



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



**MODEL DETEKSI SLEEP APNEA  
DARI SINYAL FISILOGIS OTAK  
DENGAN DEEP LEARNING**

**SKRIPSI**

**POLITEKNIK  
NEGERI  
JAKARTA**

**Rinaldito Ahmad Ryanari**

**1907412028**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2023**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



**MODEL DETEKSI SLEEP APNEA  
DARI SINYAL FISILOGIS OTAK  
DENGAN DEEP LEARNING**

**SKRIPSI**

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

**Rinaldito Ahmad Ryanari**

**1907412028**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER  
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

**2023**

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rinaldito Ahmad Ryanari  
NIM : 1907412028  
Jurusan/Program Studi : T. Informatika dan Komputer / T. Informatika  
Judul Skripsi : Model Deteksi Sleep Apnea Dari Sinyal Fisiologis Otak Dengan Deep Learning

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

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

Depok, 14 Juli 2023

Yang membuat pernyataan



Rinaldito Ahmad Ryanari

1907412028

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

**Hak Cipta :**

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

## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Rinaldito Ahmad Ryanari  
NIM : 1907412028  
Program Studi : Teknik Informatika  
Judul Skripsi : Model Deteksi Sleep Apnea Dari Sinyal Fisiologis Otak  
Dengan Deep Learning

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari Senin, Tanggal 24, Bulan Juli, Tahun 2023 dan dinyatakan LULUS.

Disahkan oleh

Pembimbing 1 : Mera Kartika Delimayanti, S.Si., M.T., Ph.D

Penguji 1 : Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.

Penguji 2 : Rizki Elisa Narawati, S.T., M.T.

Penguji 3 : Bambang Warsuta, S.Kom., M.T.I.

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

## KATA PENGANTAR

Puji serta Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmatnya, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan judul “Model Deteksi *Sleep Apnea* Dari Sinyal Fisiologis Otak Dengan *Deep Learning*”. Penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat kelulusan Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Negeri Jakarta. Dalam penyusunan skripsi ini banyak pihak yang memberikan bantuan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya berupa kesehatan fisik, kesehatan mental dan akal sehat sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini dengan baik
2. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan berupa doa serta kebutuhan materi dan non materi
3. Ibu Mera Kartika Delimayanti, S.Si., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran dalam mengarahkan dalam penulisan proposal skripsi
4. Raditya Arya Prasetyo dan Muhammad Kharis Ismail selaku partner pada penelitian ini dan juga teman – teman seperjuangan CCIT 8 yang sudah berjuang selama 4 tahun ini

Tidak ada kata yang pantas penulis sampaikan selain terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu hingga laporan ini terselesaikan dengan baik. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi sumbangsih yang berarti dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 14 Juli 2023

Rinaldito Ahmad Ryanari

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

Sebagai civitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rinaldito Ahmad Ryanari  
NIM : 1907412028  
Jurusan/Program Studi : T. Informatika dan Komputer / T. Informatika

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

**Model Deteksi Sleep Apnea Dari Sinyal Fisiologis Otak Dengan Deep Learning**

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 14 Juli 2023

Yang menyatakan



Rinaldito Ahmad Ryanari

1907412028

**© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta**

**Hak Cipta :**

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



## MODEL DETEKSI SLEEP APNEA DARI SINYAL FISILOGIS OTAK DENGAN DEEP LEARNING

### *Abstrak*

Gangguan tidur, termasuk *Sleep Apnea*, adalah masalah serius yang mempengaruhi kualitas tidur dan kesehatan seseorang. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan sebuah aplikasi berbasis web menggunakan teknologi *deep learning* dengan *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mendeteksi *Sleep Apnea* menggunakan sinyal fisiologis otak. Aplikasi ini diharapkan memberikan peringatan dini dan kemudahan akses bagi tenaga medis dan pasien rumah sakit, serta berpotensi meningkatkan deteksi *Sleep Apnea* secara akurat dan berkontribusi dalam pengembangan teknologi medis yang lebih canggih dan efektif dalam praktik klinis. Melalui penggunaan dataset dari Physionet Database, model CNN dilatih dengan tiga lapisan *convolution* 1D dan mencapai akurasi sebesar 92% dalam mengklasifikasikan sampel sinyal fisiologis otak sebagai "normal" atau "sleep apnea".

