksi suatu penyakit. Fitur yang diekstraksi bertujuan untuk meminimalkan kehilangan informasi penting yang terdapat dalam sinyal (Gosala, B. et al, 2023). Metode ekstraksi fitur dalam domain frekuensi terutama mempelajari sinyal EEG dengan cara mengubah sinyal dari domain waktu (*time-domain*) menjadi domain frekuensi (*frequency-domain*). Perubahan ini menunjukkan hubungan antara frekuensi dan amplitudo yang sesuai, serta dapat menggali fitur-fitur yang lebih mendalam dari sinyal tersebut (Sun, J. et al, 2021).

2.6.1 Real Fast Fourier Transform (RFFT)

Algoritma *FFT* (*Fast Fourier Transform*) merupakan versi yang ditingkatkan dari algoritma *DFT* (*Discrete Fourier Transform*), yang menawarkan cara pelaksanaan *DFT* yang lebih cepat. Dibandingkan dengan algoritma *DFT*, algoritma *FFT* mampu memberikan hasil yang lebih cepat saat menganalisis sinyal EEG. Dalam berbagai studi sebelumnya, algoritma *FFT* telah digunakan sebagai metode ekstraksi fitur dalam domain frekuensi untuk mendeteksi berbagai gangguan neurologis, termasuk kejang epilepsi dan penyakit Alzheimer (Sun, J. et al, 2021).



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

Real-Valued Fast Fourier Transform (RFFT) adalah algoritma cepat untuk menghitung *Discrete Fourier transform (DFT)* dari serangkaian data yang bernilai real. Meskipun sebagian besar algoritma *Fast Fourier Transform (FFT)* dirancang untuk menghitung DFT dari urutan kompleks, dalam banyak aplikasi, urutan yang akan ditransformasi bernilai *real*. *RFFT* memanfaatkan simetri yang ada dalam algoritma nilai kompleks untuk menghilangkan operasi yang berlebihan, sehingga menghasilkan efisiensi yang lebih besar dibandingkan dengan hanya menerapkan *FFT* kompleks pada data *real* dengan bagian imajiner nol. Dengan mengeksploitasi simetri ini di setiap tahap algoritma *FFT*, operasi dan penyimpanan dapat dikurangi secara signifikan (Sorensen, Henrik V., et al., 1987).

2.7 Library pada Python

2.7.1 Tensorflow

TensorFlow adalah *library machine learning* berskala besar yang dirancang untuk beroperasi di lingkungan heterogen. *Library* ini memanfaatkan grafik aliran data untuk merepresentasikan proses komputasi, berbagi status secara bersama, dan menjalankan operasi untuk memodifikasi status tersebut. TensorFlow mendistribusikan node dari grafik aliran data ke berbagai mesin dalam sebuah *cluster*. Mesin-mesin ini dapat menggunakan berbagai perangkat komputasi, seperti CPU *multicore*, GPU, dan ASIC khusus yang dikenal sebagai *Tensor Processing Unit (TPU)* (Keeton K, 2016).

2.7.2 MNE-Python (*Minimum Norm Estimation*)

MNE-Python adalah *open-source code* yang digunakan untuk memvisualisasikan dan menganalisis rekam medis termasuk MEG, EEG, dan EKG. *Library* ini mendukung analisis statistik, *machine learning*, analisis *time-frequency*, *source estimation*, dan *data preprocessing*. MNE-Python mendukung berbagai teknik *filtering*, termasuk *bandpass*, *low-pass*, *high-pass*, and *notch filtering* (Samarpita, S, 2023).

2.8 Sistem Berbasis Web 3.0

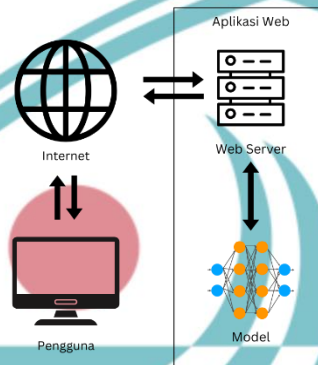
Para pakar industri dan akademisi sudah mengaitkan istilah Aplikasi web 3.0 dengan *semantic web*. Bahkan sekarang, dengan kemajuan teknologi *Artificial Intelligence (AI)* dan *Machine Learning (ML)* sudah menjadi bagian dari Web 3.0



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

atau *semantic web* (Sharma, K et al., 2023). Perkembangan teknologi *AI* yang pesat dalam beberapa tahun terakhir telah membawa solusi baru untuk berbagai tantangan yang dihadapi dalam pengembangan web 3.0, seperti *big data analytics*, pembuatan konten berbasis *AI*, serta klasifikasi video, teks, dan jenis konten lainnya (Shen, M et al., 2023).



Gambar 2.7 Arsitektur Sistem Berbasis Web 3.0

2.9 React.js

React.js adalah *library* JavaScript yang kuat dan efisien, digunakan untuk membangun komponen antarmuka pengguna (*user interface*) yang dapat digunakan kembali. React.js bersifat fleksibel dan deklaratif, serta mendukung rendering sisi server (*Server-Side Rendering/SSR*). Sebagai proyek open-source, React.js digunakan untuk membuat antarmuka yang dinamis dan interaktif pada aplikasi web maupun mobile. React.js berbasis komponen dan berfokus pada pengembangan bagian tampilan atau lapisan depan dari sebuah aplikasi. (Srivastava, A et al., 2022).

2.10 Flask

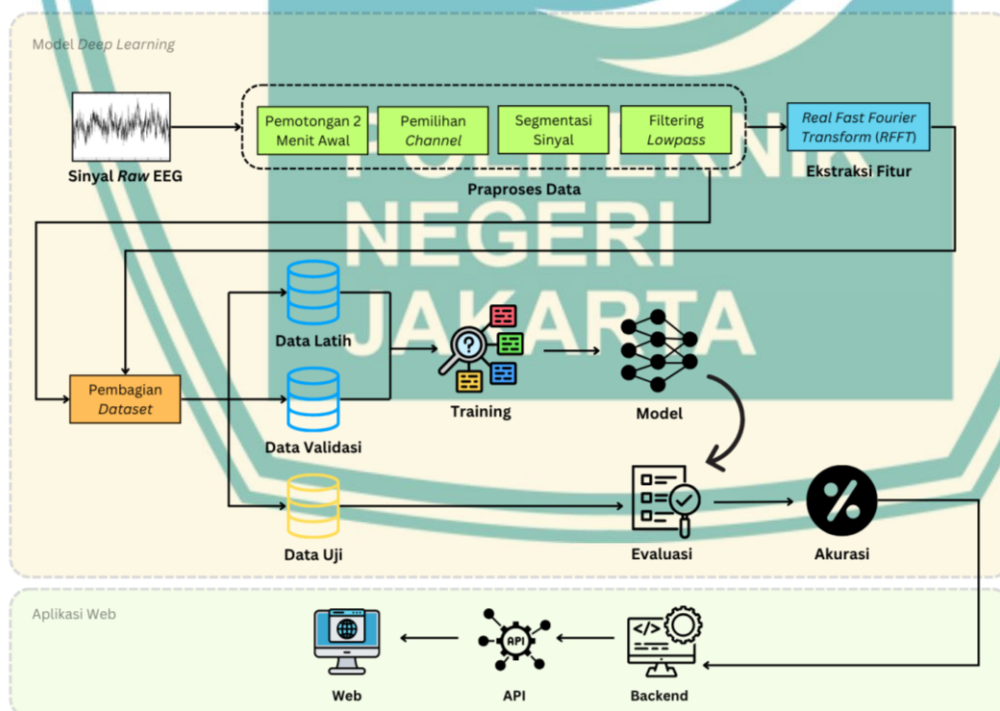
Flask adalah *framework* yang ditulis menggunakan bahasa pemrograman Python dan memanfaatkan *toolkit* Werkzeug serta template Jinja2. Werkzeug digunakan untuk mendukung *routing*, *debugging*, dan *Aplikasi web Server Gateway Interface* (WSGI), sementara Jinja2 berfungsi sebagai *template engine* (Darmawan Sidik A et al., 2022).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan aplikasi web yang mampu mendeteksi atau mendiagnosis penyakit skizofrenia berdasarkan data sinyal EEG pasien dengan memanfaatkan teknologi *deep learning*. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif karena analisis data dilakukan dengan membandingkan kinerja model yang telah diuji sebelumnya menggunakan metrik evaluasi tertentu untuk menentukan model terbaik. Jenis penelitian ini merupakan riset eksperimental, di mana data dikumpulkan melalui eksperimen dengan cara menguji dua jenis arsitektur model, kemudian hasilnya disimpan dan dianalisis untuk mendapatkan performa model yang paling optimal. Terdapat dua bagian utama dalam penelitian ini, yaitu mengembangkan model *deep learning* dan mengembangkan aplikasi web agar model *deep learning* bisa digunakan oleh pengguna non-teknis. Seluruh rencana penelitian dijelaskan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Rancangan Penelitian

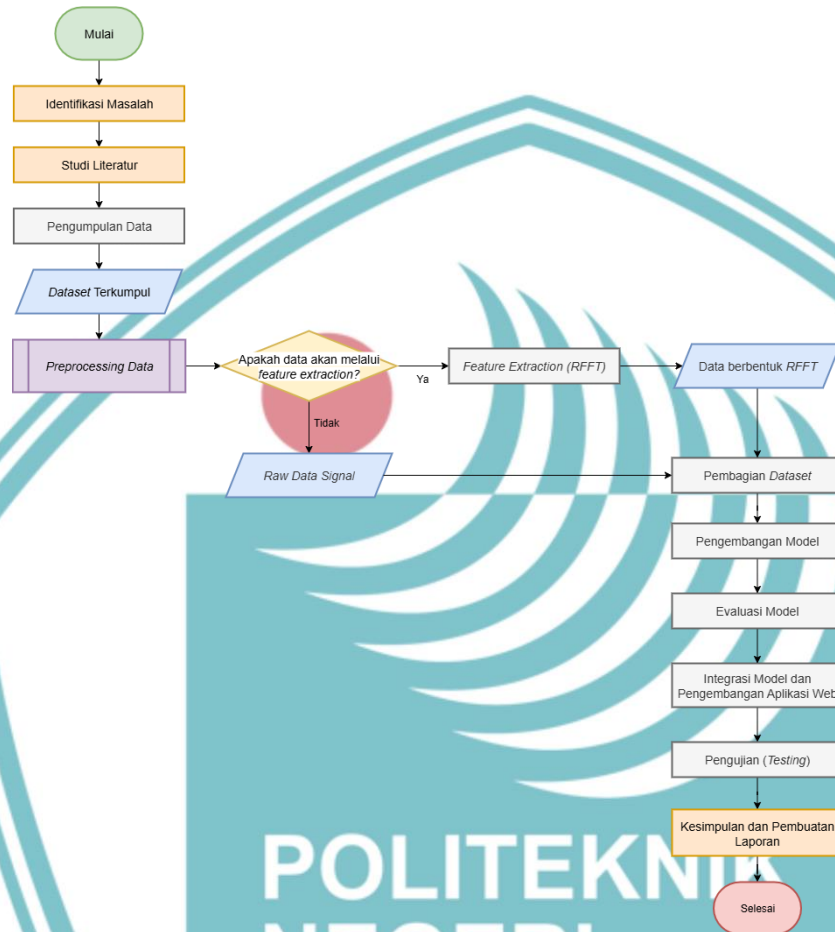


Hak Cipta :

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

3.2 Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini, terdapat 10 (sepuluh) tahapan penelitian yang akan dilakukan, dengan alur yang dijelaskan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram *Flowchart* Tahapan Penelitian

3.2.1 Identifikasi Masalah

Pada tahap ini, ditentukan topik penelitian dan tujuan penelitian. Setelah itu dirumuskan latar belakang mengapa topik di pilih, rumusan masalah, dan batasan masalah yang akan dilakukan pada penelitian.

3.2.2 Studi Literatur

Tahap ini melibatkan pengumpulan dan analisis literatur yang relevan dengan topik yang telah dipilih, untuk mendukung pencapaian tujuan penelitian. Studi literatur mencakup tinjauan penelitian terdahulu dan mendapatkan teori-teori yang relevan dengan masalah yang akan diteliti.



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

3.2.3 Pengumpulan Data

Dataset yang digunakan bersifat non-publik, yang didapat dari tim IMERI FKUI. Data yang diberikan akan direkam dengan alat EEG yang berbeda, yaitu alat dengan 32 *channel* dengan *low pass* sebesar 70.0Hz dan 25 *channel* dengan *low pass* sebesar 35.0Hz. Namun, kedua jenis rekaman ini memiliki *sampling rate* yang sama, yaitu sebesar 250.0Hz. Kedua jenis rekaman ini juga memiliki *reference channel* yang berbeda. Pada 32 *channel*, *reference channel* ada di sekitar channel Cz. Sedangkan, pada 25 *channel*, *reference channel* terletak pada *channel* RRef. Rata-rata keseluruhan rekaman sebesar 30 menit. Jumlah subjek dari kedua jenis sinyal tersebut adalah subjek untuk 32 *channel* dan subjek untuk 25 *channel*. Sinyal EEG direkam dengan persetujuan pasien (*informed consent*) yang diisi sebelum perekaman EEG dimulai dan data sinyal EEG ini direkam pada akhir tahun 2017 hingga awal tahun 2018. Pada Tabel 3.1 dijelaskan rincian *channel* dari 32 *channel* dan 25 *channel*.

Tabel 3.1 Identitas *channel*

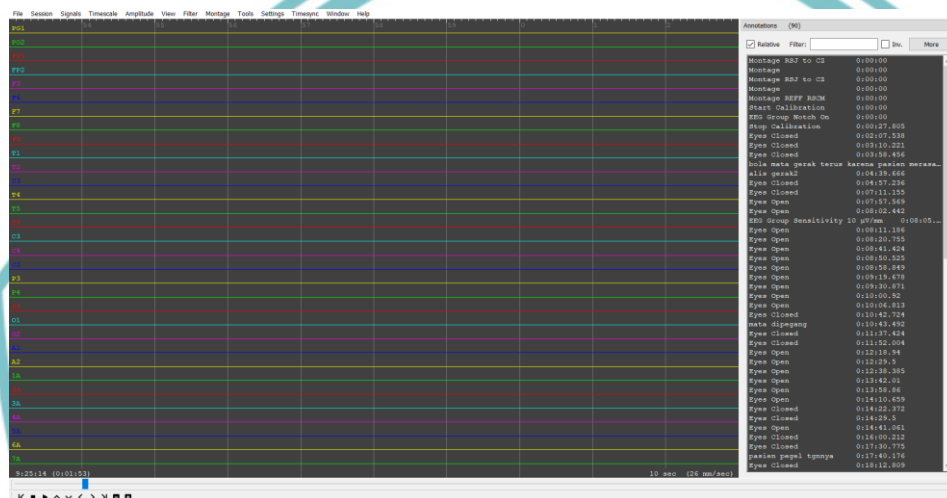
Jumlah Subjek	Jumlah <i>channel</i>	Nama <i>channel</i>	Lowpass filter
10 subjek (5 sehat dan 5 skizofrenia)	32 <i>channel</i>	PG1, PG2, FP1, FP2, F3, F4, F7, F8, FZ, T1, T2, T3, T4, T5, T6, C3, C4, CZ, P3, P4, PZ, O1, O2, A1, A2, 1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6A, 7A	70.0 Hz
9 subjek (4 sehat dan 5 skizofrenia)	25 <i>channel</i>	FP1-RRef, F3-RRef, C3-RRef, P3-RRef, O1-RRef, F7-RRef, T3-RRef, T5-RRef, T1-RRef, A1-RRef, FP2-RRef, F4-RRef, C4-RRef, P4-RRef, O2-RRef, F8-RRef, T4-RRef, T6-RRef, T2-RRef, A2-RRef, FZ-RRef, PZ-RRef, FPZ, OZ-RRef, ECG	35.0 Hz

3.2.4 Prapemrosesan Data (*Data Preprocessing*)

Sebelum data diproses oleh model *deep learning*, dilakukan tahap *data preprocessing* untuk memastikan kualitas dan konsistensi data. *Preprocessing* bertujuan untuk meningkatkan performa model dengan menyediakan *input* yang lebih representatif dan terstruktur, sehingga model dapat belajar pola dari data secara lebih efektif.

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

Untuk menghindari “kesalahpahaman” *deep learning model* dalam mengklasifikasikan rekaman sinyal EEG, sinyal EEG akan dipotong dari dua menit awal saat rekaman belum mulai tampak adanya perubahan amplitudo atau saat masih persiapan perekaman. Gambar 3.3 menunjukkan sinyal EEG pada dua menit pertama yang akan dihilangkan. Pada gambar tersebut, perubahan amplitudo pada sinyal EEG belum terlihat secara jelas.



Gambar 3.3 Dua Menit Awal Rekaman Sinyal EEG

Pada *dataset* yang digunakan, terdapat sinyal tambahan yang terekam selain aktivitas otak. Pada data dengan 25 *channel*, terekam pula sinyal jantung (ECG), sedangkan pada data dengan 32 *channel*, terdapat sinyal pernapasan (PG1 dan PG2). Karena sinyal-sinyal tersebut tidak relevan untuk analisis aktivitas otak, maka dilakukan proses pembersihan data dengan menghapus *channel* yang tidak diperlukan.

Dilakukan proses *low pass filtering* dengan batas frekuensi 35.0 Hz dan *high pass filtering* dengan batas frekuensi sebesar 1.00Hz untuk data berjumlah 30 *channel*. Tujuan dari filtrasi ini adalah untuk menghilangkan komponen frekuensi tinggi dan rendah yang tidak relevan, seperti *noise* atau artefak otot (EMG), sehingga sinyal



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

EEG yang diperoleh lebih bersih dan representatif terhadap aktivitas otak yang berada pada rentang frekuensi 1.00Hz sampai 35.0Hz.

3.2.4.4 Segmentasi sinyal

Penelitian ini menggunakan *library* MNE untuk melakukan segmentasi sinyal selama 5 detik dan dihasilkan *output* berupa *epochs file* dengan format *.fif* yang nantinya akan diekstraksi fitur menggunakan *RFFT*. Segmentasi selama 5 detik dipilih karena dianggap ideal untuk menjaga keseimbangan antara kestabilan pola sinyal dan kemampuan menangkap fitur transien. Jendela yang lebih pendek (2–3 detik) sering kali tidak cukup stabil, sementara jendela yang terlalu panjang (8–10 detik) berisiko menghaluskan fitur penting dalam sinyal EEG (Umair, M., et al., 2025).

3.2.5 Ekstraksi Fitur (*Feature Extraction*)

Setiap *epoch* akan dibaca satu per satu menggunakan *library* MNE. Selanjutnya, fitur dari masing-masing *epoch* akan diekstraksi menggunakan metode *Real Fast Fourier Transform (RFFT)* dengan bantuan *library* *scipy.fft*. Hasil ekstraksi kemudian akan disimpan dalam *format file .npy*.

3.2.6 Pembagian Dataset

Untuk mencapai hasil yang optimal, penelitian ini akan menggunakan dua skenario *dataset*. Pembagian kedua skenario tersebut akan dilakukan pada kedua jenis *dataset*, yaitu *raw data signal* dan data yang sudah melalui proses *RFFT*.

3.2.7 Pengembangan Model

Untuk data yang melewati *feature extraction* dan *raw data signal*, setiap *epochs* akan diproses menggunakan *deep learning* untuk klasifikasi. Arsitektur *deep learning* yang akan dibandingkan dalam penelitian ini adalah *1D CNN* dan *RNN*. *Epochs* tersebut akan melewati *input layer*, *convolution layer*, *max-pooling layer*, dan *fully-connected layer* pada arsitektur *1D CNN*. Sedangkan, untuk arsitektur *RNN*, *epochs* akan melewati *LSTM layer* dan *fully-connected layer*. Kedua jenis arsitektur ini akan menggunakan *hyperparameter* yang sama. Hasil dari masing-masing arsitektur kemudian akan dibandingkan untuk menilai performa terbaik dalam mendeteksi perbedaan antara kelas 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 mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

3.2.8 Evaluasi Model

Pada tahap ini, evaluasi model akan dilakukan dengan membandingkan seluruh *evaluation metrics*. *Evaluation metrics* yang biasa digunakan untuk mengukur performa model, yaitu:

A. Confusion Matrix

Confusion matrix digunakan untuk memvisualisasikan dan merangkum performa suatu algoritma klasifikasi atau model. Gambar 3.4 merupakan rumus dari *confusion matrix*.

		Predicted	
		0	1
Actual	0	TN	FP
	1	FN	TP

Gambar 3.4 *Confusion Matrix*, Bansal, K., & Gupta, P. (2022)

Confusion matrix pada Gambar 3.4 memiliki nilai sebagai berikut:

- *True Positive (TP)*: data skizofrenia diklasifikasi sebagai skizofrenia
- *True Negative (TN)*: data sehat yang diklasifikasikan sebagai sehat
- *False Positive (FP)*: data skizofrenia yang diklasifikasikan sebagai sehat.
- *False Negative (FN)*: data sehat yang diklasifikasikan sebagai skizofrenia.

B. Accuracy

Accuracy digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana model klasifikasi bekerja dengan benar secara keseluruhan.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

C. Precision

Precision mengukur seberapa baik model menghindari kesalahan *false positive*.

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$



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

D. *Recall*

Recall mengukur kemampuan model untuk mendeteksi semua *instance* positif dengan benar.

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

E. *F1-Score*

F1-score mengukur *harmonic mean* dari *precision* dan *recall*.

$$F1\ Score = 2 \times \frac{(Recall \times Precision)}{(Recall + Precision)}$$

3.2.9 Integrasi Model dan Pengembangan Aplikasi Web

Antarmuka pengguna didesain terlebih dahulu dan dibuat agar mudah digunakan untuk orang non-teknis. Fitur-fitur utama, yaitu mengunggah data sinyal EEG, menampilkan hasil klasifikasi, dan mengunduh hasil klasifikasi dengan data demografis akan ditampilkan pada aplikasi web menggunakan React.js. Selanjutnya, model terbaik akan diintegrasikan dengan aplikasi web menggunakan *framework* Flask. Fungsionalitas model juga akan dibangun, yaitu mengirimkan *file* sinyal EEG ke model dan mengirimkan hasil klasifikasi dari model.

3.2.10 Pengujian (*Testing*)

Akan ada dua jenis pengujian, yaitu pengujian model dan pengujian aplikasi web. Untuk model, model akan diuji dengan *raw data signal* sepanjang rekaman aslinya. Setelah model diimplementasikan ke aplikasi web, aplikasi web kemudian akan diuji menggunakan teknik *Black Box Testing* yang akan dilakukan oleh penulis secara mandiri dan *User Acceptance Test* yang dilakukan oleh tenaga medis atau peneliti.

3.2.11 Kesimpulan dan Pembuatan Laporan

Tahap ini merupakan tahap akhir dari penelitian. Setelah seluruh rangkaian selesai dilakukan, akan ditarik kesimpulan hasil penelitian dan penulisan laporan untuk dokumentasi penelitian, sehingga dapat menjadi acuan untuk penelitian berikutnya.



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

3.3 Objek Penelitian

Objek yang diteliti dalam penelitian ini adalah pengembangan model *deep learning* untuk mengklasifikasikan data sinyal EEG menjadi dua kategori, yaitu mengidap skizofrenia dan tidak mengidap skizofrenia. Selain pengembangan model, objek penelitian juga mencakup pembangunan aplikasi web berbasis antarmuka pengguna yang berfungsi untuk mempermudah tenaga medis atau peneliti dalam mengunggah data sinyal EEG dan memperoleh hasil prediksi secara otomatis.



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 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 Identifikasi Kebutuhan

Setelah dilakukan identifikasi masalah dan studi literatur, penulis dapat menentukan identifikasi kebutuhan yang diperlukan dalam pengembangan penelitian. Kebutuhan itu dibagi menjadi dua garis besar, yaitu kebutuhan pengembangan model dan kebutuhan pengembangan aplikasi web.

4.1.1 Kebutuhan Pengembangan Model

Kebutuhan pengembangan model mencakup dua aspek utama, yaitu kebutuhan *dataset* dan kebutuhan model *deep learning*. Identifikasi kedua aspek ini krusial untuk menghasilkan model yang akurat dalam membedakan rekaman sinyal EEG pasien skizofrenia dari subjek sehat.

4.1.1.1 Kebutuhan *Dataset*

Dataset yang digunakan oleh penulis untuk membuat model *deep learning* adalah data klinis yang didapatkan dari Tim MedTech IMERI UI. Data yang diberikan berjumlah 9 (sembilan) subjek sehat dan 10 (sepuluh) subjek yang mengidap skizofrenia dengan halusinasi sebelum diberikan pengobatan. Setelah melakukan eksplorasi data, peneliti menetapkan spesifikasi data yang akan diproses oleh *deep learning*. Tabel 4.1 menjelaskan spesifikasi atau kebutuhan *dataset* yang akan digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 4.1 Kebutuhan *Dataset*

No	Nama	Deskripsi
1	Banyak <i>channel</i>	<i>Dataset</i> memiliki jumlah <i>channel</i> sebanyak 25 <i>channel</i> atau 32 <i>channel</i>
2	Durasi rekaman	<i>Dataset</i> yang digunakan memiliki durasi rekaman yang beragam
3	Kondisi Pasien	<i>Dataset</i> berasal dari pasien dengan diagnosis skizofrenia berat dan subjek sehat
4	Anonimitas Data Pasien	Pada <i>dataset</i> , identitas pasien disamarkan sesuai dengan etika kedokteran dan perlindungan data pribadi.



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

4.1.1.2 Kebutuhan Model

Tahap kedua pada identifikasi kebutuhan pengembangan model adalah identifikasi kebutuhan model itu sendiri. Dengan adanya identifikasi ini, model diharapkan dapat memenuhi standar fungsionalitas dan kinerja yang dibutuhkan dalam proses klasifikasi sinyal EEG secara akurat. Tabel 4.2 menjelaskan secara rinci kebutuhan model yang akan dikembangkan pada penelitian ini.

Tabel 4.2 Kebutuhan Model

No	Kategori	Nama	Deskripsi
1	Fungsional	Banyak <i>channel</i> dan durasi rekaman	Model dapat mengklasifikasi sinyal EEG dengan 25 <i>channel</i> atau 32 <i>channel</i> dengan rekaman maksimal sepanjang 35 menit.
2	Kinerja	Kecepatan	Model dapat memberikan hasil deteksi kurang dari 120 detik.
3	Kinerja	Performa	Akurasi model harus sama atau lebih tinggi dari penelitian sebelumnya.

