

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Stres merupakan reaksi fisiologis, psikologis, dan perilaku pada manusia sebagai upaya menyesuaikan diri serta mengendalikan tekanan yang bersumber dari dalam maupun luar diri [1]. Apabila terjadi dalam jangka waktu lama, kondisi stres dapat memicu berbagai masalah kesehatan seperti hipertensi, gangguan kulit, hingga depresi [2]. Terdapat penelitian yang menunjukkan bahwa fenomena prevalensi stres yang cukup tinggi, misalnya di negara Korea Selatan mencapai sekitar 22-30% pada perempuan dan 14-20% pada laki-laki lansia dengan perempuan secara konsisten melaporkan tingkat stres yang lebih tinggi selama periode 2009-2019 [3]. Menurut meta-analisis tentang EEG dan *deep-learning*, akurasi pendeteksi mental stres mencapai hingga 88% yang menandakan kebutuhan validasi model klasifikasi yang lebih baik [4].

Beragam pendekatan telah dikembangkan dengan memanfaatkan metode machine learning konvensional, seperti SVM, Random Forest, serta model ansambel, guna mengklasifikasikan tingkat stres berdasarkan sinyal EEG maupun ECG. Contohnya, Hemakom, et al., (2023) mengombinasikan ECG dan EEG dengan *stacking classifier*, menghasilkan akurasi hingga 92,7 % pada perempuan dan 87,6 % pada pria [5]. Penelitian berikutnya pendekatan ansambel berbasis EEG (*stacking RF + LightGBM + GBC*) memperoleh akurasi hingga 99,6 % dalam klasifikasi tiga kondisi emosional (positif, netral, negatif) [6]. Untuk pendekatan *deep learning*, model LSTM juga efektif mendeteksi stres dengan akurasi mencapai 93,3% pada remaja dengan dan tanpa ASD [7].

Berbeda dari penelitian terdahulu, pada penelitian ini menghadirkan perbandingan langsung antara metode ansambel dan SVM secara sistematis pada dataset EEG dalam *setting* stres nyata dengan fokus pada generalisasi antarkondisi emosional dan *robust error-analysis*. Perbedaan utama kami adalah penggunaan teknik analisis ROC, AUC, dan *minimum classification error* (MCE) serupa studi sebelumnya yang mencapai MCE sangat rendah ($\sim 0,05\%$). Selain itu, penelitian ini akan mengevaluasi kinerja kedua model pada *multi-level stress classification* (tiga level: stres, santai, dan netral.), karena sebagian besar studi sebelumnya masih menggunakan klasifikasi biner saja. Hal ini memberi kontribusi signifikan baik dari sisi metodologi maupun praktik penerapan sistem deteksi stres berbasis EEG.

1.2. Identifikasi Masalah

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini mencakup:

1. Masih terdapat keterbatasan pada proses validasi dan generalisasi model klasifikasi stres berbasis EEG, terutama pada klasifikasi *multi-level* (stres, santai, netral).
2. Penelitian sebelumnya banyak berfokus pada klasifikasi biner atau menggunakan pendekatan yang belum dibandingkan secara langsung, seperti SVM dengan model ansambel, khususnya *Random Forest* dan *AdaBoost*.
3. Belum banyak studi yang mengevaluasi performa model klasifikasi stres berdasarkan EEG pada kondisi nyata dan lingkungan terbatas seperti lembaga pemasyarakatan.

1.3. Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki ruang lingkup pembatasan sebagai berikut:

1. Dataset yang digunakan berasal dari sinyal EEG yang sudah tersedia (dataset eksisting) dan diperoleh dari 21 partisipan di Lembaga Pemasyarakatan Binjai.
2. Penelitian ini menerapkan model ansambel berbasis *Random Forest* dan *AdaBoost*.
3. Penelitian ini hanya memanfaatkan atribut input berupa lima jenis gelombang otak, yakni delta, theta, alpha, beta1, dan beta2, serta mengambil nilai dari beberapa titik elektroda EEG pada posisi Fp1-Ref; F7-Ref; F3-Ref; Fz-Ref; F4-Ref; F8-Ref; T3-Ref; C3-Ref; Cz-Ref; C4-Ref; T4-Ref; T5-Ref; P3-Ref; Pz-Ref; P4-Ref; T6-Ref; O1-Ref; O2-Ref.
4. Atribut *output* yang dihasilkan dari penelitian ini berupa klasifikasi level stres ke dalam tiga kategori, yaitu stres, santai, dan netral.

