

**ANALISIS PERBANDINGAN METODE CNN-LSTM-  
GRU DALAM DIAGNOSIS PASIEN SKIZOFERNIA  
BERDASARKAN DATA EEG 2D**



**OLEH:  
FIRMANSYAH  
09042681822007**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2023**

**ANALISIS PERBANDINGAN METODE CNN-LSTM-GRU DALAM DIAGNOSIS PASIEN SKIZOFERNIA BERDASARKAN DATA EEG 2D**

**TESIS**

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Magister**



**OLEH:**

**FIRMANSYAH**

**09042681822007**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS PERBANDINGAN METODE CNN-LSTM-GRU  
DALAM MENDIAGNOSIS PASIEN SKIZOFRENIA  
BERDASARKAN DATA EEG 2D**

**TESIS**

**Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Magister**

**OLEH:**

**FIRMANSYAH  
09042681822007**

**Pembimbing I**

  
**Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D.**  
**NIP. 197802232006042002**

**Palembang, Maret 2023  
Pembimbing II**

  
**Dr. Ir. Sukemi, M.T.**  
**NIP. 196612032006041001**

**Mengetahui,  
Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer**



**Hadipurnawan Satria, Ph.D.**  
**NIP. 198004182020121001**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Pada hari Kamis tanggal 29 Desember 2022 telah dilaksanakan ujian sidang Tesis secara offline oleh Magister Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Firmansyah

NIM : 090042681822007

Judul : Analisis Perbandingan metode CNN-LSTM-GRU dalam mendiagnosis pasien skizofrenia berdasarkan data EEG 2D

1. Pembimbing I

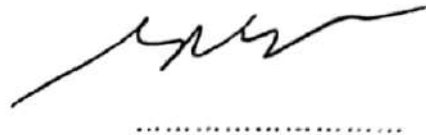
Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D.  
NIP. 197802232006042002



.....

2. Pembimbing II

Dr. Ir. Sukemi, M.T  
NIP. 196612032006041001



.....

3. Penguji I

Dr. Yusuf Hartono, M.Sc.  
NIP. 196411161990031002



.....

4. Penguji II

Muhammad Qurhanul Rizqie, Ph.D.  
NIP. 198712032022031006



.....

Mengetahui,  
Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer



## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Firmansyah  
NIM : 09042681822007  
Program Studi : Magister Ilmu Komputer  
Judul Tesis : Analisis Perbandingan metode CNN-LSTM-GRU dalam  
Diagnosis pasien Skizofrenia berdasarkan data EEG 2D

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin : 8 %

Menyatakan bahwa laporan tesis saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.



Palembang, Maret 2023



Firmansyah

NIM. 09042681822007

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin. Puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan kesehatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul “**Analisis Perbandingan metode CNN-LSTM-GRU dalam diagnosis pasien Skizofrenia berdasarkan data EEG 2D**”.

Pada penyusunan tesis ini, penulis banyak mendapatkan ide dan saran serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT dan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Kedua orang tua beserta keluarga yang selalu mendoakan serta memberikan motivasi dan semangat.
2. Bapak Dr. Jaidan Jauhari, M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Hadipurnawan Satria, Ph.D. selaku Koordinator Program Studi Magister Ilmu Komputer.
4. Ibu Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. Sukemi, M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktunya guna membimbing, memberikan saran serta bimbingan terbaik untuk penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
5. Semua dosen Program Studi Magister Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya yang telah melimpahkan ilmunya kepada penulis.
6. Ardina Ariani, M.Kom selaku admin Program Studi Magister Ilmu Komputer yang telah banyak membantu dalam memperlancar kegiatan akademik dan sidang Tesis.
7. Semua teman – teman seperjuangan Magister Ilmu Komputer yang telah saling mendukung dalam penyelesaian Studi ini.
8. Semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun secara tidak langsung yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan Tesis ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kemajuan karya tulis khususnya yang berkenaan dengan Tesis ini. Penulis berharap semoga Tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya Magister Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Palembang, Maret 2023

Penulis

# **comparative analysis of the CNN-LSTM-GRU method in the diagnosis of schizophrenia patients based on 2D EEG data**

**Firmansyah (09042681822007)**

Dept of Master Computer Science, Computer Science Faculty, Sriwijaya University  
Email : firman.251122@gmail.com

## *ABSTRACT*

Schizophrenia (SZ) is a brain disease with a chronic condition that affects the ability to think. Common symptoms that are often seen in this disorder are hallucinations, delusions, abnormal behavior, speech disorders, and mood disorders. Schizophrenic patients can be diagnosed using electroencephalography (EEG) signals. This study conducted a comparative analysis of which method is best in EEG classification using the Deep Learning (DL) method. The author uses the 2D Convolutional Neural Network (2D-CNN) method which uses different layers. The first 2D-CNN uses a Long Short-Term memory (LSTM) layer and a Gate Recurrent Unit (GRU). The dataset used consists of two types of EEG signals obtained from 39 healthy individuals and 45 schizophrenic patients during resting state respectively. Test results for the accuracy of the F1 score from 5 times testing the CNN method using the LSTM layer has the best accuracy value of 94.12% and 5 times testing the CNN method using the GRU layer has the best accuracy value of 94.12%. The results of testing the two methods show that the accuracy results of the CNN-LSTM method are better than CNN-GRU.