**Kata Kunci:** *deep learning, sleep apnea, electroencephalography, convolutional neural network;*

### Hak Cipta :

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



## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....  | I    |
| LEMBAR PENGESAHAN .....  | II   |
| KATA PENGANTAR .....   | III  |
| SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK<br>KEPENTINGAN AKADEMIS ..... | IV   |
| ABSTRAK .....  | V    |
| DAFTAR ISI.....  | VI   |
| DAFTAR GAMBAR .....  | VIII |
| DAFTAR TABEL.....  | X    |
| BAB I PENDAHULUAN .....  | 1    |
| 1.1. Latar Belakang .....  | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah .....   | 2    |
| 1.3. Batasan Masalah.....  | 3    |
| 1.4. Tujuan dan Manfaat .....  | 3    |
| 1.4.1. Tujuan Penelitian .....   | 3    |
| 1.4.2. Manfaat Penelitian .....  | 3    |
| 1.5. Sistematika Penulisan .....   | 4    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....   | 5    |
| 2.1. Sinyal Fisiologis Otak.....   | 5    |
| 2.2. Sleep Stages .....  | 6    |
| 2.3. Machine Learning .....  | 6    |
| 2.4. Deep Learning.....  | 8    |
| 2.5. Python .....  | 8    |
| 2.6. TensorFlow .....  | 9    |
| 2.7. CNN (Convolution Neural Network).....   | 9    |
| 2.8. Fast Fourier Transform (FFT).....   | 10   |
| 2.9. Penelitian Terdahulu .....  | 10   |
| BAB III METODE PENELITIAN.....   | 12   |
| 3.1. Confusion Matrix .....  | 12   |
| 3.2. Rancangan Penelitian .....  | 13   |
| 3.3. Tahapan Penelitian .....  | 13   |

### Hak Cipta :

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



|                               |  |    |
|-------------------------------|--|----|
| 3.4.                          | Objek Penelitian .....                           | 14 |
| BAB IV HASIL PEMBAHASAN ..... |  | 15 |
| 4.1.                          | Analisis Kebutuhan .....                         | 15 |
| 4.2.                          | Perancangan Model .....                          | 16 |
| 4.2.1.                        | Perancangan Dataset .....                        | 16 |
| 4.2.1.1                       | Pengumpulan Rekaman Sinyal Fisiologis Otak ..... | 17 |
| 4.2.1.2                       | Pemotongan Rekaman Sinyal Fisiologis Otak .....  | 20 |
| 4.2.1.3                       | Pengambilan Nilai Sinyal Fisiologis Otak.....    | 22 |
| 4.2.1.4                       | Pembagian Dataset .....                          | 23 |
| 4.2.1.5                       | Preprocessing FFT .....                          | 23 |
| 4.2.2.                        | Perancangan Model Deep Learning .....            | 25 |
| 4.2.3.                        | Perancangan Kerja Model .....                    | 29 |
| 4.3.                          | Implementasi Model.....                          | 30 |
| 4.3.1.                        | Perbandingan Akurasi Kelipatan Epoch.....        | 30 |
| 4.3.2.                        | Plot Akurasi .....                               | 33 |
| 4.3.3.                        | Plot Loss Model.....                             | 36 |
| 4.3.4.                        | Confusion Matrix.....                            | 39 |
| 4.4.                          | Pengujian.....                                   | 42 |
| 4.4.1.                        | Deskripsi Pengujian.....                         | 42 |
| 4.4.2.                        | Prosedur Pengujian.....                          | 42 |
| 4.4.3.                        | Data Hasil Pengujian .....                       | 43 |
| 4.4.4.                        | Analisis Data / Evaluasi Pengujian.....          | 44 |
| BAB V PENUTUP.....            |  | 46 |
| 5.1.                          | Kesimpulan .....                                 | 46 |
| 5.2.                          | Saran.....                                       | 46 |
| DAFTAR PUSTAKA .....          |  | 47 |