4.1.2 Kebutuhan Pengembangan Aplikasi web

Kebutuhan fungsional dan non-fungsional merupakan tahapan penting untuk dideskripsikan dalam proses pengembangan aplikasi web. Identifikasi ini dilakukan guna memastikan bahwa sistem yang dikembangkan mampu memenuhi standar, tujuan, fungsi, kriteria, dan kualitas dari aplikasi web yang akan dibangun.

4.1.2.1 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional mendeskripsikan fungsi dan fitur yang terdapat pada aplikasi web. Identifikasi ini bertujuan untuk menentukan standar fungsional yang harus dipenuhi oleh sebuah sistem. Pada Tabel 4.3, dijelaskan kebutuhan fungsional aplikasi web yang akan dibangun.

Tabel 4.3 Kebutuhan Fungsional Aplikasi web

No	Nama	Deskripsi
1	Penampilan <i>Landing Page</i>	Sistem dapat menampilkan <i>landing page</i> saat pertama kali aplikasi web diakses oleh pengguna.
1	Pengiriman Data Sinyal EEG	Sistem dapat mengirimkan data sinyal EEG yang masuk ke model <i>deep learning</i> untuk dapat dideteksi.
2	Penampilan Hasil Deteksi Sinyal EEG	Sistem dapat menampilkan hasil deteksi sinyal EEG dan probabilitas dari model <i>deep learning</i> .
3	Pengunduhan Hasil Deteksi	Sistem memungkinkan pengguna untuk mengunduh hasil deteksi sinyal EEG dengan data demografis dalam format PDF.

4.1.2.2 Kebutuhan Non-Fungsional

Berbeda dengan kebutuhan fungsional, kebutuhan non-fungsional menekankan standar kualitas yang harus dipenuhi oleh aplikasi web. Standar kualitas tersebut mencakup waktu respon, kemudahan penggunaan, dan realibilitas. Tabel 4.4 menjelaskan lebih rinci mengenai kebutuhan non-fungsional aplikasi web yang akan dikembangkan pada penelitian ini.

Tabel 4.4 Kebutuhan Non Fungsional Aplikasi web

No	Nama	Deskripsi
1	Waktu Respon Cepat	Sistem dapat memberikan hasil deteksi kurang dari 120 detik.
2	Kemudahan Penggunaan	Sistem dapat mudah digunakan oleh pengguna non-teknis, seperti tenaga medis atau peneliti.
3	Ketersediaan dan Realibilitas	Sistem harus selalu tersedia dan dapat diandalkan untuk melakukan analisis tanpa sering mengalami gangguan.

4.1.3 Kebutuhan Perangkat Keras

Kebutuhan perangkat keras dideskripsikan guna memastikan sistem memiliki infrastruktur yang memadai untuk merancang aplikasi dengan optimal dan mendukung proses pengolahan data secara efisien. Tabel 4.5 menjelaskan lebih rinci mengenai spesifikasi perangkat keras yang dibutuhkan pada penelitian ini.



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

Tabel 4.5 Kebutuhan Perangkat Keras

No	Nama	Deskripsi
1	CPU	Intel i7-7770HQ
2	RAM	16.0GB
3	GPU	GTX 950M
4	Operating System	Windows 10

4.1.4 Kebutuhan Perangkat Lunak

Selain kebutuhan perangkat keras, kebutuhan perangkat lunak juga penting untuk diidentifikasi. Identifikasi kebutuhan perangkat lunak dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu kebutuhan perangkat lunak untuk model dan aplikasi web.

4.1.4.1 Kebutuhan Perangkat Lunak Model

Tabel 4.6 menunjukkan perangkat lunak dan *library* yang dibutuhkan dalam penelitian ini. *Library-library* tersebut ditulis dalam bahasa pemrograman Python dan digunakan untuk melakukan analisis data, manipulasi data, prapemrosesan data, pengembangan model *deep learning*, hingga evaluasi model.

Tabel 4.6 Kebutuhan Perangkat Lunak Model

No	Nama	Deskripsi
1	<i>Library</i> Tensorflow	Digunakan untuk pengembangan model <i>deep learning</i>
2	<i>Library</i> Scipy.signal	Digunakan untuk mengubah sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi
3	<i>Library</i> Numpy	Digunakan untuk menyimpan <i>epoch</i> sebelum dan sesudah diubah ke domain frekuensi
4	<i>Library</i> MNE	Digunakan untuk membaca dan memanipulasi data sinyal EEG
5	Google Colaboratory	Digunakan sebagai lingkungan <i>preprocessing</i> data dan pengembangan model dengan bahasa Python
6	Polyman dan EDFBrowser	Aplikasi untuk membaca rekaman sinyal EEG dengan format .edf

Terdapat dua *library* utama yang digunakan dalam penelitian ini. *Library* MNE merupakan *library* yang digunakan untuk memanipulasi data sinyal EEG, sedangkan *library* TensorFlow digunakan untuk mengembangkan dan melatih model *deep learning*.



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



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

4.1.4.2 Kebutuhan Perangkat Lunak Aplikasi Web

Kebutuhan perangkat lunak untuk pengembangan aplikasi web juga telah diidentifikasi guna mendukung peneliti dalam membangun aplikasi aplikasi web. Rincian perangkat lunak tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.7. Flask berperan penting dalam menghubungkan *backend*, yaitu model *deep learning*, dengan *frontend* sebagai antarmuka pengguna. Selain itu, React.js juga berperan penting untuk membangun antarmuka pengguna yang interaktif.

Tabel 4.7 Kebutuhan Perangkat Lunak Aplikasi Web

No	Nama	Deskripsi
1	<i>Library</i> React.js	<i>Library</i> Javascript untuk membangun antarmuka pengguna yang interaktif di sisi <i>frontend</i>
2	<i>Library</i> Flask	Digunakan untuk menghubungkan <i>backend</i> dengan <i>frontend</i>
3	Postman	Aplikasi yang digunakan untuk menguji API sebelum diaplikasikan pada <i>frontend</i>
4	Visual Studio Code	<i>Text editor</i> yang digunakan untuk menulis kode <i>frontend</i> dan <i>backend</i>

4.2 Perancangan Sistem

Setelah melakukan identifikasi kebutuhan, tahap selanjutnya adalah melakukan perancangan sistem. Pada tahap perancangan dibagi menjadi dua, yaitu perancangan model *deep learning* dan perancangan aplikasi web.

4.2.1 Perancangan Model Deep Learning

Selain merancang pelatihan model, perancangan model *deep learning* ini juga mencakup perancangan *dataset* yang akan diproses dengan *deep learning*, mulai dari tahap prapemrosesan data, pembagian data menjadi data latih dan data uji, hingga ke tahap pelatihan model *deep learning*. Seluruh proses ini dilakukan secara sistematis untuk memastikan model yang akan dibangun memiliki performa yang optimal dan mampu melakukan klasifikasi dengan tingkat akurasi yang tinggi.

4.2.1.1 Pengumpulan Dataset

Data klinis yang diberikan dieksplorasi terlebih dahulu sebelum dilakukan prapemrosesan data. Eksplorasi meliputi mengetahui jumlah *channel*, nama-nama



© 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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

channel, durasi rekaman, *sampling rate*, *high pass filter*, dan *low pass filter*. Gambar 4.1 menunjukkan karakteristik rekaman pada setiap subjek sehat. Nama pasien telah disamarkan guna menjaga kerahasiaan identitas sesuai dengan prinsip etika medis.

	File Name	Total Channels	Channel Names	Duration (min)	Sampling Frequency (Hz)	Highpass Filter (Hz)	Lowpass Filter (Hz)
0	h01.edf	25	FP1-RRef, F3-RRef, C3-RRef, P3-RRef, O1-RRef, ...	30.87	250.0	1.0	35.0
1	h02.edf	32	PG1, PG2, FP1, FP2, F3, F4, F7, F8, FZ, T1, T2...	42.27	250.0	1.0	70.0
2	h03.edf	25	FP1-RRef, F3-RRef, C3-RRef, P3-RRef, O1-RRef, ...	35.73	250.0	1.0	35.0
3	h04.edf	32	PG1, PG2, FP1, FP2, F3, F4, F7, F8, FZ, T1, T2...	30.40	250.0	1.0	70.0
4	h05.edf	32	PG1, PG2, FP1, FP2, F3, F4, F7, F8, FZ, T1, T2...	34.87	250.0	1.0	70.0
5	h06.edf	25	FP1-RRef, F3-RRef, C3-RRef, P3-RRef, O1-RRef, ...	30.63	250.0	1.0	35.0
6	h07.edf	32	PG1, PG2, FP1, FP2, F3, F4, F7, F8, FZ, T1, T2...	30.18	250.0	1.0	70.0
7	h08.edf	32	PG1, PG2, FP1, FP2, F3, F4, F7, F8, FZ, T1, T2...	32.07	250.0	1.0	70.0
8	h09.edf	25	FP1-RRef, F3-RRef, C3-RRef, P3-RRef, O1-RRef, ...	39.93	250.0	1.0	35.0

Gambar 4.1 Karakteristik Data Subjek Sehat

Setelah itu, dilakukan juga eksplorasi *dataset* pada pasien skizofrenia. Hal tersebut dilakukan guna mencari kesamaan pada kedua kelas data. Penulis mengambil data pasien skizofrenia secara acak dan melakukan anonimitasi. Gambar 4.2 menunjukkan rincian karakteristik *dataset* pasien skizofrenia secara detail.

	File Name	Total Channels	Channel Names	Duration (min)	Sampling Frequency (Hz)	Highpass Filter (Hz)	Lowpass Filter (Hz)
0	s01.edf	32	PG1, PG2, FP1, FP2, F3, F4, F7, F8, FZ, T1, T2...	30.58	250.0	1.0	70.0
1	s02.edf	32	PG1, PG2, FP1, FP2, F3, F4, F7, F8, FZ, T1, T2...	32.13	250.0	1.0	70.0
2	s03.edf	25	FP1-RRef, F3-RRef, C3-RRef, P3-RRef, O1-RRef, ...	32.08	250.0	1.0	35.0
3	s04.edf	25	FP1-RRef, F3-RRef, C3-RRef, P3-RRef, O1-RRef, ...	34.87	250.0	1.0	35.0
4	s05.edf	32	PG1, PG2, FP1, FP2, F3, F4, F7, F8, FZ, T1, T2...	30.57	250.0	1.0	70.0
5	s06.edf	32	PG1, PG2, FP1, FP2, F3, F4, F7, F8, FZ, T1, T2...	30.52	250.0	1.0	70.0
6	s07.edf	25	FP1-RRef, F3-RRef, C3-RRef, P3-RRef, O1-RRef, ...	33.05	250.0	1.0	35.0
7	s08.edf	25	FP1-RRef, F3-RRef, C3-RRef, P3-RRef, O1-RRef, ...	35.52	250.0	1.0	35.0
8	s09.edf	25	FP1-RRef, F3-RRef, C3-RRef, P3-RRef, O1-RRef, ...	32.45	250.0	1.0	35.0
9	s10.edf	32	PG1, PG2, FP1, FP2, F3, F4, F7, F8, FZ, T1, T2...	31.87	250.0	1.0	70.0

Gambar 4.2 Karakteristik Data Subjek Skizkofrenia

Dapat disimpulkan, bahwa pada kedua kelas tersebut terdapat data dengan 32 *channel* dan 25 *channel* yang memiliki *sampling rate* sama, sebesar 250.0Hz.



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 mengumukkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Namun, keduanya memiliki *channel* referensi dan *low pass filter* yang berbeda. Oleh karena itu, model yang akan dikembangkan pun juga akan berbeda.

Setelah itu, diambil dua data secara acak dari setiap kelas untuk dilakukan pelatihan model atau *model training*. Tabel 4.8 merincikan data yang akan diolah pada model *deep learning*.

Tabel 4.8 *Dataset* untuk Pengolahan Model *Deep Learning*

Jumlah Channel	Kelas Sehat	Kelas Skizofrenia
32 Channel	h04, h05	s02, s06
25 Channel	h03, h06	s08, s09

4.2.1.2 *Preprocessing Dataset*

Setelah melakukan eksplorasi dan pemilihan *dataset*, selanjutnya *dataset* akan melewati proses *preprocessing*. Terdapat dua jenis data yang akan diolah oleh model *deep learning*, yaitu *raw data signal* dan data yang telah melewati proses *preprocessing*. Gambar 4.3 menyajikan *flowchart* bagian pertama yang menjelaskan tahapan awal pengolahan *dataset* sebelum dilanjutkan ke proses *time segmenting*.



Gambar 4.3 Diagram *Flowchart* Prapemrosesan Data Bagian 1



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

Tahap pertama yang dilakukan adalah memperoleh *input* berupa sinyal EEG. Sinyal tersebut dibaca menggunakan *library* MNE, kemudian diubah ke format *.fif* untuk menjaga konsistensi data, mengingat sinyal ini akan melalui beberapa tahapan *preprocessing data*. Setelah itu, metadata sinyal dibaca menggunakan fungsi *raw.info* dari *library* MNE. Gambar 4.4 adalah contoh dari objek info yang memiliki metadata sinyal.

General	
Filename(s)	hc_25.fif
MNE object type	Raw
Measurement date	2018-03-21 at 13:57:08 UTC
Participant	162-2018
Experimenter	Unknown
Acquisition	
Duration	00:35:44 (HH:MM:SS)
Sampling frequency	250.00 Hz
Time points	536,000
Channels	
EEG	24
Head & sensor digitization	27 points
Filters	
Highpass	1.00 Hz
Lowpass	35.00 Hz

Gambar 4.4 Contoh Objek Info

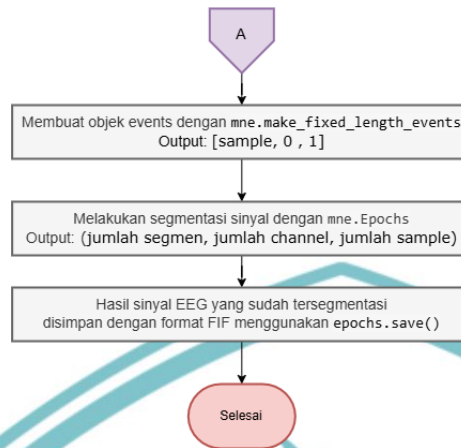
Jika sinyal memiliki 25 *channel*, maka *channel* ECG (rekaman aktivitas jantung) akan dihapus. Sebaliknya, jika sinyal memiliki 32 *channel*, maka *channel* PG1 dan PG2 akan dihapus. Maka dari itu, total *channel* dari kedua jenis data ini adalah 24 *channel* dan 30 *channel*. Selanjutnya, data yang berjumlah 30 *channel* akan dilakukan filtering *low pass* sebesar 35.0Hz dan *high pass* sebesar 1.00Hz guna menghilangkan komponen frekuensi tinggi dan rendah yang tidak relevan menggunakan *raw.filter()*. Di tahap terakhir bagian 1, data akan dipotong pada dua menit pertama menggunakan fungsi *raw.crop()* dari *library* MNE.

Pada tahapan selanjutnya, data sinyal yang sudah melewati beberapa prapemrosesan data, akan melalui tahap akhir, yaitu segmentasi sinyal. Gambar 4.5 menjelaskan diagram alur kerja dari segmentasi sinyal pada penelitian ini.



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



Gambar 4.5 Diagram *Flowchart* Prapemrosesan Data Bagian 2

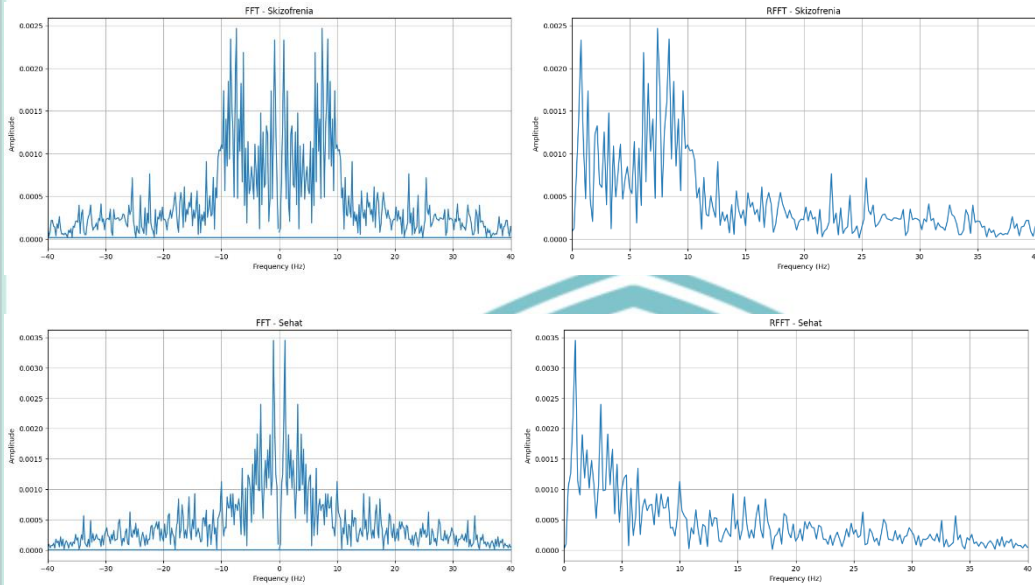
Fungsi event menghasilkan *event* secara berkala dengan interval selama 5 detik, berdasarkan *sampling rate* dari *dataset*. *Event* ini berfungsi sebagai penanda waktu untuk segmentasi sinyal EEG. Selanjutnya, sinyal EEG akan disegmentasi menggunakan fungsi `mne.Epoch()`. Terakhir, segmentasi sinyal akan disimpan dalam format `.fif` untuk tahap selanjutnya, yaitu ekstraksi fitur. Untuk jenis *raw data signal*, data tersebut tidak akan melewati tahap ekstraksi fitur dan *low pass filtering*.

4.2.1.3 Ekstraksi Fitur

Setelah data melalui prapemrosesan dan telah tersegmentasi, tahap selanjutnya adalah melakukan ekstraksi fitur dari segmen-segmen data sinyal yang ada. Ekstraksi fitur yang dilakukan adalah mengubah domain waktu sinyal menjadi domain frekuensi dengan *Fast Fourier Transform (FFT)*. Pada penelitian ini, akan digunakan *FFT* dan *Real Fast Fourier Transform (RFFT)*. Penggunaan *RFFT* bertujuan untuk mengambil dan memproses komponen frekuensi positif saja dari segmen sinyal EEG, karena sinyal EEG bersifat real dan komponen frekuensi negatifnya bersifat simetris sehingga tidak memberikan informasi tambahan. Selain itu, *RFFT* diterapkan juga untuk menghemat penggunaan memori. Gambar 4.6 menunjukkan perbandingan antara hasil ekstraksi fitur menggunakan *FFT* dan *RFFT* pada kedua kelas data.

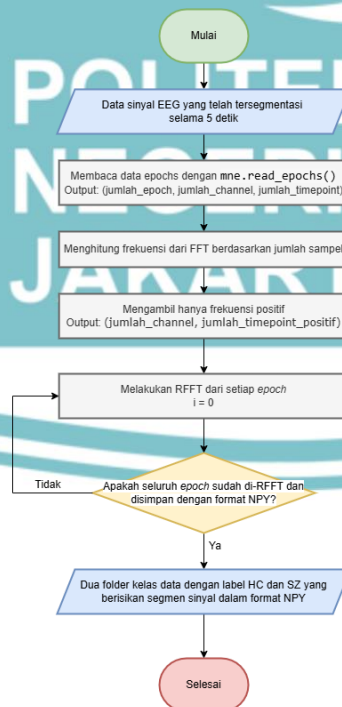
Hak Cipta :

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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.6 Perbedaan Sinyal dengan *FFT* dan Sinyal dengan *RFFT*

Selanjutnya, Gambar 4.7 menunjukkan alur kinerja dari ekstraksi fitur dalam penelitian ini. Diagram ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai tahapan-tahapan utama yang dilakukan dalam proses ekstraksi fitur menggunakan metode *RFFT*.



Gambar 4.7 Diagram *Flowchart* Ekstraksi Fitur dengan *RFFT*



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

Data sinyal yang telah disegmentasi dibaca menggunakan *library* MNE dengan fungsi `raw.read_epochs()`. Fungsi tersebut akan mengembalikan *array* berisi info jumlah epoch, jumlah *channel*, dan jumlah *data point*. Dengan *sampling rate* sebesar 250.0 Hz dan durasi 5 detik, maka jumlah *data point* dalam setiap *epoch* adalah $250.0 \times 5 = 1250$. Namun, karena fungsi segmentasi pada *library* MNE menggunakan rentang waktu yang mencakup titik awal dan akhir waktu, maka jumlah *data point* menjadi 1251. Selanjutnya, dilakukan transformasi menggunakan *RFFT*, yang mana bagian spektrum frekuensi positif yang diambil menggunakan *library* `scipy.signal` dengan fungsi `rfft()`. Karena jumlah *data point* awal (1251) merupakan bilangan ganjil, maka hasil *RFFT* terdiri dari $(1251 // 2) + 1 = 626$ titik frekuensi. Oleh karena itu, jumlah *data point* hasil ekstraksi fitur dari setiap segmen sinyal setelah *RFFT* adalah 626.

Setelah melalui proses *RFFT*, setiap segmen sinyal akan berbentuk array dengan dimensi jumlah_channel x jumlah_titik_waktu_positif. Setiap segmen ini kemudian disimpan dalam format .npy dan dikelompokkan ke dalam dua kelas, yaitu kelas Sehat dan kelas Skizofrenia.

4.2.1.4 Pembagian Dataset

Dataset akan dibagi menjadi 3 (tiga) kelompok, yaitu data latih (*training data*), data uji (*validation data*), dan data uji (*testing data*). Terdapat dua skenario pembagian *dataset* yang dilakukan pada penelitian ini yang dijabarkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Pembagian Dataset

Jenis Data	Skenario 1	Skenario 2
Data latih (<i>training data</i>)	70%	80%
Data validasi (<i>validation data</i>)	20%	10%
Data uji (<i>testing data</i>)	10%	10%

Penetapan kedua skenario ini didasarkan pada beberapa pertimbangan. Pada skenario pertama, proporsi data validasi lebih besar dibandingkan dengan data uji untuk mengoptimalkan proses pemantauan dan penyetelan *parameter* model selama pelatihan. Data validasi yang banyak diharapkan dapat membantu dalam mencegah *overfitting*. Sementara itu, pada skenario kedua, proporsi data latih lebih



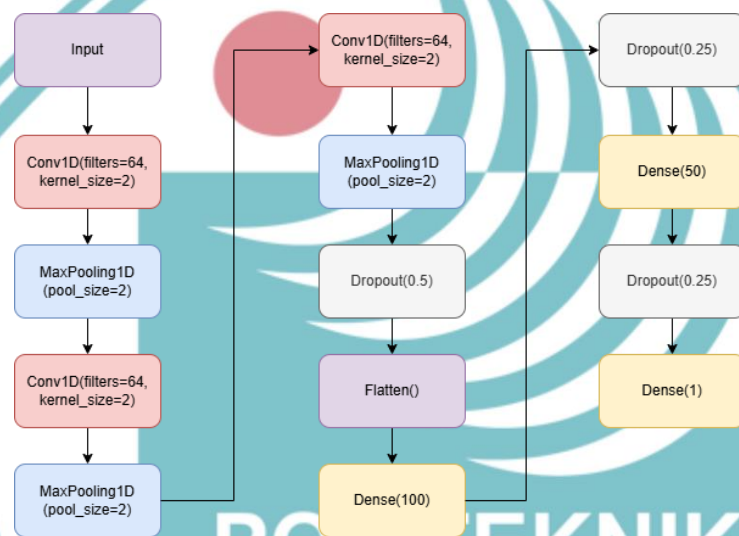
Hak Cipta :

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

besar agar model dapat mempelajari karakteristik data secara lebih menyeluruh, sehingga diharapkan menghasilkan performa yang lebih baik saat diujikan pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya.

4.2.1.5 Pelatihan Model *Deep Learning*

Pada penelitian ini, penulis menggunakan model arsitektur 1D CNN dan LSTM untuk mengembangkan model *deep learning*. Data dengan 24 *channel* dan 30 *channel* memiliki *input layer* yang berbeda, tetapi memiliki arsitektur model yang sama.



Gambar 4.8 Arsitektur Model 1D-CNN

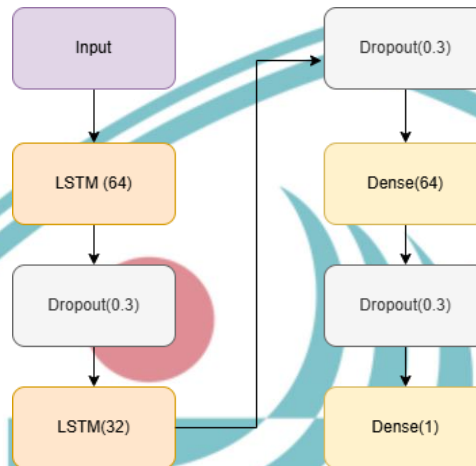
Gambar 4.8 merupakan arsitektur model 1D-CNN. Lapisan *input* pada model menerima data dengan dimensi (jumlah_channel, jumlah_datapoint) yang berarti model memperoleh masukan berupa 24 *channel* atau 32 *channel* dan 626 *data point* untuk setiap segmen sinyal. Selanjutnya, model menggunakan lapisan *Conv1D* dengan 64 filter dan *kernel_size* sebesar 2, serta menggunakan fungsi aktivasi *Rectified Linear Unit (ReLU)*. Lapisan ini diikuti oleh *MaxPooling1D* dengan *pool_size* sebesar 2. Kombinasi *Conv1D* dan *MaxPooling1D* ini diulang sebanyak tiga kali untuk memungkinkan model mengekstraksi fitur yang relevan secara lebih efektif dan mengenali pola dari kedua kelas data. *Flatten layer* digunakan untuk mengubah data multidimensi menjadi satu dimensi sebelum memasuki *dense layer* atau *fully connected layer*. Digunakan pula *dropout layer* untuk mengurangi risiko



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

overfitting dengan mengabaikan sejumlah unit selama pelatihan. Terakhir, data diproses oleh *dense layer* dengan satu neuron dan fungsi aktivasi sigmoid yang berfungsi untuk melakukan klasifikasi biner, yaitu menentukan apakah segmen data berasal dari subjek sehat atau pasien skizofrenia.



