

KLASIFIKASI SINYAL EEG UNTUK DETEKSI *AUTISM SPECTRUM DISORDER* (ASD) MENGGUNAKAN *WAVELET TRANSFORM* DAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

SINDI APRILIANTI



**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Klasifikasi Sinyal EEG untuk Deteksi *Autism Spectrum Disorder* (ASD) Menggunakan *Wavelet Transform* dan *Convolutional Neural Network*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Sindi Aprilianti
G6401221037

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

ABSTRAK

SINDI APRILIANTI. Klasifikasi Sinyal EEG untuk Deteksi *Autism Spectrum Disorder* (ASD) Menggunakan *Wavelet Transform* dan *Convolutional Neural Network*. Dibimbing oleh KARLISA PRIANDANA dan MEDRIA KUSUMA DEWI HARDHIENATA.

Autism Spectrum Disorder (ASD) merupakan gangguan perkembangan saraf dengan jumlah kasus yang terus meningkat dan berdampak besar terhadap kehidupan penderitanya. Diagnosis ASD saat ini masih banyak bergantung pada penilaian perilaku dan evaluasi klinis sehingga cenderung subjektif. Untuk mendukung deteksi yang lebih objektif, penelitian ini mengusulkan metode deteksi ASD berbasis sinyal *Electroencephalogram* (EEG) menggunakan kombinasi *wavelet transform*, *Shannon entropy*, dan *Convolutional Neural Network* (CNN). Data yang digunakan merupakan data EEG sekunder dari King Abdulaziz University yang melibatkan 16 subjek, terdiri atas 11 subjek ASD dan 5 subjek non-ASD. Pada tahap praproses, berkas rekaman EEG yang berasal dari subjek yang sama terlebih dahulu digabungkan menjadi satu data EEG, kemudian dilakukan penerapan *high-pass filter*, *notch filter*, dan *Common Average Reference* (CAR). Selanjutnya, artefak dipisahkan menggunakan *ICA-Extended Infomax* yang divalidasi dengan *ICLabel*. Sinyal yang telah bersih disegmentasi dan didekomposisi ke dalam beberapa *sub-band* frekuensi menggunakan *wavelet transform*. *Shannon entropy* kemudian digunakan untuk mengekstraksi kompleksitas sinyal sebagai fitur numerik utama bagi model CNN. Berdasarkan pengujian menggunakan *stratified 5-fold cross validation*, metode yang diusulkan memperoleh rata-rata akurasi pengujian sebesar 93,55% dengan standar deviasi 2,10%. Hasil tersebut menunjukkan kemampuan model yang baik dalam membedakan kelas ASD dan non-ASD serta berpotensi menjadi alat bantu objektif untuk identifikasi autisme sejak dini.

Kata kunci: autisme, CNN, deteksi dini, EEG, wavelet

ABSTRACT

SINDI APRILIANTI. EEG Signal Classification for Autism Spectrum Disorder (ASD) Detection Using Wavelet Transform and Convolutional Neural Network. Supervised by KARLISA PRIANDANA and MEDRIA KUSUMA DEWI HARDHIENATA.

Autism Spectrum Disorder (ASD) is a neurodevelopmental disorder increasing prevalence and significant impacts on affected individuals. Current diagnostic procedures largely rely on behavioral assessments and clinical evaluations, which tend to be subjective and potentially prone to bias. To support more objective detection, this study proposes an automated ASD detection method based on Electroencephalogram (EEG) signals using a combination of wavelet transform, Shannon entropy, and Convolutional Neural Networks (CNN). The



dataset consists of secondary EEG data from King Abdulaziz University involving 16 subjects, including 11 ASD and 5 non-ASD subjects. During preprocessing, EEG recordings belonging to the same subject were first merged into a single dataset, followed by the application of a high-pass filter, notch filter, dan Common Average Reference (CAR). Artifact removal was then performed using ICA-Extended Infomax and validated with ICLabel. The cleaned signals were segmented and decomposed into multiple frequency sub-bands using wavelet transform. Shannon entropy was employed to extract signal complexity as input features for the CNN model. Based on stratified 5-fold cross-validation, the proposed method achieved an average test accuracy of 93.55% with a standard deviation of 2.10%. These results demonstrate the model's effectiveness in distinguishing ASD and non-ASD classes and its potential for early autism identification.

Keywords: autism, CNN, early detection, EEG, wavelet.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



KLASIFIKASI SINYAL EEG UNTUK DETEKSI *AUTISM SPECTRUM DISORDER* (ASD) MENGGUNAKAN *WAVELET TRANSFORM* DAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

SINDI APRILIANTI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Ilmu Komputer

**PROGRAM SARJANA ILMU KOMPUTER
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Penguji pada Ujian Skripsi:
Dr. Eng. Annisa, S.Kom, M.Kom.



IPB University
— Bogor Indonesia —

Perpustakaan IPB University

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



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

Perpustakaan IPB University



Judul Skripsi : Klasifikasi Sinyal EEG untuk Deteksi *Autism Spectrum Disorder* (ASD) Menggunakan *Wavelet Transform* dan *Convolutional Neural Network*

Nama : Sindi Aprilianti
NIM : G6401221037

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Karlisa Priandana, S.T., M.Eng.

Pembimbing 2:

Medria Kusuma Dewi Hardhienata, S.Komp., Ph.D.