**Hak Cipta :**

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



## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2. 1 Sampel gelombang otak dengan frekuensi dominan milik pita beta, alfa, theta, dan delta serta gelombang gamma. .... | 5  |
| Gambar 2. 2 Gambaran perekaman sinyal fisiologis otak .....  | 6  |
| Gambar 2. 3 Confusion Matrix .....   | 12 |
| Gambar 3. 1 Diagram Rencana Penelitian Model Deteksi Sleep Apnea Dari Sinyal Fisiologis Otak Dengan Deep Learning .....        | 13 |
| Gambar 3. 2 Diagram Persiapan Dataset .....  | 17 |
| Gambar 4. 1 File rekaman dengan ekstensi .edf .....  | 18 |
| Gambar 4. 2 File anotasi dengan ekstensi .txt.....   | 18 |
| Gambar 4. 3 Rekaman dengan label “sdb” memiliki durasi 8 jam dengan frekuensi sinyal fisiologis otak 512Hz.....                | 19 |
| Gambar 4. 4 Proses konversi sinyal fisiologis otak menjadi 64Hz.....   | 20 |
| Gambar 4. 5 Proses pengeluaran sinyal fisiologis otak F2-F.....  | 20 |
| Gambar 4. 6 Contoh Wake Sleep Wake Event pada anotasi rekaman.....   | 21 |
| Gambar 4. 7 Sampel dengan nilai interval waktu dan sinyal fisiologis otak .....  | 22 |
| Gambar 4. 8 <i>Script Python</i> Pengambilan Nilai Sinyal Fisiologis Otak .....  | 22 |
| Gambar 4. 9 Sampel Dengan Nilai Sinyal Fisiologis Otak.....  | 23 |
| Gambar 4. 10 <i>Script Python</i> Pengambilan Nilai Sinyal Fisiologis Otak .....   | 24 |
| Gambar 4. 11 Potongan Sinyal EEG.....  | 24 |
| Gambar 4. 12 Sinyal Frekuensi EEG .....  | 25 |
| Gambar 4. 13 Diagram Model Deep Learning 1.....  | 26 |
| Gambar 4. 14 Diagram Model Deep Learning 2.....  | 27 |
| Gambar 4. 15 <i>Script Callbacks</i> .....   | 29 |
| Gambar 4. 16 Workflow Aplikasi Web dan Deep Learning.....  | 29 |
| Gambar 4. 17 <i>Script Python</i> Pengambilan Nilai Sinyal Fisiologis Otak .....   | 33 |
| Gambar 4. 18 Plot Akurasi Model 1 .....  | 34 |
| Gambar 4. 19 Plot Akurasi Model 2 .....  | 34 |
| Gambar 4. 20 Plot Akurasi Model 3 .....  | 35 |
| Gambar 4. 21 Plot Akurasi Model 4 .....  | 35 |
| Gambar 4. 22 <i>Script Python</i> Pengambilan Nilai Sinyal Fisiologis Otak .....   | 36 |
| Gambar 4. 23 Plot Loss Model 1 .....   | 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 Politeknik Negeri Jakarta

|  |    |
|--|----|
| Gambar 4. 24 Plot Loss Model 2 .....                     | 37 |
| Gambar 4. 25 Plot Akurasi Model 3 .....                  | 38 |
| Gambar 4. 26 Plot Akurasi Model 4 .....                  | 39 |
| Gambar 4. 27 <i>Script Pyhton</i> Confusion Matrix ..... | 40 |
| Gambar 4. 28 Confusion Matrix Model 1 .....              | 40 |
| Gambar 4. 29 Confusion Matrix Model 2 .....              | 41 |
| Gambar 4. 30 Confusion Matrix Model 3 .....              | 41 |
| Gambar 4. 31 Confusion Matrix Model 4 .....              | 42 |



## © Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

### Hak Cipta :

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





**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 Politeknik Negeri Jakarta

## DAFTAR TABEL

|   |    |
|---|----|
| Tabel 4. 1 Kebutuhan Non Fungsional .....                     | 15 |
| Tabel 4. 2 Perangkat Keras .....                              | 16 |
| Tabel 4. 3 Perangkat Lunak .....                              | 16 |
| Tabel 4. 4 Tabel Pembagian Dataset.....                       | 23 |
| Tabel 4. 5 Hyperparameter yang digunakan pada penelitian..... | 28 |
| Tabel 4. 6 Tabel Perbandingan Akurasi Model 1 .....           | 31 |
| Tabel 4. 7 Tabel Perbandingan Akurasi Model 2 .....           | 31 |
| Tabel 4. 8 Tabel Perbandingan Akurasi Model 3 .....           | 32 |
| Tabel 4. 9 Tabel Perbandingan Akurasi Model 4 .....           | 32 |
| Tabel 4. 10 Tabel Metrik Evaluasi.....                        | 44 |





Hak Cipta :

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

## BAB I PENDAHULUAN

Bagian pertama dari isi laporan ini adalah pendahuluan. Bagian pendahuluan berisi penjelasan tentang latar belakang, rumusan masalah dan fokus penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, dan batas penelitian.

### 1.1. Latar Belakang

Gangguan Tidur adalah kondisi yang dicirikan dengan adanya gangguan pada kualitas, jumlah serta waktu tidur seseorang (Hasibuan and Hasna, 2021). *Sleep Apnea* merupakan gangguan tidur yang disebabkan karena adanya gangguan pada pernafasan. Gangguan tersebut mengakibatkan terhentinya nafas dalam keadaan tertidur (Ratanasari et al., 2022). *Sleep Apnea* terbagi menjadi beberapa tipe, yaitu *Obstructive Sleep Apnea*, *Central Sleep Apnea*, dan *Mixed Sleep Apnea* (Prucnal and Polak, 2019). *Central Sleep Apnea* adalah gangguan tidur yang disebabkan oleh otak tidak mengirimkan perintah untuk bernafas (Ratanasari et al., 2022). *Obstructive Sleep Apnea* adalah gangguan tidur yang disebabkan oleh tersumbatnya saluran pernafasan atas (Ratanasari et al., 2022). Sedangkan *Mixed Sleep Apnea* adalah gabungan dari keduanya (Moridani et al., 2019). Hal ini menyebabkan seseorang berhenti bernafas dalam keadaan tidur.

*Sleep Apnea* ditandai dengan berkurangnya tingkat oksigen saat tertidur dan bisa diikuti dengan kantuk di siang hari, kurangnya fokus, hilang ingatan, dan tanda-tanda gangguan otak lainnya (Zhang et al., 2021). *Sleep Apnea* juga bisa dideteksi menggunakan sinyal fisiologi otak atau *electroencephalogram* (EEG). Hal ini karena gangguan pernafasan saat tertidur akan berdampak secara langsung pada kualitas tidur serta perubahan pada sinyal otak (Moridani et al., 2019). Dengan adanya teknologi *deep learning*, proses analisis sinyal EEG dapat dilakukan untuk mendeteksi kecenderungan mengalami *Sleep Apnea*. Oleh karena itu, dibutuhkan aplikasi web dengan model deteksi sleep apnea dari sinyal fisiologis otak. Hal ini dikarenakan pada berjalannya penelitian ini, tidak ditemukan penelitian mengenai aplikasi web deteksi sleep apnea.



