

**A HYBRID MACHINE LEARNING FRAMEWORK FOR
CLASIFICATION AND CLUSTERING IN STRESS
DETECTION FROM SLEEP BEHAVIOR DATA**

LAPORAN NON-REGULER

[SCIENTIST]

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



Disusun oleh :

TANIA DAMAYANTI

22.11.5007

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2026**

**A HYBRID MACHINE LEARNING FRAMEWORK FOR
CLASIFIKATION DAN CLUSTERING IN STRESS
DETECTION FROM SLEEP BEHAVIOR DATA**

LAPORAN NON-REGULER

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



Disusun oleh :

TANIA DAMAYANTI

22.11.5007

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2026

HALAMAN PERSETUJUAN

JALUR NON-REGULER

**A HYBRID MACHINE LEARNING FRAMEWORK FOR CLASIFICATION
AND CLUSTERING IN STRESS DETECTION FROM SLEEP BEHAVIOR
DATA**

yang disusun dan diajukan oleh

Tania Damayanti

22.11.5007

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing
pada tanggal 2 maret 2026

Dosen Pembimbing,



Kusnawi-S. Kom., M. Eng
NIK. 190302112

HALAMAN PENGESAHAN

JALUR NON-REGULER

**A HYBRID MACHINE LEARNING FRAMEWORK FOR CLASIFICATION
AND CLUSTERING IN STRESS DETECTION FROM SLEEP BEHAVIOR
DATA**

yang disusun dan diajukan oleh

Tania Damayanti
22.11.5007

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 2 maret 2026

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Tanda Tangan

Eli Pujastuti, S.Kom., M.Kom.
NIK. 190302227

Anna Baita, S.Kom., M.Kom.
NIK. 190302290

Kusnawi, S. Kom., M. Eng.
NIK. 190302112

Laporan ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 2 Maret 2026

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



Prof. Dr. Kusriani, M.Kom.
NIK. 190302106

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Tania Damayanti

NIM : 22.11.5007

Menyatakan bahwa Laporan dengan judul berikut:

A Hybrid Machine Learning Framework for Clasification And Clustering In Stress Detection from Sleep Behavior Data

Dosen Pembimbing : Kusnawi, S. Kom., M. Eng

1. Karya tulis ini adalah benar-benar **ASLI** dan **BELUM PERNAH** diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan kegiatan SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta.
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak-benaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima **SANKSI AKADEMIK** dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Yogyakarta, 2 Maret 2026

Yang Menyatakan,



Tania Damayanti

HALAMAN PERSEMBAHAN

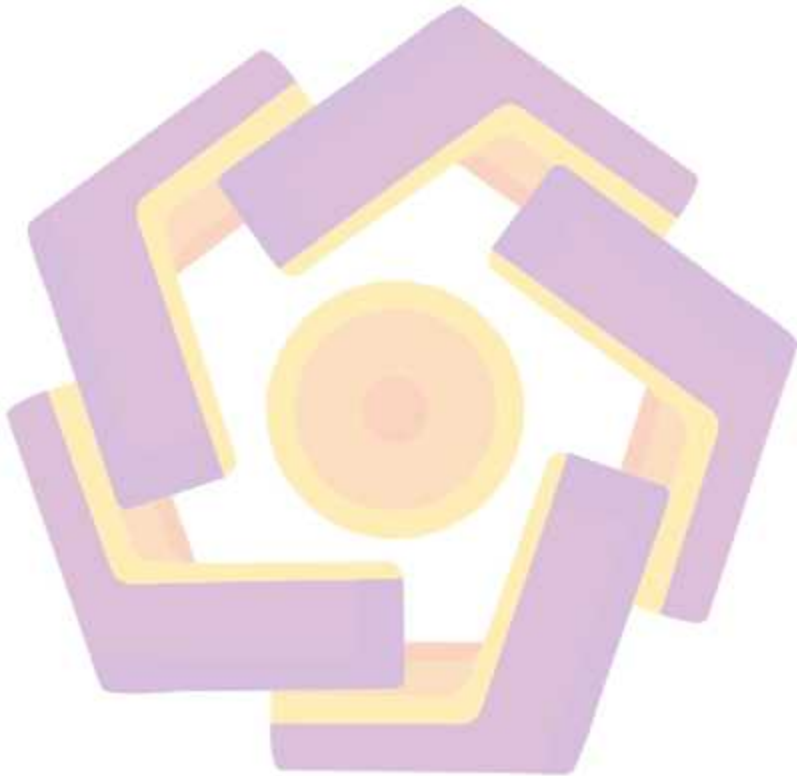
Dengan penuh syukur ke hadirat Allah SWT, skripsi ini saya persembahkan dengan segenap ketulusan kepada orang-orang yang telah menjadi bagian terpenting dalam perjalanan hidup dan pendidikan saya.

