



**KOMPARASI ANALISIS KLASIFIKASI *GENDER* BERDASARKAN
SINYAL EEG MENGGUNAKAN MODEL LSTM DAN BILSTM**

Skripsi

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Dalam Menyelesaikan Strata S1-Ilmu Komputer**

Oleh

FACHLIA RAHMAH

NIM. 1811016220008

**PROGRAM STUDI S-1 ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

JULI 2025



**KOMPARASI ANALISIS KLASIFIKASI GENDER BERDASARKAN
SINYAL EEG MENGGUNAKAN MODEL LSTM DAN BILSTM**

Skripsi

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Dalam Menyelesaikan Strata S1-Ilmu Komputer**

Oleh

FACHLIA RAHMAH

NIM. 1811016220008

**PROGRAM STUDI S-1 ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

JULI 2025

SKRIPSI

KOMPARASI ANALISIS KLASIFIKASI GENDER BERDASARKAN SINYAL EEG MENGGUNAKAN MODEL LSTM DAN BILSTM

Oleh :

FACHLIA RAHMAH
181101622008

Telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal 03 Juli 2025:

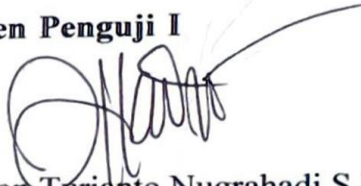
Susunan Dosen Penguji :

Pembimbing I



Rudy Herteno, S.Kom., M.Kom.
NIP. 198809252022031003

Dosen Penguji I



Dodon Turianto Nugrahadi, S.Kom., M.Eng.
NIP. 198001122009121002

Pembimbing II



Irwan Budiman, S.T., M.Kom.
NIP. 197703252008121001

Dosen Penguji II



Friska Abadi, S.Kom., M.Kom.
NIP. 198809132023211010

Banjarbaru, 3 Juli 2025

Koordinator Program Studi Ilmu Komputer



Dwi Kartini, S.Kom., M.Kom
NIP. 198704212012122003

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Banjarbaru, 3 Juli 2025



Fachlia Rahmah
NIM. 1811016220008

ABSTRAK

KOMPARASI ANALISIS KLASIFIKASI GENDER SINYAL EEG MENGGUNAKAN LSTM DAN BI-LSTM (Oleh: Fachlia Rahmah; Pembimbing: Rudy Herteno, S.Kom., M.Kom. dan Irwan Budiman, S.T., M.Kom. ; 2025; 76 Halaman)

Perbedaan cara otak memproses informasi antara pria dan wanita dapat dikenali melalui sinyal EEG yang mencerminkan aktivitas listrik otak saat merespons rangsangan. Aktivitas ini pada frekuensi tertentu dapat dimanfaatkan untuk klasifikasi gender yang relevan dalam bidang neuromarketing dan sistem biometrik. Penelitian ini membandingkan performa model *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan *Bidirectional LSTM* (BiLSTM) dalam klasifikasi gender berbasis EEG. Data EEG AEP dari PhysioNet digunakan terdiri dari 240 rekaman berdurasi 2 menit dari empat kanal (T7, F8, Cz, P4) dengan sampling rate 200 Hz. Setiap segmen berdurasi 2 detik dibagi menjadi 10 *subwindow*, dan diekstraksi menjadi 92 fitur menggunakan metode linier (PSD, DWT) dan non-linier (entropy, chaotic-based). Model LSTM/BiLSTM (1–2 *layer*) dilatih dengan teknik *balancing* SMOTE dan *Borderline* SMOTE, serta divalidasi menggunakan 5-fold cross-validation dengan metrik akurasi, F1-score, dan AUC. Hasil terbaik diperoleh dari BiLSTM 2-*layer* dengan *Borderline*-SMOTE (akurasi 0.933, F1M 0.958, F1F 0.825, AUC 0.965). Pada stimulus Ex05, BiLSTM 1-*layer* menghasilkan akurasi tertinggi 0.976 dan AUC 0.984. Penelitian ini membuktikan bahwa model BiLSTM dengan kombinasi ekstraksi fitur linier nonlinier serta *Borderline* SMOTE data meningkatkan akurasi klasifikasi gender EEG tetapi efektivitas *balancing* bergantung pada karakteristik stimulus dan band frekuensi.