**Hak Cipta :**

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

Pada penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh (Moridani et al., 2019), dengan penelitian yang berjudul “A Reliable Algorithm Based on Combination of EMG, ECG and EEG Signals for Sleep Apnea Detection”. Dengan menggunakan metode Multi Layer Perceptron (MLP) Neural Network, hasil model dengan menggunakan dataset EEG hanya mencapai 86%. Namun akurasi ini dapat dinaikkan lagi.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Desai and Shah, 2021), dengan penelitian berjudul “An anatomization on breast cancer detection and diagnosis employing multi-layer perceptron neural network (MLP) and Convolutional neural network (CNN)”. Dimana pada hasil penelitian menyatakan bahwa model yang menggunakan metode CNN memiliki nilai akurasi yang lebih baik daripada hasil akurasi model yang menggunakan metode MLP. Oleh karena itu, model CNN dipilih sebagai metode pada pembelajaran model deteksi *sleep apnea* dari sinyal fisiologis otak.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Delimayanti et al., 2020), dengan penelitian berjudul “Classification of Brainwaves for Sleep Stages by High-Dimensional FFT Features from EEG Signals”. Dimana pada hasil penelitian ini menyatakan bahwa penggunaan FFT dapat meningkatkan performa klasifikasi. Oleh karena itu, pada penelitian ini, FFT digunakan untuk melihat dampak FFT dalam proses pengolahan dataset pada nilai akurasi model.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka diperlukan pembuatan aplikasi yang dapat mendeteksi *Sleep Apnea* dengan memanfaatkan model deteksi *sleep apnea* dari sinyal fisiologis otak dengan deep learning. Aplikasi ini dapat memberikan peringatan dini mengenai kemungkinan mengidap *Sleep Apnea*.. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat model yang dapat mendeteksi *sleep apnea* dengan *input* sinyal fisiologis otak dan dapat diintegrasikan pada aplikasi web.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang model deteksi sleep apnea dari sinyal fisiologis otak dengan 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Bagaimana membangun model deteksi sleep apnea dari sinyal fisiologis otak dengan deep learning?
3. Bagaimana uji coba model deteksi sleep apnea dari sinyal fisiologis otak dengan deep learning?

### 1.3. Batasan Masalah

Dari rumusan masalah yang sudah ditentukan, maka batasan masalah yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan model deep learning menggunakan *library* TensorFlow
2. Aplikasi hanya dapat melakukan prediksi mengenai penyakit *sleep apnea* yang dialami pengguna menggunakan sinyal fisiologis otak.
3. Aplikasi ditujukan untuk tenaga paramedis dan pasien rumah sakit.

### 1.4. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dan manfaat dari perancangan dan implementasi model deteksi *sleep apnea* dari sinyal fisiologis otak dengan *deep learning* adalah sebagai berikut:

#### 1.4.1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan perancangan model deteksi sleep apnea dari sinyal fisiologis otak dengan deep learning
2. Membangun model deteksi sleep apnea dari sinyal fisiologis otak dengan deep learning
3. Melakukan uji coba model deteksi sleep apnea dari sinyal fisiologis otak dengan deep learning

#### 1.4.2. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut:

- a. Bagi tenaga paramedis rumah sakit, penelitian ini diharapkan mempermudah dalam deteksi mengenai kemungkinan pasien mengidap *Sleep Apnea* menggunakan sinyal fisiologis otak pasien yang sebelumnya dilakukan secara manual oleh radiografer / anotasi manual.



**Hak Cipta :**

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

- b. Bagi pasien, penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam memberikan peringatan dini mengenai kemungkinan pasien mengidap *Sleep Apnea* menggunakan sinyal fisiologis otak pasien.

### 1.5. Sistematika Penulisan

Klasifikasi penulisan ini dibuat untuk memudahkan dalam penulisan skripsi ini, maka perlu ditentukan klasifikasi penulisan yang tepat dan benar. Sistem penulisan dibagi menjadi beberapa bab:

#### 1. Bab I Pendahuluan

Bab I Pendahuluan menjelaskan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.

#### 1. Bab II Tinjauan Pustaka

Bab II berisi tentang teori-teori yang digunakan dalam penelitian, perancangan, dan pembuatan sistem.

#### 2. Bab III Perencanaan Dan Realisasi Atau Rancang Sistem

Bab III berisi uraian tentang metode yang digunakan, meliputi rancangan penelitian, tahapan penelitian, dan objek penelitian.