1. Orang tuaku tercinta, terima kasih atas cinta yang tidak pernah berhenti mengalir dalam setiap fase kehidupan saya. Terima kasih atas doa-doa yang selalu dipanjatkan dalam diam, atas pengorbanan yang sering kali tidak terlihat namun begitu besar artinya. Setiap nasihat, kesabaran, dan dukungan yang Bapak dan Ibu berikan menjadi kekuatan utama saya untuk bertahan, bangkit, dan terus melangkah hingga mampu menyelesaikan skripsi ini. Dalam setiap lelah dan ragu, saya selalu mengingat perjuangan dan harapan yang Bapak dan Ibu titipkan. Semoga pencapaian ini menjadi salah satu bentuk kebanggaan serta balasan kecil atas segala cinta dan pengorbanan yang telah diberikan tanpa syarat.
2. Kakak Anik sekeluarga dan Kakak Hartini sekeluarga, terima kasih atas perhatian, kepedulian, dan dukungan yang selalu diberikan. Terima kasih atas doa, semangat, serta kehangatan keluarga yang membuat saya merasa tidak pernah berjalan sendiri. Kehadiran kalian menjadi penguat di saat saya merasa lelah dan kehilangan arah. Setiap dukungan yang diberikan, baik melalui kata-kata maupun tindakan sederhana, memberikan energi positif yang sangat berarti dalam perjalanan penyusunan skripsi ini.
3. Bocilku tersayang, Yazid dan Amira, terima kasih atas tawa tulus dan kebahagiaan yang selalu kalian hadirkan. Candaan, cerita polos dan senyum kalian menjadi penyemangat kecil yang mampu mengusir penat dan tekanan selama proses penyusunan skripsi. Kalian mungkin belum memahami arti dari perjalanan ini, tetapi kehadiran kalian telah menjadi kekuatan yang luar biasa bagi saya.
4. Bapak Kusnawi, S. Kom., M. Eng., selaku Dosen Pembimbing, terima kasih atas bimbingan, arahan, kesabaran, serta ilmu yang telah bapak berikan

selama proses penyusunan skripsi ini. Setiap kritik dan masukan yang diberikan menjadi pijakan penting dalam memperbaiki dan menyempurnakan penelitian ini. Terima kasih atas waktu dan dedikasi yang telah diluangkan untuk membimbing saya hingga mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