Keywords: skizofrenia, elektroensefalografi, deep learning, convolutional neural network, gated recurrent unit, long short-term memory



# **ANALISIS PERBANDINGAN METODE CNN-LSTM-GRU DALAM DIAGNOSIS PASIEN SKIZOFRENIA BERDASARKAN DATA EEG 2D**

**Firmansyah (09042681822007)**

Jurusan Magister Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya  
Email : firman.251122@gmail.com

## **ABSTRAK**

Skizofrenia (SZ) adalah penyakit otak dengan kondisi kronis yang memengaruhi kemampuan berpikir. Gejala umum yang sering terlihat pada gangguan ini adalah halusinasi, delusi, perilaku abnormal, gangguan bicara, dan gangguan mood. Pasien Skizofrenia dapat didiagnosis menggunakan sinyal elektroensefalografi (EEG). Penelitian ini melakukan Analisa perbandingan metode mana yang paling baik dalam klasifikasi EEG menggunakan metode Deep Learning (DL). Penulis menggunakan metode 2D Convolutional Neural Network (2D-CNN) yang menggunakan layer berbeda. 2D-CNN Pertama menggunakan layer Long ShortTerm memory (LSTM) dan Gate Recurrent Unit (GRU). Dataset yang digunakan terdiri dari dua jenis sinyal EEG yang diperoleh masing-masing dari 39 individu sehat dan 45 pasien skizofrenia selama keadaan istirahat. Hasil Pengujian akurasi F1 score dari 5 kali pengujian metode CNN yang menggunakan layer LSTM memiliki nilai akurasi terbaik sebesar 94,12% dan 5 kali pengujian metode CNN yang menggunakan layer GRU memiliki nilai akurasi terbaik sebesar 94,12%. Hasil dari pengujian kedua metode tersebut menunjukkan bahwa hasil akurasi dari metode CNN-LSTM lebih baik dari CNN-GRU.

Kata kunci: *skizofrenia, elektroensefalografi, deep learning, convolutional neural network, gated recurrent unit, long short-term memory*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	iv
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>ABSTRAK</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>BAB I</b> .....	1
<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	6
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Tujuan Penelitian .....	6
1.5 Manfaat .....	6
1.6 Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB II</b> .....	8
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	8
2.1 Tinjauan Pustaka .....	8
2.2 <i>Schizophrenia (SZ)</i> .....	11
2.3 <i>Electroencephalography (EEG)</i> .....	13
2.4 Pra-pemrosesan Data.....	15
2.5 <i>Continuous Wavelet Transform (CWT)</i> .....	16
2.6 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i> .....	16

2.7 <i>Long-Short Term Memory (LSTM)</i> .....	19
2.8 <i>Gated Recurrent Unit (GRU)</i> .....	21
2.9 CNN-LSTM .....	23
2.10 CNN-GRU.....	24
<b>BAB III</b> .....	25
<b>METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	25
3.1 Kerangka Kerja Penelitian .....	25
3.2 Penelusuran Pustaka.....	26
3.3 Persiapan Data.....	27
3.4 <i>Preprocessing Data</i> .....	28
3.5 Klasifikasi menggunakan 2D-CNN .....	30
3.6 Klasifikasi menggunakan 2D-CNN-LSTM .....	33
3.7 Klasifikasi menggunakan 2D-CNN-GRU.....	35
<b>BAB IV</b> .....	38
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	38
4.1 Parameter Pengujian.....	38
4.2 Hasil Pengujian Model 2D-CNN .....	38
4.3 Hasil Pengujian Model 2D-CNN-LSTM Pertama .....	39
4.4 Hasil Pengujian Model 2D-CNN-LSTM Kedua.....	42
4.5 Hasil Pengujian Model 2D-CNN-LSTM Ketiga.....	44
4.6 Hasil Pengujian Model 2D-CNN-LSTM Keempat.....	46
4.7 Hasil Pengujian Model 2D-CNN-LSTM Kelima .....	49
4.8 Hasil Pengujian Model 2D-CNN-GRU Pertama .....	51
4.9 Hasil Pengujian Model 2D-CNN-GRU Kedua .....	54
4.10 Hasil Pengujian Model 2D-CNN-GRU Ketiga .....	56
4.11 Hasil Pengujian Model 2D-CNN-GRU Keempat .....	58

4.12 Hasil Pengujian Model 2D-CNN-GRU Kelima .....	60
4.13 Analisis Hasil Validasi CNN, CNN-LSTM, CNN-GRU .....	62
<b>BAB V</b> .....	63
<b>KESIMPULAN</b> .....	63
5.1 Kesimpulan .....	63
5.2 Saran .....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	64