Gambar 4.9 Arsitektur Model LSTM

Arsitektur kedua yang digunakan pada penelitian ini adalah RNN atau dengan layer *Long Short Term Memory (LSTM)* pada Gambar 4.9. Penggunaan *layer* ini bertujuan untuk menyimpan informasi dari data sekuensial seperti sinyal EEG, sehingga model mampu mengenali pola yang berkaitan antar waktu. Setelah *input layer*, data akan melewati *LSTM layer* dan *dropout layer* untuk mengurangi kemungkinan *overfitting*. Setelah melewati dua kali *LSTM layer* dan *dropout layer*, model akan melewati *dense layer* untuk klasifikasi.

Selain arsitektur model, didefinisikan pula *hyperparameter* dari model yang akan dikembangkan yang tertuang dalam Tabel 4.10. Kelima *hyperparameter* model disamakan agar dapat dibandingkan dan diambil model dengan akurasi terbaik.

Tabel 4.10 *Hyperparameter* Model

Matriks	1D-CNN	LSTM
<i>Batch Size</i>	128	128
<i>Optimizer</i>	Adam	Adam
<i>Loss Function</i>	<i>binary_crossentropy</i>	<i>binary_crossentropy</i>
<i>Learning Rate</i>	0.0001	0.0001
<i>Epochs</i>	100	100



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

Selanjutnya, digunakan fungsi *myCallback* yang dijabarkan pada Gambar 4.10 untuk menghentikan *training model* apabila beberapa kondisi sudah terpenuhi. Kondisi-kondisi tersebut adalah *accuracy*, *val_accuracy*, *loss*, dan *val_loss*. Penggunaan *Callbacks* ini bertujuan untuk menghemat waktu pelatihan serta menghemat penggunaan sumber daya komputasi.

```
from tensorflow.keras.callbacks import Callback

class myCallback(Callback):
    def on_epoch_end(self, epoch, logs={}):
        # Check the accuracy and validation accuracy
        accuracy = logs.get('accuracy')
        val_accuracy = logs.get('val_accuracy')

        # Check the loss and validation loss
        loss = logs.get('loss')
        val_loss = logs.get('val_loss')

        # Check the conditions to stop training
        if accuracy > 0.9 and accuracy <= 1 and loss < 0.1 and val_loss < 0.1:
            self.model.stop_training = True
            print("\nTraining stopped as conditions met!")
```

Gambar 4.10 Fungsi *myCallbacks*

Selain menggunakan fungsi *myCallback()*, dilakukan juga *EarlyStopping* selama proses pelatihan model. Tujuannya adalah untuk menghentikan pelatihan secara otomatis apabila nilai *val_accuracy* tidak mengalami peningkatan selama 10 *epochs* berturut-turut.

Langkah terakhir, model terbaik akan disimpan menggunakan fungsi *model.save* dari *library* Tensorflow dalam format *.h5* untuk memudahkan proses pemanggilan dan penggunaan ulang model di masa depan, baik untuk proses prediksi maupun evaluasi lanjutan tanpa perlu melatih ulang model dari awal.

4.2.1.6 Integrasi Model dengan Antarmuka Pengguna

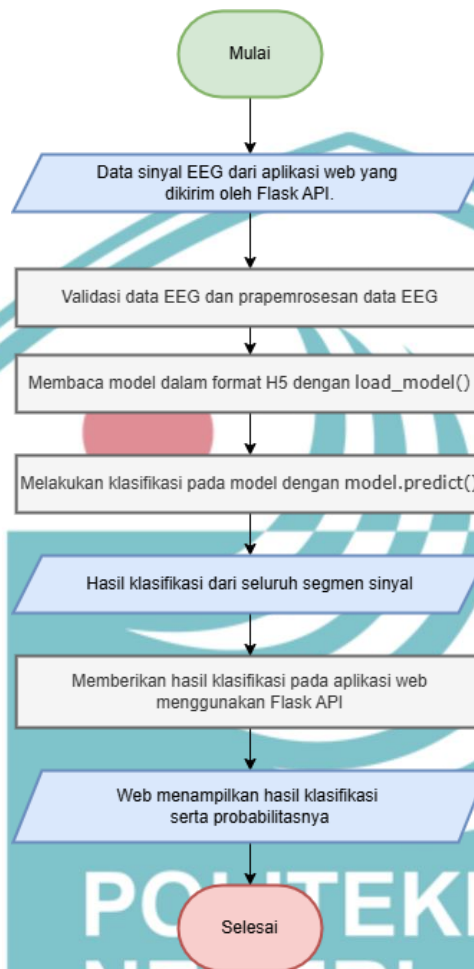
Tahap terakhir dari perancangan model *deep learning* adalah merancang bagaimana agar model bisa terintegrasi dengan antarmuka pengguna. Gambar 4.11



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

menjelaskan alur kerja dari integrasi model dengan antarmuka atau *user interface* pengguna.



Gambar 4.11 Diagram *Flowchart* Integrasi Model

Model yang disimpan dalam format H5 akan dibaca menggunakan *library* TensorFlow melalui fungsi `load_model()`. Setelah model berhasil dimuat, data EEG yang telah melewati proses validasi dan prapemrosesan akan diklasifikasikan menggunakan fungsi `model.predict()`. Fungsi ini akan menghasilkan probabilitas untuk setiap segmen sinyal EEG, yang kemudian akan dikelompokkan berdasarkan segmen tersebut guna menghasilkan prediksi akhir. Oleh karena itu, prediksi akhir dari sinyal EEG yang diunggah merupakan probabilitas terhadap kemungkinan pasien mengalami skizofrenia.



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

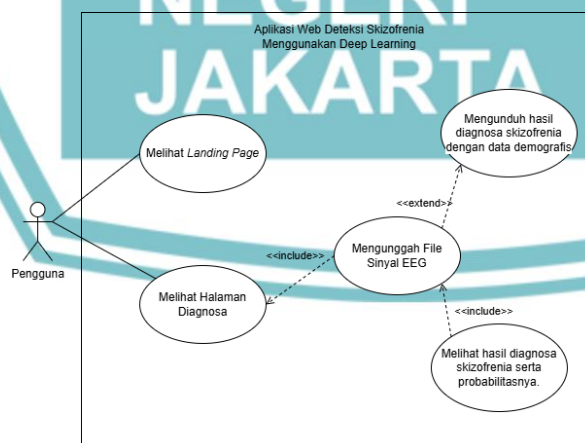
Integrasi dengan aplikasi web dilakukan menggunakan *framework* Flask yang nantinya akan mengirim hasil klasifikasi ke antarmuka pengguna. Terakhir, antarmuka akan menampilkan probabilitas skizofrenia sinyal EEG yang telah diunggah pengguna, sehingga pengguna dapat langsung melihat probabilitasnya dari model *deep learning*.

4.2.2 Perancangan Aplikasi Web

Setelah menentukan kebutuhan fungsional dan non-fungsional aplikasi web pada tahap perencanaan, dilanjutkan dengan membuat diagram UML pada tahap perancangan aplikasi web. Diagram UML tersebut mencakup *use case diagram* dan *activity diagram*.

4.2.2.1 Use Case Diagram

Gambar 4.12 menyajikan *use case diagram* dari aplikasi web yang akan dikembangkan. Ada dua proses utama yang dapat dilakukan pengguna, yaitu membuka *landing page* dan mengunggah data sinyal EEG. Relasi *include* pada *use case diagram* menunjukkan bahwa suatu proses merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari proses lainnya. Oleh karena itu, melihat hasil diagnosis skizofrenia merupakan bagian dari proses mengunggah data sinyal EEG. Sedangkan, relasi *extend* berarti proses tersebut adalah opsional, yang mana pengguna dapat memilih untuk mengunduh hasil deteksinya atau tidak.



Gambar 4.12 Use Case Diagram Aplikasi Web

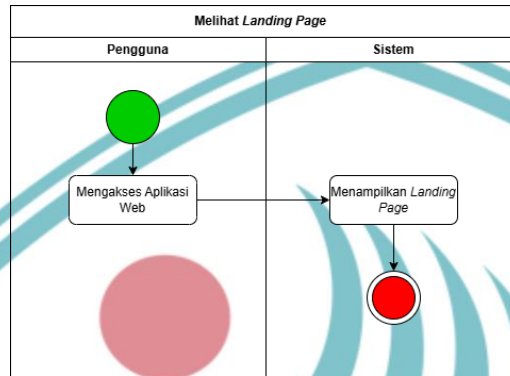


Hak Cipta :

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

4.2.2.2 Activity Diagram

Gambar 4.13 menunjukkan *activity diagram* untuk melihat *landing page*. Saat pertama kali pengguna mengakses aplikasi web, aplikasi web langsung menampilkan halaman awal atau *landing page*.



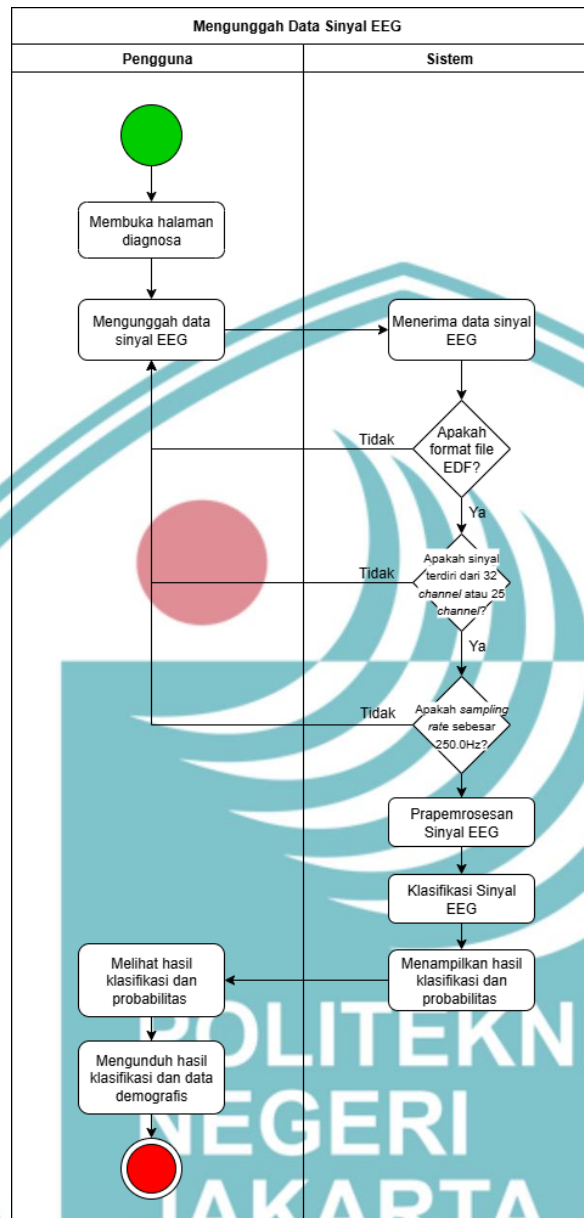
Gambar 4.13 Use Case Diagram Melihat Landing Page

Selanjutnya, pada Gambar 4.14, terdapat *activity diagram* yang menjelaskan alur kerja atau *workflow* proses mengunggah data sinyal EEG. Setelah pengguna membuka halaman diagnose dan mengunggah data sinyal EEG, sistem akan memvalidasi apakah data yang diunggah tersebut memiliki format .edf, memiliki jumlah *channel* sebanyak 25 *channel* atau 32 *channel*, memiliki nama *channel* yang identik dengan *dataset* yang digunakan, serta memiliki *sampling rate* sebesar 250.0Hz. Setelah semuanya sesuai, sistem akan melakukan prapemrosesan data sinyal, mengklasifikasikan data sinyal tersebut, lalu menampilkannya pada aplikasi web. Setelah itu, pengguna dapat melihat dan mengunduh hasil deteksinya.



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 4.14 Activity Diagram Mengunggah Data Sinyal EEG

4.2.2.3 Wireframe

Wireframe merupakan panduan awal dalam perancangan antarmuka pengguna (*user interface*). *Wireframe* menggambarkan tata letak elemen-elemen, seperti gambar, tombol, teks, dan lain sebagainya. Terdapat dua halaman pada aplikasi web ini, yaitu halaman utama (*landing page*) dan halaman deteksi. Halaman utama digunakan untuk mengenalkan fitur dari aplikasi web, sedangkan halaman deteksi digunakan untuk menjalankan fitur utama dari aplikasi web yang akan dibangun.

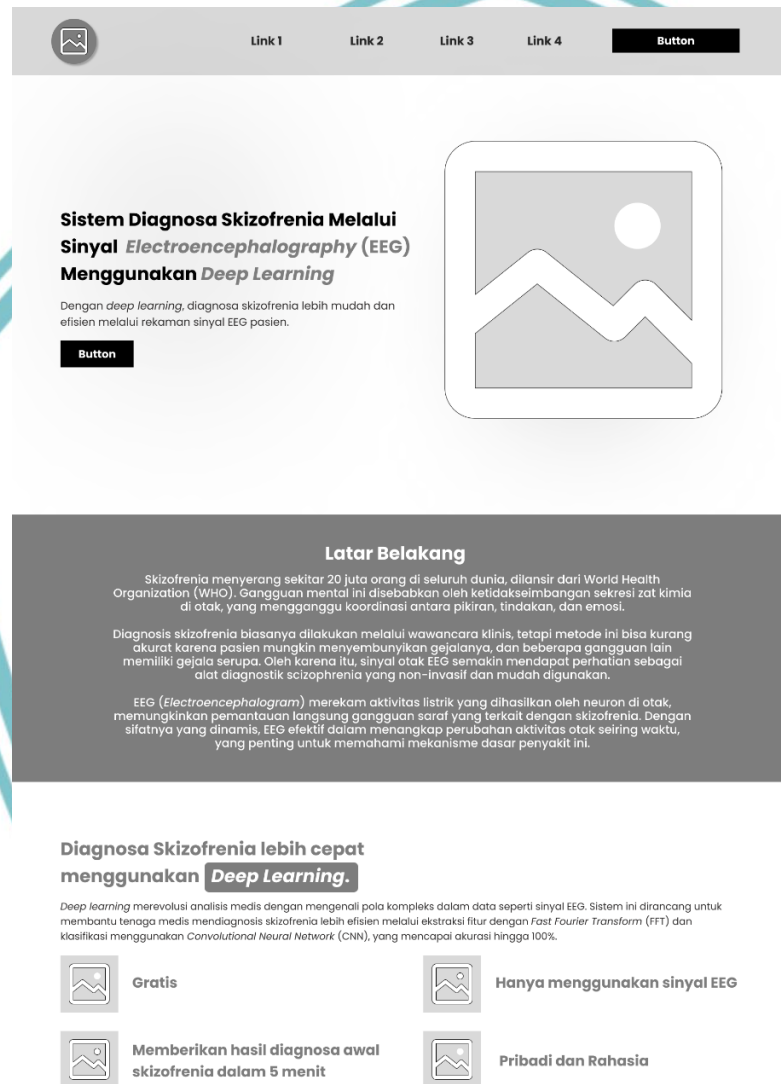


Hak Cipta :

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

4.2.2.3.1 Halaman Utama

Halaman utama digunakan untuk menampilkan informasi tentang fitur yang disajikan aplikasi web. Halaman utama bagian 1 menampilkan *navigation bar*, gambar sampul, latar belakang, dan fitur serta keunggulan aplikasi seperti pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Wireframe Halaman Utama Bagian 1

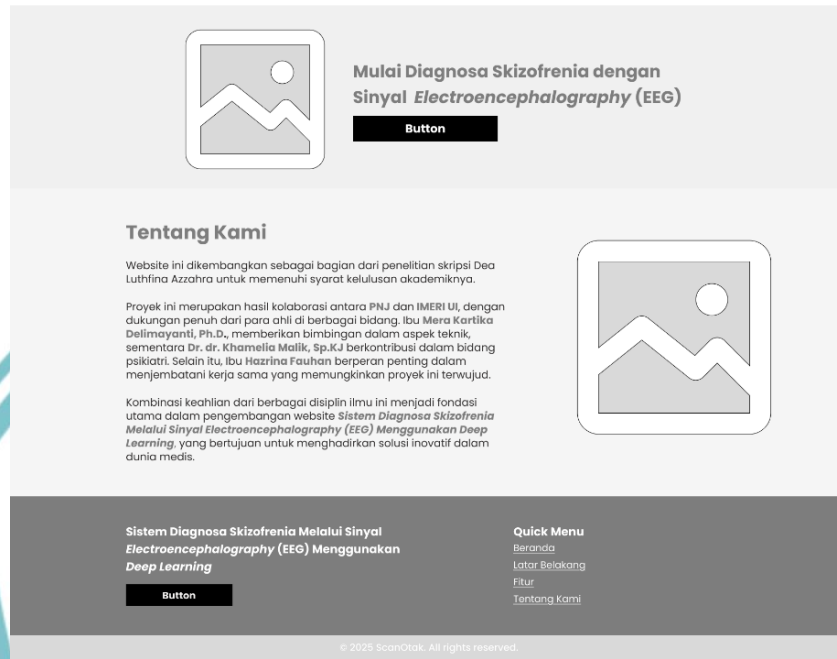
Pada Gambar 4.16, yaitu halaman utaman bagian 2, menampilkan komponen “*Call to Action*” yang bertujuan untuk mengajak pengguna untuk mencoba fitur yang disediakan, Setelah itu, terdapat bagian “Tentang Kami” untuk memperkenalkan pihak-pihak yang terlibat dalam pembuatan sistem untuk meningkatkan



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

kepercayaan pengguna terhadap kredibilitas sistem. Terdapat pula *footer* pada bagian bawah yang berisi tautan untuk mengakses fitur utama dari aplikasi web dan tautan untuk mengakses bagian-bagian halaman utama dengan cepat pada bagian “*Quick Menu*”.



Gambar 4.16 Wireframe Halaman Utama Bagian 2

4.2.2.3.2 Halaman Diagnosa

Halaman ini merupakan halaman yang memuat fitur utama dari aplikasi web. Halaman ini adalah penghubung pengguna dengan model yang sudah dibuat di *backend*. Pada halaman ini, pengguna harus memasukkan nama pasien, usia pasien, jenis kelamin pasien, *file* rekaman EEG pasien dengan format *.edf*, dan tanggal diagnosa pasien. Setelah itu, halaman ini akan menampilkan hasil deteksi dengan probabilitasnya pada *doughnut chart* di sebelah kanan form, serta dapat mengunduh hasil klasifikasinya. Gambar 4.17 memvisualisasikan *wireframe* dengan fitur-fitur tersebut.



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

The wireframe shows a web interface for schizophrenia diagnosis using deep learning. It includes a header with navigation links (Link 1, Link 2, Link 3, Link 4, Button) and a main content area. The main area is divided into two columns. The left column contains input fields for patient information: 'Nama Pasien *' (Masukkan nama pasien), 'Usia Pasien *' (Masukkan usia pasien), 'Jenis Kelamin *' (radio buttons for Laki-laki and Perempuan), 'Jumlah Channel (lihat pada panduan penggunaan)' (radio buttons for 32 Channels and 25 Channels), and 'Input File Hasil Rekaman EEG Pasien' (a file upload area with a 'Seret dan Lepas' instruction). Below these is a 'Waktu diagnosa' field (dd/mm/yyyy) and a 'Button'. The right column displays the 'Hasil Klasifikasi' for 'John Doe' on '14 April 2025'. It features a donut chart and a message: 'Resiko pasien mengidap skizofrenia sebesar N/A.' Below the chart is a disclaimer: 'Hasil ini merupakan analisa awal berbasis EEG dan deep learning. Silakan lakukan evaluasi klinis lebih lanjut dan konsultasikan dengan tim medis sebelum menetapkan diagnosis akhir.' and a 'Button'. At the bottom, there is a footer with the title 'Sistem Diagnosa Skizofrenia Melalui Sinyal Electroencephalography (EEG) Menggunakan Deep Learning', a 'Button', a 'Quick Menu' (Beranda, Latar Belakang, Fitur, Tentang Kami), and a copyright notice '© 2025 Scanotak. All rights reserved.'

Gambar 4.17 Wireframe Halaman Diagnosa

4.3 Implementasi Sistem

Setelah mengidentifikasi kebutuhan dan merancang sistem, sistem lalu diimplementasikan. Implementasi sistem pun dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu implementasi model dan implementasi aplikasi web.

4.3.1 Implementasi Model

Model akan memproses *raw data signal* dan data yang telah melalui prapemrosesan data. Hal ini dilakukan untuk memperoleh hasil klasifikasi yang optimal dan memahami kontribusi *preprocessing data* dan *feature extraction* terhadap peningkatan performa model *deep learning*.

4.3.1.1 Raw Data Signal

Dari data yang telah dipilih secara acak sebagaimana dirincikan pada Tabel 4.8, penulis melakukan segmentasi sinyal (*epoching*) dengan durasi 5 (lima) detik untuk mempersiapkan *raw data signal* agar dapat digunakan dalam pelatihan model *deep learning*. Seperti yang dijelaskan pada tahap perencanaan, kedua jenis data, yaitu data dengan 32 *channel* dan 24 *channel*, akan menghilangkan *channel* yang tidak

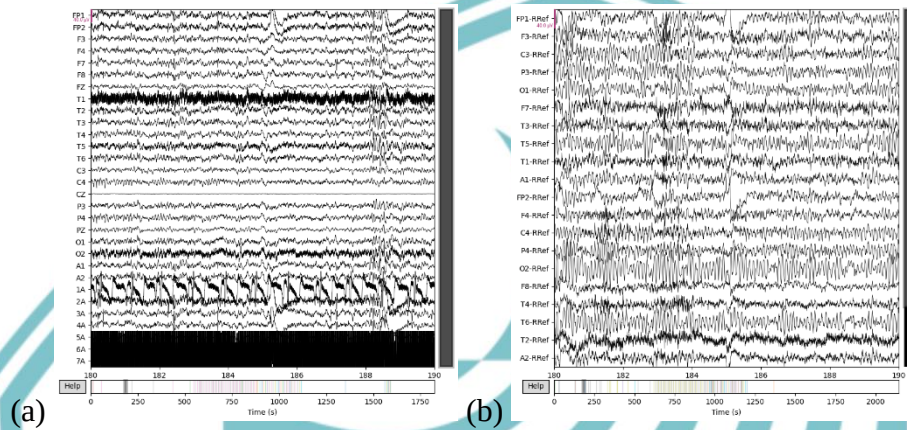


© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

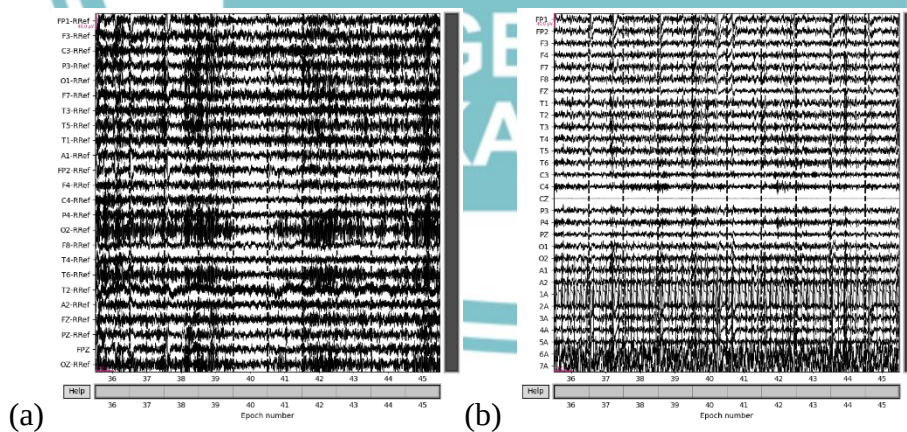
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

relevan. Pada data dengan 32 *channel*, dua *channel* yang akan dihilangkan adalah PG1 dan PG2. Sementara itu, pada data dengan 24 *channel*, *channel* ECG akan dihilangkan. Gambar 4.18 (a) dan (b) merupakan visualisasi *raw data signal* subjek sehat dengan 30 *channel* dan 24 *channel* menggunakan *library* MNE pada menit ketiga selama 10 detik.



Gambar 4.18 Visualisasi *Raw Data* dengan (a) 30 *channel* dan (b) 24 *channel*

Selanjutnya, data tersebut akan disegmentasi setiap lima detik. Gambar 4.19 (a) dan (b) merupakan visualisasi *raw data signal* dengan segmentasi untuk 24 *channel* dan 30 *channel*. Setiap *channel* dilakukan segmentasi selama 5 detik lalu akan digabungkan pada satu *epoch*.



Gambar 4.19 Visualisasi *Epoching* Selama 5 Detik dengan (a) 30 *channel* dan (b) 24 *channel*



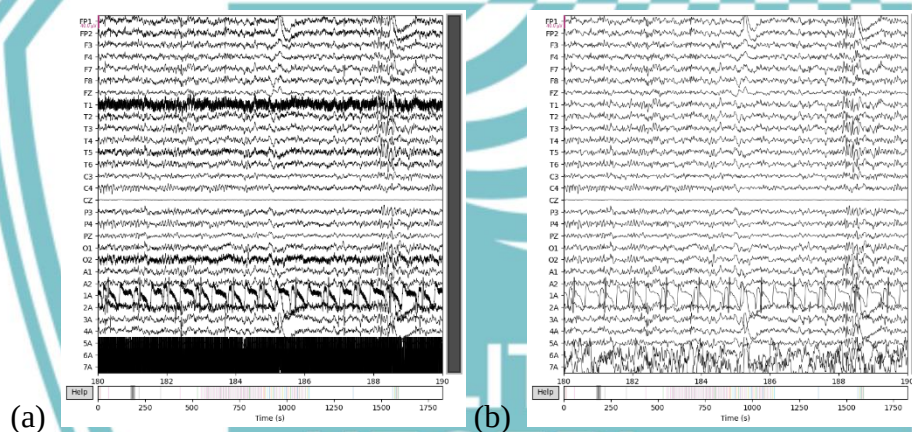
Hak Cipta :

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

Untuk *raw data signal* yang akan diproses dengan model *deep learning*, data tersebut akan hanya melalui proses segmentasi sinyal saja. Bentuk *array* dari segmentasi tersebut dicantumkan pada Tabel 4.11 dan Tabel 4.12. Bentuk *array* segmentasi antara *raw data signal* dengan data yang sudah dilakukan filter tetap sama, tetapi nilai setiap *data point*-nya akan berubah.

4.3.1.2 Implementasi Prapemrosesan Data (*Data Preprocessing*)

Dari data yang sudah dipilih secara acak yang telah dirincikan pada Tabel 4.8, data-data tersebut akan melewati tahap *preprocessing data*. Hanya data dengan 30 *channel* saja yang akan difilter dengan *high pass filter* sebesar 1.0Hz dan *low pass filter* sebesar 35.0Hz. Gambar 4.20 (a) dan (b) merupakan visualisasi dari data subjek sehat setelah diaplikasikan *low pass filter*.