Kata Kunci : Klasifikasi *gender*, sinyal EEG, *SMOTE*, *LSTM*, *BI-LSTM*

ABSTRACT

COMPARISON OF GENDER CLASSIFICATION ANALYSIS OF EEG SIGNAL USING LSTM AND BI-LSTM (By: Fachlia Rahmah; Mentor: Rudy Herteno, S.Kom., M.Kom. dan Irwan Budiman, S.T., M.Kom. ; 2025; 76 Pages)

Differences in how the brain processes information between men and women can be identified through EEG signals that reflect brain electrical activity in response to stimuli. This activity at certain frequencies can be utilized for gender classification relevant to neuromarketing and biometric systems. This study compares the performance of Long Short-Term Memory (LSTM) and Bidirectional LSTM (BiLSTM) models in EEG-based gender classification. EEG AEP data from PhysioNet was used, consisting of 240 two-minute recordings from four channels (T7, F8, Cz, P4) with a sampling rate of 200 Hz. Each 2-second segment is divided into 10 subwindows, and 92 features are extracted using linear (PSD, DWT) and non-linear (entropy, chaotic-based) methods. The LSTM/BiLSTM (1–2 layers) model was trained using SMOTE and Borderline-SMOTE balancing techniques and validated using 5-fold cross-validation with accuracy, F1-score, and AUC metrics. The best results were obtained from the 2-layer BiLSTM with Borderline-SMOTE (accuracy 0.933, F1M 0.958, F1F 0.825, AUC 0.965). On stimulus Ex05, the 1-layer BiLSTM achieved the highest accuracy of 0.976 and AUC of 0.984. This study demonstrates that the BiLSTM model with a combination of linear-nonlinear feature extraction and Borderline SMOTE can improve EEG gender classification accuracy, but the effectiveness of balancing depends on stimulus characteristics and frequency bands.

Keywords : Gender classification, EEG signal, SMOTE, LSTM, BI-LSTM

PRAKATA

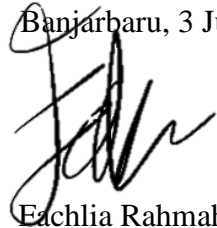
Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Komparasi Analisis Klasifikasi *Gender* Sinyal EEG Menggunakan LSTM dan Bi-LSTM)” untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan Pendidikan S1 Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat. Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada berbagai pihak yang mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, adapun yang dimaksud sebagai berikut:

1. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, khususnya Program Studi Ilmu Komputer yang telah memberikan kesempatan untuk menimba ilmu.
2. Bapak Rudy Herteno, S.Kom., M.Kom selaku dosen pembimbing utama serta dosen pembimbing akademik yang sangat membantu dan meluangkan waktu demi kelancaran dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Irwan Budiman, S.T., M.Kom selaku dosen pembimbing pendamping yang turut serta membantu dan meluangkan waktu demi kelancaran dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Ibu Dwi Kartini, S.Kom., M.Kom selaku Koordinator Program Studi Ilmu Komputer FMIPA ULM, atas bantuan dan izin beliau skripsi ini dapat diselesaikan.
5. Bapak Dodon Turianto Nugrahadi, S.Kom., M.Eng dan Bapak Friska Abadi, S.Kom., M.Kom. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan-masukkan dalam skripsi ini.
6. Keluarga terutama orang tua yaitu Ibu Fahriati Risma yang selalu memberikan bantuan, semangat, doa, dan dukungan dalam proses menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman-teman dan kerabat khususnya teman-teman Ilmu Komputer 2018, yang sudah ikut serta dalam memberikan dukungan, memberikan doa serta membantu mengerjakan penelitian ini.

8. Seluruh Dosen dan staf Program Studi Ilmu Komputer FMIPA ULM atas ilmu dan bantuan yang diberikan selama ini yang sangat bermanfaat.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah turut membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat memberikan sumbangan pikiran dan ilmu pengetahuan baik bagi penulis sendiri maupun bagi pembaca. Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna kesempurnaan skripsi ini untuk perbaikan dikemudian hari.