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> <i>Sample data</i> EEG signal pasien normal dan skizofrenia.....	12
<b>Gambar 2.2</b> kerangka otomatis identifikasi pasien dengan skizofrenia .....	13
<b>Gambar 2.3</b> Contoh sinyal EEG .....	14
<b>Gambar 2.4</b> Pipiple pemrosesan EEG berbasis CNN satu dimensi.....	18
<b>Gambar 2.5</b> Ilustrasi sel LSTM .....	21
<b>Gambar 2.6</b> Ilustrasi Struktur internal GRU.....	22
<b>Gambar 2.7</b> Diagram struktur CNN_LSTM.....	24
<b>Gambar 2.8</b> Struktur model hybrid CNN-GRU .....	24
<b>Gambar 3.1</b> Kerangka Penelitian.....	26
<b>Gambar 3.2</b> Sinyal EEG 16 Saluran .....	27
<b>Gambar 3.3</b> Diagram tahapan <i>preprocessing data</i> .....	28
<b>Gambar 3.4</b> Skalogram Pasien sehat dan skizofrenia.....	28
<b>Gambar 3.5</b> Flowchart CNN.....	30
<b>Gambar 3.6</b> Arsitektur 2D CNN yang diusulkan .....	31
<b>Gambar 3.7</b> Flowchart CNN-LSTM.....	33
<b>Gambar 3.8</b> Arsitektur 2D CNN-LSTM yang diusulkan .....	34
<b>Gambar 3.9</b> Flowchart CNN-GRU.....	35
<b>Gambar 3.10</b> Arsitektur 2D CNN-GRU yang diusulkan.....	36
<b>Gambar 4.1</b> Plot Akurasi dari Model CNN .....	39
<b>Gambar 4.2</b> Plot Loss dari Model CNN .....	39
<b>Gambar 4.3</b> Plot Akurasi dari Model CNN-LSTM Pertama .....	40
<b>Gambar 4.4</b> Plot Loss dari Model CNN-LSTM Kedua.....	41
<b>Gambar 4.5</b> Confusion Matrix Model CNN-LSTM Pertama.....	42
<b>Gambar 4.6</b> Plot Akurasi dari Model CNN-LSTM Kedua.....	43
<b>Gambar 4.7</b> Plot Loss dari Model CNN-LSTM Kedua.....	43

<b>Gambar 4.8</b> Confusion Matrix Model CNN-LSTM Kedua .....	44
<b>Gambar 4.9</b> Plot Akurasi dari Model CNN-LSTM Ketiga .....	45
<b>Gambar 4.10</b> Plot Loss dari Model CNN-LSTM Ketiga .....	45
<b>Gambar 4.11</b> Confusion Matrix Model CNN-LSTM Ketiga .....	46
<b>Gambar 4.12</b> Plot Akurasi dari Model CNN-LSTM Keempat.....	47
<b>Gambar 4.13</b> Plot Loss dari Model CNN-LSTM Keempat.....	47
<b>Gambar 4.14</b> Confusion Matrix Model CNN-LSTM Keempat .....	48
<b>Gambar 4.15</b> Plot Akurasi dari Model CNN-LSTM Kelima .....	49
<b>Gambar 4.16</b> Plot Loss dari Model CNN-LSTM Kelima .....	50
<b>Gambar 4.17</b> Confusion Matrix Model CNN-LSTM Kelima .....	51
<b>Gambar 4.18</b> Plot Akurasi dari Model CNN-GRU Pertama .....	52
<b>Gambar 4.19</b> Plot Loss dari Model CNN-GRU Pertama .....	52
<b>Gambar 4.20</b> Confusion Matrix Model CNN-GRU Pertama.....	53
<b>Gambar 4.21</b> Plot Akurasi dari Model CNN-GRU Kedua.....	54
<b>Gambar 4.22</b> Plot Loss dari Model CNN-GRU Kedua.....	54
<b>Gambar 4.23</b> Confusion Matrix Model CNN-GRU Kedua.....	55
<b>Gambar 4.24</b> Plot Akurasi dari Model CNN-GRU Ketiga.....	56
<b>Gambar 4.25</b> Plot Loss dari Model CNN-GRU Ketiga.....	56
<b>Gambar 4.26</b> Confusion Matrix Model CNN-GRU Ketiga .....	57
<b>Gambar 4.27</b> Plot Akurasi dari Model CNN-GRU Keempat.....	58
<b>Gambar 4.28</b> Plot Loss dari Model CNN-GRU Keempat .....	58
<b>Gambar 4.29</b> Confusion Matrix Model CNN-GRU Keempat.....	59
<b>Gambar 4.30</b> Plot Akurasi dari Model CNN-GRU Kelima.....	60
<b>Gambar 4.31</b> Plot Loss dari Model CNN-GRU Kelima.....	60
<b>Gambar 4.32</b> Confusion Matrix Model CNN-GRU Kelima .....	61

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Penelitian terkait dalam 5 tahun terakhir.....	10
<b>Tabel 3.1</b> Model 2D-CNN yang diusulkan .....	32
<b>Tabel 3.2</b> Model 2D-CNN-LSTM yang diusulkan .....	35
<b>Tabel 3.3</b> Model 2D-CNN-GRU yang diusulkan.....	37
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Nilai Akurasi Model CNN-LSTM Pertama.....	41
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Nilai Akurasi Model CNN-LSTM Kedua .....	42
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Nilai Akurasi Model CNN-LSTM Ketiga .....	46
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Nilai Akurasi Model CNN-LSTM Keempat .....	48
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Nilai Akurasi Model CNN-LSTM Kelima .....	51
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Nilai Akurasi Model CNN-GRU Pertama .....	53
<b>Tabel 4.7</b> Hasil Nilai Akurasi Model CNN-GRU Kedua.....	55
<b>Tabel 4.8</b> Hasil Nilai Akurasi Model CNN-GRU Ketiga .....	57
<b>Tabel 4.9</b> Hasil Nilai Akurasi Model CNN-GRU Keempat.....	59
<b>Tabel 4.10</b> Hasil Nilai Akurasi Model CNN-GRU Kelima .....	61
<b>Tabel 4.11</b> Hasil Validasi CNN, CNN-LSTM, CNN-GRU .....	62