Gambar 4.20 *Raw Data* (a) Sebelum dan (b) Sesudah Difilter

Selanjutnya, setelah dipotong pada dua menit awal, data akan dibagi menjadi segmen-segmen kecil selama 5 detik. Tabel 4.11 menjelaskan rincian hasil *preprocessing dataset* untuk data dengan 30 *channel*.

Tabel 4.11 Hasil *Preprocessing Dataset* dengan 30 *Channel*

Kelas Data	Subjek	Bentuk Array
Kelas Sehat	h04	(340, 30, 1251)
	h05	(394, 30, 1251)
Kelas Skizofrenia	s02	(361, 30, 1251)
	s06	(342, 30, 1251)



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

Bentuk *array* yang ada adalah (*jumlah_epoch*, *jumlah_channel*, *jumlah_timepoint*). Setiap subjek memiliki *jumlah_epoch* yang berbeda disebabkan total panjang rekaman yang berbeda-beda. Total *time point* berjumlah 1251 dalam segmen data selama 5 detik.

Tabel 4.12 Hasil *Preprocessing Dataset* dengan 24 *Channel*

Kelas Data	Subjek	Bentuk Array
Kelas Sehat	h03	(404, 30, 1251)
	h06	(343, 30, 1251)
Kelas Skizofrenia	s08	(402, 30, 1251)
	s09	(365, 30, 1251)

Selanjutnya, Tabel 4.12 menjelaskan *dataset* dengan 24 *channel* yang sudah melalui *preprocessing data*. Setelah itu, kedua jenis data siap diolah ke tahap selanjutnya, yaitu ekstraksi fitur dengan *RFFT*.

4.3.1.3 Implementasi Ekstraksi Fitur (*Feature Extraction*)

Data yang telah melalui proses *preprocessing* selanjutnya diekstraksi fiturnya menggunakan *Real Fast Fourier Transform (RFFT)*. *RFFT* dipilih karena memiliki kecepatan komputasi yang lebih tinggi dan penggunaan memori yang lebih efisien dibandingkan dengan *FFT* konvensional. Selain itu, dalam analisis sinyal EEG yang bersifat *real-valued*, hanya spektrum frekuensi positif yang relevan dan dianalisis, sehingga penggunaan *RFFT* menjadi lebih tepat dan hemat sumber daya.

Tabel 4.13 menunjukkan perbandingan performa antara *FFT* dan *RFFT* dalam proses ekstraksi fitur pada satu subjek. Hasilnya menunjukkan bahwa *RFFT* dapat memangkas hampir setengah penggunaan memori dibanding *FFT*, serta mengurangi waktu komputasi.

Tabel 4.13 Perbandingan Performa *FFT* dan *RFFT*

Matriks	Banyak Epoch	FFT	RFFT
Kecepatan Komputasi	402	0.7365 detik	0.5665 detik
Memori		322.37 MB	138.26 MB



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

Selanjutnya, akan dilakukan *feature extraction* pada *dataset*. Pada Tabel 4.14, tabel tersebut merincikan bentuk *array dataset* dengan 30 *channel* setelah dilakukan *RFFT*.

Tabel 4.14 Hasil *Feature Extraction Dataset* dengan 32 *Channel*

Kelas Data	Subjek	Banyak <i>Epoch</i>	Bentuk <i>Array</i>
Kelas Sehat	h04	340	(30, 626)
	h05	394	(30, 626)
Kelas Skizofrenia	s02	361	(30, 626)
	s06	342	(30, 626)

RFFT hanya akan mengambil nilai unik atau nilai positif dari hasil *FFT*. Maka dari itu, *time point* dari setiap *epoch* berjumlah 626. Pada tahap ini, setiap *epoch* atau segmen data akan disimpan secara terpisah, tidak lagi dalam satu *array* besar. Hal tersebut dilakukan untuk mempermudah pengolahan *dataset* kedepannya, yaitu pelabelan data. Hal yang sama juga diterapkan pada *dataset* dengan 24 *channel* yang ditampilkan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Hasil *Feature Extraction Dataset* dengan 24 *Channel*

Kelas Data	Subjek	Banyak <i>Epoch</i>	Bentuk <i>Array</i>
Kelas Sehat	h03	404	(30, 626)
	h06	343	(30, 626)
Kelas Skizofrenia	s08	402	(30, 626)
	s09	365	(30, 626)

Setelah melalui proses *feature extraction*, maka *dataset* siap dilatih menggunakan model *deep learning*. Kedua kelas data yang sudah diproses tersebut akan disimpan pada dua *folder* berbeda. Namun, sebelum dilatih, *dataset* harus dibagi terlebih dahulu. Karena data dengan 30 *channel* dan 24 *channel* akan memiliki *input layer* dan karakteristik data berbeda, maka pembagian *dataset* dan pengembangan modelnya juga akan berbeda.

4.3.1.4 Implementasi Pembagian *Dataset*

Terdapat dua skenario pembagian *dataset* yang telah dijelaskan pada tahap perencanaan. Setelah segmen-segmen data disimpan dalam dua *folder* terpisah 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 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

jumlah data pada kedua kelas disamakan, kedua kelas data tersebut akan dibagi berdasarkan skenario menggunakan potongan kode pada Gambar 4.21.

```
from sklearn.model_selection import train_test_split

X_train, X_temp, y_train, y_temp = train_test_split(X, y,
test_size=0.3, stratify=y, random_state=42)
X_val, X_test, y_val, y_test = train_test_split(X_temp,
y_temp, test_size=1/3, stratify=y_temp, random_state=42)
```

Gambar 4.21 Pembagian *Dataset* Menggunakan *scikit-learn*

Pembagian *dataset* memanfaatkan *library* *scikit-learn* dengan fungsi *train_test_split*. Pada Gambar 4.19, data tersebut dibagi menjadi 70% data latih, 20% data validasi, dan 10% data uji. Jika ingin membagi data menjadi 80% data latih, 10% data validasi, dan 10% data uji, masih bisa menggunakan fungsi yang sama. Pada *X_temp* dan *y_temp*, *test_size* diubah menjadi 0.8, lalu *test_size* pada *X_test* dan *y_test* diubah menjadi 1/2. Tabel 4.16 memperlihatkan hasil pembagian data dengan skenario 1 dan skenario 2 pada data dengan 30 *channel*.

Tabel 4.16 Hasil Pembagian *Dataset* pada Data dengan 30 *Channel*

Jenis Data	Skenario 1	Skenario 2
Data latih (<i>training data</i>)	70% (984 sampel)	80% (1124 sampel)
Data validasi (<i>validation data</i>)	20% (281 sampel)	10% (141 sampel)
Data uji (<i>testing data</i>)	10% (141 sampel)	10% (141 sampel)

Data latih nantinya akan digunakan untuk pelatihan model *deep learning*, data validasi akan bertindak sebagai *fine-tuning* pada model *deep learning*. Terakhir, data uji akan menguji model *deep learning* yang sudah dilatih, apakah model tersebut dapat mengklasifikasi data baru atau tidak. Sama seperti data dengan 30 *channel*, data dengan 24 *channel* akan menggunakan potongan kode yang sama dan hasil pembagian datanya dirinci pada Tabel 4.17.



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

Tabel 4.17 Hasil Pembagian *Dataset* pada Data dengan 24 *Channel*

Jenis Data	Skenario 1	Skenario 2
Data latih (<i>training data</i>)	70% (1045 sampel)	80% (1195 sampel)
Data validasi (<i>validation data</i>)	20% (299 sampel)	10% (149 sampel)
Data uji (<i>testing data</i>)	10% (150 sampel)	10% (150 sampel)

Untuk *raw data signal*, hasil pembagian *dataset* tetap sama pada kedua jenis *channel*. Setelah data dibagi dan disimpan pada variabel, data siap dilatih dan diuji pada model *deep learning*.

4.3.1.5 Implementasi Model *Deep Learning*

Implementasi dua jenis model, yaitu *1D CNN* dan *LSTM*, akan dilakukan pada dua jenis data, *raw data signal* dan data yang sudah melalui *data preprocessing* dan *feature extraction* dengan dua jenis *channel*, yaitu 30 *channel* dan 24 *channel*. Setelah itu, seluruhnya akan dibandingkan metrik evaluasinya.

4.3.1.5.1 *Raw Data Signal*

Pada *raw data signal*, jumlah *time point* dari setiap *epoch* adalah 1251. Oleh karena itu, *input shape* dari setiap arsitektur adalah (1251, 30) untuk 30 *channel* dan (1251, 24) untuk data dengan 24 *channel*.

A. *1D CNN*

Tahap pertama adalah membandingkan metrik evaluasi *raw data signal* menggunakan pembagian *dataset* skenario 1 dan 2. Tabel 4.18 merupakan hasil perbandingan metrik evaluasi pada *raw data signal* dengan 30 *channel*.

Tabel 4.18 Hasil Perbandingan Metrik Evaluasi 30 *Channel Raw Data Signal*

Menggunakan *1D CNN*

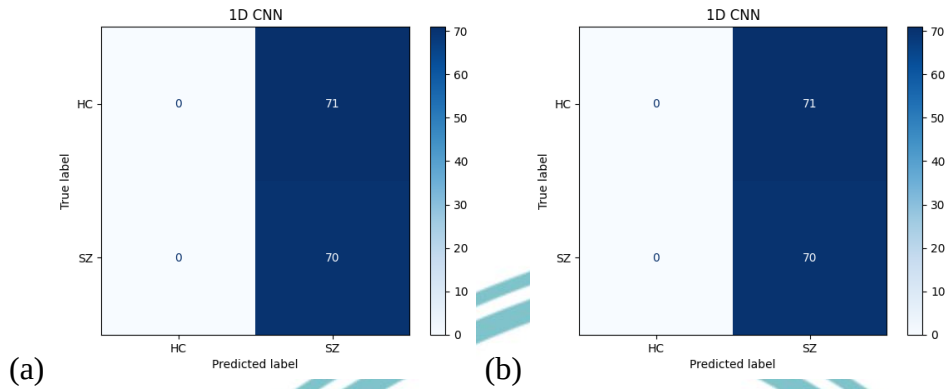
Skenario	<i>Accuracy</i>	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>F1-Score</i>	<i>Epoch</i>
Skenario 1	0.49	0.49	1.00	0.66	14
Skenario 2	0.49	0.49	1.00	0.66	18

Hasilnya menunjukkan, bahwa model tidak dapat menemukan perbedaan antara dua kelas data. Kesimpulan itu diperkuat dengan perbandingan *confusion matrix* dari kedua skenario tersebut yang ditunjukkan pada Gambar 4.22 (a) dan (b).



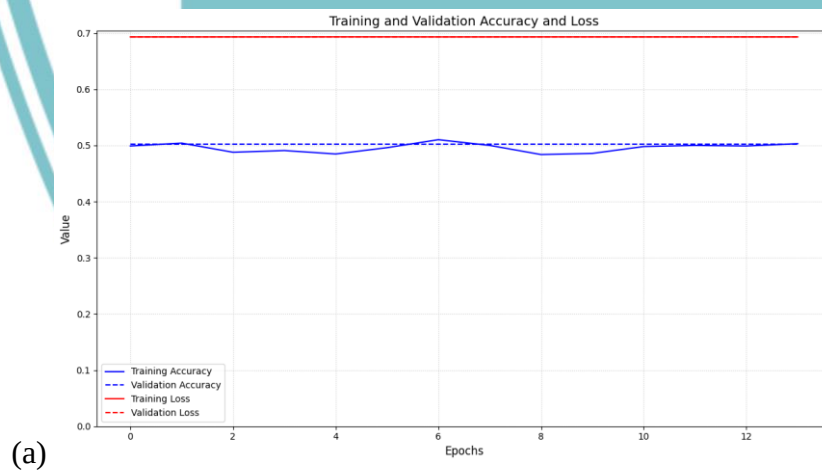
Hak Cipta :

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 4.22 *Confusion Matrix 30 Channel* (a) Skenario 1 dan (b) Skenario 2
Raw Data Signal 1D CNN

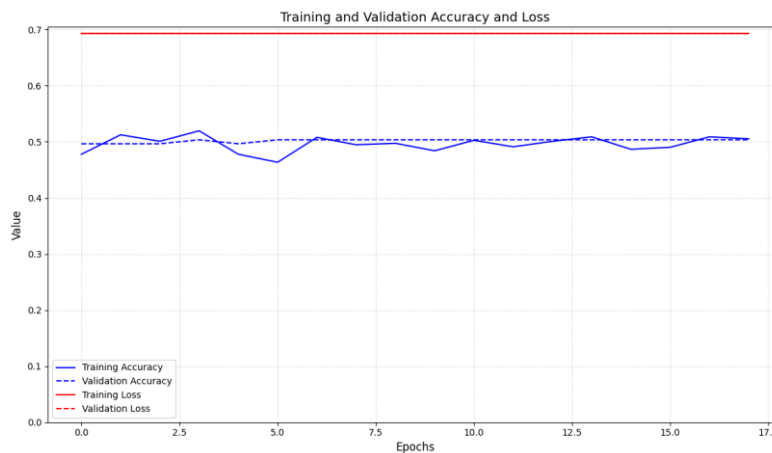
Selain metrik evaluasi, grafik perubahan *accuracy* dan *loss* juga akan dibandingkan. Tujuannya adalah untuk melihat bagaimana performa model berkembang selama proses pelatihan pada masing-masing skenario pembagian *dataset*. Dengan membandingkan grafik tersebut, penulis akan mengetahui kestabilan proses pelatihan, potensi *overfitting*, serta efisiensi pembelajaran model. Gambar 4.23 (a) dan (b) merupakan perbandingan grafik *accuracy* pada kedua skenario pembagian *dataset* dengan *raw data signal* menggunakan arsitektur *1D CNN*.





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



(b)

Gambar 4.23 Grafik Accuracy dan Loss (a) 30 Channel Skenario 1 dan (b) Skenario 2 Raw Data Signal 1D CNN

Dua grafik tersebut menunjukkan, bahwa kedua skenario data tidak mengalami perubahan akurasi, sehingga kedua model berhenti belajar pada *epoch* 10 dan *epoch* 13. Grafik *loss* juga tidak menunjukkan penurunan yang signifikan, yang mengindikasikan bahwa model tidak mampu mempelajari pola dari data dengan baik. Selain itu, nilai *loss* pada kedua skenario juga tergolong tinggi, yang semakin memperkuat indikasi bahwa proses pelatihan model belum berhasil secara optimal.

Setelah itu, penulis akan menganalisa performansi model menggunakan *raw data signal* dengan 24 *channel*. Sama seperti sebelumnya, metrik evaluasi, grafik *accuracy*, dan grafik *loss* akan dibandingkan pada kedua skenario pembagian *dataset*. Tabel 4.19 merupakan perbandingan hasil pelatihan model pada data dengan 24 *channel*.

Tabel 4.19 Hasil Perbandingan Metrik Evaluasi 24 Channel Raw data signal Menggunakan 1D CNN

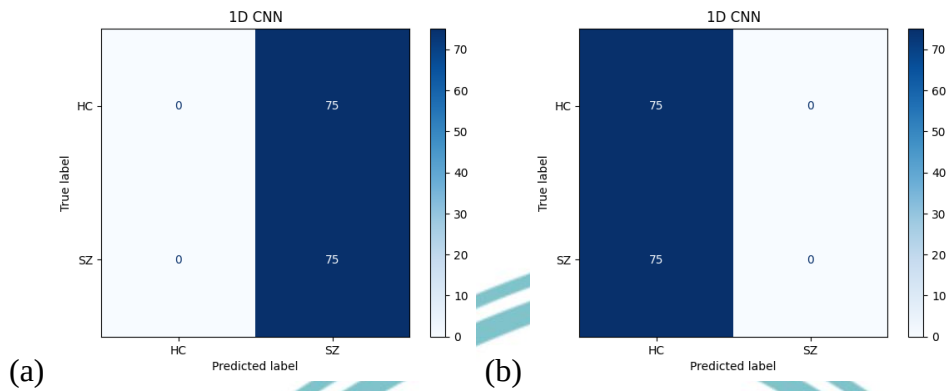
Skenario	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score	Epoch
Skenario 1	0.50	0.50	1.00	0.66	16
Skenario 2	0.50	0.00	0.00	0.00	10

Setelah itu, dibandingkan juga *confusion matrix* dari kedua skenario tersebut yang ditunjukkan pada Gambar 4.24 (a) dan (b).



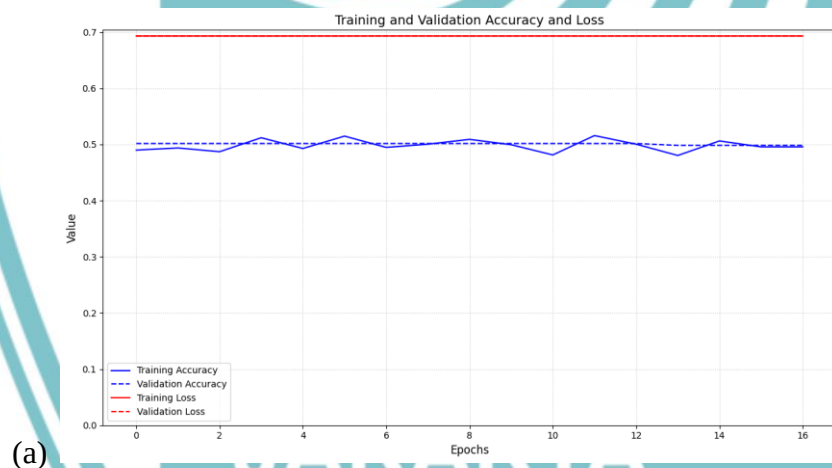
Hak Cipta :

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 4.24 *Confusion Matrix 24 Channel* (a) Skenario 1 dan (b) Skenario 2
Raw data signal 1D CNN

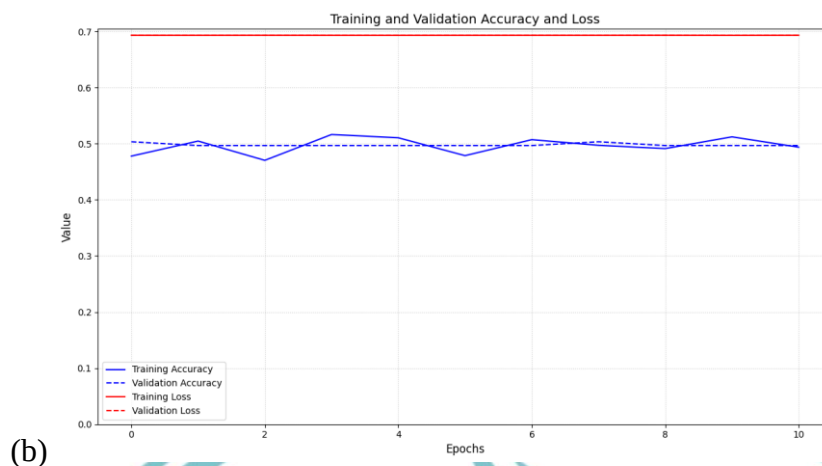
Gambar 4.25 (a) dan (b) merupakan perbandingan grafik *accuracy* dan *loss* pada kedua skenario pembagian *dataset* dengan *raw data signal* menggunakan arsitektur *1D CNN*.





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 4.25 Grafik Accuracy dan Loss (a) 24 Channel Skenario 1 dan (b) Skenario 2 Raw data signal 1D CNN

Sama seperti data dengan 30 *channel*, model yang memproses *raw data signal* dengan 24 *channel* pun tidak dapat mempelajari *raw data* dengan baik. Hal ini terlihat dari tidak adanya peningkatan pada grafik *accuracy* dan penurunan signifikan pada grafik *loss* selama proses pelatihan, serta akurasi dan metrik evaluasi lainnya yang rendah.

B. LSTM

Sama seperti sebelumnya, *raw data signal* 30 *channel* dan 24 *channel* akan dilatih dengan model *RNN* menggunakan dua skenario pembagian *dataset* dan dibandingkan. Arsitektur model yang akan dibandingkan ini adalah LSTM. Pada Tabel 4.20, dibandingkan hasil pelatihan model *deep learning* dengan pembagian *dataset* skenario 1 dan 2 pada 30 *channel*.

Tabel 4.20 Hasil Perbandingan Metrik Evaluasi 30 Channel Raw data signal Menggunakan LSTM

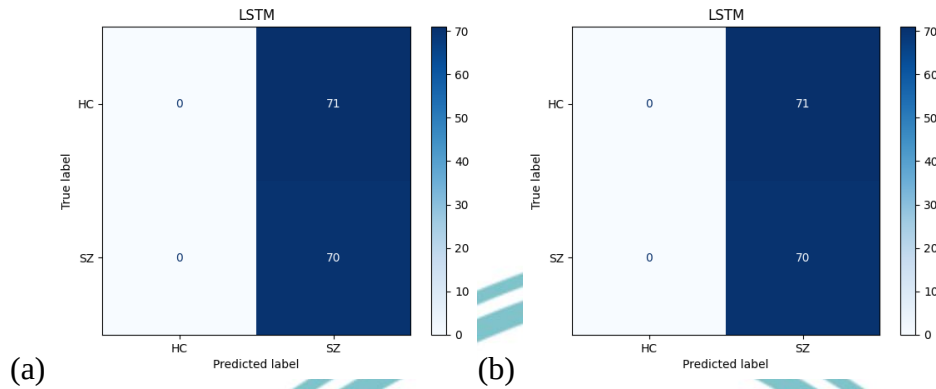
Skenario	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score	Epoch
Skenario 1	0.50	0.50	1.00	0.66	12
Skenario 2	0.50	0.50	1.00	0.66	10

Selanjutnya, *confusion matrix* dibandingkan dari kedua skenario tersebut yang ditunjukkan pada Gambar 4.26 (a) untuk skenario 1 dan (b) ntuk skenario 2.



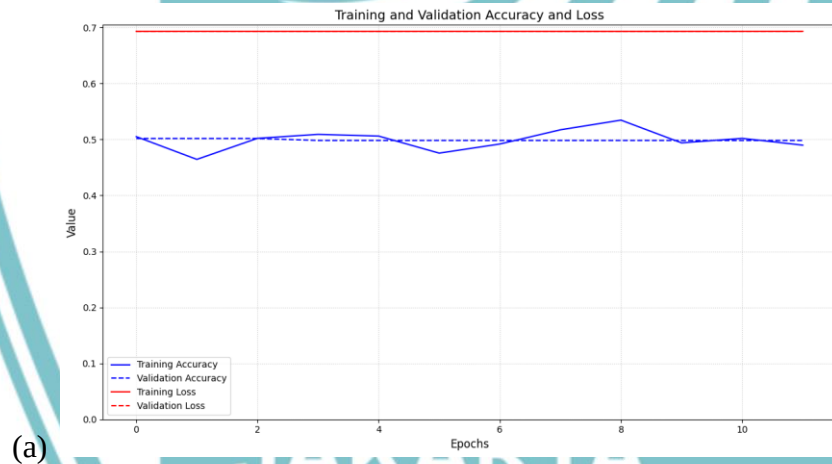
Hak Cipta :

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 4.26 *Confusion Matrix 30 Channel* (a) Skenario 1 dan (b) Skenario 2
Raw Data Signal LSTM

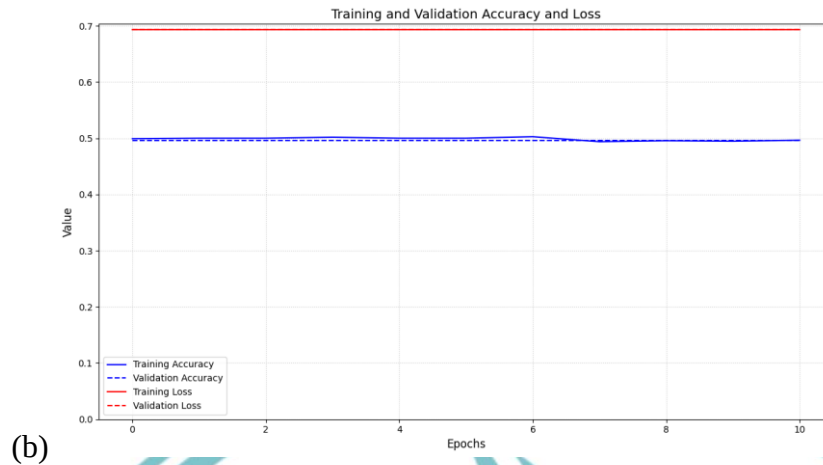
Gambar 4.27 (a) dan (b) merupakan perbandingan grafik *accuracy* dan *loss* pada kedua skenario pembagian *dataset* dengan *raw data signal* menggunakan arsitektur *LSTM*.





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 4.27 Grafik Accuracy 30 Channel (a) Skenario 1 dan (b) Skenario 2 Raw Data Signal LSTM

Selanjutnya, data dengan 24 *channel* akan dibandingkan. Sama seperti sebelumnya, penulis akan membandingkan metrik evaluasi, plot *accuracy*, dan plot *loss* dari hasil yang didapatkan. Pada Tabel 4.21 adalah hasil metrik evaluasi data dengan skenario 1 dan 2 untuk data yang berjumlah 24 *channel*.