Banjarbaru, 3 Juli 2025



Eachlia Rahmah

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kajian Terdahulu	5
2.2 Keaslian Penelitian	6
2.3 Landasan Teori	7
2.3.1 EEG.....	7
2.3.2 Klasifikasi <i>Gender</i>	8
2.3.3 <i>Deep learning</i>	9
2.3.4 Ekstraksi Fitur.....	10
2.3.5 Normalisasi	16
2.3.5 <i>Imbalanced data</i>	17
2.3.7 <i>Synthetic Minority Oversampling Technique</i>	17
2.3.8 LSTM.....	18
2.3.9 BILSTM.....	20

2.3.10 Evaluasi Model	21
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Alat Penelitian	25
3.2 Bahan Penelitian	25
3.2 Variabel Penelitian.....	25
3.3 Prosedur Penelitian	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil.....	29
4.1.1 Pengumpulan Data.....	29
4.1.2 Segmentasi dan <i>Subwindowing</i>	32
4.1.3 Ekstraksi.....	32
4.1.4 Normalisasi	35
4.1.5 Klasifikasi	35
4.1.6 Evaluasi.....	57
4.2 Pembahasan	69
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Keaslian Penelitian	6
Tabel 2. Rancangan Penelitian	7
Tabel 3. <i>Confusion matrix</i>	21
Tabel 4. Rangkuman eksperimen yang digunakan:.....	27
Tabel 5. Distribusi Data EEG.....	29
Tabel 6. Data EEG.....	31
Tabel 7. Eksperimen Stimulus yang digunakan:	32
Tabel 8. Jumlah Fitur EEG Berdasarkan Jenis Ekstraksi per <i>Subwindow</i>	33
Tabel 9. Contoh format hasil ekstraksi persegmen dan <i>subwindow</i>	34
Tabel 10. LSTM 1-layer.....	36
Tabel 11. LSTM 2-layer.....	36
Tabel 12. LSTM 1-layer.....	36
Tabel 13. LSTM 2-layer.....	37
Tabel 14. Hasil Perstimulus menggunakan LSTM 1 Layer	38
Tabel 15. Hasil Pertimulus menggunakan LSTM 2 Layer.....	39
Tabel 16. Hasil semua stimulus menggunakan LSTM 1 Layer	43
Tabel 17. Hasil semua stimulus menggunakan LSTM 2 Layer	44
Tabel 18. Hasil Perstimulus menggunakan BiLSTM 1 Layer	48
Tabel 19. Hasil Perstimulus menggunakan BiLSTM 2 Layer	49
Tabel 20. Hasil semua stimulus menggunakan BiLSTM 1 Layer	53
Tabel 21. Hasil semua stimulus menggunakan BiLSTM 2 Layer	54
Tabel 22. <i>Confusion matrix</i> perfold – LSTM 1 Layer (Ex05 SMOTE Regular).....	59
Tabel 23. <i>Confusion matrix</i> Agregat LSTM 1 Layer (Ex05 SMOTE Regular)	60
Tabel 24. Evaluasi Matrix Agregat LSTM 1 Layer (Ex05, SMOTE Regular).....	60
Tabel 25. <i>Confusion matrix</i> per Fold LSTM 2 Layer (Ex05 SMOTE Regular).....	62
Tabel 26. <i>Confusion matrix</i> Agregat LSTM 2 Layer (Ex05 SMOTE Regular).....	63
Tabel 27. Evaluasi Matrix Agregat LSTM 2 Layer (Ex05, SMOTE Regular).....	63