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang penelitian yang berjudul “Analisis Perbandingan metode CNN-LSTM-GRU dalam diagnosis pasien Skizofrenia berdasarkan data EGG Dua Dimensi“. Skizofrenia adalah penyakit mental yang umum dan parah yang akan dihadapi sebagian besar dokter secara teratur selama praktik mereka. Oleh karena itu, dengan penelitian ini dokter dapat temuan penelitian terbaru yang menginformasikan pemahaman klinis dengan memberikan gambaran tentang karakteristik klinis, epidemiologi, genetika, ilmu saraf, dan psikofarmakologi skizofrenia untuk memberikan dasar untuk memahami gangguan dan pengobatannya.

### **1.1 Latar Belakang**

Skizofrenia (SZ), penyakit otak, adalah kondisi kronis yang memengaruhi kemampuan berpikir. Gejala umum yang sering terlihat pada gangguan ini adalah halusinasi, delusi, perilaku abnormal, gangguan bicara, dan gangguan mood (Baygin, 2021). Skizofrenia merupakan gangguan global dengan prevalensi sekitar 1% di seluruh dunia, dan dilaporkan bahwa 20 juta orang terkena skizofrenia. Gangguan ini biasanya dimulai antara 18 dan 25 tahun pada pria dan antara 25 dan 35 tahun perempuan. Skizofrenia dapat diobati dengan pengobatan dan dukungan psikososial. Tanpa pengobatan, penderita skizofrenia dapat mengembangkan gangguan kesehatan mental lainnya dan signifikan masalah kesehatan. Oleh karena itu penting untuk menegakkan diagnosis yang benar dan pengobatan dini penyakit (Aydemir dkk., 2022). Penderita skizofrenia yang tidak mendapatkan pengobatan yang tepat lebih rentan mengalami stigmatisasi, diskriminasi, dan pelanggaran hak asasinya, harapan hidup penderita ini adalah antara 10 hingga 15 tahun dan risiko bunuh diri adalah 10% (Naira dan Del Alamo, 2019).

Orang yang menderita skizofrenia (SZ) sering mengalami pengalaman psikotik seperti mendengar suara atau delusi aneh dan mungkin tampak



kehilangan kontak dengan kehidupan nyata. Gejala melumpuhkan gangguan mental ini dapat menyebabkan melemahnya fungsi melalui hilangnya kemampuan yang diperoleh untuk mencari nafkah atau gangguan studi. Gejalanya biasanya muncul antara usia remaja akhir 16 tahun dan usia dewasa awal 30 tahun. Pasien skizofrenia biasanya cenderung meninggal lebih awal dari orang normal sebanyak 2 sampai 3 kali, dan 69% dari mereka tidak mendapatkan perawatan yang layak (Singh dkk., 2021).

Untuk diagnosis gangguan mental seperti SZ, Elektroensefalografi (EEG) adalah alat yang ampuh karena dapat menginterpretasikan keadaan otak dengan baik dan banyak digunakan dalam aplikasi klinis (Shalhaf dkk., 2020). EEG menjadi modalitas penting dalam mempelajari dan mendiagnosis berbagai gangguan otak. (Afrooz dan Taghavi, 2022). Karena EEG bersifat non-invasif, aman, murah, dan menunjukkan konten temporal yang kaya; (Calhas dkk., 2020). Rekaman EEG berisi informasi yang diperoleh dari sinyal listrik yang dideteksi dengan menggunakan elektroda yang ditempatkan di berbagai area di kepala pasien. EEG dapat membantu para ahli mengevaluasi informasi yang sulit dianalisis di mana sinyal mentah tidak secara langsung menunjukkan anomali terkait penyakit (Aslan dan Akin, 2020).

Belakangan, banyak metode klasifikasi sinyal EEG berbasis model DL telah menunjukkan kinerja yang unggul dibandingkan dengan metode tradisional. *Convolutional Neural Network* (CNN) merupakan bagian dari *Neural Networks*, dianggap terbaik dibandingkan dengan teknik pembelajaran mesin lainnya karena memiliki kemampuan belajar *end-to-end* pada data mentah dalam hal ekstraksi informasi, aplikasi online, kegunaan, dan akurasi klasifikasi (Naseem dkk., 2021). CNN sebagai salah satu model pembelajaran mendalam yang paling banyak digunakan, selalu dikombinasikan dengan fitur yang diekstraksi dari data sinyal EEG untuk memberikan hasil klasifikasi yang lebih baik (Mao dkk., 2020). CNN dapat secara otomatis menemukan dan mengekstrak struktur internal deret waktu input untuk menghasilkan fitur mendalam untuk klasifikasi (Zhao dkk., 2017).

LSTM adalah jenis RNN yang dapat mempelajari ketergantungan jangka panjang antara langkah-langkah diskrit dalam data deret waktu. Ini mengatasi masalah gradien menghilang atau meledak di RNN. (Agarwal dan Kumar, 2022).