Tabel 4.21 Hasil Perbandingan Metrik Evaluasi 24 Channel Raw data signal Menggunakan LSTM

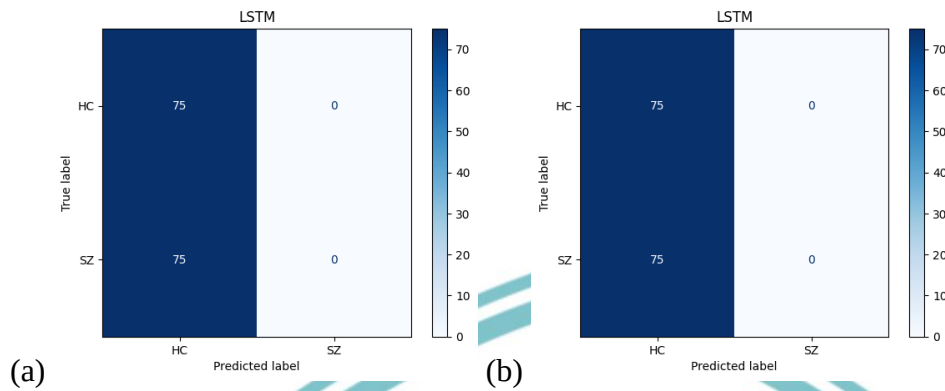
Skenario	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score	Epoch
Skenario 1	0.50	0.00	0.00	0.00	35
Skenario 2	0.50	0.00	0.00	0.00	12

Setelah itu, *confusion matrix* dari kedua jenis skenario juga dibandingkan. Hasil dari *confusion matrix* divisualisasikan pada Gambar 4.28 (a) dan (b)



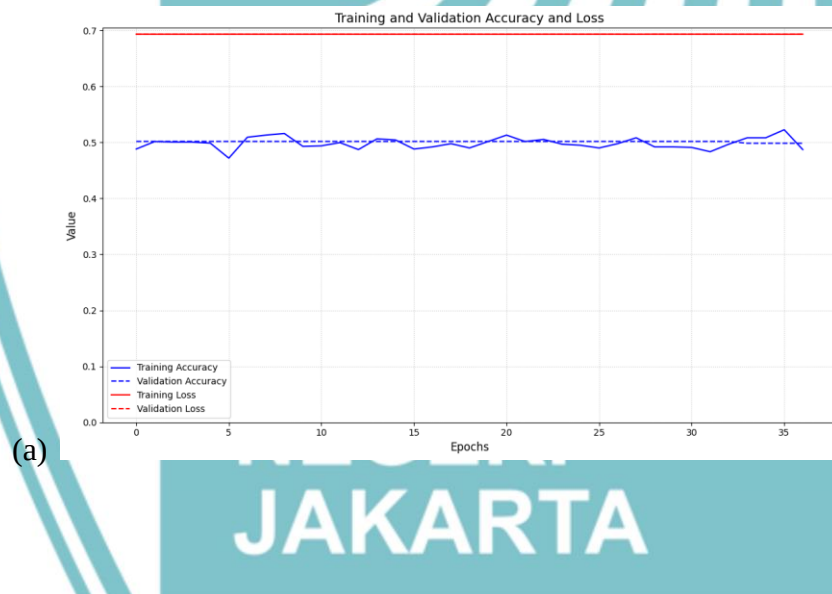
Hak Cipta :

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 4.28 *Confusion Matrix 24 Channel* (a) Skenario 1 dan (b) Skenario 2 *Raw Data Signal LSTM*

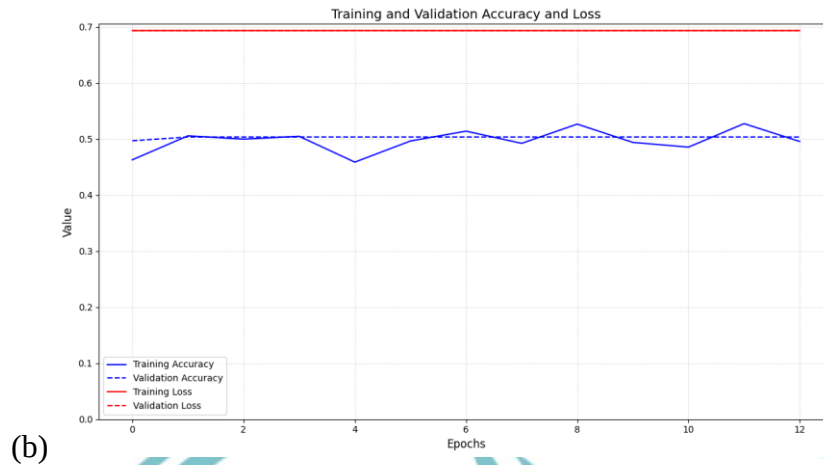
Gambar 4.29 membandingkan bagaimana *accuracy* berubah pada setiap skenario pembagian *dataset*.





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 4.29 Grafik Accuracy dan Loss 24 Channel (a) Skenario 1 dan (b) Skenario 2 Raw Data Signal LSTM

Model *LSTM* yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan hasil yang serupa dengan model *1D CNN*, yaitu tidak mampu mempelajari pola *raw data signal*. Selama proses pelatihan model, grafik *accuracy* tidak mengalami peningkatan, sedangkan grafik *loss* tidak menunjukkan penurunan sama sekali. Hal ini juga didukung oleh nilai metrik evaluasi yang seluruhnya rendah.

4.3.1.5.2 Feature Extraction menggunakan RFFT

Data yang telah melalui proses *feature extraction* memiliki *data point* yang berbeda, yaitu sebesar 626 *data point*. Maka dari itu, *input shape* dari data dengan 24 *channel* berbentuk (24, 626) dan 30 *channel* berbentuk (30, 626).

A. 1D CNN

Tabel 4.22 merupakan hasil perbandingan metrik evaluasi dengan 30 *channel* pada data yang sudah melalui *feature extraction* dengan arsitektur *1D CNN*. Keduanya memiliki hasil yang sama, tetapi kecepatan model menemukan pola dari kedua kelas berbeda.

Tabel 4.22 Hasil Perbandingan Metrik Evaluasi 30 Channel Menggunakan RFFT
1D CNN

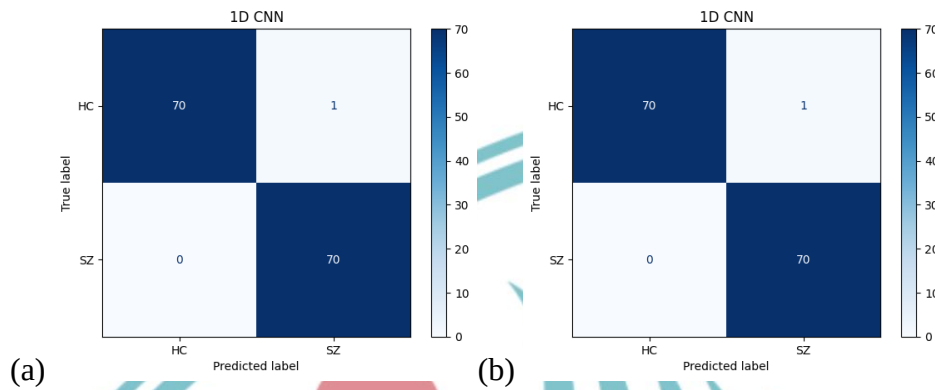
Skenario	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score	Epoch
Skenario 1	0.99	0.98	1.0	0.99	39
Skenario 2	0.99	0.98	1.0	0.99	33



Hak Cipta :

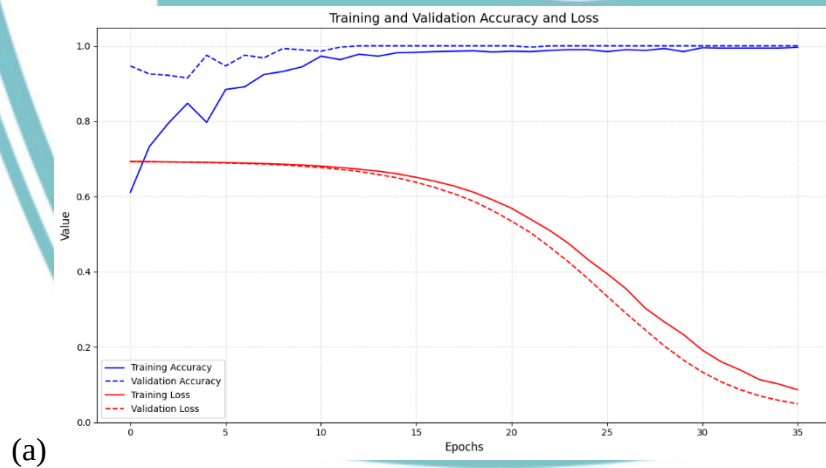
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

Setelah itu, dibandingkan juga *confusion matrix* dari kedua skenario tersebut yang ditunjukkan pada Gambar 4.30 (a) dan (b).



Gambar 4.30 *Confusion Matrix 30 Channel* (a) Skenario 1 dan (b) Skenario *RFFT 1D CNN*

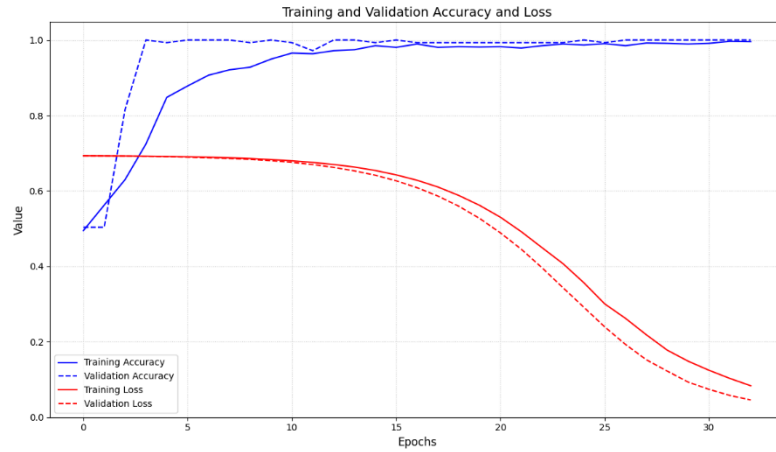
Gambar 4.31 (a) dan (b) merupakan perbandingan grafik *accuracy* dan *loss* pada kedua skenario pembagian *dataset* menggunakan arsitektur *1D CNN* pada data dengan 30 *channel*. Kedua grafik menunjukkan, bahwa kedua model dapat mempelajari perbedaan data dengan baik.





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



(b)

Gambar 4.31 Grafik Accuracy dan Loss (a) 30 Channel Skenario 1 dan (b) Skenario 2 RFFT 1D CNN

Setelah melatih model dengan 30 *channel*, berikutnya adalah melatih model dengan 24 *channel*. Tabel 4.23 merupakan perbandingan hasil pelatihan model pada data yang sudah diekstraksi fiturnya dengan jumlah 24 *channel*. Berbeda dengan sebelumnya, skenario 1 dan 2 memiliki perbedaan hasil pelatihan. Skenario 1 memiliki akurasi dan F1-Score yang lebih besar.

Tabel 4.23 Hasil Perbandingan Metrik Evaluasi 24 *Channel* Menggunakan RFFT 1D CNN

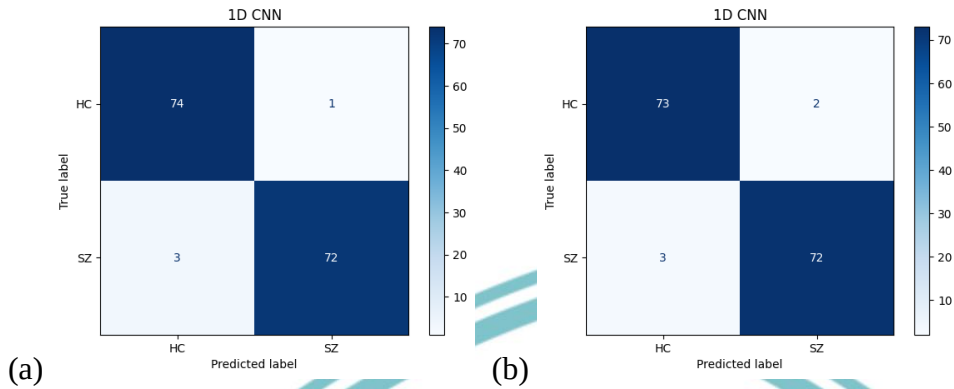
Skenario	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score	Epoch
Skenario 1	0.97	0.98	0.96	0.97	77
Skenario 2	0.96	0.97	0.96	0.96	60

Setelah itu, dibandingkan juga *confusion matrix* dari kedua skenario tersebut yang ditunjukkan pada Gambar 4.31 (a) dan (b). *Confusion Matrix* dari kedua skenario juga berbeda. Skenario 1 dapat mengenali kelas sehat lebih baik daripada Skenario 2.



Hak Cipta :

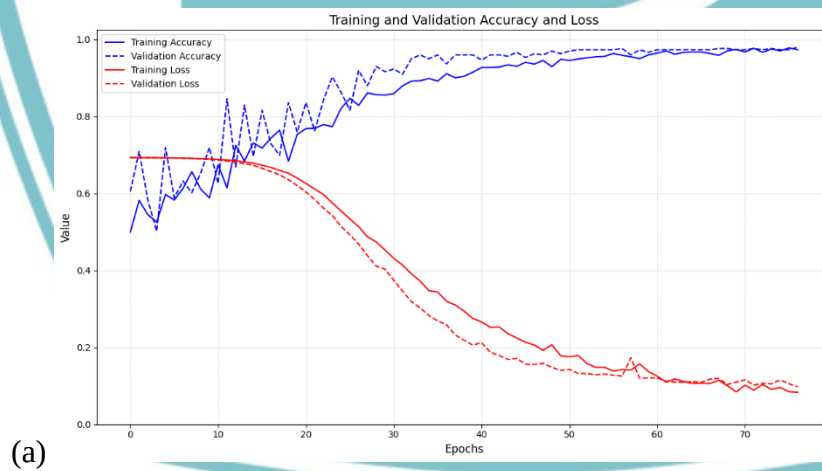
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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 4.31 *Confusion Matrix 24 Channel* (a) Skenario 1 dan (b) Skenario 2

RFFT 1D CNN

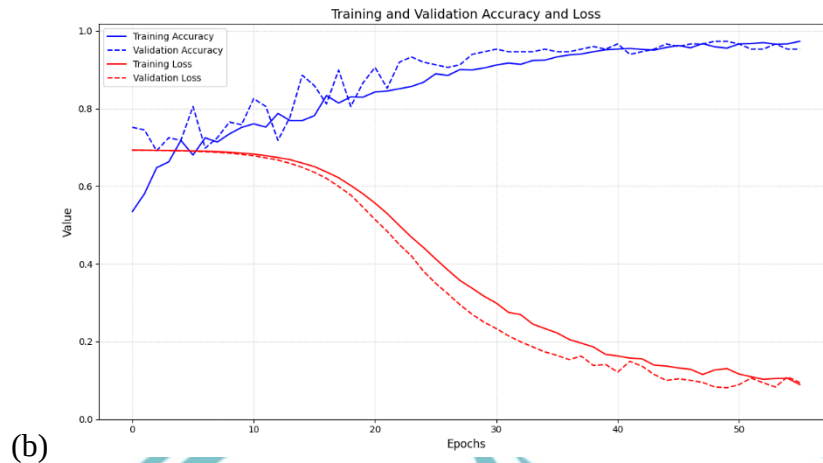
Gambar 4.32 (a) dan (b) merupakan perbandingan grafik *accuracy* pada kedua skenario pembagian *dataset* dengan *raw data signal* menggunakan arsitektur *1D CNN*. Dari kedua grafik tersebut, dapat disimpulkan, bahwa kedua model dapat mempelajari data dengan baik. Perbedaannya terletak pada grafik Skenario 2, yaitu pada Skenario 2 grafik *accuracy* meningkat lebih stabil dibanding grafik Skenario 1.





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 4.32 Grafik Accuracy dan Loss (a) 24 Channel Skenario 1 dan (b) Skenario 2 RFFT 1D CNN

Kedua model mempelajari data dengan baik karena *loss* terus menurun. Perbedaan terdapat pada Skenario 1, yaitu terjadinya fluktuasi di sekitar *epoch* ke-50, tetapi tidak pada Skenario 2.

Berbeda dengan hasil pada *raw data signal*, model 1D CNN yang dilatih menggunakan data yang telah melalui proses *Real Fast Fourier Transform (RFFT)* menunjukkan performa yang jauh lebih baik. Model mampu mempelajari pola karakteristik dari kedua kelas data, yaitu pasien skizofrenia dan individu sehat. Hal ini terlihat dari grafik *accuracy* yang mengalami peningkatan secara konsisten selama proses pelatihan, serta grafik *loss* yang menunjukkan penurunan yang signifikan. Selain itu, nilai metrik evaluasi, yaitu *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score* juga menunjukkan hasil yang tinggi, menandakan bahwa model mampu membedakan kedua kelas dengan baik.

B. LSTM

Setelah data dilatih dengan arsitektur 1D CNN, selanjutnya data yang sudah melalui *feature extraction* akan dilatih menggunakan LSTM. Pada Tabel 4.24, dibandingkan hasil pelatihan model *deep learning* menggunakan arsitektur LSTM dengan pembagian *dataset* skenario 1 dan 2 pada 30 *channel*. Dapat disimpulkan, bahwa pembagian *dataset* dengan Skenario 2 memiliki hasil pelatihan yang lebih baik



Hak Cipta :

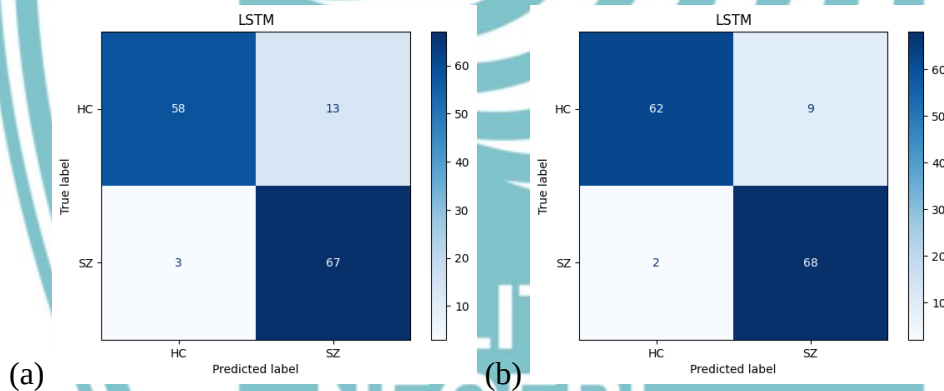
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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

daripada data dengan skenario 1, tetapi keduanya tidak mencapai keadaan maksimal, seperti pada fungsi *MyCallback()*.

Tabel 4.23 Hasil Perbandingan Metrik Evaluasi 30 *Channel* Menggunakan *RFFT LSTM*

Skenario	<i>Accuracy</i>	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>F1-Score</i>	<i>Epoch</i>
Skenario 1	0.88	0.83	0.95	0.98	100
Skenario 2	0.92	0.88	0.97	0.92	100

Selanjutnya, *confusion matrix* dibandingkan dari kedua skenario tersebut yang ditunjukkan pada Gambar 4.33 (a) untuk skenario 1 dan (b) untuk skenario 2. Pada gambar, dapat disimpulkan, bahwa model dengan skenario 2 dapat mengenali subjek sehat lebih baik daripada skenario 1. Namun, model dengan skenario 1 mengenali pasien skizofrenia lebih baik daripada skenario 2.



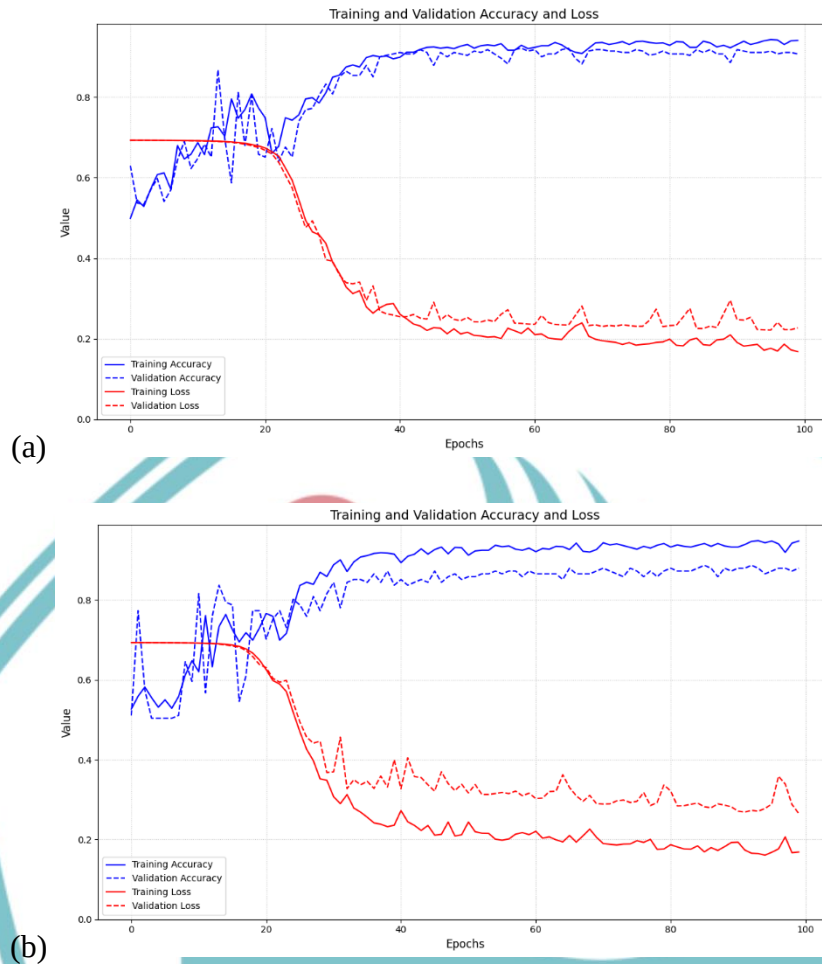
Gambar 4.33 *Confusion Matrix* 30 *Channel* (a) Skenario 1 dan (b) Skenario 2
RFFT LSTM

Selanjutnya, akan dibandingkan grafik *accuracy* dan *loss* dari kedua skenario tersebut. Gambar 4.34 (a) dan (b) merupakan perbandingan grafik *accuracy* pada kedua skenario pembagian *dataset* dengan menggunakan arsitektur *LSTM*. Berdasarkan grafik tersebut, *accuracy* pada skenario 2 menunjukkan fluktuasi yang lebih besar dan kurang stabil dibandingkan dengan skenario 1, tetapi keduanya dapat mengenali kedua kelas data dengan baik dan model mengeneralisasi dengan baik.



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 4.34 Grafik Accuracy dan Loss 30 Channel (a) Skenario 1 dan (b) Skenario 2 RFFT LSTM

Perbedaan utama terlihat pada grafik model Skenario 1, di mana nilai *training loss* tidak berbeda jauh dengan *validation loss*. Hal ini mengindikasikan bahwa model pada Skenario 1 memiliki generalisasi yang lebih baik, karena tidak terjadi *overfitting* secara signifikan.

Tabel 4.25 adalah hasil metrik evaluasi hasil pelatihan model dengan skenario 1 dan 2 untuk data yang sudah melalui proses ekstraksi fitur berjumlah 24 *channel*. Dapat disimpulkan, model dengan pembagian *dataset* Skenario 1 memiliki metrik evaluasi lebih baik dari Skenario 2.



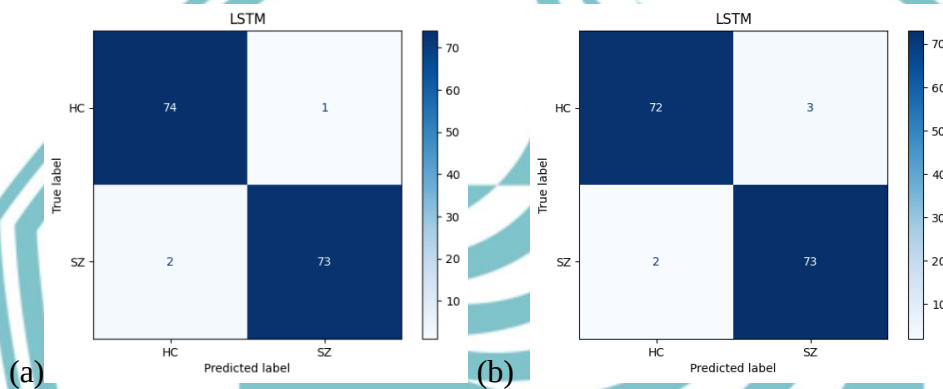
Hak Cipta :

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

Tabel 4.25 Hasil Perbandingan Metrik Evaluasi 24 *Channel* Menggunakan *RFFT LSTM*

Skenario	<i>Accuracy</i>	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>F1-Score</i>	<i>Epoch</i>
Skenario 1	0.97	0.98	0.96	0.97	65
Skenario 2	0.96	0.97	0.96	0.96	55

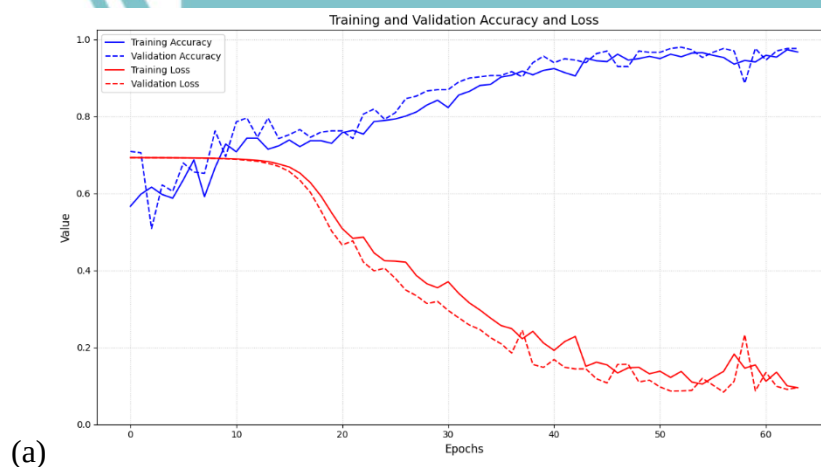
Tidak hanya itu, hasil dari *confusion matrix* dengan skenario 1 dan skenario 2 menggunakan arsitektur *LSTM* divisualisasikan pada Gambar 4.43 (a) dan (b). Skenario 1 dapat mengenali subjek sehat lebih baik daripada Skenario 2.



Gambar 4.35 *Confusion Matrix* 24 *Channel* (a) Skenario 1 dan (b) Skenario 2

RFFT LSTM

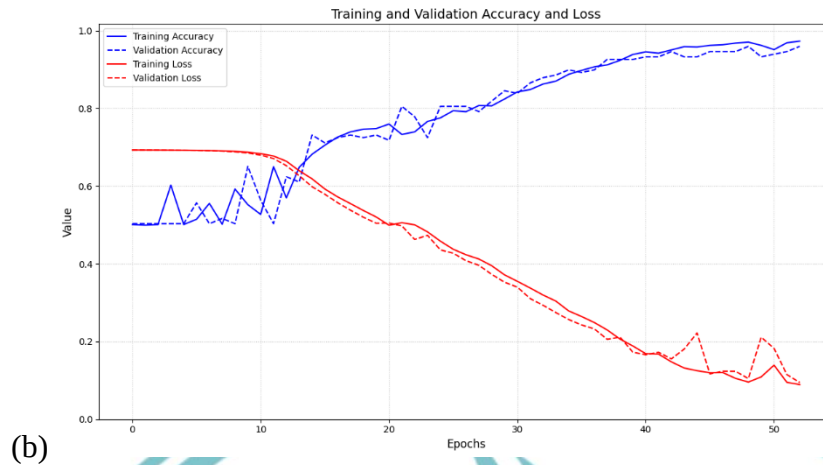
Gambar 4.35 membandingkan bagaimana *accuracy* berubah pada setiap skenario pembagian *dataset*. Kedua model menunjukkan kinerja baik, yaitu mengalami peningkatan nilai *accuracy* dan memiliki kemungkinan *overfitting* yang kecil karena nilai *accuracy* dan *validation accuracy* mirip atau mendekati.