#### 3. Bab IV Hasil Pembahasan

Bab IV dari pembahasan menjelaskan tentang analisis kebutuhan, perancangan model, implementasi model dan pemaparan dan analisis pengujian seperti deskripsi prosedur pengujian yang merupakan pengujian evaluasi metrik untuk menguji Model Deteksi *Sleep Apnea* Dari Sinyal Fisiologis Otak Dengan *Deep Learning* dan hasil analisis data atau evaluasi dari pengujian.

#### 4. Bab V Penutup

Bab V dari penutup menjelaskan mengenai kesimpulan akhir dan saran dari penelitian serta untuk proses pengujian selanjutnya.





## BAB V PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Penelitian ini membangun model deteksi sleep apnea dari sinyal fisiologis otak (EEG). Dataset yang digunakan merupakan dataset publik dari Physionet.org. Pada penelitian ini, dataset yang digunakan adalah 5 rekaman dengan frekuensi 256Hz – 512Hz dan durasi sepanjang 9 – 12 jam. Dataset diolah dengan mengeluarkan rekaman channel EEG dan konversi frekuensi menjadi 64Hz. Setelah melakukan konversi rekaman dipotong memiliki durasi 35 menit. Hasil dari pengolahan dataset adalah 60 rekaman. Proses pelatihan model menghasilkan 4 model. Model 1 dengan pembagian dataset 70% 20% 10%, model CNN dengan *4-layer convolution*, dan tanpa proses FFT menghasilkan akurasi 0.83. Model 2 dengan pembagian dataset 70% 20% 10%, model CNN dengan *4-layer convolution*, dan dengan proses FFT menghasilkan akurasi 0.67. Model 3 dengan pembagian dataset 70% 10% 20%, model CNN dengan *10-layer convolution*, dan tanpa proses FFT menghasilkan akurasi 0.92. Model 4 dengan pembagian dataset 70% 10% 20%, model CNN dengan *10-layer convolution*, dan tanpa proses FFT menghasilkan akurasi 0.83. Berdasarkan akurasi masing-masing model, model 4 memiliki akurasi model terbaik diantara model lainnya. Oleh karena itu, model 4 layak diimplementasikan pada aplikasi web.

### 5.2. Saran

Adapun saran untuk penelitian ini. antara lain:

1. Penggunaan dataset lainnya, dimana dataset tersebut diambil dari rumah sakit terkait untuk meningkatkan relevansi dengan pasien rumah sakit tersebut.
2. Penggunaan metode preprocessing yang lainnya, seperti vgg16 atau metode preprocessing lainnya,
3. Penggunaan metode deep learning lainnya, seperti Recurrent Neural Network (RNN) dan Long Short Term Memory Network (LSTM)



## DAFTAR PUSTAKA

- Alzubaidi, L., Zhang, J., Humaidi, A.J., Al-Dujaili, A., Duan, Y., Al-Shamma, O., Santamaría, J., Fadhel, M.A., Al-Amidie, M., Farhan, L., 2021. Review of deep learning: concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions. *J. Big Data* 8, 53. <https://doi.org/10.1186/s40537-021-00444-8>
- Amalia, A.R., Suratman, F.Y., Kusumandari, D.E., Lailiyya, N., 2019. ANALISIS PENGARUH MUSIK KLASIK DAN MUSIK ALAM TERHADAP KUALITAS TIDUR BERDASARKAN SINYAL ELECTROENCEPHALOGRAM. *TEKTRIKA - J. Penelit. Dan Pengemb. Telekomun. Kendali Komput. Elektr. Dan Elektron.* 3, 1. <https://doi.org/10.25124/tektrika.v3i1.2204>
- Anggeli, P., Agung, M.Z., 2021. Klasifikasi Alat Musik Tradisional dengan Metode Machine Learning dengan Librosa dan Tensorflow pada Python 5.
- Burns, S., 2019. Python machine learning: machine learning and deep learning with Python, scikit-learn, TensorFlow : step-by-step tutorial for beginners.
- Buslim, N., Iswara, R.P., 2019. Pengembangan Algoritma Unsupervised Learning Technique Pada Big Data Analysis di Media Sosial sebagai media promosi Online Bagi Masyarakat. *J. Tek. Inform.* 12, 79–96. <https://doi.org/10.15408/jti.v12i1.11342>
- Delimayanti, M.K., Purnama, B., Nguyen, N.G., Faisal, M.R., Mahmudah, K.R., Indriani, F., Kubo, M., Satou, K., 2020. Classification of Brainwaves for Sleep Stages by High-Dimensional FFT Features from EEG Signals. *Appl. Sci.* 10, 1797. <https://doi.org/10.3390/app10051797>
- Desai, M., Shah, M., 2021. An anatomization on breast cancer detection and diagnosis employing multi-layer perceptron neural network (MLP) and Convolutional neural network (CNN). *Clin. EHealth* 4, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.ceh.2020.11.002>
- Dhillon, A., Verma, G.K., 2020. Convolutional neural network: a review of models, methodologies and applications to object detection. *Prog. Artif. Intell.* 9, 85–112. <https://doi.org/10.1007/s13748-019-00203-0>