*Gated Recurrent Unit* (GRU) lebih sederhana dari LSTM karena hanya memiliki dua gate yaitu *reset gate* dan *update gate*. Gerbang ini digunakan untuk menentukan apakah informasi tersebut berguna atau tidak. Informasi yang berguna dicadangkan sementara informasi yang tidak berguna dilupakan (Nguyen dkk., 2019).

Penelitian yang berfokus pada diagnosis pasien skizofrenia menggunakan CNN-LSTM-GRU telah banyak dilakukan tetapi untuk metode LSTM dan GRU pada CNN masih sangat minim khususnya dalam diagnosis pasien skizofrenia. Beberapa penelitian pada kasus klasifikasi berfokus pada sinyal data EEG, di antaranya Penelitian yang dilakukan oleh (Naira dan Del Alamo, 2019), Data Sinyal EEG yang digunakan berasal dari 45 subjek yang menderita skizofrenia dan dari 39 subjek sehat. Data tersebut dibagi menjadi 6 bagian. Sehingga didapatkan 270 sampel subjek yang menderita skizofrenia, dan 234 sampel subjek sehat, masing-masing sampel dengan durasi 10 detik. Dari seluruh 504 sampel sinyal EEG, 484 sampel merupakan data latih, dan 20 sampel lainnya merupakan data uji. Setiap file yang sesuai dengan subjek berisi rekaman 122880 EEG dalam satu kolom, rekaman 122880 EEG tersebut berubah menjadi matriks  $16 * 7680$ . 7680 rekaman per setiap saluran, ambil 7680 rekaman pertama untuk saluran pertama, 7680 rekaman kedua untuk saluran kedua dan seterusnya. Selama perekaman, pasien dalam keadaan istirahat dengan mata tertutup. Sinyal direkam selama 1 menit pada frekuensi 128 Hz, memperoleh 7680 rekaman per setiap saluran subjek. Selanjutnya penulis menerapkan Koefisien Korelasi Pearson (PCC) untuk mendapatkan matriks yang mewakili korelasi antara saluran per subjek dengan menerapkan PCC pada masing-masing (16 saluran \* 7680 catatan) matriks, matriks akhir adalah  $16 * 16$  dimensi. Terakhir, klasifikasi dengan Convolutional Neural Network. yang terdiri dari penggunaan matriks korelasi sebagai masukan ke CNN, dengan cara ini kinerja CNN meningkatkan kinerja karena dengan nilai matriks korelasi antara -1 dan 1, bukan nilai variabel sinyal EEG mentah yang disajikan. Akhirnya, hasil menunjukkan bahwa model klasifikasi CNN berbasis EEG yang diusulkan mencapai Akurasi, Spesifisitas, dan Sensitivitas masing-masing 90%, 90%, dan 90%. Penelitian terbaru (Ko dan Yang, 2022) menggunakan data EEG dari 81 orang, dimana perbedaan EEG N100 antara pasien skizofrenia dan pasien sehat

telah dianalisis pada penelitian sebelumnya. EEG dikonversi menjadi gambar menggunakan algoritma konversi gambar deret waktu, Recurrence Plot (RP) dan *Gramian Angular Field* (GAF), dan gambar EEG yang dikonversi dipelajari dengan model *Convolutional Neural Network* (CNN) yang dibangun berdasarkan VGGNet. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan model GAF dan CNN berdasarkan hasil EEG dapat menjadi cara yang efektif untuk meningkatkan objektivitas dan efisiensi dalam mendiagnosis berbagai gangguan mental, termasuk skizofrenia. Sehingga Hasil Akurasi klasifikasi yang diperoleh dari pembelajaran RP dan GAF masing-masing adalah 90,0% dan 93,2%.

Dalam penelitian (Fadel dkk., 2020), menggunakan Dataset Physionet untuk tugas pergerakan/pencitraan motor EEG digunakan yang terdiri dari 109 subjek dan sinyal EEG citra motor untuk tiga pita frekuensi (Delta [0,5-4 Hz], Mu[8-13 Hz], dan Beta [13-30 Hz]) diubah menjadi gambar 3 saluran (satu saluran untuk setiap pita) menggunakan proyeksi Azimuthal equidistant dan algoritma Clough-Tocher untuk interpolasi. Selanjutnya dataset ditransformasikan menjadi gambar dua dimensi menggunakan Transformasi Fourier cepat. Setelah itu, menggunakan *Leave-One-Out-Cross-Validation* (LOOCV) untuk mengevaluasi kinerja model. Semua 180 uji coba untuk satu subjek digunakan untuk pengujian dan uji coba untuk subjek lain yang dipilih secara acak digunakan untuk validasi dan uji coba 101 subjek lainnya digunakan sebagai set pelatihan. Selanjutnya diklasifikasikan menggunakan CNN dan LSTM. Hasil Rata-rata akurasi pengujian adalah 70,64% (menggunakan skenario 3 band) dan 68,13% (menggunakan skenario 2 band). Namun, hasil rata-rata akurasi yang masih jelek dan masih lebih rendah jika dibanding dengan diagnosis ahli mengindikasikan bahwa model masih belum dapat dipercaya dalam menyelesaikan kasus klasifikasi.