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 4.35 Grafik Accuracy dan Loss 24 Channel (a) Skenario 1 dan (b) Skenario 2 RFFT LSTM

Gambar 4.35 juga membandingkan perubahan nilai *loss* pada setiap skenario *dataset* untuk data dengan 24 *channel*. Sama seperti grafik *accuracy*, kedua model juga memiliki kinerja baik, yaitu keduanya mengalami penurunan nilai *loss* dan *validation loss*.

Sama halnya dengan model *1D CNN*, model *LSTM* yang memproses data yang sudah melewati *feature extraction* sudah dapat mengenali kedua kelas data dengan baik. Grafik *accuracy* dan *loss* menunjukkan performa baik, begitu mulai metrik evaluasi, yaitu *accuracy*, *precision*, *recall* dan *F-1 score* menunjukkan nilai yang tinggi.

Hasil percobaan ini menyatakan, bahwa proses *feature extraction* membuat model dapat menangkap pola-pola yang lebih relevan dan signifikan dalam membedakan antara dua kelas data. Dengan mengubah sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi, karakteristik tersembunyi yang tidak terlihat dalam bentuk *raw data signal* dapat diekstraksi, sehingga model memiliki representasi fitur yang lebih informatif dan dapat meningkatkan kinerja klasifikasi model secara keseluruhan.

4.3.2 Implementasi Aplikasi Web

Terdapat dua halaman yang sudah diimplementasikan menggunakan *library* React.js pada aplikasi web ini. Kedua halaman tersebut adalah halaman utama (*landing page*) dan halaman diagnosa.

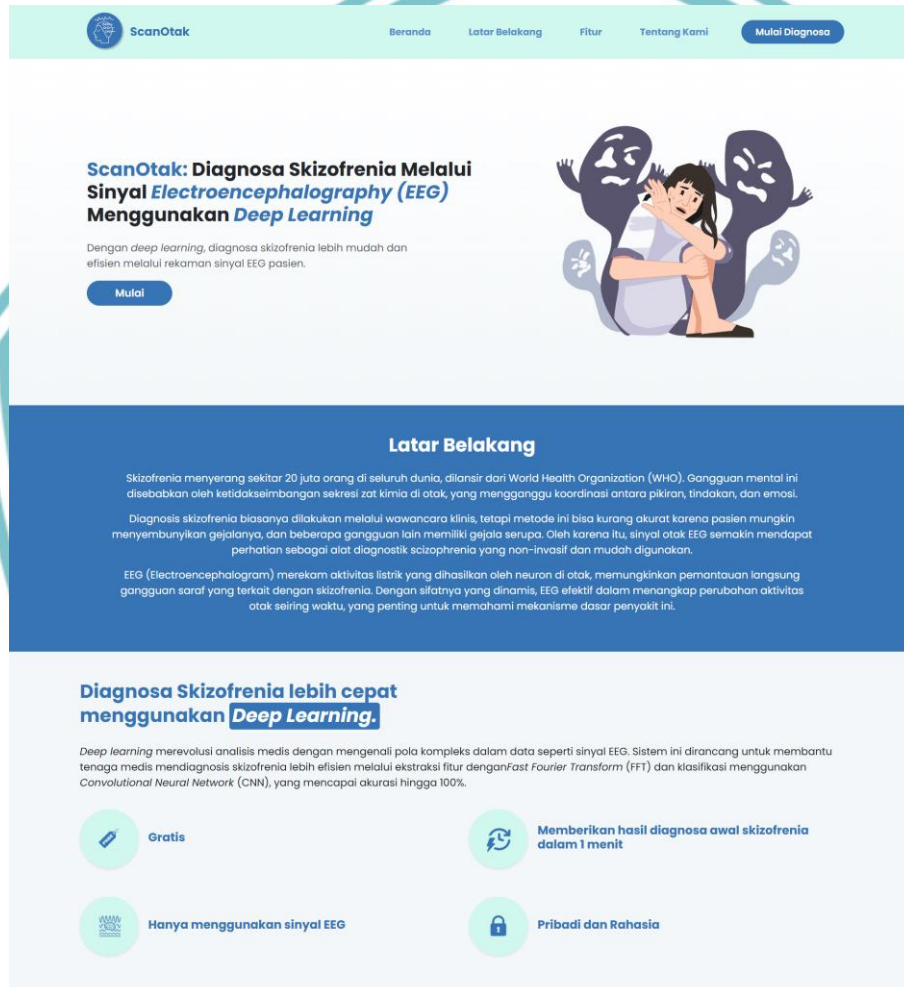


Hak Cipta :

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

4.3.2.1 Halaman Utama

Penerapan desain halaman utama bagian 1 dapat dilihat pada Gambar 4.36. Halaman utama ini adalah halaman yang pertama kali dilihat pengguna saat mengakses aplikasi web. Pada halaman utama bagian 1, disajikan beberapa informasi mengenai aplikasi web, yaitu *navigation bar*, judul atau *cover*, latar belakang, dan keunggulan fitur.



Gambar 4.36 Implementasi Halaman Utama Bagian 1

Untuk halaman utama bagian 2 yang disajikan pada Gambar 4.37, terdapat bagian “*Call to Action*” untuk mengajak pengguna mencoba fitur aplikasi web. Tombol tersebut akan mengarahkan pengguna ke halaman diagnosa. Selanjutnya, terdapat bagian “*Tentang Kami*” dan *footer* pada halaman tersebut.



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



Gambar 4.37 Implementasi Halaman Utama Bagian 2

4.3.2.2 Halaman Diagnosa

Halaman terpenting dalam aplikasi web ini adalah halaman diagnosa yang terdapat pada Gambar 4.38. Halaman ini merupakan penghubung pengguna dengan model *deep learning* terbaik yang sudah diimplementasikan.

Gambar 4.38 Implementasi Halaman Diagnosa

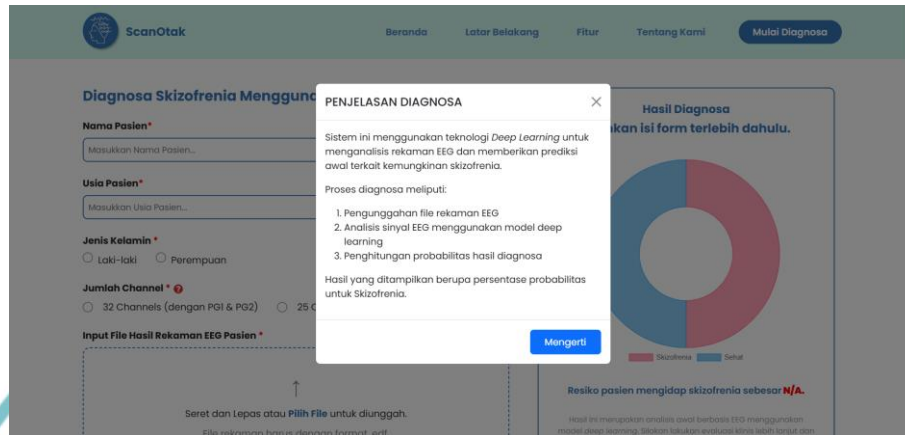


© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

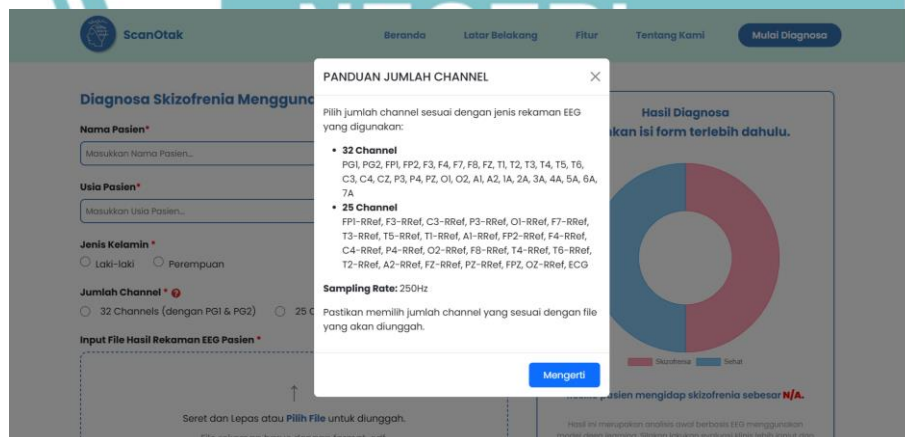
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

Pada halaman ini, pengguna juga dapat melihat panduan penggunaan fitur yang terdapat pada modal yang akan muncul jika pengguna mengklik ikon tanda tanya di sebelah “Diagnosa Skizofrenia Menggunakan *Deep Learning*”. Modal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.39.



Gambar 4.39 Modal Panduan Penggunaan Fitur

Pengguna harus mengisi data demografis pasien terlebih dahulu, lalu memilih apakah data sinyal yang dimasukkan berjumlah 24 *channel* atau 30 *channel*. Panduan dari penggunaan *channel* ini dapat dilihat pada modal yang ada ketika pengguna mengklik ikon tanda tanya di sebelah “Jumlah Channel”, yang ditunjukkan pada Gambar 4.40.



Gambar 4.40 Modal Panduan Jumlah Channel

Selanjutnya, pengguna juga harus memilih tanggal deteksi. Pada bagian sebelah kanan, akan muncul probabilitas pasien terkena skizofrenia. Pengguna juga dapat



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

mengunduh hasil deteksi skizofrenia tersebut dengan menekan tombol “Unduh Hasil Diagnosa” pada bagian bawah hasil deteksi. Gambar 4.51 menunjukkan hasil deteksi oleh model *deep learning* yang dapat diunduh oleh pengguna.



Gambar 4.41 Hasil Unduhan Pengguna

4.4 Pengujian

Pengujian merupakan tahap akhir dalam proses pengembangan sistem yang bertujuan untuk mengevaluasi apakah sistem telah berfungsi sesuai dengan kebutuhan dan tujuan yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan untuk mengidentifikasi kesalahan, mengevaluasi performa, serta memastikan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik. Terdapat dua aspek penting dalam pengujian ini, yaitu pengujian model dan pengujian aplikasi web.

4.4.1 Deskripsi Pengujian

Deskripsi pengujian merupakan penjelasan dari metode yang digunakan dalam pengujian. Pengujian model dan pengujian web memiliki deskripsi secara terpisah.

4.4.1.1 Deskripsi Pengujian Model

Model yang dikembangkan dalam penelitian ini masih melakukan deteksi pada segmen-segmen sinyal EEG berdurasi lima detik. Namun, dalam praktik medis, rekaman sinyal EEG untuk keperluan diagnosis skizofrenia umumnya memiliki durasi hingga tiga puluh menit. Oleh karena itu, pada tahap pengujian model, penulis melakukan evaluasi terhadap kemampuan model dalam mengklasifikasikan satu rekaman EEG subjek secara penuh.



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

Pada kali ini, model yang diuji hanyalah model dengan data yang sudah melalui *feature extraction*. Hal ini disebabkan oleh pada bagian implementasi model, model menunjukkan, bahwa model tersebut dapat mengenal perbedaan pola dari dua kelas data. Dengan demikian, pengujian pada tahap ini bertujuan untuk mengukur secara menyeluruh kemampuan model dalam memberikan klasifikasi akhir berdasarkan keseluruhan rekaman EEG.

Hasil dari klasifikasi dari pengujian yang akan dilakukan berupa probabilitas yang menunjukkan kemungkinan seseorang mengidap skizofrenia atau tidak, berdasarkan keseluruhan sinyal EEG yang diunggah oleh pengguna.

4.4.1.2 Deskripsi *Black Box Testing*

Black box testing adalah teknik pengujian perangkat lunak yang digunakan untuk menentukan fungsionalitas suatu aplikasi. Fokus utama dari pengujian ini adalah pada *input* yang tersedia untuk aplikasi dan *output* yang diharapkan untuk setiap nilai *input*. Nama "*black box*" digunakan karena dalam pengujian ini, penguji tidak perlu mengetahui implementasi kode internal dari aplikasi. Pengujian ini menangani baik input yang valid maupun tidak valid sesuai dengan kebutuhan pelanggan (Verma, A et al., 2017). Dalam penelitian ini, penulis akan melakukan *black box testing* secara mandiri.

4.4.1.3 Deskripsi *User Acceptance Test (UAT)*

UAT dilakukan oleh klien atau pengguna akhir. Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan kebutuhan yang telah disepakati serta untuk menilai manfaatnya bagi pengguna sebelum diterapkan dalam lingkungan operasional (Gordon, S et al., 2022 & Yakub, H et al., 2024). Maka dari itu, UAT akan dilakukan oleh peneliti atau tenaga medis.

4.4.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian menjelaskan langkah-langkah yang akan dilakukan pada pengujian. Hal ini dilakukan agar pengujian dilakukan secara terstruktur, sehingga dapat dianalisis dengan baik. Dengan adanya prosedur yang jelas, pengujian dapat dilakukan secara konsisten, serta mempermudah identifikasi kesalahan atau kekurangan pada 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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.4.2.1 Prosedur Pengujian Model

Penulis akan memilih subjek yang sudah diberikan label secara acak pada data dengan 30 *channel* dan 24 *channel*. Subjek-subjek tersebut akan diuji menggunakan dua jenis model (*1D CNN* dan *LSTM*) dengan skenario pembagian *dataset* 1 dan 2. Seluruh data yang digunakan pada pengujian merupakan *raw data signal* yang sudah melalui prapemrosesan data dan ekstraksi fitur. Tabel 4.26 menunjukkan rincian pengujian yang akan dilakukan pada model yang diteliti.

Tabel 4.26 Subjek Pengujian Model

Jumlah Channel	Subjek	Durasi Rekaman	Kelas Data (Sehat/Skizofrenia)	Hasil Klasifikasi (%)
30 channel	h02	42.16	Sehat	Sehat/Skizofrenia
	h07	30.11	Sehat	Sehat/Skizofrenia
	h08	32.04	Sehat	Sehat/Skizofrenia
	s01	30.36	Skizofrenia	Sehat/Skizofrenia
	s05	32.08	Skizofrenia	Sehat/Skizofrenia
	s10	24.36	Skizofrenia	Sehat/Skizofrenia
24 channel	h01	30.52	Sehat	Sehat/Skizofrenia
	h09	39.56	Sehat	Sehat/Skizofrenia
	s04	34.52	Skizofrenia	Sehat/Skizofrenia
	s08	35.31	Skizofrenia	Sehat/Skizofrenia
	s09	32.27	Skizofrenia	Sehat/Skizofrenia

Hasil klasifikasi merupakan persentase dari kedua kelas yang ada. Penilaian terhadap kesesuaian prediksi dilakukan dengan melihat nilai probabilitas yang dihasilkan oleh model. Kelas yang diprediksi oleh model dianggap benar apabila memiliki nilai probabilitas tertinggi dibandingkan kelas lainnya. Sebagai contoh, jika data berasal dari subjek dengan skizofrenia, maka nilai probabilitas untuk kelas skizofrenia harus lebih tinggi daripada kelas sehat agar prediksi tersebut dinyatakan sesuai.

4.4.2.2 Prosedur Pengujian Mandiri (*Black Box Testing*)

Pengujian ini dilakukan dengan menguji setiap fungsi atau fitur yang ada pada aplikasi web. Terdapat beberapa skenario pengujian dan hasil yang diharapkan dari *testing*, tertuang pada Tabel 4.27 untuk halaman *landing page*.



Tabel 4.27 Skenario Pengujian *Black Box Testing* pada Halaman *Landing Page*

Halaman <i>Landing Page</i>			
No	Kasus	Skenario	Hasil yang Diharapkan
1	Akses awal aplikasi	Mengakses aplikasi web pada alamat <i>scanotak.site</i>	Sistem menampilkan halaman <i>home</i> atau <i>landing page</i>
2	Akses tautan <i>landing page</i>	Mengklik ikon aplikasi pada pojok kiri <i>navigation bar</i>	Sistem menampilkan halaman <i>home</i> atau <i>landing page</i>
3	Akses tautan “Beranda” pada <i>navigation bar</i>	Mengklik tautan “Beranda” pada <i>navigation bar</i>	Sistem menampilkan halaman <i>home</i> atau <i>landing page</i>
4	Akses tautan “Latar Belakang” pada <i>navigation bar</i>	Mengklik tautan “Latar Belakang” pada <i>navigation bar</i>	Sistem melakukan <i>scrolling</i> otomatis ke bagian “Latar Belakang”
5	Akses tautan “Fitur” pada <i>navigation bar</i>	Mengklik tautan “Fitur” pada <i>navigation bar</i>	Sistem melakukan <i>scrolling</i> otomatis ke bagian “Fitur”
6	Akses tautan “Tentang Kami” pada <i>navigation bar</i>	Mengklik tautan “Tentang Kami” pada <i>navigation bar</i>	Sistem melakukan <i>scrolling</i> otomatis ke bagian “Tentang Kami”
7	Akses ke halaman diagnosa	Mengklik tautan pada <i>navigation bar</i> , pada bagian <i>Call To Action</i> , dan pada bagian <i>footer</i>	Sistem mengarahkan pengguna ke halaman diagnosa

Selanjutnya, detail skenario pengujian pada halaman diagnosa dengan skema positif tertuang pada Tabel 4.28. Halaman ini merupakan halaman di mana pengguna berinteraksi dengan model *deep learning* terbaik yang sudah diintegrasikan pada aplikasi web.

Tabel 4.28 Skenario Pengujian *Black Box Testing* pada Halaman Diagnosa Skema Positif

Halaman Diagnosa (Skema Positif)			
No	Kasus	Skenario	Hasil yang Diharapkan
1	Form terisi	Mengisi semua <i>field</i> dengan data yang valid	Data dikirim dan hasil deteksi ditampilkan

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



© 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

2	Mengisi <i>field</i> “Nama Pasien” dengan format yang sesuai	Mengisi <i>field</i> “Nama Pasien” dengan teks	Nama tersimpan dan ditampilkan pada hasil deteksi
3	Mengisi <i>field</i> “Usia Pasien” dengan format yang sesuai	Mengisi <i>field</i> usia dengan <i>number picker</i>	Data disimpan dan ditampilkan ketika mengunduh hasil deteksi
4	Memilih jenis kelamin	Memilih salah satu opsi jenis kelamin menggunakan <i>radio button</i>	Data disimpan dan ditampilkan ketika mengunduh hasil deteksi
5	Memilih jumlah <i>channel</i>	Memilih salah satu opsi jumlah <i>channel</i> menggunakan <i>radio button</i>	File diproses dan hasil deteksi ditampilkan
6	Memasukkan <i>file</i> rekaman EEG dengan format yang sesuai	Sinyal yang diunggah dengan format .edf	File diproses dan hasil deteksi ditampilkan
7	Jumlah <i>channel</i> sinyal EEG sesuai	Jumlah <i>channel</i> sinyal EEG yang dimasukkan adalah 24 atau 32	File diproses dan hasil deteksi ditampilkan
8	Konfigurasi <i>channel</i> sesuai	Konfigurasi <i>channel</i> sinyal EEG yang diinput sesuai dengan daftar <i>channel</i>	File diproses dan hasil deteksi ditampilkan
9	<i>Sampling Rate</i> sesuai	<i>Sampling rate</i> dari sinyal EEG sebesar 250.0Hz	File diproses dan hasil deteksi ditampilkan
10	Mengisi <i>field</i> “Tanggal Diagnosa” dengan format yang sesuai	Memilih tanggal menggunakan elemen <i>date picker</i>	Data disimpan dan ditampilkan bersama hasil deteksi
11	Mengunduh hasil deteksi	Sudah terdapat hasil deteksi dari pasien	Pengguna dapat mengunduh hasil deteksi

Pada halaman diagnosa, *testing* akan dilakukan dengan dua skema, yaitu skema positif dan skema negatif. Hal tersebut dilakukan agar dapat memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan yang diharapkan ketika menerima input yang valid



(skema positif), serta dapat menangani dengan baik kondisi kesalahan atau input yang tidak valid (skema negatif). Dengan begitu, dapat dipastikan bahwa sistem memiliki ketahanan terhadap *error* dan dapat memberikan respons yang sesuai dalam berbagai situasi, baik saat menerima input yang valid maupun tidak valid. Pada Tabel 4.29, dijelaskan skema negatif dari *black box testing* pada halaman diagnosa.

Tabel 4.29 Skenario Pengujian *Black Box Testing* pada Halaman Diagnosa Skema Negatif

Halaman Diagnosa (Skema Negatif)			
No	Kasus	Skenario	Hasil yang Diharapkan
1	Form kosong	Menekan tombol “Diagnosa” tanpa mengisi <i>field</i> apapun	Sistem menampilkan pesan kesalahan bahwa semua <i>field</i> wajib diisi
2	Mengisi <i>field</i> “Nama Pasien” dengan format yang tidak sesuai	Mengisi nama dengan karakter angka	Sistem menolak <i>input</i> karena tidak sesuai dengan tipe <i>input</i>
3	Mengisi <i>field</i> “Usia Pasien” dengan format yang tidak sesuai	Mengisi usia dengan huruf atau angka negatif	Sistem menolak <i>input</i> karena tidak sesuai dengan tipe <i>input</i>
4	Tidak memilih salah satu “Jenis Kelamin” pada <i>radio button</i>	Tidak memilih opsi “Laki-laki” atau “Perempuan”	Sistem menampilkan pesan kesalahan bahwa jenis kelamin harus dipilih sebelum <i>submit</i>
5	Tidak memilih salah satu “Jumlah Channel” pada <i>radio button</i>	Tidak memilih jumlah <i>channel</i> EEG (24 atau 32)	Sistem menampilkan pesan kesalahan bahwa jumlah <i>channel</i> harus dipilih sebelum <i>submit</i>
6	Memasukkan <i>file</i> rekaman EEG dengan format yang tidak sesuai	Mengunggah <i>file</i> selain format .edf	Sistem menolak <i>file</i> karena tidak sesuai dengan tipe <i>file</i>
7	Mengisi <i>field</i> “Tanggal Diagnosa” dengan format yang tidak sesuai	Memasukkan tanggal dengan format yang tidak sesuai	Sistem menolak <i>input</i> karena tidak sesuai dengan tipe <i>input</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 mengumukan 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

8	Sinyal EEG yang dideteksi tidak berjumlah 24 <i>channel</i> atau 32 <i>channel</i>	<i>File</i> EEG memiliki jumlah <i>channel</i> selain 24 atau 32	Sistem menolak <i>file</i> dan menampilkan pesan bahwa konfigurasi <i>channel</i> tidak sesuai
9	Sinyal EEG yang dideteksi tidak sesuai	<i>Channel</i> dalam <i>file</i> EEG tidak sesuai dengan daftar <i>channel</i> standar yang digunakan	Sistem menolak <i>file</i> dan menampilkan pesan bahwa konfigurasi <i>channel</i> tidak sesuai
10	<i>Sampling rate</i> dari sinyal EEG yang dideteksi tidak 250.0Hz	<i>File</i> EEG memiliki <i>sampling rate</i> selain 250.0 Hz	Sistem menolak <i>file</i> dan menampilkan pesan bahwa <i>sampling rate</i> tidak sesuai
11	Tidak ada hasil deteksi yang diunduh	Mengunduh hasil deteksi tetapi belum ada hasil diagnosa	Sistem akan menonaktifkan tombol jika belum ada hasil deteksi

4.4.2.3 Kuisioner Pengujian Aplikasi Web

Selanjutnya, aplikasi web yang dibangun harus memastikan bahwa seluruh fungsinya dapat dipahami dan digunakan dengan baik oleh pengguna. Selain itu, UAT memastikan model dapat bekerja dengan baik dan memahami data baru. Untuk itu, dilakukan pengujian UAT berbentuk kuisioner dengan dua kategori, yaitu kualitas model dan kualitas aplikasi web. Untuk pernyataan kuisioner kualitas model terdapat 5 (lima) pernyataan, tercantum pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Kuisioner UAT Kualitas Model

No	Pernyataan	Jawaban
1	Model memberikan hasil yang cukup akurat	Skala Likert 1-5 1 = Sangat Tidak Setuju 5 = Sangat Setuju
2	Model memberikan hasil yang konsisten.	Skala Likert 1-5 1 = Sangat Tidak Setuju 5 = Sangat Setuju
3	<i>Output</i> deteksi disajikan dengan jelas dan mudah dimengerti.	Skala Likert 1-5 1 = Sangat Tidak Setuju 5 = Sangat Setuju



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

4	Hasil deteksi model dapat membantu Anda dalam mendukung proses diagnosa.	Skala Likert 1-5 1 = Sangat Tidak Setuju 5 = Sangat Setuju
5	Secara keseluruhan, saya puas terhadap kualitas prediksi model.	Skala Likert 1-5 1 = Sangat Tidak Setuju 5 = Sangat Setuju

Tabel 4.31 merupakan kuisioner untuk menilai kualitas aplikasi web. Kuisioner tersebut berisi total 7 (tujuh) pernyataan yang akan ditanyakan ke pengguna akhir.

Tabel 4.31 Kuisioner UAT Kualitas Aplikasi Web

No	Pernyataan	Jawaban
1	Tampilan antarmuka web menarik dan nyaman digunakan	Skala Likert 1-5 1 = Sangat Tidak Setuju 5 = Sangat Setuju
2	Navigasi antar halaman mudah dan jelas	Skala Likert 1-5 1 = Sangat Tidak Setuju 5 = Sangat Setuju
3	Fitur-fitur yang tersedia berfungsi sesuai dengan tujuan penggunaannya	Skala Likert 1-5 1 = Sangat Tidak Setuju 5 = Sangat Setuju
4	Proses unggah data dan mendapatkan hasil diagnosa berjalan lancar	Skala Likert 1-5 1 = Sangat Tidak Setuju 5 = Sangat Setuju
5	Proses mengunduh hasil diagnosa berjalan lancar	Skala Likert 1-5 1 = Sangat Tidak Setuju 5 = Sangat Setuju
6	Aplikasi dapat mudah digunakan tanpa perlu penjelasan teknis	Skala Likert 1-5 1 = Sangat Tidak Setuju 5 = Sangat Setuju
7	Aplikasi web ini sudah cukup baik digunakan	Skala Likert 1-5 1 = Sangat Tidak Setuju 5 = Sangat Setuju

Skor atau poin tertinggi dari setiap pernyataan adalah 5 (lima), sedangkan poin terendahnya adalah 1 (satu). Dengan demikian, total skor maksimal yang dapat diperoleh untuk kategori kualitas model adalah 25 poin dan untuk kualitas aplikasi web adalah 35 poin untuk setiap pengguna akhir.