Tabel 28. <i>Confusion matrix</i> perfold BiLSTM 1 Layer (Ex05 SMOTE Borderline)	65
Tabel 29. <i>Confusion matrix</i> Agregat BiLSTM 1 Layer (Ex05 SMOTE Borderline)	66
Tabel 30. Evaluasi Matrix Agregat BiLSTM 1 Layer (Ex05 SMOTE Borderline)	66
Tabel 31. <i>Confusion matrix</i> Perfold BiLSTM 1 Layer (Ex05 SMOTE Borderline)	68
Tabel 32. <i>Confusion matrix</i> Agregat BiLSTM 1 Layer (Ex05 SMOTE Borderline)	68
Tabel 33. Evaluasi Matrix Agregat BiLSTM 2 Layer (Ex05 SMOTE Borderline)	68
Tabel 34. Model Akurasi Tertinggi per Konfigurasi	70
Tabel 35. Hasil Akurasi Tertinggi per Band EEG	70
Tabel 36. Hasil Akurasi Tertinggi per Stimulus (Allband)	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Arsitektur LSTM.....	19
Gambar 2. Arsitektur Bi-LSTM.....	20
Gambar 3. Sample ROC.....	23
Gambar 4. AUC Klasifikasi Matrik	24
Gambar 5. Alur Penelitian.....	26
Gambar 6. Kanal EEG yang digunakan	30
Gambar 7. Contoh Sinyal EEG EX05 RAW	31
Gambar 8. Contoh Sinyal EEG EX05 Segmentasi 2 menit	31
Gambar 9. Contoh Sinyal EEG EX05 Tersegmentasi dan Terfilter	31
Gambar 10. <i>Shape</i> data sebelum ekstraksi, segmentasi dan <i>Subwindowing</i>	33
Gambar 11. Hasil <i>shape</i> data setelah ekstraksi, segmentasi dan <i>subwindowing</i>	34
Gambar 12. Sebelum data ekstraksi dibersihkan nan/inf dan <i>scaling</i>	35
Gambar 13. Sesudah data dibersihkan dan <i>scaling</i>	35
Gambar 14. Hasil akurasi Perstimulus dengan <i>allband</i> LSTM 1L	39
Gambar 15. Hasil Akurasi Perstimulus dengan <i>allband</i> 2L.....	40
Gambar 16. Perbandingan LSTM 1L dengan LSTM 2L	41
Gambar 17. Hasil Semua Stimulus Perband LSTM 1L	44
Gambar 18. Hasil Semua Stimulus Perband LSTM 2L	45
Gambar 19. Hasil Semua Stimulus Perband LSTM 1L dan LSTM 2L	46
Gambar 20. Hasil Akurasi Perstimulus dengan <i>allband</i> BiLSTM 1L	49
Gambar 21. Hasil Akurasi BiLSTM 2L.....	50
Gambar 22. Perbandingan BiLSTM 1L dengan BiLSTM 2L.....	51
Gambar 23. Hasil Akurasi Semua Stimulus Perband BiLSTM 1L.....	54
Gambar 24. Hasil Akurasi Semua Stimulus Perband BiLSTM 2 L.....	55
Gambar 25. Hasil Perband BiLSTM 1L dan BiLSTM 2L.....	56
Gambar 26. <i>Confusion matrix</i> dan <i>ROC Curve</i> LSTM 1 Layer Ex05 Regular	59
Gambar 27. <i>Confusion matrix</i> dan <i>ROC Curve</i> LSTM 2 Layer Ex05 Regular	62

Gambar 28. <i>Confusion matrix</i> dan <i>ROC Curve</i> BiLSTM 1Layer Ex05 <i>Borderline</i>	65
Gambar 29. <i>Confusion matrix</i> dan <i>ROC Curve</i> BiLSTM 1 L Ex05 <i>Borderline</i>	67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

- Lampiran 1. *Source code library*
- Lampiran 2. *Source code parameter*
- Lampiran 3. *Source code load data*
- Lampiran 4. *Source code baca data*
- Lampiran 5. *Source code segmentasi subwindow*
- Lampiran 6. *Source code ekstrak data*
- Lampiran 7. *Source code show data*
- Lampiran 8. *Source code simpan csv*
- Lampiran 9. *Source code normaliasasi*
- Lampiran 9. *Source code ekstrak panggil simpan*
- Lampiran 10. *Source code load ekstrak*
- Lampiran 11. *Source code read csv*
- Lampiran 12. *Source code model*
- Lampiran 13. *Source code eval*
- Lampiran 14. *Source code ringkasan*
- Lampiran 15. *Source code panggil model*