Penelitian lain (Dua dkk., 2021) menggunakan 3 dataset yang berbeda. Yaitu dataset UCI-HAR, WISDM, dan PAMAP2. Dataset UCI-HAR direkam berjumlah 30 peserta menggunakan sinyal data sensor akselerometer dan giroskop, dengan kecepatan pengambilan sampel 50 Hz. Sinyal data dibagi menjadi jendela 2,56 detik dengan tumpang tindih 50 persen sehingga menghasilkan total 10.299 sampel. Dataset pelatihan berjumlah 21 peserta memiliki 7352 sampel dan dataset pengujian berjumlah 9 peserta memiliki 2947 sampel. Sedangkan dataset WISDM

direkam dengan kecepatan pengambilan sampel 20 Hz. Diambil dari 39 peserta. Terdiri dari data 29 peserta digunakan sebagai dataset pelatihan, dan 7 peserta digunakan sebagai dataset uji; dan nilai dalam dataset dinormalisasi berkisar antara 0 hingga 1. Sedangkan dataset PAMAP2 memiliki total 52 fitur dan ditangkap pada kecepatan pengambilan sampel 100 Hz. Selanjutnya masing-masing dataset di klasifikasi menggunakan CNN dan GRU yang menghasilkan akurasi masing-masing yakni 96.20%, 97.21%, dan 95.27%. Rata-rata nilai kinerja yang dihasilkan melebihi 95%, sehingga model sudah dianggap cukup baik dalam melakukan diagnosis pasien skizofrenia.

Peneliti (Alhagry dkk., 2017) menyebutkan penggunaan dataset 2D EEG pada metode CNN, bahwa sinyal input tidak perlu diproses untuk ekstraksi fitur dan pengurangan fitur menggunakan teknik pemrosesan sinyal apa pun, dan hasilnya melebihi teknik deteksi epilepsi yang canggih. Metode ini mencoba mensimulasikan seorang ahli saraf ahli dengan melihat gambar 2D dari sinyal EEG.

Hasil dari penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa dalam diagnosis pasien skizofrenia terdapat beberapa kendala yang ditemukan, yaitu perlu untuk memilih nilai yang sesuai guna optimalisasi parameter hiper yang digunakan dalam pembelajaran mendalam dan untuk performa klasifikasi terbaik, harus dirancang arsitektur jaringan pembelajaran mendalam CNN dengan kompleksitas komputasi yang lebih sedikit dengan kinerja klasifikasi tinggi. serta penelitian sebelumnya melakukan komparasi 2 metode dalam diagnosis pasien skizofrenia sedangkan pada penelitian yang diusulkan melakukan komparasi dengan 3 metode yaitu CNN-CNN-LSTM dan CNN-GRU untuk membuat gambar penyakit SZ yang dapat ditafsirkan dengan jelas dan memudahkan para ahli dalam membedakan pasien SZ dan kontrol sehat. Maka pada penelitian ini akan membandingkan metode yang terbaik untuk mendapatkan arsitektur serta model terbaik dalam pengklasifikasian sinyal EEG untuk diagnosis pasien Skizofrenia pada data 2D EEG.

## 1.2 Perumusan Masalah

Latar belakang diatas terdapat beberapa isu yang akan dibahas dalam penelitian, sehingga pertanyaan penelitian pada masalah ini adalah:

1. Bagaimana mendiagnosis *Skizofrenia* menggunakan metode CNN, CNN, LSTM, dan CNN-GRU?

2. Bagaimana menentukan metode mana yang terbaik dalam mendiagnosis *Skizofrenia* dengan membandingkan akurasi pada CNN, CNN-LSTM, dan CNN-GRU?

### **1.3 Batasan Masalah**

Dataset yang digunakan adalah *dataset public* yang disediakan oleh *Laboratory for Neurophysiology and Neuro-Computer Interfaces* (Singh dkk 2021).

### **1.4 Tujuan penelitian**

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Melakukan klasifikasi sinyal EEG untuk mendiagnosis pasien Skizofrenia dengan menggunakan 2D Convolutional Neural Network (CNN), CNN-LSTM, dan CNN-GRU.
2. Membandingkan metode dengan hasil akurasi terbaik pada proses klasifikasi sinyal EEG menggunakan CNN, CNN-LSTM, dan CNN-GRU.

### **1.5 Manfaat**

Sedangkan, manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan kontribusi penelitian di dalam bidang prediksi Skizofrenia menggunakan CNN, LSTM, GRU.
2. Memberikan alternatif bagi bidang kesehatan untuk menentukan metode terbaik dalam prediksi Skizofrenia dengan menggunakan CNN, CNN- LSTM, dan CNN-GRU.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk lebih memudahkan dalam menyusun tesis ini dan memperjelas isi dari setiap bab yang ada pada laporan ini, maka dibuatlah sistematika penulisan sebagai berikut :

1. **BAB I**                    **Pendahuluan**  

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat dari topik yang dipilih berupa diagnosa penyakit *skizofrenia* dengan metode CNN, LSTM dan GRU.
2. **BAB II**                    **Tinjauan Pustaka**  

Bab ini menjelaskan mengenai *literature review* yang berhubungan dengan masalah klasifikasi dengan metode CNN, LSTM dan GRU yang mengacu pada beberapa penelitian publikasi. Kemudian menjelaskan tentang dataset yang akan digunakan.
3. **BAB III**                    **Metodologi Penelitian**  

Bab III ini merupakan jabaran metode penelitian yang menyusun kerangka konsep penelitian tentang analisa akurasi diagnosa penderita Skizofrenia.
4. **BAB IV**                    **Analisa dan Pembahasan**  

Bab ini berisi tentang analisis dan pembahasan dari tiap – tiap blok diagram perencanaan rangkaian dan data – data hasil pengukuran.
5. **BAB V**                    **Kesimpulan**  

Bab ini berisi kesimpulan tentang hasil yang telah diperolehserta merupakan jawaban dari tujuan yang ingin dicapai pada bab 1 (pendahuluan).