Diketahui oleh

Ketua Program Sarjana Ilmu Komputer:

Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom., M.Kom.

NIP 19810809 200812 1002

Tanggal Ujian:
31 Juli 2026

Tanggal Lulus:

(tanggal penandatanganan oleh Dekan
Fakultas/Sekolah ...)



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2025 sampai bulan Juni 2026 ini ialah klasifikasi sinyal EEG, dengan judul “Klasifikasi Sinyal EEG untuk Deteksi *Autism Spectrum Disorder* (ASD) Menggunakan *Wavelet Transform* dan *Convolutional Neural Network*”.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam penyelesaian skripsi ini, khususnya kepada:

1. Ayah, Ibu, Kakak, Adik, serta seluruh keluarga penulis yang senantiasa memberikan banyak dukungan, doa, dan motivasi tanpa henti.
2. Ibu Dr. Karlisa Priandana, S.T., M.Eng. selaku pembimbing satu beserta Ibu Medria Kusuma Dewi Hardhienata, S.Komp., Ph.D. selaku pembimbing kedua yang telah memberikan arahan, saran, serta bimbingan selama proses penulisan skripsi ini.
3. Viby dan Cahya selaku sahabat penulis yang telah menemani sejak semester pertama, serta Izza yang telah menemani penulis selama tahun terakhir perkuliahan. Penulis juga berterima kasih kepada seluruh teman yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas kebersamaan, dukungan, dan semangat yang diberikan selama masa perkuliahan hingga penyelesaian studi.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Sindi Aprilianti

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Autism Spectrum Disorder</i>	5
2.2 <i>Electroencephalography (EEG)</i>	5
2.3 <i>High-pass Filter</i>	6
2.4 <i>Notch Filter</i>	6
2.5 <i>Common Average Reference (CAR)</i>	7
2.6 <i>Power Spectral Density (PSD)</i>	7
2.7 <i>Independent Component Analysis (ICA) – Extended Infomax</i>	7
2.8 <i>ICLabel</i>	8
2.9 <i>Discrete Wavelet Transform (DWT)</i>	8
2.10 <i>Shannon Entropy</i>	9
2.11 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	10
2.12 <i>Stratified K-Fold Cross Validation</i>	11
2.13 Metrik Evaluasi Model	11
III METODE	13
3.1 Data Penelitian	13
3.2 Tahapan Penelitian	13
3.3 Kebutuhan Sistem	16
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Praproses Data	17
4.2 <i>Wavelet Decomposition dan Shannon Entropy</i>	21
4.3 Pembangunan Model CNN	22
4.4 Pelatihan dan Evaluasi Model	23
4.5 Evaluasi Keseluruhan Model	34
4.6 Keterbatasan Penelitian	35
V SIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Simpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	40
RIWAYAT HIDUP	58



DAFTAR TABEL

1	Kombinasi <i>hyperparameter tuning</i>	15
2	Durasi rekaman pada setiap subjek EEG	17
3	Hasil pembuangan komponen	20
4	Hasil kombinasi <i>hyperparameter</i>	23
5	Hasil pengujian Kombinasi 6 pada setiap <i>fold</i>	24

DAFTAR GAMBAR

1	Penempatan kanal elektroda dengan sistem internasional 10-20 (Djemal <i>et al.</i> 2017)	6
2	Dekomposisi sinyal EEG dengan DWT 4 level (Djemal <i>et al.</i> 2017)	9
3	Arsitektur CNN pada penelitian klasifikasi EEG berbasis fitur ekstraksi (Yan <i>et al.</i> 2022)	11
4	Tahapan penelitian	13
5	Arsitektur CNN	15
6	Rata-rata PSD sebelum CAR pada salah satu subjek non-ASD	18
7	Rata-rata PSD setelah CAR pada salah satu subjek non-ASD	19
8	Rata-rata PSD sebelum CAR pada salah satu subjek ASD	19
9	Rata-rata PSD setelah CAR pada salah satu subjek ASD	20
10	Kinerja model pada Kombinasi 6 <i>Fold</i> 1 (a) akurasi (b) <i>loss</i>	25
11	ROC-AUC pada <i>Fold</i> 1	25
12	<i>Confusion matrix Fold</i> 1	26
13	Kinerja model pada Kombinasi 6 <i>Fold</i> 2 (a) akurasi (b) <i>loss</i>	27
14	ROC-AUC pada <i>Fold</i> 2	27
15	<i>Confusion matrix Fold</i> 2	28
16	Kinerja model pada Kombinasi 6 <i>Fold</i> 3 (a) akurasi (b) <i>loss</i>	29
17	ROC-AUC pada <i>Fold</i> 3	29
18	<i>Confusion matrix Fold</i> 3	30
19	Kinerja model pada Kombinasi 6 <i>Fold</i> 4 (a) akurasi (b) <i>loss</i>	31
20	ROC-AUC pada <i>Fold</i> 4	31
21	<i>Confusion matrix Fold</i> 4	32
22	Kinerja model pada Kombinasi 6 <i>Fold</i> 5 (a) akurasi (b) <i>loss</i>	33
23	ROC-AUC pada <i>Fold</i> 5	33
24	<i>Confusion matrix Fold</i> 5	34

DAFTAR LAMPIRAN

1	Detail hasil klasifikasi komponen ICA dan ICLabel per subjek	41
2	Hasil evaluasi model CNN pada setiap kombinasi dan fold	45