4.4.3 Data Hasil Pengujian

Data hasil pengujian merupakan hasil dari proses pengujian yang dilakukan terhadap model dan aplikasi web yang akan dikembangkan. Data ini berperan penting sebagai dasar dalam menilai performa sistem secara keseluruhan, baik dari sisi akurasi model klasifikasi maupun dari sisi fungsionalitas antarmuka pengguna.

4.4.3.1 Hasil Pengujian Model

Pengujian model dilakukan secara mandiri dengan membandingkan hasil klasifikasi pada model dengan *1D CNN* dan *LSTM* untuk data dengan 24 *channel* dan 32 *channel*. Tabel 4.32 menunjukkan hasil klasifikasi atau deteksi pada data dengan 30 *channel* pada dua arsitektur model dengan model yang menggunakan *raw data*, menggunakan pembagian *dataset* skenario 1.

Tabel 4.32 Hasil Pengujian Model dengan Pembagian *Dataset* Skenario 1

1D CNN				
Jumlah Channel	Subjek	Durasi Rekaman	Kelas Data (Sehat/Skizofrenia)	Hasil Klasifikasi (%)
30 channel	h02	42.16	Sehat	Sehat (99.71%)
	h07	30.11	Sehat	Sehat (97.43%)
	h08	32.04	Sehat	Sehat (98.06%)
	s01	30.36	Skizofrenia	Skizofrenia (93.59%)
	s05	32.08	Skizofrenia	Skizofrenia (100%)
	s10	24.36	Skizofrenia	Skizofrenia (1.11%)
24 channel	h01	30.52	Sehat	Sehat (13.29%)
	h09	39.56	Sehat	Sehat (94.73%)
	s04	34.52	Skizofrenia	Skizofrenia (96.02%)
	s08	35.31	Skizofrenia	Skizofrenia (99.73%)
	s09	32.27	Skizofrenia	Skizofrenia (100%)
LSTM				
Jumlah Channel	Subjek	Durasi Rekaman	Kelas Data (Sehat/Skizofrenia)	Hasil Klasifikasi (%)
30 channel	h02	42.16	Sehat	Skizofrenia (68.32%)
	h07	30.11	Sehat	Sehat (93.79%)
	h08	32.04	Sehat	Sehat (98.33%)
	s01	30.36	Skizofrenia	Skizofrenia (17.78%)
	s05	32.08	Skizofrenia	Skizofrenia (97.78%)
	s10	24.36	Skizofrenia	Skizofrenia (57.20%)

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



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

24 channel	h01	30.52	Sehat	Skizofrenia (6.65%)
	h09	39.56	Sehat	Sehat (56.26%)
	s04	34.52	Skizofrenia	Skizofrenia (99.49%)
	s08	35.31	Skizofrenia	Skizofrenia (79.35%)
	s09	32.27	Skizofrenia	Skizofrenia (99.18%)

Selanjutnya, pengujian dilakukan menggunakan arsitektur kedua model dengan pembagian dataset skenario kedua pada kedua jenis data. Tabel 4.33 merincikan hasil pengujian dengan skenario tersebut.

Tabel 4.33 Hasil Pengujian Model dengan Pembagian *Dataset* Skenario 2

1D CNN				
Jumlah Channel	Subjek	Durasi Rekaman	Kelas Data (Sehat/Skizofrenia)	Hasil Klasifikasi (%)
30 channel	h02	42.16	Sehat	Sehat (99.71%)
	h07	30.11	Sehat	Sehat (97.43%)
	h08	32.04	Sehat	Sehat (98.06%)
	s01	30.36	Skizofrenia	Skizofrenia (93.59%)
	s05	32.08	Skizofrenia	Skizofrenia (100%)
	s10	24.36	Skizofrenia	Skizofrenia (1.11%)
24 channel	h01	30.52	Sehat	Sehat (11.27%)
	h09	39.56	Sehat	Sehat (57.80%)
	s04	34.52	Skizofrenia	Skizofrenia (97.26%)
	s08	35.31	Skizofrenia	Skizofrenia (99.73%)
	s09	32.27	Skizofrenia	Skizofrenia (100%)
LSTM				
Jumlah Channel	Subjek	Durasi Rekaman	Kelas Data (Sehat/Skizofrenia)	Hasil Klasifikasi (%)
30 channel	h02	42.16	Sehat	Sehat (69.57%)
	h07	30.11	Sehat	Sehat (97.34%)
	h08	32.04	Sehat	Sehat (98.89%)
	s01	30.36	Skizofrenia	Skizofrenia (15.16%)
	s05	32.08	Skizofrenia	Skizofrenia (96.68%)
	s10	24.36	Skizofrenia	Skizofrenia (48.34%)
24 channel	h01	30.52	Sehat	Sehat (30.64%)
	h09	39.56	Sehat	Sehat (62.42%)
	s04	34.52	Skizofrenia	Skizofrenia (100%)
	s08	35.31	Skizofrenia	Skizofrenia (80.10%)
	s09	32.27	Skizofrenia	Skizofrenia (99.45%)



4.4.3.2 Hasil Pengujian *Black Box Testing*

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil yang diharapkan dan hasil pengamatan pada aplikasi web. Jika keduanya sesuai, fitur tersebut dianggap telah berfungsi dengan baik dan layak untuk digunakan. Namun, jika terdapat perbedaan, maka fitur dinyatakan belum berjalan sebagaimana mestinya dan memerlukan perbaikan. Pengujian pertama dilakukan pada *landing page*. Seluruh skenario halaman ini memiliki hasil yang diharapkan, tertuang pada Tabel 4.34.

Tabel 4.34 Hasil Pengujian *Black Box Testing* pada *Landing Page*

Halaman <i>Landing Page</i>				
No	Skenario	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengamatan	Keterangan
1	Mengakses aplikasi web pada alamat <i>scanotak.site</i>	Sistem menampilkan halaman <i>home</i> atau <i>landing page</i>	Sistem berhasil menampilkan halaman <i>home</i> atau <i>landing page</i>	Sesuai
2	Mengklik ikon aplikasi pada pojok kiri <i>navigation bar</i>	Sistem menampilkan halaman <i>home</i> atau <i>landing page</i>	Sistem berhasil menampilkan halaman <i>home</i> atau <i>landing page</i>	Sesuai
3	Mengklik tautan “Beranda” pada <i>navigation bar</i>	Sistem menampilkan halaman <i>home</i> atau <i>landing page</i>	Sistem berhasil mengarahkan pengguna ke halaman <i>home</i> atau <i>landing page</i>	Sesuai
4	Mengklik tautan “Latar Belakang” pada <i>navigation bar</i>	Sistem melakukan <i>scrolling</i> otomatis ke bagian “Latar Belakang”	Sistem berhasil melakukan <i>scrolling</i> otomatis ke bagian “Latar Belakang”	Sesuai
5	Mengklik tautan “Fitur” pada <i>navigation bar</i>	Sistem melakukan <i>scrolling</i> otomatis ke bagian “Fitur”	Sistem berhasil melakukan <i>scrolling</i> otomatis ke bagian “Fitur”	Sesuai
6	Mengklik tautan “Tentang Kami” pada <i>navigation bar</i>	Sistem melakukan <i>scrolling</i> otomatis ke bagian “Tentang Kami”	Sistem berhasil melakukan <i>scrolling</i> otomatis ke bagian “Tentang Kami”	Sesuai

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 :

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

7	Mengklik tautan pada <i>navigation bar</i> , pada bagian <i>Call To Action</i> , dan pada bagian <i>footer</i>	Sistem mengarahkan pengguna ke halaman diagnosa	Sistem berhasil mengarahkan pengguna ke halaman diagnosa	Sesuai
---	--	---	--	--------

Selanjutnya, Tabel 4.35 merupakan hasil pengujian *black box* pada halaman diagnosa dengan skema positif. Seluruh skenario yang diuji menunjukkan hasil yang sesuai dengan harapan, sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh fungsi pada halaman diagnosa telah berjalan dengan baik dan layak untuk digunakan.

Tabel 4.35 Hasil Pengujian *Black Box Testing* Halaman Diagnosa dengan Skema Positif

Halaman Diagnosa (Skema Positif)				
No	Skenario	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengamatan	Keterangan
1	Mengisi semua <i>field</i> dengan data yang valid	Data dikirim dan hasil deteksi ditampilkan	Data berhasil dikirim dan hasil deteksi berhasil ditampilkan	Sesuai
2	Mengisi <i>field</i> “Nama Pasien” dengan teks	Nama tersimpan dan ditampilkan pada hasil deteksi	Nama berhasil tersimpan dan ditampilkan pada hasil deteksi	Sesuai
3	Mengisi <i>field</i> usia dengan <i>number picker</i>	Data disimpan dan ditampilkan ketika mengunduh hasil deteksi	Data berhasil disimpan dan ditampilkan ketika mengunduh hasil deteksi	Sesuai
4	Memilih salah satu opsi jenis kelamin menggunakan <i>radio button</i>	Data disimpan dan ditampilkan ketika mengunduh hasil deteksi	Data berhasil disimpan dan ditampilkan ketika mengunduh hasil deteksi	Sesuai



© 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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

5	Memilih salah satu opsi jumlah <i>channel</i> menggunakan <i>radio button</i>	File diproses dan hasil deteksi ditampilkan	File berhasil diproses dan hasil deteksi ditampilkan	Sesuai
6	Sinyal yang diunggah dengan format .edf	File diproses dan hasil deteksi ditampilkan	File berhasil diproses dan hasil deteksi ditampilkan	Sesuai
7	Jumlah <i>channel</i> sinyal EEG yang dimasukkan adalah 24 atau 32	File diproses dan hasil deteksi ditampilkan	File berhasil diproses dan hasil deteksi ditampilkan	Sesuai
8	Konfigurasi <i>channel</i> sinyal EEG yang diinput sesuai dengan daftar <i>channel</i>	File diproses dan hasil deteksi ditampilkan	File berhasil diproses dan hasil deteksi ditampilkan	Sesuai
9	<i>Sampling rate</i> dari sinyal EEG sebesar 250.0Hz	File diproses dan hasil deteksi ditampilkan	File berhasil diproses dan hasil deteksi ditampilkan	Sesuai
10	Memilih tanggal menggunakan elemen <i>date picker</i>	Data disimpan dan ditampilkan bersama hasil deteksi	Data berhasil disimpan dan ditampilkan bersama hasil deteksi	Sesuai
11	Sudah terdapat hasil deteksi dari pasien	Pengguna dapat mengunduh hasil deteksi	Pengguna berhasil mengunduh hasil deteksi	Sesuai

Terakhir, Tabel 4.36 merupakan hasil pengujian *black box* pada halaman diagnosa dengan skema negatif. Seluruh skenario pengujian berhasil memunculkan respon sesuai dengan yang diharapkan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah mampu menangani *input* yang tidak valid dengan baik dan memberikan umpan balik kepada pengguna.



Tabel 4.36 Hasil Pengujian *Black Box Testing* Halaman Diagnosa dengan Skema Negatif

Halaman Diagnosa (Skema Negatif)				
No	Skenario	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengamatan	Keterangan
1	Menekan tombol “Diagnosa” tanpa mengisi <i>field</i> apapun	Sistem menampilkan pesan kesalahan bahwa semua <i>field</i> wajib diisi	Sistem berhasil menampilkan pesan kesalahan bahwa semua <i>field</i> wajib diisi	Sesuai
2	Mengisi nama dengan karakter angka	Sistem menolak input karena tidak sesuai dengan tipe input	Sistem berhasil menolak input karena tidak sesuai dengan tipe input	Sesuai
3	Mengisi usia dengan huruf atau angka negatif	Sistem menolak input karena tidak sesuai dengan tipe input	Sistem berhasil menolak input karena tidak sesuai dengan tipe input	Sesuai
4	Tidak memilih opsi “Laki-laki” atau “Perempuan”	Sistem menampilkan pesan kesalahan bahwa jenis kelamin harus dipilih	Sistem berhasil menampilkan pesan kesalahan bahwa jenis kelamin harus dipilih	Sesuai
5	Tidak memilih jumlah <i>channel</i> EEG (25 atau 32)	Sistem menampilkan pesan kesalahan bahwa jumlah <i>channel</i> harus dipilih	Sistem berhasil menampilkan pesan kesalahan bahwa jumlah <i>channel</i> harus dipilih	Sesuai
6	Mengunggah <i>file</i> selain format .edf	Sistem menolak <i>file</i> karena tidak sesuai dengan tipe <i>file</i>	Sistem berhasil menolak <i>file</i> karena tidak sesuai dengan tipe <i>file</i>	Sesuai
7	Memasukkan tanggal dengan format yang tidak sesuai	Sistem menolak input karena tidak sesuai dengan tipe input	Sistem berhasil menolak input karena tidak sesuai dengan tipe input	Sesuai
8	File EEG memiliki	Sistem menolak <i>file</i> dan menampilkan	Sistem berhasil menolak <i>file</i> dan	Sesuai

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 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

	jumlah <i>channel</i> selain 25 atau 32	pesan bahwa konfigurasi <i>channel</i> tidak sesuai	menampilkan pesan bahwa konfigurasi <i>channel</i> tidak sesuai	
9	<i>Channel</i> dalam <i>file</i> EEG tidak sesuai dengan daftar <i>channel</i> standar yang digunakan	Sistem menolak <i>file</i> dan menampilkan pesan bahwa konfigurasi <i>channel</i> tidak sesuai	Sistem berhasil menolak <i>file</i> dan menampilkan pesan bahwa konfigurasi <i>channel</i> tidak sesuai	Sesuai
10	File EEG memiliki <i>sampling rate</i> selain 250.0 Hz	Sistem menolak <i>file</i> dan menampilkan pesan bahwa <i>sampling rate</i> tidak sesuai	Sistem berhasil menolak <i>file</i> dan menampilkan pesan bahwa <i>sampling rate</i> tidak sesuai	Sesuai
11	Mengunduh hasil diagnosa tetapi belum ada hasil deteksi	Sistem akan menonaktifkan tombol jika belum ada hasil deteksi	Sistem berhasil menonaktifkan tombol jika belum ada hasil deteksi	Sesuai

4.4.3.3 User Acceptance Test (UAT)

Pengujian dilakukan oleh dua orang peneliti dari MedTech IMERI FKUI. Keduanya memiliki latar belakang di bidang neurosains dan analisis sinyal EEG, serta memiliki pengalaman dalam pengembangan dan evaluasi sistem berbasis teknologi di bidang kesehatan.

Penilaian dilakukan secara individual oleh masing-masing peneliti setelah mencoba langsung seluruh fitur dalam sistem, mulai dari proses unggah data EEG, melihat hasil deteksi oleh model, hingga pengunduhan hasil deteksi.

Selanjutnya, hasil penilaian dari masing-masing evaluator akan ditelaah oleh penulis secara terpisah dan disajikan dalam bentuk tabel sebagai Peneliti 1 dan Peneliti 2. Tabel 4.37 merupakan hasil penilaian atau *UAT* oleh Peneliti 1.



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

Tabel 4.37 Hasil *User Acceptance Test (UAT)* Peneliti 1

Kualitas Model		
No	Pernyataan	Skor
1	Model memberikan hasil yang cukup akurat	4/5
2	Model memberikan hasil yang konsisten.	5/5
3	<i>Output</i> deteksi disajikan dengan jelas dan mudah dimengerti.	5/5
4	Hasil deteksi model dapat membantu Anda dalam mendukung proses diagnosa.	3/5
5	Secara keseluruhan, saya puas terhadap kualitas prediksi model.	4/5
Total Nilai		21/25
Kualitas Aplikasi Web		
No	Pernyataan	Skor
1	Tampilan antarmuka web menarik dan nyaman digunakan	5/5
2	Navigasi antar halaman mudah dan jelas	5/5
3	Fitur-fitur yang tersedia berfungsi sesuai dengan tujuan penggunaannya	5/5
4	Proses unggah data dan mendapatkan hasil diagnosa berjalan lancar	5/5
5	Proses mengunduh hasil diagnosa berjalan lancar	5/5
6	Aplikasi dapat mudah digunakan tanpa perlu penjelasan teknis	5/5
7	Aplikasi web ini sudah cukup baik digunakan	3/5
Total Nilai		33/35
Total Nilai Keseluruhan		54/60

Total skor yang diberikan oleh Peneliti 1 terhadap kualitas model adalah sebesar 21 dari skor maksimum 25, dengan persentase kepuasan sebesar $21/25 \times 100\% = 84\%$. Untuk penilaian kualitas aplikasi web, Peneliti 1 memberikan skor sebesar 33 dari 35, yang setara dengan persentase kepuasan sebesar $33/35 \times 100\% = 94.3\%$. Secara keseluruhan, Peneliti 1 memberikan total skor 54 dari 60, dengan persentase kepuasan akhir sebesar 90%.

Selanjutnya, hasil penilaian UAT oleh Peneliti 2 dirincikan pada Tabel 4.38.



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

Tabel 4.38 Hasil *User Acceptance Test (UAT)* Peneliti 2

Kualitas Model		
No	Pernyataan	Skor
1	Model memberikan hasil yang cukup akurat	4/5
2	Model memberikan hasil yang konsisten.	4/5
3	<i>Output</i> deteksi disajikan dengan jelas dan mudah dimengerti.	4/5
4	Hasil deteksi model dapat membantu Anda dalam mendukung proses diagnosa.	4/5
5	Secara keseluruhan, saya puas terhadap kualitas prediksi model.	4/5
Total Nilai		20/25
Kualitas Aplikasi Web		
No	Pernyataan	Skor
1	Tampilan antarmuka web menarik dan nyaman digunakan	5/5
2	Navigasi antar halaman mudah dan jelas	4/5
3	Fitur-fitur yang tersedia berfungsi sesuai dengan tujuan penggunaannya	4/5
4	Proses unggah data dan mendapatkan hasil diagnosa berjalan lancar	5/5
5	Proses mengunduh hasil diagnosa berjalan lancar	5/5
6	Aplikasi dapat mudah digunakan tanpa perlu penjelasan teknis	4/5
7	Aplikasi web ini sudah cukup baik digunakan	4/5
Total Nilai		31/35
Total Nilai Keseluruhan		51/60

Total skor yang diberikan oleh Peneliti 2 terhadap kualitas model adalah sebesar 20 dari skor maksimum 25, dengan persentase kepuasan sebesar $20/25 \times 100\% = 80\%$. Untuk penilaian kualitas aplikasi web, Peneliti 2 memberikan skor sebesar 31 dari 35, yang setara dengan persentase kepuasan sebesar $31/35 \times 100\% = 88.6\%$. Secara keseluruhan, Peneliti 2 memberikan total skor 51 dari 60, dengan persentase kepuasan akhir sebesar 85%.

Tabel 4.39 merupakan rekap hasil dan rata-rata penilaian *UAT* dari Peneliti 1 dan Peneliti 2.



Hak Cipta :

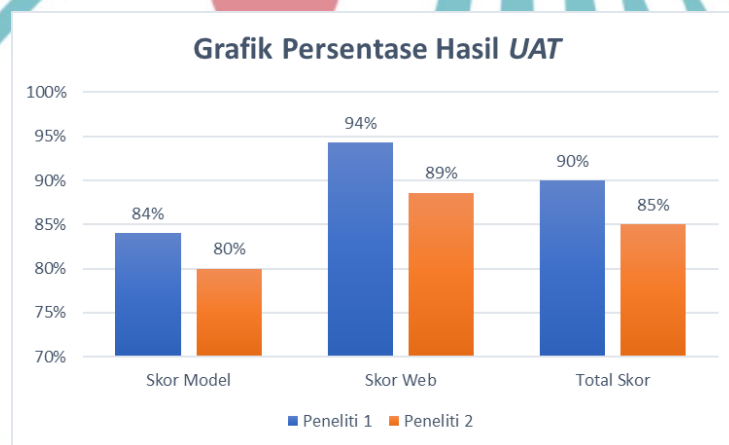
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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

Tabel 4.39 Persentase Hasil *User Acceptance Test* (UAT) Penilaian Dua Peneliti

Peneliti	Skor Model (%)	Skor Web (%)	Total Skor (%)
Peneliti 1	84.0%	94.3%	90.0%
Peneliti 2	80.0%	88.6%	85.0%
Rata-rata	82.0%	91.45%	87.5%

Untuk memudahkan proses analisis data hasil pengujian, dibuat visualisasi dari kedua penilaian tersebut. Gambar 4.42 menunjukkan diagram batang yang menggambarkan hasil evaluasi dari kedua peneliti terhadap kualitas model, aplikasi web, serta total skor secara keseluruhan.

Gambar 4.42 Diagram Batang Persentase Hasil UAT oleh Dua Peneliti



Terakhir, kedua peneliti juga memberikan saran terkait pengembangan fitur yang dapat menjadi masukan untuk penelitian berikutnya. Saran-saran tersebut tertuang pada Tabel 4.40.

Tabel 4.40 Saran Pengembangan Peneliti 1 dan Peneliti 2

No	Peneliti	Saran
1	Peneliti 1	EEG tidak dapat digunakan sebagai alat tunggal untuk mendiagnosis gangguan mental, termasuk skizofrenia. Meskipun EEG dapat memberikan informasi tentang aktivitas elektrik otak dan mendeteksi pola-pola tertentu yang sering ditemukan pada pasien dengan skizofrenia (seperti anomali pada gelombang <i>theta</i> , <i>gamma</i> , atau penurunan potensi <i>ERP</i> seperti <i>P300</i> atau <i>MMN</i>), data tersebut tidak bersifat spesifik dan juga dapat muncul pada berbagai gangguan neuropsikiatri



© 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

		lainnya seperti depresi berat, bipolar, atau bahkan individu sehat dalam kondisi tertentu. Diagnosis skizofrenia masih bergantung pada evaluasi klinis menyeluruh sesuai pedoman DSM-5 atau ICD-11, yang meliputi wawancara psikiatris, observasi perilaku, dan riwayat klinis. EEG dapat berperan sebagai alat pendukung dalam riset biomarker atau pemantauan terapi, tetapi bukan sebagai alat diagnosis utama atau tunggal. Dengan ini saya menyarankan untuk menambahkan fitur <i>upload</i> untuk instrumen diagnosis lain yang dapat berupa kuesioner ataupun rekaman suara wawancara.
2	Peneliti 2	Komentar dan Masukan: • Secara umum sudah baik melakukan pemodelan dan desain antarmuka untuk aplikasi web • Untuk menghindari <i>black box problem</i> dalam <i>Deep Learning</i>, sebaiknya diketahui terlebih dahulu bagaimana cara klinis membaca EEG dan mendeteksi pasien skizofrenia. Masalahnya, pasien dengan skizofrenia memiliki pola EEG yang sama dengan saudara kandung yang normal, jadi perlu ada pemeriksaan lainnya sebagai parameter penentu apakah pasien skizofrenia/sehat.

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

4.4.4 Analisa Data/Hasil Pengujian

Analisis pada penelitian ini mencakup dua aspek utama, yaitu analisis kinerja model dan analisis aplikasi web. Keduanya dianalisis berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan sebelumnya, baik melalui pengamatan langsung oleh penulis maupun melalui tanggapan dari pengguna, yaitu kedua peneliti, yang terlibat dalam proses *User Acceptance Test (UAT)*.

4.4.4.1 Analisis Penilaian Kualitas Model

Pada tahap implementasi, penulis sudah membandingkan model dengan menggunakan *raw data signal* dengan data yang sudah melalui *feature extraction*. Hasilnya menunjukkan bahwa *raw data signal* tidak dapat langsung diproses secara efektif oleh model *deep learning*. Hal ini disebabkan oleh kompleksitas sinyal EEG mentah yang masih mengandung banyak *noise* dan tidak memiliki representasi pola yang jelas, sehingga menyulitkan model untuk mengenali perbedaan antar kelas.

Raw data signal yang tidak dapat langsung dianalisis oleh model, harus terlebih dahulu diubah ke domain frekuensi agar perbedaan antar kelas data dapat terlihat lebih jelas menggunakan *RFFT*. Setelah melalui proses transformasi tersebut, model mampu mengenali perbedaan antara data dari dua kelas yang berbeda.

Namun demikian, hasil prediksi belum sepenuhnya akurat. Pada data dengan 24 *channel*, terdapat satu subjek sehat yang salah terdeteksi sebagai penderita skizofrenia. Sementara itu, pada data dengan 30 *channel*, terdapat satu pasien skizofrenia yang terdeteksi sebagai individu sehat.

Jika ditinjau dari aspek pembagian data, hasil pengujian pada data 30 *channel* menunjukkan bahwa skenario pembagian data tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap performa model. Namun, untuk data dengan 24 *channel*, pembagian data dengan Skenario 1 menunjukkan hasil yang lebih baik pada sebagian subjek, tetapi memiliki performa lebih rendah pada subjek lainnya.

Selanjutnya, jika ditinjau dari aspek model, maka model *1D CNN* lebih baik dalam mengenali perbedaan kedua kelas data untuk data dengan 24 *channel*. Hal ini terlihat pada model *1D CNN* memiliki 2 subjek (s10 dan h01) salah pada saat pengujian, sedangkan model *LSTM* memiliki 3 subjek (s01, s10, dan h01) yang



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 mengumuk dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

salah pada saat pengujian, pada data dengan Skenario 2. Selain itu, pada pengujian model *LSTM* dengan data Skenario 1, terdapat satu subjek (s10) yang menunjukkan probabilitas hampir seimbang untuk kedua kelas, sehingga tidak memberikan perbedaan yang signifikan. Kondisi ini dapat menyebabkan kebingungan dalam pengambilan keputusan oleh tenaga medis. Maka dapat disimpulkan, bahwa model *1D CNN* adalah model terbaik yang diintegrasikan dengan aplikasi web.

Jika ditinjau dari aspek subjek yang diteliti, kesalahan prediksi paling sering terjadi pada subjek s10 dan h01. Hal ini bisa jadi disebabkan oleh perbedaan karakteristik sinyal yang dimiliki oleh kedua subjek dibandingkan dengan subjek lainnya dalam *dataset* yang digunakan.