### 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**Hak Cipta :**

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

- Düntsche, I., Gediga, G., 2019. Confusion Matrices and Rough Set Data Analysis. *J. Phys. Conf. Ser.* 1229, 012055. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1229/1/012055>
- Hasibuan, R.K., Hasna, J.A., 2021. Gambaran Kualitas Tidur pada Lansia dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya di Kecamatan Kayangan, Kabupaten Lombok Utara, Nusa Tenggara Barat 17.
- Ilahiyah, S., Nilogiri, A., 2018. Implementasi Deep Learning Pada Identifikasi Jenis Tumbuhan Berdasarkan Citra Daun Menggunakan Convolutional Neural Network 3.
- Kholik, A., 2021. KLASIFIKASI MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) PADA TANGKAPAN LAYAR HALAMAN INSTAGRAM 2.
- Kurniawati, N., Ningsih, Y.K., Puspa, S.D., Adi, T.S., 2021. Algoritma Epsilon Greedy pada Reinforcement Learning untuk Modulasi Adaptif Komunikasi Vehicle to Infrastructure (V2I). *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.* 9, 716. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v9i3.716>
- Lin, H.-C., Ye, Y.-C., 2019. Reviews of bearing vibration measurement using fast Fourier transform and enhanced fast Fourier transform algorithms. *Adv. Mech. Eng.* 11, 168781401881675. <https://doi.org/10.1177/1687814018816751>
- Markoulidakis, I., Kopsiaftis, G., Rallis, I., Georgoulas, I., 2021. Multi-Class Confusion Matrix Reduction method and its application on Net Promoter Score classification problem, in: *The 14th PErvasive Technologies Related to Assistive Environments Conference. Presented at the PETRA '21: The 14th PErvasive Technologies Related to Assistive Environments Conference, ACM, Corfu Greece, pp. 412–419.* <https://doi.org/10.1145/3453892.3461323>
- Mawikere, V.A.E., Raharjo, J., Budiarto, A., 2020. ANALISIS SINYAL GELOMBANG OTAK MANUSIA SAAT BERMAIN GITAR SEMBARI BERNYANYI DAN TIDAK BERNYANYI BERBASIS EEG DENGAN



**Hak Cipta :**

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

MENGGUNAKAN METODE DISCRETE WAVELET TRANSFORM DAN K-NEAREST NEIGHBOR 7.