## DAFTAR PUSTAKA

- AÇIKOĞLU, M., & ARSLAN TUNCER, S. (2022). Comparison with 1D and 2D signals classification for Seizure Detection in Newborns from EEG Signals Using Convolutional Neural Networks. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 194–202. <https://doi.org/10.17798/bitlisfen.1012489>
- Afrooz, E., & Taghavi, M. (2022). Information-Theoretic Analysis of EEG Signals to Differentiate Schizophrenic Patients with Positive and Negative Symptoms and Control Group. *Iranian Journal of Psychiatry and Behavioral Sciences, In Press*(In Press), 1–12. <https://doi.org/10.5812/ijpbs-118000>
- Agarwal, P., & Kumar, S. (2022). Electroencephalography-based imagined speech recognition using deep long short-term memory network. *ETRI Journal*, 44(4), 672–685. <https://doi.org/10.4218/etrij.2021-0118>
- Alhagry, S., Aly, A., & A., R. (2017). Emotion Recognition based on EEG using LSTM Recurrent Neural Network. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 8(10), 8–11. <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2017.081046>
- Anwar, A. M., & Eldeib, A. M. (2020). EEG Signal Classification Using Convolutional Neural Networks on Combined Spatial and Temporal Dimensions for BCI Systems. *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS, 2020-July*, 434–437. <https://doi.org/10.1109/EMBC44109.2020.9175894>
- Aslan, Z., & Akin, M. (2020). Automatic detection of schizophrenia by applying deep learning over spectrogram images of EEG signals. *Traitement Du Signal*, 37(2), 235–244. <https://doi.org/10.18280/ts.370209>
- Aslan, Z., & Akin, M. (2022). A deep learning approach in automated detection of schizophrenia using scalogram images of EEG signals. *Physical and Engineering Sciences in Medicine*, 45(1), 83–96. <https://doi.org/10.1007/s13246-021-01083-2>
- Aydemir, E., Dogan, S., Baygin, M., Ooi, C. P., Barua, P. D., Tuncer, T., & Acharya, U. R. (2022). CGP17Pat: Automated Schizophrenia Detection Based on a Cyclic Group of Prime Order Patterns Using EEG Signals. *Healthcare*

- (Switzerland), 10(4). <https://doi.org/10.3390/healthcare10040643>
- Bajaj, N. (2021). Wavelets for EEG Analysis. *Wavelet Theory*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.94398>
- Balam, V. P., Sameer, V. U., & Chinara, S. (2021). Automated classification system for drowsiness detection using convolutional neural network and electroencephalogram. *IET Intelligent Transport Systems*, 15(4), 514–524. <https://doi.org/10.1049/itr2.12041>
- Calhas, D., Romero, E., & Henriques, R. (2020). On the use of pairwise distance learning for brain signal classification with limited observations. *Artificial Intelligence in Medicine*, 105(October 2019), 101852. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2020.101852>
- Dua, N., Singh, S. N., & Semwal, V. B. (2021). Multi-input CNN-GRU based human activity recognition using wearable sensors. *Computing*, 103(7), 1461–1478. <https://doi.org/10.1007/s00607-021-00928-8>
- Fadel, W., Kollod, C., Wahdow, M., Ibrahim, Y., & Ulbert, I. (2020). Multi-Class Classification of Motor Imagery EEG Signals Using Image-Based Deep Recurrent Convolutional Neural Network. *8th International Winter Conference on Brain-Computer Interface, BCI 2020*, 2–5. <https://doi.org/10.1109/BCI48061.2020.9061622>
- Fan, Y., Shi, X., & Li, Q. (2021). CNN-Based Personal Identification System Using Resting State Electroencephalography. *Computational Intelligence and Neuroscience, 2021*. <https://doi.org/10.1155/2021/1160454>
- Haqqe, R. H. D., Djamal, E. C., & Wulandari, A. (2021). Emotion Recognition of EEG Signals Using Wavelet Filter and Convolutional Neural Networks. *Proceedings - 2021 8th International Conference on Advanced Informatics: Concepts, Theory, and Application, ICAICTA 2021*. <https://doi.org/10.1109/ICAICTA53211.2021.9640279>
- Harvey, P. D., Strassnig, M. T., & Silberstein, J. (2019). Prediction of disability in schizophrenia: Symptoms, cognition, and self-assessment. *Journal of Experimental Psychopathology*, 10(3). <https://doi.org/10.1177/2043808719865693>
- Ko, D. W., & Yang, J. J. (2022). EEG-Based Schizophrenia Diagnosis through Time