5. Temanku dengan NIM B200210131, terima kasih telah menjadi tempat berbagi cerita, keluh kesah, dan semangat di saat lelah. Terima kasih atas dukungan, motivasi, serta waktu yang diluangkan untuk saling menguatkan. Kehadiranmu memberikan arti yang mendalam dan menjadi bagian penting dalam perjalanan penyusunan skripsi ini.
6. Temanku dengan NIM 21131215, terima kasih atas kebersamaan, perhatian dan dukungan yang telah diberikan. Dalam berbagai situasi, baik saat penuh semangat maupun saat merasa hampir menyerah, kamu selalu hadir untuk mendengarkan dan memberikan dorongan positif. Hal tersebut menjadi kekuatan tersendiri bagi saya untuk terus melangkah hingga akhir.
7. Terimakasih kepada Wawa dan Vinda, telah menjadi teman seperjuangan di tanah perantauan. Bersama kalian perjalanan menempuh pendidikan ini terasa lebih ringan karena tawa dan canda kalian yang saling menguatkan di setiap prosesnya. Semoga setiap langkah yang kita tempuh bersama menjadi kenangan indah dan membawa kita pada masa depan yang penuh keberkahan dan kesuksesan.
8. Seluruh teman-teman Informatika 08, terima kasih atas kebersamaan, perjuangan, tawa, diskusi, serta cerita yang kita lalui selama masa perkuliahan. Proses panjang ini terasa lebih ringan karena adanya semangat dan kerja sama yang kita bangun bersama. Kenangan selama perkuliahan akan selalu menjadi bagian berharga dalam perjalanan hidup saya.
9. Untuk diri saya sendiri, terima kasih karena telah bertahan di tengah lelah, ragu, dan jatuh bangun selama proses ini. Terima kasih karena tidak menyerah meskipun tekanan dan tantangan terasa berat. Terima kasih karena terus mencoba, memperbaiki, dan bangkit setiap kali merasa gagal.

Setiap air mata, usaha, dan doa yang dipanjatkan akhirnya terbayar dengan terselesaikannya skripsi ini. Semoga pencapaian ini menjadi pengingat bahwa saya mampu, kuat, dan layak untuk bermimpi lebih besar. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak dan menjadi langkah awal menuju masa depan yang lebih baik serta penuh keberkahan.



KATA PENGANTAR

Segala Puji serta Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan Semesta Alam, yang karena rahmat dan karunia-Nya, penulis telah diberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyelesaikan laporan kelulusan ini. Dalam menyelesaikan penelitian dan penyusunan laporan ini, penulis menyadari bahwa keberhasilan ini tidak akan terwujud tanpa adanya bimbingan, dukungan, dan bantuan tulus dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan yang berharga ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang mendalam kepada:

1. Bapak Prof. Dr. M. Suyanto, M.M. selaku Rektor Universitas AMIKOM Yogyakarta.
2. Prof. Dr. Kusini, M.Kom selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Amikom Yogyakarta.
3. Ibu Eli Pujastuti, M.Kom. selaku Ketua Program Studi S1 Informatika Universitas AMIKOM Yogyakarta.
4. Bapak Kusnawi, S.Kom, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing penulis.
5. Orang tua penulis yang selalu memberikan cinta, kasih sayang, doa, dan pengorbanan yang sangat besar kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna dan memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan bagi perbaikan penelitian selanjutnya.

Yogyakarta, 2 Maret 2026

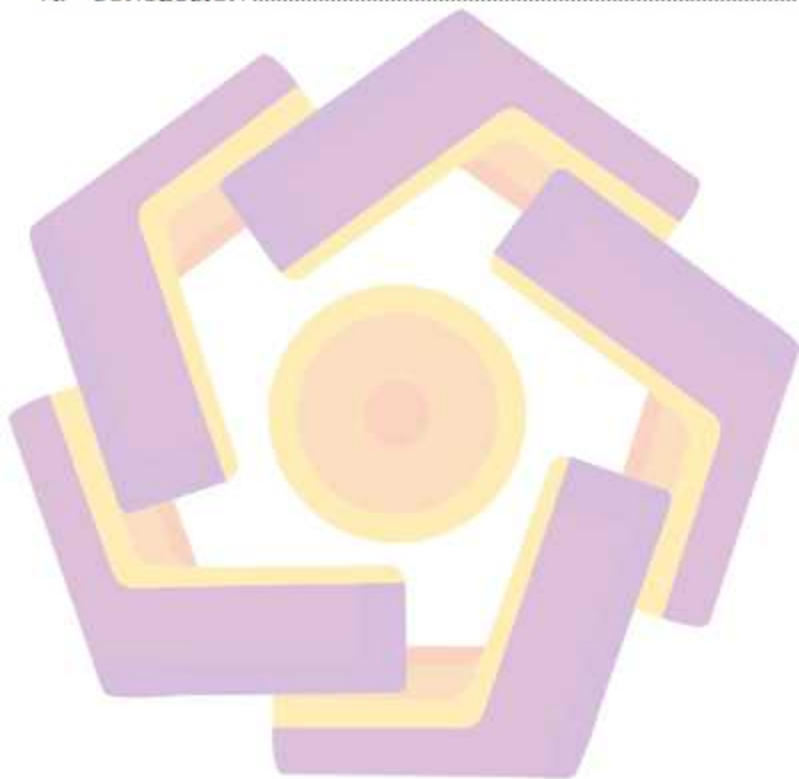
Tania Damayanti

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Persetujuan.....	ii
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Pernyataan Keaslian Karya.....	iv
Halaman Persembahan	v
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Lampiran (*)	xiv
Intisari	xv
<i>Abstract</i>	xvi
Bab I Pendahuluan	1
1.1. Gambaran Umum	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan.....	4
Bab II Tinjauan Pustaka	5
2.1. Studi Literatur	5
2.2. Landasan Teori	6
BAB III Metode Penelitian	9
3.1. Metode Jenis dan Pendekatan Penelitian	9
3.2. Alur Metode Penelitian	9
3.3. Akuisisi Data	10
3.4. Pembersihan Data dan Imputasi	10
3.5. Normalisasi dan Encoding	10
3.6. Penyeimbangan Data (SMOTE).....	10
3.7. Klasifikasi Menggunakan <i>Support Vector Machine (SVM)</i>	11
3.8. Klasterisasi Menggunakan K-Means	11
3.9. Reduksi Dimensi Menggunakan PCA.....	11

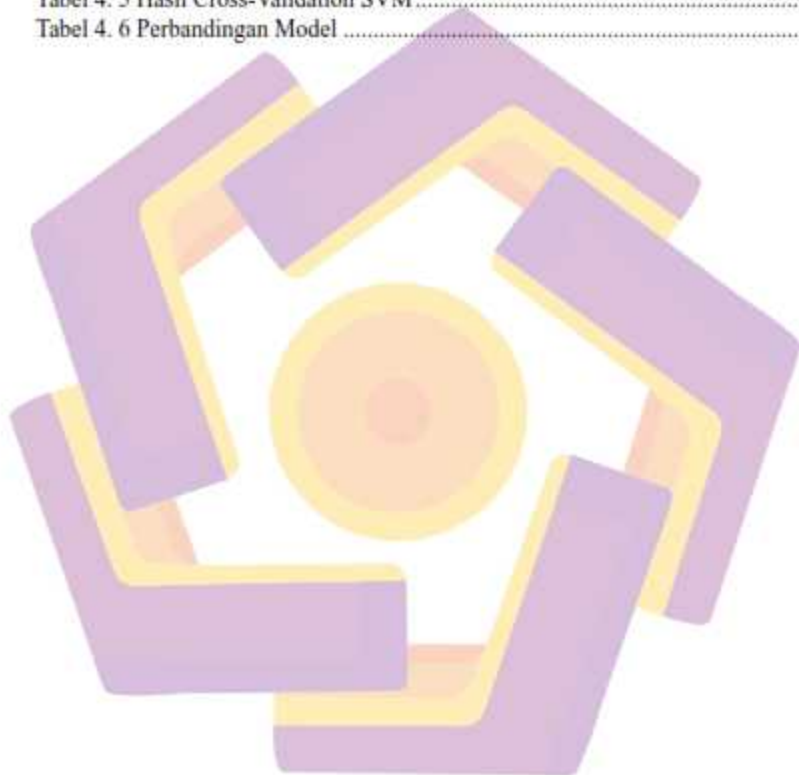
3.10. Evaluasi Model.....	11
3.11. Interpretasi dan Visualisasi Hasil	12
BAB IV Pembahasan	13
4.1. Dataset.....	13
4.2. Hasil Pra-pemrosesan Data	13
4.3. Hasil Penyeimbangan Data Menggunakan SMOTE	15
4.4. Pembahasan Dampak Pra-pemrosesan dan SMOTE	16
4.5. Hasil Klasifikasi Menggunakan <i>Support Vector Machine (SVM)</i>	16
4.6. Hasil Klusterisasi Menggunakan <i>K-Means</i> dan Visualisasi PCA	18
4.7. Analisis Kesalahan (<i>Error Analysis</i>)	20
BAB V Kesimpulan	21
5.1. Kesimpulan.....	21
5.2. Saran.....	22
Referensi	24
Curriculum Vitae	25
Lampiran dan Bukti Pendukung.....	26
a. Letter of Acceptance (LOA).....	26
b. Lembar Review	28
c. Bukti Terbit/Terindex	30
d. Sertifikat sebagai Penyaji	34
e. Bukti pembayaran	35
A Hybrid Machine Learning Framework for Classification and Clustering in Stress Detection from Sleep Behavior Data	36
I. Introduction.....	36
II. Related Work	37
III. Method.....	37
A. Dataset.....	37
B. Data Preprocessing	37
C. Classification Algorithm (Support Vector Machine).....	38
D. Clustering Algorithm (K-Means)	38
E. Dimensionality Reduction and Visualization	38
F. Evaluation.....	38

IV. RESULT.....	38
A. SVM Classification	38
B. K-Means Clustering	38
C. Error Analysis.....	39
V. DISCUSSION.....	39
VI. CONCLUSION	40



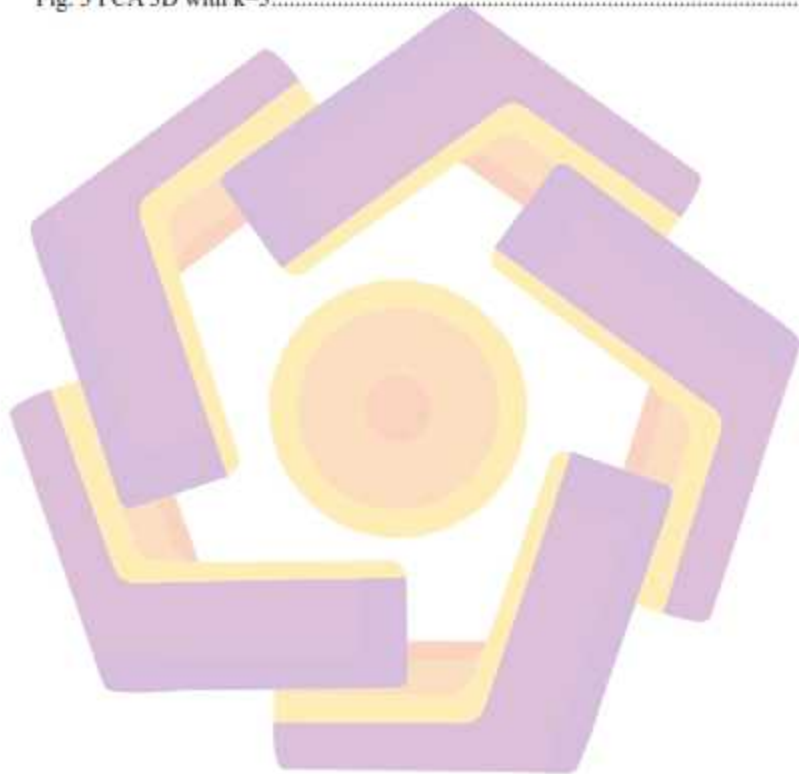
DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Stuktur Dataset	14
Tabel 4. 2 Distribusi Tingkat Stres Sebelum SMOTE	15
Tabel 4. 3 Distribusi Data Setelah SMOTE	15
Tabel 4. 4 Hasil Evaluasi Awal SVM (Train-Test Split)	16
Tabel 4. 5 Hasil Cross-Validation SVM	17
Tabel 4. 6 Perbandingan Model	18



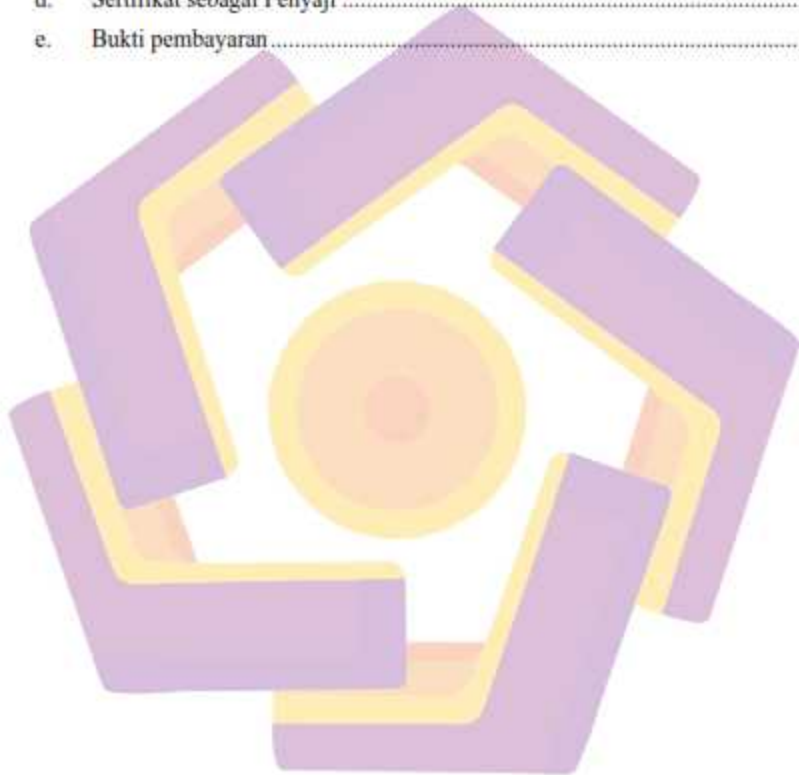
DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Confusion Matrix Hasil Pengujian Awal SVM	17
Gambar 4. 2 Evaluasi Jumlah Klaster Menggunakan Metrik Internal.....	19
Fig. 1 Research Workflow	37
Fig. 2 Internal clustering evaluation metrics (Silhouette, Calinski–Harabasz, and Davies–Bouldin) for stress-related sleep pattern detection.....	39
Fig. 3 PCA 3D with $k=3$	39



DAFTAR LAMPIRAN (*)

a.	Letter of Acceptance (LOA)	26
b.	Lembar Review	28
c.	Bukti Terbit/Terindex	30
d.	Sertifikat sebagai Penyaji	34
e.	Bukti pembayaran	35