- Mishra, S., Sachan, R., Rajpal, D., 2020. Deep Convolutional Neural Network based Detection System for Real-time Corn Plant Disease Recognition. *Procedia Comput. Sci.* 167, 2003–2010. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.236>
- Moridani, M.K., Heydar, M., Jabbari Behnam, S.S., 2019. A Reliable Algorithm Based on Combination of EMG, ECG and EEG Signals for Sleep Apnea Detection : (A Reliable Algorithm for Sleep Apnea Detection), in: 2019 5th Conference on Knowledge Based Engineering and Innovation (KBEI). Presented at the 2019 5th Conference on Knowledge Based Engineering and Innovation (KBEI), IEEE, Tehran, Iran, pp. 256–262. <https://doi.org/10.1109/KBEI.2019.8734992>
- Nurfita, R.D., Ariyanto, G., 2018. Implementasi Deep Learning berbasis Tensorflow untuk Pengenalan Sidik Jari. *Emit. J. Tek. Elektro* 18, 22–27. <https://doi.org/10.23917/emitor.v18i01.6236>
- Patel, A.K., Reddy, V., Shumway, K.R., Araujo, J.F., 2023. Physiology, Sleep Stages., in: StatPearls. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL).
- Pratama, R.R., 2020. Analisis Model Machine Learning Terhadap Pengenalan Aktifitas Manusia. *MATRIK J. Manaj. Tek. Inform. Dan Rekayasa Komput.* 19, 302–311. <https://doi.org/10.30812/matrik.v19i2.688>
- Pratiwi, H.A., Cahyanti, M., Lamsani, M., 2021. IMPLEMENTASI DEEP LEARNING FLOWER SCANNER MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK. *Sebatik* 25. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v25i1.1297>
- Prucnal, M.A., Polak, A.G., 2019. Effectiveness of Sleep Apnea Detection Based on One vs. Two Symmetrical EEG Channels, in: 2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). Presented at the 2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC), IEEE, Berlin, Germany, pp. 4056–4059. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2019.8856632>



**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 Politeknik Negeri Jakarta

- Ratanasari, D., Widasari, E.R., Maulana, R., 2022. Sistem Pendeteksi Central Sleep Apnea Menggunakan Metode Neural Network dengan Fitur RR Interval dan Durasi QRS. *J. Teknol. Inf. Dan Ilmu Komput.* 9, 1623. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2022976758>
- Retnoningsih, E., Pramudita, R., 2020. Mengenal Machine Learning Dengan Teknik Supervised Dan Unsupervised Learning Menggunakan Python. *BINA INSANI ICT J.* 7, 156. <https://doi.org/10.51211/biiict.v7i2.1422>
- Roihan, A., Sunarya, P.A., Rafika, A.S., 2020. Pemanfaatan Machine Learning dalam Berbagai Bidang: Review paper. *IJCIT Indones. J. Comput. Inf. Technol.* 5. <https://doi.org/10.31294/ijcit.v5i1.7951>
- Saminan, N.F., 2020. Frekuensi Gelombang Otak dalam Menangkap Ilmu Imajinasi dan Realita (Berdasarkan Ontologi) 3.
- Sheth, A., Sinhal, A., Shrivastava, A., Pandey, A.K. (Eds.), 2021. *Intelligent Systems: Proceedings of SCIS 2021, Algorithms for Intelligent Systems.* Springer Singapore, Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-2248-9>
- Sholeh, M., Andayati, D., 2022. Machine Linear untuk Analisis Regresi Linier Biaya Asuransi Kesehatan dengan Menggunakan 8, 8.
- Terzano, M.G., Parrino, L., Sherieri, A., Chervin, R., Chokroverty, S., Guilleminault, C., Hirshkowitz, M., Mahowald, M., Moldofsky, H., Rosa, A., Thomas, R., Walters, A., 2001. Atlas, rules, and recording techniques for the scoring of cyclic alternating pattern (CAP) in human sleep. *Sleep Med.*
- Ying, X., 2019. An Overview of Overfitting and its Solutions. *J. Phys. Conf. Ser.* 1168, 022022. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1168/2/022022>
- Yudhana, A., Muslim, A., Wati, D.E., Puspitasari, I., Azhari, A., Mardhia, M.M., 2020. Human Emotion Recognition Based on EEG Signal Using Fast Fourier Transform and K-Nearest Neighbor. *Adv. Sci. Technol. Eng. Syst. J.* 5, 1082–1088. <https://doi.org/10.25046/aj0506131>
- Zhang, C., Chen, K., Wang, G., Zhang, J., Ma, J., 2021. Effects of Continuous Positive Airway Pressure on Sleep EEG Characteristics in Patients with Primary Central Sleep Apnea Syndrome. *Can. Respir. J.* 2021, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2021/6657724>