

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam beberapa tahun terakhir telah mendorong transformasi signifikan di berbagai sektor, termasuk bidang kesehatan. IoT memungkinkan perangkat untuk saling terhubung dan bertukar data secara *real-time* melalui jaringan internet, sehingga mendukung sistem pemantauan yang lebih efisien, adaptif, dan terintegrasi (Suciu et al., 2020). Dalam konteks kesehatan digital, teknologi ini membuka peluang untuk melakukan monitoring kondisi fisiologis individu secara kontinu tanpa keterbatasan ruang dan waktu (Gjoreski et al., 2021).

Seiring dengan meningkatnya penggunaan teknologi digital, khususnya aktivitas bekerja di depan komputer dalam durasi yang panjang, tingkat stres pada individu juga cenderung meningkat. Studi menunjukkan bahwa stres kerja yang berkepanjangan dapat berdampak signifikan terhadap kesehatan, termasuk penurunan performa kognitif, kelelahan, serta peningkatan risiko gangguan kardiovaskular (Kim et al., 2021). Kondisi ini sering kali tidak disadari sejak awal karena kurangnya sistem pemantauan fisiologis yang mampu memberikan informasi secara real-time. Detak jantung merupakan salah satu indikator fisiologis yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kondisi stres. Namun, pendekatan yang hanya mengandalkan nilai detak jantung (BPM) dinilai kurang representatif dalam menggambarkan kondisi sistem saraf otonom secara menyeluruh. Oleh karena itu, digunakan parameter *Heart Rate Variability* (HRV), yang mengukur variasi interval antar denyut jantung dan mencerminkan keseimbangan antara sistem saraf simpatis dan parasimpatis (Shaffer & Ginsberg, 2020). Penurunan nilai HRV diketahui berkorelasi dengan kondisi stres, kelelahan, dan gangguan kesehatan lainnya. Salah satu parameter HRV yang banyak digunakan dalam penelitian modern adalah *Root Mean Square of Successive Differences* (RMSSD), yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap

perubahan aktivitas parasimpatis serta efektif dalam mendeteksi stres jangka pendek (Shaffer & Ginsberg, 2020). Oleh karena itu, penggunaan RMSSD dinilai lebih akurat dibandingkan pendekatan konvensional yang hanya berbasis BPM. Dalam implementasinya, pengukuran detak jantung dapat dilakukan menggunakan Pulse Sensor berbasis *photoplethysmography* (PPG), yang bekerja dengan mendeteksi perubahan volume darah melalui variasi intensitas cahaya pada permukaan kulit (Tyagi & Dandapat, 2022). Sensor ini dapat diintegrasikan dengan mikrokontroler seperti ESP8266 yang telah dilengkapi dengan konektivitas Wi-Fi, sehingga memungkinkan pengiriman data secara *real-time* ke sistem pemrosesan. Meskipun berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem pemantauan detak jantung berbasis IoT, sebagian besar masih berfokus pada monitoring BPM tanpa mengintegrasikan analisis HRV secara mendalam untuk deteksi stres (Suciu et al., 2020). Selain itu, beberapa penelitian lebih menitikberatkan pada penggunaan perangkat *wearable* komersial yang relatif mahal dan kurang fleksibel untuk pengembangan sistem berbasis penelitian (Gjoreski et al., 2021). Hal ini menunjukkan adanya celah penelitian (*research gap*), yaitu kebutuhan akan sistem yang mampu melakukan monitoring detak jantung secara *real-time* sekaligus menganalisis HRV secara efisien menggunakan perangkat yang sederhana dan terjangkau.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem deteksi stres berbasis IoT yang mengintegrasikan Pulse Sensor dan ESP8266 untuk akuisisi data detak jantung, serta pemrosesan data menggunakan bahasa pemrograman *Python* untuk menghitung parameter BPM dan RMSSD. Sistem ini dirancang untuk mampu melakukan monitoring secara *real-time* dan memberikan analisis kondisi stres berdasarkan data fisiologis pengguna.

Dengan pendekatan ini, diharapkan sistem yang dikembangkan tidak hanya mampu menjadi alat monitoring sederhana, tetapi juga dapat berkontribusi dalam pengembangan sistem deteksi dini stres yang lebih akurat, efisien, dan terjangkau. Selain itu, sistem ini juga memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut

dalam bidang ergonomi kerja, kesehatan digital, serta sistem peringatan dini berbasis kondisi fisiologis individu.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem akuisisi data detak jantung secara *real-time* berbasis *Internet of Things* menggunakan *Pulse Sensor* dan mikrokontroler *ESP8266*?
2. Bagaimana proses pengolahan sinyal detak jantung untuk memperoleh parameter *Beats Per Minute* (BPM) dan *Heart Rate Variability* (HRV)?
3. Bagaimana pola perubahan parameter BPM dan HRV dapat digunakan untuk mengidentifikasi kondisi stres pada individu yang bekerja di depan komputer?
4. Bagaimana hasil analisis data detak jantung yang diolah menggunakan *Python* dapat digunakan untuk mendeteksi indikasi stres secara *real-time*?