- Series Image Conversion and Deep Learning. *Electronics (Switzerland)*, 11(14). <https://doi.org/10.3390/electronics11142265>
- Kwon, Y. H., Shin, S. B., & Kim, S. D. (2018). Electroencephalography based fusion two-dimensional (2D)-convolution neural networks (CNN) model for emotion recognition system. *Sensors (Switzerland)*, 18(5). <https://doi.org/10.3390/s18051383>
- Li, Z. (2020). Electroencephalography Signal Analysis and Classification Based on Deep Learning. *Proceedings - 2020 5th International Conference on Information Science, Computer Technology and Transportation, ISCTT 2020*, 119–125. <https://doi.org/10.1109/ISCTT51595.2020.00029>
- Lu, W., Li, J., Li, Y., Sun, A., & Wang, J. (2020). A CNN-LSTM-based model to forecast stock prices. *Complexity*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/6622927>
- Mao, W. L., Fathurrahman, H. I. K., Lee, Y., & Chang, T. W. (2020). EEG dataset classification using CNN method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1456(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1456/1/012017>
- Maryamsaeedigmailcom, M. S. (2022). *Schizophrenia Diagnosis via FFT and Wavelet Convolutional Neural Networks utilizing EEG signals*.
- McCutcheon, R. A., Reis Marques, T., & Howes, O. D. (2020). Schizophrenia - An Overview. *JAMA Psychiatry*, 77(2), 201–210. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2019.3360>
- Naira, C. A. T., & Del Alamo, C. J. L. (2019). Classification of people who suffer schizophrenia and healthy people by EEG signals using deep learning. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(10), 511–516. <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2019.0101067>
- Naseem, S., Javed, K., Khan, M. J., Rubab, S., Khan, M. A., & Nam, Y. (2021). Integrated CWT-CNN for epilepsy detection using multiclass EEG dataset. *Computers, Materials and Continua*, 69(1), 471–486. <https://doi.org/10.32604/cmc.2021.018239>
- Nguyen, V., Cai, J., & Chu, J. (2019). Hybrid CNN-GRU model for high efficient handwritten digit recognition. *ACM International Conference Proceeding Series*, 2, 66–71. <https://doi.org/10.1145/3357254.3357276>

- Peya, Z. J., Akhand, M. A. H., Srabonee, J. F., & Siddique, N. (2022). Autism Detection from 2D Transformed EEG Signal using Convolutional Neural Network. *Journal of Computer Science*, 18(8), 695–704. <https://doi.org/10.3844/jcssp.2022.695.704>
- Prabhakar, S. K., Rajaguru, H., & Kim, S. H. (2020). Schizophrenia EEG signal classification based on swarm intelligence computing. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/8853835>
- Qiao, W., & Bi, X. (2020). Ternary-task convolutional bidirectional neural turing machine for assessment of EEG-based cognitive workload. *Biomedical Signal Processing and Control*, 57, 101745. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2019.101745>
- Rong, Y., Wu, X., & Zhang, Y. (2020). Classification of motor imagery electroencephalography signals using continuous small convolutional neural network. *International Journal of Imaging Systems and Technology*, 30(3), 653–659. <https://doi.org/10.1002/ima.22405>
- Roy, Y., Banville, H., Albuquerque, I., Gramfort, A., Falk, T. H., & Faubert, J. (2019). Deep learning-based electroencephalography analysis: A systematic review. *Journal of Neural Engineering*, 16(5). <https://doi.org/10.1088/1741-2552/ab260c>
- Shah, D., Gopan K., G., & Sinha, N. (2022). An investigation of the multi-dimensional (1D vs. 2D vs. 3D) analyses of EEG signals using traditional methods and deep learning-based methods. *Frontiers in Signal Processing*, 2(July), 1–15. <https://doi.org/10.3389/frsip.2022.936790>
- Shalash, W. M. (2021). A deep learning cnn model for driver fatigue detection using single EEG channel. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 99(2), 462–477.
- Shalhaf, A., Bagherzadeh, S., & Maghsoudi, A. (2020). Transfer learning with deep convolutional neural network for automated detection of schizophrenia from EEG signals. *Physical and Engineering Sciences in Medicine*, 43(4), 1229–1239. <https://doi.org/10.1007/s13246-020-00925-9>
- Singh, K., & Malhotra, J. (2022). Two-layer LSTM network-based prediction of epileptic seizures using EEG spectral features. *Complex and Intelligent*

- Systems*, 8(3), 2405–2418. <https://doi.org/10.1007/s40747-021-00627-z>
- 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>
- Stepnicki, P., Kondej, M., & Kaczor, A. A. (2018). Current concepts and treatments of schizophrenia. *Molecules*, 23(8). <https://doi.org/10.3390/molecules23082087>
- Yamak, P. T., Yujian, L., & Gadosey, P. K. (2019). A comparison between ARIMA, LSTM, and GRU for time series forecasting. *ACM International Conference Proceeding Series*, 49–55. <https://doi.org/10.1145/3377713.3377722>
- Yao, G., Mao, X., Li, N., Xu, H., Xu, X., Jiao, Y., & Ni, J. (2021). Interpretation of Electrocardiogram Heartbeat by CNN and GRU. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6534942>
- Zhao, B., Lu, H., Chen, S., Liu, J., & Wu, D. (2017). Convolutional neural networks for time series classification. *Journal of Systems Engineering and Electronics*, 28(1), 162–169. <https://doi.org/10.21629/JSEE.2017.01.18>