1.4. Rumusan Masalah

Penelitian ini memiliki rumusan masalah yang mencakup:

1. Sejauh mana perbedaan kinerja antara algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dan model ansambel dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan *multi-level* stres (stres, santai, netral) berdasarkan sinyal EEG?
2. Seberapa baik kedua pendekatan tersebut dalam melakukan generalisasi terhadap kondisi emosional yang berbeda, ditinjau dari akurasi, AUC, dan *minimum classification error* (MCE)?

1.5. Tujuan Penelitian

Permasalahan yang diangkat pada penelitian ini diarahkan untuk mencapai tujuan berikut:

1. Menganalisis sejauh mana perbedaan kinerja antara algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dan model ansambel dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan *multi-level* stres (stres, santai, netral) berdasarkan sinyal EEG.
2. Untuk mengetahui seberapa baik kedua pendekatan tersebut dalam melakukan generalisasi terhadap kondisi emosional yang berbeda, ditinjau dari akurasi, AUC, dan *minimum classification error* (MCE).

1.6. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini diharapkan antara lain sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi secara ilmiah dalam pengembangan sistem klasifikasi tingkat stres berbasis sinyal EEG melalui perbandingan kinerja model SVM dengan model ansambel (*Random Forest* dan *AdaBoost*).
2. Menjadi referensi bagi peneliti atau praktisi dalam memilih metode klasifikasi yang efektif untuk deteksi *multi-level* stres berdasarkan kondisi emosional berbeda.
3. Mendukung pengembangan sistem monitoring stres yang akurat dan adaptif untuk keperluan klinis, psikologis, maupun rehabilitasi, khususnya pada lingkungan terbatas seperti lembaga pemasyarakatan.

1.7 Keterbaruan

No	Penelitian Sebelumnya	Keterbaruan
1	Hemakom et al. (2023) mengombinasikan sinyal ECG dan EEG dengan metode stacking classifier untuk klasifikasi stres berdasarkan gender. Hasil akurasi mencapai 92,7% pada perempuan dan 87,6% pada pria.	Penelitian ini menggunakan sinyal EEG saja dari lingkungan nyata (lembaga pemasyarakatan), bukan kombinasi sinyal. Selain itu, fokusnya bukan hanya klasifikasi berdasarkan gender, tetapi klasifikasi multi-level stres (stres, santai, netral).
2	Chatterjee dan Byun (2022) menggunakan pendekatan stacking dengan Random Forest, LightGBM, dan Gradient Boosting Classifier (GBC) untuk klasifikasi tiga kondisi emosional. Hasil akurasi mencapai 99,6%	Penelitian ini membandingkan langsung model ansambel (RF+AdaBoost) dan SVM, bukan hanya stacking ansambel. Selain itu, evaluasi dilakukan menggunakan metrik ROC, AUC, dan MCE untuk melihat performa secara mendalam.
3	Wijaya et al. (2025) menerapkan SVM untuk mengukur tingkat stres berdasarkan sinyal EEG.	Penelitian ini tidak hanya menggunakan SVM, tetapi juga membandingkan performanya dengan metode ansambel (Random Forest + AdaBoost). Evaluasi dilakukan secara menyeluruh dalam kondisi nyata dan klasifikasi multi-level, bukan hanya biner.
4	Sundaesan et al. (2021) menggunakan model deep learning (LSTM) untuk klasifikasi stres pada remaja dengan dan tanpa autisme menggunakan sinyal EEG. Akurasi mencapai 93,3%.	Penelitian ini tidak menggunakan deep learning, melainkan membandingkan model klasik (SVM) dan metode ansambel (RF + AdaBoost) agar lebih ringan dan cepat diterapkan dalam konteks nyata seperti lembaga pemasyarakatan.
5	Badr et al. (2024) melakukan meta-analisis penggunaan deep learning untuk mendeteksi stres berbasis EEG, dengan akurasi rata-rata mencapai 88%. Namun, tidak melakukan eksperimen langsung.	Penelitian ini melakukan eksperimen langsung menggunakan data EEG nyata dari 21 subjek di Lapas Binjai, serta fokus pada validasi model di lingkungan terbatas—sehingga hasilnya lebih relevan untuk penerapan praktis di dunia nyata.