1.3 Tujuan Penelitian

Sejalan dengan rumusan masalah yang telah dipaparkan di atas, adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan sistem deteksi stres berbasis *Internet of Things* menggunakan *Pulse Sensor* dan mikrokontroler *ESP8266* untuk akuisisi data detak jantung secara *real-time*.
2. Menghasilkan parameter detak jantung berupa *Beat Per Minute* (BPM) dan *Heart Rate Variability* (HRV)
3. Menganalisis hubungan antara perubahan parameter BPM dan HRV dengan kondisi stres pada individu yang bekerja di depan komputer.
4. Mengimplementasikan analisis data menggunakan *Python* untuk mendeteksi indikasi stres secara *real-time*.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi secara praktis, teknologis, dan akademis. Adapun manfaat dari penelitian ini secara praktis yaitu:

1. Bagi Masyarakat, khususnya individu yang bekerja di depan komputer, sistem ini dapat digunakan sebagai alat pemantauan kondisi fisiologis untuk mendeteksi stres secara *real-time* berdasarkan parameter detak jantung.
2. Membantu pengguna dalam mengenali perubahan kondisi tubuh sejak dini melalui analisis parameter *Beat Per Minute* (BPM) dan *Heart Rate Variability* (HRV), sehingga dapat mengambil tindakan preventif untuk mengurangi dampak stres.
3. Memberikan solusi pemantauan kesehatan yang sederhana, terjangkau, dan mudah diimplementasikan tanpa bergantung pada perangkat wearable komersial yang relatif mahal.

Adapun manfaat dalam hal akademis dari penelitian ini di antaranya:

1. Memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang sistem monitoring kesehatan berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan memanfaatkan analisis sinyal fisiologis.
2. Memperkuat kajian terkait penggunaan *Heart Rate Variability* (HRV) dalam mendeteksi kondisi stres.
3. Menyediakan referensi dan dasar penelitian bagi pengembangan sistem deteksi stres berbasis data fisiologis secara *real-time* di masa mendatang.

Adapun manfaat secara teknologis dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Menghasilkan purwarupa sistem deteksi stres berbasis *Internet of Things* menggunakan *Pulse Sensor* dan mikrokontroler *ESP8266* yang mampu melakukan akuisisi data detak jantung secara *real-time*.
2. Mengembangkan sistem pengolahan data berbasis *Python* untuk analisis parameter BPM dan HRV secara otomatis.
3. Menyediakan platform awal yang dapat dikembangkan lebih lanjut, seperti integrasi dengan aplikasi mobile, sistem notifikasi dini, maupun pengembangan perangkat wearable berbasis kesehatan digital.

1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Agar penelitian ini tetap fokus dan terukur, maka perlu ditetapkannya batasan-batasan sebagai berikut:

1. Sistem yang dikembangkan difokuskan pada deteksi stres berbasis parameter detak jantung pada individu yang bekerja di depan komputer.
2. Akuisisi data detak jantung dilakukan menggunakan *Pulse Sensor* berbasis *photoplethysmography* (PPG) yang dipasang pada jari tangan pengguna.
3. Mikrokontroler yang digunakan dalam sistem adalah ESP8266 sebagai perangkat utama untuk membaca dan mengirimkan data sensor.
4. Data sinyal detak jantung diambil melalui pin analog (AO) pada ESP8266 dengan frekuensi sampling tertentu yang disesuaikan untuk kebutuhan analisis detak jantung.
5. Pengolahan data dilakukan menggunakan bahasa pemrograman *Python* dengan bantuan *library* seperti *pandas* dan *matplotlib* untuk analisis dan visualisasi data.
6. Parameter yang dianalisis dalam penelitian ini terbatas pada *Beats Per Minute* (BPM) dan *Heart Rate Variability* (HRV) menggunakan metode kurtosis
7. Perhitungan HRV dilakukan berdasarkan interval antar puncak sinyal (*inter-beat-interval*) yang diperoleh dari data *pulse* sensor.
8. Sistem tidak menggunakan metode *machine learning* atau kecerdasan buatan dalam proses deteksi stres.
9. Sistem hanya berfokus pada pengolahan data detak jantung tanpa mengintegrasikan parameter fisiologis lain seperti suhu tubuh, *galvanic skin response* (GSR), atau tekanan darah.
10. Pengujian dilakukan pada jumlah subjek terbatas yakni sebanyak 20 responden mahasiswa Teknik Informatika yang dalam kondisi aktivitas bekerja di depan computer dalam durasi tertentu.
11. Pengambilan data dilakukan dalam kondisi lingkungan yang relatif terkontrol, sehingga faktor eksternal seperti gerakan tangan, posisi sensor, dan noise sinyal dapat memengaruhi hasil pengukuran.
12. Sistem *real-time* yang dikembangkan terbatas pada pengiriman data dari ESP8266 ke komputer tanpa integrasi penuh dengan sistem cloud atau aplikasi mobile.

13. Implementasi sistem dilakukan dalam skala prototipe (*prototype*) dan belum dalam bentuk perangkat wearable yang siap digunakan secara komersial.
14. Sistem yang dikembangkan tidak digunakan untuk diagnosis medis, melainkan sebagai alat pemantauan awal (*monitoring*) kondisi stres.
15. Evaluasi sistem difokuskan pada kemampuan dalam memperoleh, mengolah, dan menganalisis data detak jantung, tanpa melakukan validasi klinis terhadap hasil deteksi stres.