Setelah melakukan *UAT* terhadap kualitas model oleh peneliti, Peneliti 1 memberikan skor 3 pada pernyataan “Hasil deteksi model dapat membantu Anda dalam mendukung proses diagnosa.” Skor ini mengindikasikan bahwa hasil deteksi model dianggap belum sepenuhnya meyakinkan dalam konteks pendukung diagnosis. Sementara itu, pada hasil penilaian Peneliti 2, Peneliti 2 memberikan skor 4 pada seluruh elemen penilaian. Ini membuktikan, bahwa model sudah berada pada tahap yang cukup baik untuk digunakan sebagai alat bantu dalam proses analisis sinyal EEG, khususnya dalam konteks deteksi skizofrenia.

Sebagai kesimpulan, model yang digunakan dalam penelitian ini masih memerlukan pengembangan lebih lanjut, termasuk penambahan instrumen atau fitur lain sebagai parameter penentu diagnosis skizofrenia, seperti yang disarankan oleh para peneliti.

4.4.4.2 Analisis Penilaian Kualitas Web

Dari pengujian mandiri menggunakan metode *black box testing*, seluruh fungsi pada aplikasi web telah berjalan sesuai dengan yang diharapkan dan sesuai dengan kondisi sebenarnya. Tidak ditemukan kesalahan fungsi pada fitur-fitur utama seperti unggah data, pemrosesan, serta tampilan hasil deteksi.

Berdasarkan hasil *User Acceptance Test (UAT)*, mayoritas pernyataan memperoleh skor tinggi yang mencerminkan tingkat kepuasan pengguna terhadap fungsionalitas dan kemudahan dalam penggunaan aplikasi web. Hal ini diperkuat dengan nilai



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

rata-rata keseluruhan penilaian dari kedua peneliti, yaitu sebesar 87,5%, yang mencerminkan tingkat kepuasan pengguna yang tinggi terhadap sistem secara keseluruhan. Namun, Peneliti 1 memberikan skor netral pada pernyataan “Aplikasi web ini sudah cukup baik digunakan”. Hal ini mengindikasikan, bahwa masih terdapat kekurangan yang dapat diperbaiki dalam pengembangan aplikasi web kedepannya. Selanjutnya, Peneliti 2 memberikan penilaian 4 atau 5 pada setiap pernyataan, yang artinya aplikasi ini mendapatkan respon bagus dan sudah cukup memenuhi ekspektasi pengguna akhir.

Secara keseluruhan, aplikasi web dinilai cukup baik dan siap digunakan untuk pengujian lebih lanjut maupun pengembangan sistem dalam skala yang lebih besar. Evaluasi ini dapat menjadi dasar yang penting untuk perbaikan fitur di masa depan agar semakin mendekati kebutuhan pengguna akhir.

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



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

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Model *deep learning* berbasis *1D CNN* dan *LSTM* yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki performa klasifikasi yang lebih baik saat menggunakan data EEG yang telah melalui proses *feature extraction* dengan *Real Fast Fourier Transform (RFFT)*. Hal ini menunjukkan, bahwa dengan mengubah sinyal ke domain frekuensi dapat membantu model dalam mengenali pola perbedaan antara subjek sehat dan pasien skizofrenia.

Setelah melakukan analisis dan pengujian terhadap kedua model, didapatkan model terbaik adalah *1D CNN* yang akan diintegrasikan pada aplikasi web dengan metrik evaluasi terbaik yaitu sebesar 99% pada *accuracy*, 98% untuk *precision*, 100% untuk *recall*, dan *F1-Score* sebesar 99% untuk data dengan 30 *channel*. Selanjutnya, untuk data dengan 24 *channel*, didapatkan *accuracy* sebesar 97%, *precision* sebesar 98%, *recall* sebesar 96%, dan 97% untuk *F1-Score*.

Namun demikian, aplikasi web ini belum dapat dijadikan sebagai alat diagnosis utama, melainkan hanya sebagai alat bantu yang mendukung proses identifikasi awal. Keputusan hasil diagnosis tetap harus dilakukan oleh tenaga medis profesional melalui evaluasi klinis yang menyeluruh.

5.2 Saran

Sebagai bentuk pengembangan lebih lanjut terhadap penelitian ini, beberapa saran dapat disampaikan untuk memperbaiki dan menyempurnakan sistem yang telah dikembangkan, dari segi model klasifikasi:

1. Mengidentifikasi perbedaan karakteristik sinyal EEG antara pasien skizofrenia dan individu sehat secara klinis, sehingga dapat digunakan sebagai fitur tambahan dalam proses klasifikasi kedua kelas.
2. Menganalisis pola-pola tertentu dalam pembacaan sinyal EEG untuk pasien skizofrenia, seperti anomali pada gelombang *theta*, *gamma*, atau penurunan



© 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

potensi *ERP* seperti *P300* atau *MMN*, sebagai fitur tambahan yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan performa model klasifikasi.

3. Melakukan deteksi terhadap sinyal EEG dan non-EEG karena keduanya memiliki karakteristik yang berbeda dan dapat memberikan dampak signifikan terhadap performa model.
4. Menghilangkan *noise* dan artefak pada setiap *channel* EEG untuk hasil yang lebih optimal.
5. Mengoptimalkan analisis temporal dengan mempertimbangkan perubahan sinyal dalam durasi yang lebih panjang. Tidak hanya menganalisis potongan data selama 5 detik secara acak, tetapi juga menerapkan pendekatan dengan melakukan *overlap* dan analisis berurutan berdasarkan urutan waktu untuk menangkap konteks temporal sinyal EEG.
6. Menambahkan instrumen klinis tambahan, seperti wawancara psikiatris atau asesmen berbasis DSM-5/ICD-11, untuk mendukung proses deteksi skizofrenia dengan tidak menjadikan EEG sebagai satu-satunya acuan diagnosa.

Untuk aplikasi web, saran yang dapat dipertimbangkan dalam pengembangan penelitian selanjutnya adalah menambahkan fitur *database* pada sistem. Hal ini bertujuan agar tenaga medis dapat lebih mudah menyimpan, mengelola, dan menganalisis data hasil deteksi beserta instrumen pendukungnya.



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

DAFTAR PUSTAKA

- Anisheh, S. M., & Hassanpour, H. (2009). ADAPTIVE SEGMENTATION WITH OPTIMAL WINDOW LENGTH SCHEME USING FRACTAL DIMENSION AND WAVELET TRANSFORM. In *IJE Transactions B: Applications* (Vol. 22, Issue 3).
- Azami, H., Mohammadi, K., & Bozorgtabar, B. (2012). An Improved Signal Segmentation Using Moving Average and Savitzky-Golay Filter. *Journal of Signal and Information Processing*, 03(01), 39–44. <https://doi.org/10.4236/jsip.2012.31006>
- Aziz, S., Khan, M. U., Iqtidar, K., & Fernandez-Rojas, R. (2024). Diagnosis of Schizophrenia Using EEG Sensor Data: A Novel Approach with Automated Log Energy-Based Empirical Wavelet Reconstruction and Cepstral Features. *Sensors*, 24(20). <https://doi.org/10.3390/s24206508>
- Bagaskara, A., & Suryanegara, M. (2021). Evaluation of VGG-16 and VGG-19 Deep Learning Architecture for Classifying Dementia People. *Proceedings - 2021 4th International Conference on Computer and Informatics Engineering: IT-Based Digital Industrial Innovation for the Welfare of Society, IC2IE 2021*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/IC2IE53219.2021.9649132>
- Bagherzadeh, S., Shahabi, M. S., & Shalbaf, A. (2022). Detection of schizophrenia using hybrid of deep learning and brain effective connectivity image from electroencephalogram signal. *Computers in Biology and Medicine*, 146. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2022.105570>
- Bai, Y., Wang, X., Cao, Y., Ge, Y., Yuan, C., & Shan, Y. (2023). *DreamDiffusion: Generating High-Quality Images from Brain EEG Signals*. <http://arxiv.org/abs/2306.16934>



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

- Bansal, K., & Gupta, P. (2022). A detailed analysis of the supervised machine Learning Algorithms. *NIET Journal of Engineering & Technology (NIETJET)*.
- Barros, C., Roach, B., Ford, J. M., Pinheiro, A. P., & Silva, C. A. (2022). From Sound Perception to Automatic Detection of Schizophrenia: An EEG-Based Deep Learning Approach. *Frontiers in Psychiatry*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2021.813460>
- Bird, J. J., Faria, D. R., Manso, L. J., Ayrosa, P. P. S., & Ekárt, A. (2021). A study on CNN image classification of EEG signals represented in 2D and 3D. *Journal of Neural Engineering*, 18(2). <https://doi.org/10.1088/1741-2552/abda0c>
- Ch Vidyasagar, K. E., Revanth Kumar, K., Anantha Sai, G. N. K., Ruchita, M., & Saikia, M. J. (2024). Signal to Image Conversion and Convolutional Neural Networks for Physiological Signal Processing: A Review. *IEEE Access*, 12, 66726–66764. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3399114>
- Chaddad, A., Wu, Y., Kateb, R., & Bouridane, A. (2023). Electroencephalography Signal Processing: A Comprehensive Review and Analysis of Methods and Techniques. In *Sensors* (Vol. 23, Issue 14). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/s23146434>
- Ciprian, C., Masychev, K., Ravan, M., Manimaran, A., & Deshmukh, A. (2021). Diagnosing schizophrenia using effective connectivity of resting-state EEG data. *Algorithms*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/a14050139>
- de Boer, J. N., Voppel, A. E., Brederoo, S. G., Schnack, H. G., Truong, K. P., Wijnen, F. N. K., & Sommer, I. E. C. (2023). Acoustic speech markers for schizophrenia-spectrum disorders: A diagnostic and symptom-recognition tool. *Psychological Medicine*, 53(4), 1302–1312. <https://doi.org/10.1017/S0033291721002804>



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

Esterlina Br Jabat, D., Yanti Sipayung, L., & Raih Syahputra Dakhi, K. (2024). *PENERAPAN ALGORITMA RECURRENT NEURAL NETWORKS (RNN) UNTUK KLASIFIKASI ULOS BATAK TOBA* (Vol. 1, Issue Mei).

Gonçales, L. J., Farias, K., Kupssinskü, L., & Segalotto, M. (2021). The effects of applying filters on EEG signals for classifying developers' code comprehension. *Journal of Applied Research and Technology*, 19(6), 584–602. <https://doi.org/10.22201/icat.24486736e.2021.19.6.1299>

Gordon, S., Crager, J., Howry, C., Barsdorf, A. I., Cohen, J., Crescioni, M., Dahya, B., Delong, P., Knaus, C., Reasner, D. S., Vallow, S., Zarzar, K., & Eremenco, S. (2022). Best Practice Recommendations: User Acceptance Testing for Systems Designed to Collect Clinical Outcome Assessment Data Electronically. *Therapeutic Innovation and Regulatory Science*, 56(3), 442–453. <https://doi.org/10.1007/s43441-021-00363-z>

Gosala, B., Dindayal Kapgate, P., Jain, P., Nath Chaurasia, R., & Gupta, M. (2023). Wavelet transforms for feature engineering in EEG data processing: An application on Schizophrenia. *Biomedical Signal Processing and Control*, 85. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2023.104811>

Hamilton, H. K., Perez, V. B., Ford, J. M., Roach, B. J., Jaeger, J., & Mathalon, D. H. (2018). Mismatch Negativity But Not P300 Is Associated With Functional Disability in Schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 44(3), 492–504. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbx104>

Hussain, M., Alsalooli, N. A., Almaghrabi, N., & Qazi, E. U. H. (2024). Schizophrenia Detection on EEG Signals Using an Ensemble of a Lightweight Convolutional Neural Network. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(12). <https://doi.org/10.3390/app14125048>

Iskandar Mulyana, D., Ainur Rofik, M., & Ohan Zoharuddin Zakaria, M. (2022). Klasifikasi Kendaraan pada Jalan Raya menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN). *Jurnal Pendidikan Tambusai*.



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

- Kang, M., Kwon, H., Park, J. H., Kang, S., & Lee, Y. (2020). Deep-asymmetry: Asymmetry matrix image for deep learning method in pre-screening depression. In *Sensors (Switzerland)* (Vol. 20, Issue 22, pp. 1–12). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/s20226526>
- Karthik, S., & Sudha, M. (2021). Predicting bipolar disorder and schizophrenia based on non-overlapping genetic phenotypes using deep neural network. *Evolutionary Intelligence*, 14(2), 619–634. <https://doi.org/10.1007/s12065-019-00346-y>
- Keeton, Kimberly. (2016). *Proceedings of the 12th USENIX conference on Operating Systems Design and Implementation*. USENIX Association.
- Khan, M. E. (2011). Different approaches to white box testing technique for finding errors. *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, 5(3), 1–14. <https://doi.org/10.5121/ijsea.2011.2404>
- Khare, S. K., Bajaj, V., Siuly, S., & Sinha, G. R. (2020). Classification of schizophrenia patients through empirical wavelet transformation using electroencephalogram signals. In *Modelling and Analysis of Active Biopotential Signals in Healthcare, Volume 1* (pp. 1-1-1–25). Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/978-0-7503-3279-8ch1>
- Kusuma, D. T. (2020). Fast Fourier Transform (FFT) Dalam Transformasi Sinyal Frekuensi Suara Sebagai Upaya Perolehan Average Energy (AE) Musik. *PETIR: Jurnal Pengkajian Dan Penerapan Teknik Informatika*, 14(1), 28–35. <https://doi.org/10.33322/petir.v14i1.1022>
- Lal, M. (2011). International Journal of Information Technology Bharati Vidyapeeth's Institute of Computer Applications and Management (BVICAM). In *New Delhi Copy Right © BIJIT* (Vol. 3, Issue 2).
- Light, G. A., Williams, L. E., Minow, F., Sprock, J., Rissling, A., Sharp, R., Swerdlow, N. R., & Braff, D. L. (2010). Electroencephalography (EEG) and event-related potentials (ERPs) with human participants. In *Current*



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

Protocols in Neuroscience (Issue SUPPL. 52).
<https://doi.org/10.1002/0471142301.ns0625s52>

Mahato, S., Goyal, N., Ram, D., & Paul, S. (2020). Detection of Depression and Scaling of Severity Using Six Channel EEG Data. *Journal of Medical Systems*, 44(7). <https://doi.org/10.1007/s10916-020-01573-y>

Mienye, I. D., Swart, T. G., & Obaido, G. (2024). Recurrent Neural Networks: A Comprehensive Review of Architectures, Variants, and Applications. *Information*, 15(9), 517. <https://doi.org/10.3390/info15090517>

Pandey, R. (2024, May 28). *Unlocking the Power of Convolutional Neural Networks: A Hands-On Guide with CIFAR-10 Implementation*. Medium.

Samarpita, S., Satpathy, R., Mishra, B. K., & Mishra, R. P. (2023a). Analysing Machine Learning Algorithms Comparatively For EEG-Based Mental Stress Classification Using MNE-Python. *Journal of Advanced Zoology*. <https://jazindia.com>

Samarpita, S., Satpathy, R., Mishra, B. K., & Mishra, R. P. (2023b). Analysing Machine Learning Algorithms Comparatively For EEG-Based Mental Stress Classification Using MNE-Python. *Journal of Advanced Zoology*. <https://jazindia.com>

Sharma, K., Nivarthi, P., & Balajinaidu, S. (2023). Web 3.0 and its Potential Impact on Privacy Shifting Left in the Development Process. In *American Academic Scientific Research Journal for Engineering* (Vol. 91, Issue 1). ASRJETS. <http://asrjetsjournal.org/>

Shen, M., Tan, Z., Niyato, D., Liu, Y., Kang, J., Xiong, Z., Zhu, L., Wang, W., Xuemin, & Shen. (2023). *Artificial Intelligence for Web 3.0: A Comprehensive Survey*. <http://arxiv.org/abs/2309.09972>

Shoeibi, A., Sadeghi, D., Moridian, P., Ghassemi, N., Heras, J., Alizadehsani, R., Khadem, A., Kong, Y., Nahavandi, S., Zhang, Y. D., & Gorriz, J. M. (2021). Automatic Diagnosis of Schizophrenia in EEG Signals Using CNN-LSTM



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

Models. *Frontiers in Neuroinformatics*, 15.
<https://doi.org/10.3389/fninf.2021.777977>

Singh, A., Singh, P., Kaiser, M. S., & Mahmud, M. (2024). A Deep Learning-Based Framework for Detecting Depression from Electroencephalogram Signals. In *Proceedings of Trends in Electronics and Health Informatics* (pp. 3–16).
https://doi.org/10.1007/978-981-97-3937-0_1

Singh, K., Singh, S., & Malhotra, J. (2021). Spectral features based convolutional neural network for accurate and prompt identification of schizophrenic patients. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 235(2), 167–184.
<https://doi.org/10.1177/0954411920966937>

Sorensen, H. v., Heideman, M. T., Jones, D. L., & Burrus, C. S. (1987). IEEE TRANSACTIONS ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SIGNAL PROCESSING, Real-valued Fast Fourier Transform Algorithms.

Sri Irtawaty, A., Ulfah, M., Rukhyah, S. F., & Balikpapan, P. N. (2019). Implementasi Metode Fast Fourier Transform (FFT) Dalam Mengklasifikasikan Suara Pria dan Wanita di Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Balikpapan. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 7(2).

Srinivasan, S., & Duella Johnson, S. (2024). A novel approach to schizophrenia Detection: Optimized preprocessing and deep learning analysis of multichannel EEG data. *Expert Systems with Applications*, 246.
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122937>

Srivastava, A. K., Laxmi, V., Singh, P., Pratima, K., & Kirti, V. (2022). *React JS (Open Source JavaScript Library)*.

Sun, J., Cao, R., Zhou, M., Hussain, W., Wang, B., Xue, J., & Xiang, J. (2021). A hybrid deep neural network for classification of schizophrenia using EEG Data. *Scientific Reports*, 11(1).
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-83350-6>



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

- Umair, M., Ahmad, J., Alasbali, N., Saidani, O., Hanif, M., Khattak, A. A., & Khan, M. S. (2025). Decentralized EEG-based detection of major depressive disorder via transformer architectures and split learning. *Frontiers in Computational Neuroscience*, 19. <https://doi.org/10.3389/fncom.2025.1569828>
- Verma, A., Khatana, A., & Chaudhary, S. (2017). A Comparative Study of Black Box Testing and White Box Testing. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 5(12), 301–304. <https://doi.org/10.26438/ijcse/v5i12.301304>
- Winarno, H. A. (2017). *Analisa Sinyal EMG Dengan Metode Continuous Wavelet Transform pada Pasien Pasca Stroke*.
- Yakub, H., Daniawan, B., Wijaya, A., & Damayanti, L. (2024). Sistem Informasi E-Commerce Berbasis Website Dengan Metode Pengujian User Acceptance Testing. *JSITIK: Jurnal Sistem Informasi Dan Teknologi Informasi Komputer*, 2(2), 113–127. <https://doi.org/10.53624/jsitik.v2i2.362>
- Zhang, H. (2023). Research on Feature Extraction Method for Low-Speed Reciprocating Bearings Based on Segmented Short Signal Modulation Signal Bispectrum Slicing. *Open Journal of Applied Sciences*, 13(12), 2306–2319. <https://doi.org/10.4236/ojapps.2023.1312180>

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Penulis bernama Dea Luthfina Azzahra, lahir dan besar di Jakarta sejak 5 Oktober 2003. Penulis pernah menimba ilmu di SMAN 34 Jakarta (2018 – 2021) dan SMPN 85 Jakarta (2015 – 2018) yang keduanya terletak di Pondok Labu, Jakarta Selatan. Penulis lalu melanjutkan pendidikannya ke Politeknik Negeri Jakarta dan lulus pada tahun 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 mengumukan 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

LAMPIRAN

Lampiran 1 – Surat Tanggapan 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
	Nomor : S-8659/UN2.F1.D/SDM.05/2025 Sifat : Biasa Lampiran : satu berkas Perihal : Tanggapan Permohonan Izin Observasi	30 April 2025
Yth. Wakil Direktur Bidang Kemahasiswaan Politeknik Negeri Jakarta Depok		
Sehubungan dengan surat Saudara nomor 2743/PL3/PK.01.09/2025 tanggal 6 Maret 2025 perihal tersebut di atas, dengan ini kami sampaikan surat Ketua Departemen Ilmu Kedokteran Jiwa nomor ND-344/UN2.F1.DEP.30/SDM/2025 perihal tanggapan izin observasi. Pada prinsipnya kami mengizinkan staf Departemen Ilmu Kedokteran Jiwa FKUI yaitu:		
Dr. dr. Khamelia, Sp.K.J.		
untuk menjadi pembimbing kedua mahasiswa program studi Teknik Informatika Jurusan Teknik Informatika dan Komputer Politeknik Negeri Jakarta, yaitu:		
nama : Dea Luthfina Azzahra NIM : 2107412046 judul penelitian: "Aplikasi Berbasis Web Untuk Diagnosa Skizofrenia Melalui Transformasi Sinyal Electroencephalography (EEG) ke Citra Berbasis Deep Learning."		
Atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terima kasih.		
 Dekan, Prof. Dr. dr. Ari Fahrial Syam, SpPD-KGEH., MMB. NIP 196606191997011001		
Tembusan: Departemen Ilmu Kedokteran Jiwa.		



Lampiran 2 – Contoh *Informed Consent* Pasien Sebelum Dilakukan Perekaman Sinyal EEG

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



Komite Etik Penelitian Kesehatan
FKUI-RSCM

LEMBAR PERSETUJUAN KEIKUTSERTAAN DALAM PENELITIAN

Semua penjelasan tersebut telah disampaikan kepada saya dan semua pertanyaan saya telah dijawab oleh Prasandhya Astagiri Yusuf, S.Si., MT., Ph.D dan tim peneliti. Saya mengerti bahwa bila memerlukan penjelasan, saya dapat menanyakan kepada tim peneliti.

Sertifikat Persetujuan (*Consent*)

Saya telah membaca semua penjelasan tentang penelitian ini. Saya telah diberikan kesempatan untuk bertanya dan semua pertanyaan saya telah dijawab dengan jelas. Saya bersedia untuk berpartisipasi pada studi penelitian ini dengan sukarela.

Nama subjek

Tanda tangan peserta studi

Tanggal _____
hari/bulan/tahun

Saya mengkonfirmasi bahwa peserta telah diberikan kesempatan untuk bertanya mengenai penelitian ini, dan semua pertanyaan telah dijawab dengan benar. Saya mengkonfirmasi bahwa persetujuan telah diberikan dengan sukarela.

Nama peneliti/peminta persetujuan

Tanda tangan peneliti/peminta persetujuan

Tanggal _____
hari/bulan/tahun

Informasi Peneliti:

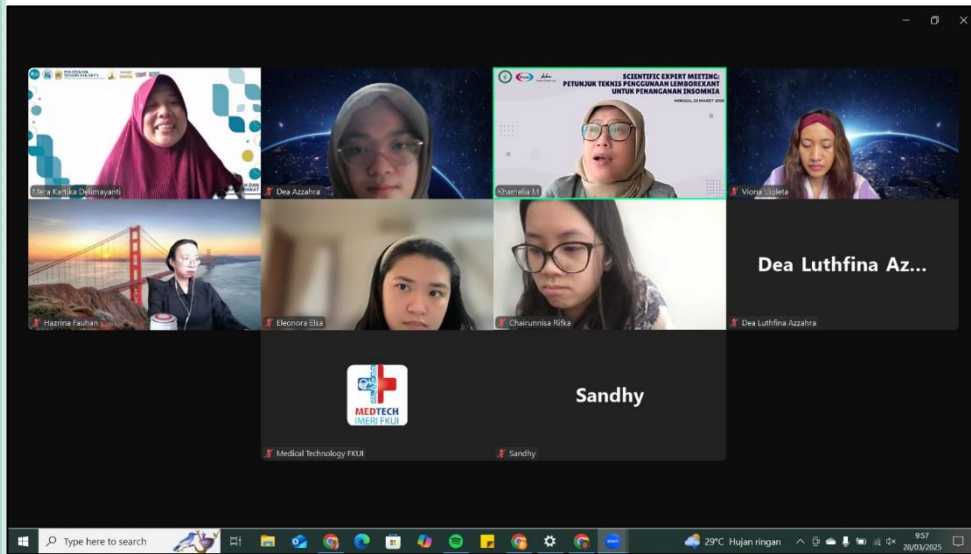
Peneliti Utama: **Prasandhya Astagiri Yusuf, S.Si., MT., Ph.D**
Klaster Medical Technology IMERI FKUI
Jl. Salemba Raya No. 6, Jakarta Pusat
+62 812-8459-4272/ medtech.imeri@ui.ac.id

KEPK FKUI-RSCM: Jalan Salemba 6, Jakarta Pusat, 10430
No. Telp: 021 3157008
Email: ec_fkui@yahoo.com

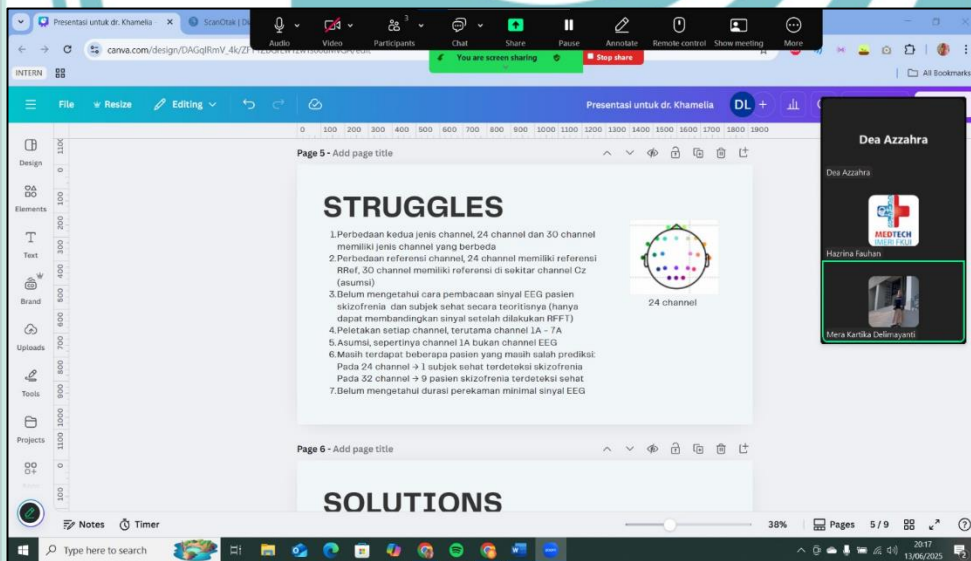


© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 – Dokumentasi Bimbingan dengan Dr. dr. Khamelia Malik



Lampiran 4 – Dokumentasi User Acceptance Test (UAT) dengan Peneliti



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 mengumukkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta