

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Stres merupakan fenomena yang semakin sering muncul dalam kehidupan manusia modern. Berbagai tuntutan dan tekanan dalam aktivitas sehari-hari baik di lingkungan pendidikan, pekerjaan, maupun keluarga menjadikan stres sebagai bagian yang sulit dihindari oleh siapa pun [1]. Secara umum, stres dapat dipahami sebagai respon tubuh terhadap tekanan atau kondisi yang menantang, baik berasal dari faktor internal maupun eksternal. Respon ini tidak hanya memengaruhi kondisi psikologis seseorang, tetapi juga memberikan dampak nyata terhadap kesehatan fisik.

Dalam bidang kesehatan, stres telah dikenal sebagai salah satu pemicu utama berbagai penyakit kronis. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa stres berkepanjangan dapat meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular seperti hipertensi, penyakit jantung koroner, serta infark miokard. Selain itu, stres jangka panjang juga dapat melemahkan sistem kekebalan tubuh, memengaruhi keseimbangan hormon, dan berpotensi memicu penyakit metabolik seperti diabetes [2]. Hans Selye, tokoh pelopor penelitian mengenai stres, menegaskan bahwa stres merupakan akar dari banyak gangguan kesehatan yang serius [3].

Di lingkungan akademik, stres menjadi pengalaman yang umum dialami oleh siswa dan mahasiswa. Tekanan akademik, seperti ujian, tugas yang menumpuk, serta tuntutan prestasi, sering kali memicu timbulnya stres [4]. Kondisi ini terbukti dapat menyebabkan penurunan performa belajar, kelelahan, depresi, hingga gangguan tidur [5]. Secara fisiologis, timbulnya stres melibatkan aktivitas sistem limbik yang berfungsi mengatur respons adaptif tubuh. Struktur seperti thalamus, amigdala, hippocampus, dan hipotalamus saling berkoordinasi untuk menghasilkan respons stres [6]. Hipotalamus kemudian mengatur pelepasan hormon serta mengaktifkan sistem saraf simpatik yang memunculkan gejala seperti detak jantung yang meningkat, perubahan suhu tubuh, dan produksi keringat yang lebih tinggi [7].

Respons fisiologis tersebut dapat diamati melalui sejumlah parameter, Response

(GSR) [8]. Kedua parameter ini sangat berhubungan dengan aktivitas sistem saraf otonom, sehingga dapat dijadikan indikator objektif untuk menilai tingkat stres seseorang. Hal ini menjadi penting terutama karena metode konvensional seperti kuesioner atau self-report sering kali bersifat subjektif dan rentan bias [9].

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan proses pemantauan stres dilakukan secara real-time menggunakan sensor yang terhubung secara digital [10]. Data fisiologis yang diperoleh kemudian dapat diproses menggunakan algoritma kecerdasan buatan seperti Convolutional Neural Network (CNN) [11]. CNN mampu mengekstraksi pola dan fitur kompleks pada sinyal fisiologis sehingga dapat menghasilkan sistem klasifikasi tingkat stres yang lebih akurat, adaptif, dan reliabel [12].

Oleh karena itu, pengembangan sistem monitoring stres berbasis IoT yang memanfaatkan sinyal HRV, dan GSR serta algoritma CNN [13] menjadi solusi potensial dalam membantu identifikasi tingkat stres secara objektif, tepat waktu, dan dapat digunakan dalam berbagai situasi kehidupan modern [14].

1.2. Indetifikasi Masalah

Identifikasi masalah dalam penelitian ini mencakup:

1. Masih terdapat keterbatasan dalam validasi dan generalisasi model klasifikasi stres, terutama pada klasifikasi *multi-level* (stres, santai, netral).
2. Keterbatasan sistem monitoring stres yang bersifat real-time dan berbasis IoT sebagian sistem yang ada masih berbentuk prototipe laboratorium atau aplikasi terpisah yang belum terhubung dengan perangkat IoT secara end-to-end, sehingga pemantauan stres secara kontinu dan jarak jauh belum berjalan optimal.
3. Penjelasan teknis mengenai arsitektur CNN, prosedur pre-processing, dan desain dataset (jumlah sampel, protokol eksperimen, metode pelabelan) pada penelitian-penelitian sebelumnya masih kurang rinci, sehingga sulit direplikasi dan dibandingkan secara objektif.
4. Penilaian tingkat stres masih banyak bergantung pada metode subjektif sehingga hasilnya berpotensi bias dan tidak selalu mencerminkan kondisi fisiologis sebenarnya.

1.3. Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan masalah yang mencakup:

1. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem IoT HRV dan GSR untuk produksi dengan menggunakan metode analisis sinyal HRV dan GSR dan sensor MAX30102.
2. Perangkat IoT yang digunakan berupa rangkaian sensor detak jantung ECG atau PPG untuk HRV dan sensor konduktansi kulit untuk GSR yang terhubung ke mikrokontroler ESP32.
3. Sistem yang dibangun berfokus pada aspek pemantauan dan klasifikasi tingkat stres, bukan pada intervensi atau terapi lanjutan terhadap kondisi stres pengguna.
4. Keluaran (output) dalam penelitian ini berbentuk klasifikasi tingkat stres ke dalam tiga kategori, yaitu stres, santai, dan netral.
5. Penelitian dilakukan pada jumlah responden dan lingkungan uji yang terbatas, sehingga generalisasi ke populasi yang lebih luas memerlukan kajian lanjutan.

1.4. Rumusan Masalah

Penelitian ini memiliki rumusan masalah yang mencakup:

1. Sejauh mana perbedaan kinerja memanfaatkan sinyal Heart Rate Variability (HRV) dan Galvanic Skin Response (GSR) dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan multi-level stres (stres, santai, netral)?
2. Seberapa baik kedua pendekatan tersebut dengan menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) dalam HRV dan GSR melakukan generalisasi terhadap kondisi emosional yang berbeda, ditinjau dari akurasi, AUC, dan minimum classification error (MCE)?
3. Bagaimana tingkat akurasi, presisi, recall, dan efisiensi waktu pemrosesan model CNN dalam mendeteksi tingkat stres berdasarkan data HRV dan GSR pada sistem yang dibangun?
4. Bagaimana performa model CNN yang diusulkan dalam mengklasifikasikan

tingkat stres berdasarkan data HRV dan GSR, ditinjau dari metrik akurasi, presisi, recall, F1-score, dan efisiensi waktu pemrosesan, serta bagaimana perbandingannya dengan model baseline?

5. Bagaimana merancang arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) yang sesuai untuk menganalisis sinyal HRV dan GSR sehingga mampu melakukan klasifikasi multi-level stres (stres, santai, netral)?

6. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring tingkat stres berbasis IoT yang mampu mengakuisisi dan mengirimkan sinyal HRV dan GSR secara real-time?

1.5. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis sejauh mana perbedaan kinerja antara HRV dan GSR berbasis IoT mampu dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan multi-level stres (stres, santai, netral) dapat mengirimkan data secara real-time?
2. Untuk mengetahui seberapa baik kedua pendekatan tersebut dalam melakukan generalisasi terhadap kondisi emosional yang berbeda, ditinjau dari akurasi, presisi, dan serta waktu pemrosesan.
3. Merancang dan mengimplementasikan arsitektur CNN untuk klasifikasi multi-level tingkat stres (stres, santai, netral) berdasarkan kombinasi sinyal HRV dan GSR [15].
4. Mengevaluasi performa model CNN pada sistem yang dibangun berdasarkan metrik akurasi, presisi, recall, F1-score, dan waktu inferensi, serta membandingkannya dengan model baseline sehingga diperoleh gambaran yang jelas mengenai keunggulan dan keterbatasan pendekatan yang digunakan [16].

1.6. Keterbaruan

No	Penelitian Sebelumnya	Keterbaruan
1	Rachmad Setiawan dan Fauzan Arrofiqi (2020) pendekatan rancang bangun eksperimental di bidang instrumentasi biomedis, di mana peneliti merancang dan membangun sistem akuisisi sinyal fisiologis berupa ECG, GSR, dan suhu kulit (ST) untuk mendeteksi tingkat stres.	Penelitian ini terletak pada perancangan satu sistem instrumentasi terpadu yang menggabungkan tiga sinyal fisiologis sekaligus—Electrocardiography (ECG), Galvanic Skin Response (GSR), dan Skin Temperature (ST)—untuk mendeteksi tingkat stres, bukan hanya mengandalkan satu parameter atau kuesioner psikologis seperti pendekatan konvensional.
2	Quincy Rahardian dan Desy Fitriani menggunakan pendekatan rancang bangun (engineering design) dan eksperimen kuantitatif. Peneliti merancang sebuah alat pendeteksi stres berbasis IoT dengan mikrokontroler Wemos D1 Mini ESP8266, sensor MAX30102 untuk mengukur heart rate dan sensor DS18B20 untuk mengukur suhu tubuh.	Penelitian ini terletak pada implementasi alat pendeteksi stres yang portabel, murah, dan terintegrasi IoT dengan kombinasi parameter heart rate dan suhu tubuh, yang hasilnya dapat dipantau secara real-time melalui Blynk.