INTISARI

Stres akademik berdampak signifikan pada kinerja kognitif, kualitas tidur, dan kesejahteraan keseluruhan mahasiswa. Meskipun model hibrida berbasis *EEG* telah menunjukkan akurasi tinggi dalam deteksi stres, ketergantungan mereka pada sensor khusus dan lingkungan terkontrol membatasi skalabilitasnya. Studi ini mengusulkan kerangka kerja pembelajaran mesin hibrida yang menggabungkan pembelajaran terawasi (*Support Vector Machine, SVM*) dengan pengelompokan tak terawasi (*K-Means*) menggunakan data perilaku tidur non-invasif yang diperoleh dari dataset publik Kaggle. Kumpulan data tersebut berisi 130 catatan tidur dengan 16 fitur, termasuk durasi tidur, tahap tidur, kegelisahan, dan label stres. Prapemrosesan meliputi imputasi rata-rata, encoding label, normalisasi, dan penyeimbangan kelas menggunakan *SMOTE* sebelum klasifikasi. Pengurangan dimensi menggunakan Analisis Komponen Utama (*PCA*) mempertahankan 79,06% varians total dan memberikan pemisahan yang lebih jelas untuk memvisualisasikan pola stres. Uji *SVM* awal menghasilkan akurasi sempurna 100%, tetapi evaluasi lebih lanjut dengan validasi silang 5-lipat menghasilkan akurasi yang lebih realistis sebesar $72,87\% \pm 5,81\%$. Analisis perbandingan menunjukkan bahwa *XGBoost* mencapai kinerja superior ($F1_{macro} = 0,9776$), mengungguli *SVM* pada dataset ini. Pengelompokan *K-Means* ($k=3$) menghasilkan kohesi moderat ($Silhouette = 0,3174$, $CH = 64,91$, $DBI = 1,078$) dan sejalan dengan label stres sebenarnya, mencapai kemurnian kluster yang sempurna. Penugasan kluster kemudian digunakan sebagai label palsu untuk meningkatkan model terawasi, menciptakan interaksi antara kedua modul. Hasil menunjukkan bahwa deteksi stres berbasis tidur feasible dan skalabel, sementara integrasi *hybrid* terawasi-tidak terawasi meningkatkan interpretabilitas dan penemuan subkelompok. Penelitian selanjutnya harus memasukkan sinyal perilaku tambahan, dataset yang lebih besar, dan validasi eksternal untuk memperkuat generalisasi dan aplikasi klinis.

Kata kunci: Stres Akademik, e-Health, Hybrid Machine Learning, K-Means Clustering, Sleep Behavior, Support Vector Machine (SVM)

ABSTRACT

Academic stress significantly impacts students' cognitive performance, sleep quality, and overall well-being. While EEG-based hybrid models have demonstrated high accuracy in stress detection, their reliance on specialized sensors and controlled environments limits scalability. This study proposes a hybrid machine learning framework that integrates supervised learning (Support Vector Machine, SVM) with unsupervised clustering (K-Means) using non-invasive, sleep-based behavioral data obtained from a public Kaggle dataset. The dataset contains 130 sleep records with 16 features, including sleep duration, stages, restlessness, and stress labels. Preprocessing included mean imputation, label encoding, normalization, and class balancing using SMOTE before classification. Dimensionality reduction using Principal Component Analysis (PCA) retained 79.06% of total variance and provided clearer separability for visualizing stress patterns. Initial SVM testing produced a perfect 100% accuracy of $72.87\% \pm 5.81\%$. Comparative analysis showed that XGBoost achieved superior performance ($F1_{\text{macro}} = 0.9776$), outperforming SVM on this dataset. K-Means clustering ($k=3$) produced moderate cohesion ($\text{Silhouette} = 0.3174$, $\text{CH} = 64.91$, $\text{DBI} = 1.078$) and aligned strongly with true stress labels, achieving complete cluster purity. Cluster assignments were then used as pseudo-labels to enhance the supervised model, establishing interaction between both modules. The results demonstrate that sleep-based stress detection is feasible and scalable, while hybrid supervised-unsupervised integration improves interpretability and subgroup discovery. Future work should incorporate additional behavioral signals, larger datasets, and external validation to strengthen generalizability and clinical applicability.

Keyword: Academic Stress, e-Health, Hybrid Machine Learning, K-Means Clustering, Sleep Behavior, Support Vector Machine (SVM).