Inovasi Sistem Pemantauan Kesehatan Berbasis Sensor Multimodal dan Kecerdasan Buatan

Akselerasi Inovasi Multidisiplin ITB – 2026

Almer Fandriyanto[1], Habibur Muhaimin[1], Amaruddin Mu'tadz[1], Donny Danudirdjo[1], Kusmadi Andinata[1], Yosi Agustina Hidayat[2], Andriyan Bayu Suksmono[1], Yoanes Bandung[1], Suprijadi[3]

[1] School of Electrical Engineering and Informatics, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia
[2] Department of Industrial Engineering, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia
[3] Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia

Abstract

Magic Mirror merupakan sistem pemantauan kesehatan terintegrasi yang menggabungkan sensor biomedis, pengolahan citra, dan kecerdasan buatan (AI) dalam satu platform cermin interaktif. Sistem ini dirancang untuk memantau lima parameter kesehatan, yaitu detak jantung (HR), saturasi oksigen (SpO_2), suhu tubuh, tekanan darah, dan estimasi tingkat hidrasi. Integrasi berbagai perangkat memungkinkan pengguna memperoleh informasi fisiologis melalui satu sistem yang praktis dan terpusat.

Pengembangan dilakukan dengan mengintegrasikan pulse oximeter, kamera termal, tensimeter digital, dan kamera RGB. Seluruh data diproses menggunakan perangkat lunak berbasis Python dan ditampilkan melalui antarmuka pengguna grafis (GUI).

Prototipe yang dihasilkan menunjukkan keberhasilan integrasi berbagai modalitas pengukuran dalam satu platform. Inovasi ini berpotensi dikembangkan sebagai teknologi pendukung pemantauan kesehatan awal di lingkungan rumah tangga maupun fasilitas pelayanan kesehatan.

Keyword: Magic Mirror, Health Monitoring System, Biomedical Sensors, Artificial Intelligence, Multimodal Sensor Integration.

Introduction

Pemantauan kondisi kesehatan secara berkala merupakan aspek penting dalam meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap kondisi fisiologis tubuh. Namun, pemeriksaan konvensional masih melibatkan berbagai perangkat medis yang terpisah, sehingga proses pengukuran menjadi kurang praktis dan efisien untuk penggunaan sehari-hari.

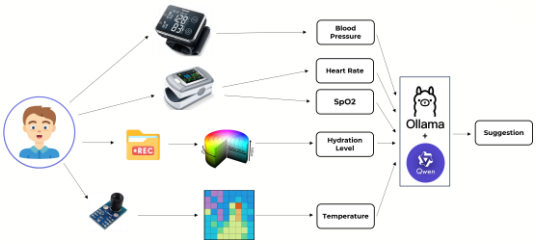
Untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan Magic Mirror sebagai sistem pemantauan kesehatan berbasis sensor multimodal dan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI). Sistem ini menggabungkan teknologi pengukuran biomedis, pencitraan digital, dan pemrosesan data dalam satu perangkat berbentuk cermin interaktif yang dirancang agar mudah digunakan oleh masyarakat.

Magic Mirror dirancang untuk memantau lima parameter kesehatan, meliputi detak jantung (HR), saturasi oksigen (SpO_2), suhu tubuh, tekanan darah sistolik dan diastolik, serta estimasi tingkat hidrasi. Pengukuran dilakukan dengan memanfaatkan pulse oximeter, kamera termal, tensimeter digital, serta analisis citra wajah berbasis pengolahan citra.

Melalui integrasi tersebut, Magic Mirror diharapkan dapat mempermudah akses masyarakat terhadap informasi kesehatan awal serta mendukung pemantauan kesehatan secara berkala di lingkungan rumah tangga dan fasilitas pelayanan kesehatan.

Research Method

Pengembangan Magic Mirror menggunakan pendekatan pengembangan prototipe (*prototype-based development*) yang mencakup perancangan arsitektur sistem, integrasi perangkat keras, pengembangan perangkat lunak, akuisisi data, dan pemrosesan berbasis AI. Sistem terdiri atas kamera RGB, kamera termal, pulse oximeter, tensimeter digital, serta komputer sebagai unit pemrosesan utama yang mengoordinasikan komunikasi antarperangkat.



Picture 1. Arsitektur Sistem dan Alur Kerja Magic Mirror

Kamera RGB digunakan untuk memperoleh citra wajah yang selanjutnya diproses menggunakan algoritma pengolahan citra dan AI untuk mengestimasi tingkat hidrasi. Kamera termal digunakan untuk memperoleh informasi suhu tubuh, sedangkan pulse oximeter berfungsi mengukur detak jantung dan saturasi oksigen. Pengukuran tekanan darah sistolik dan diastolik dilakukan menggunakan tensimeter digital yang terintegrasi dengan sistem.

Seluruh perangkat terhubung dengan komputer pemroses berbasis Python untuk melakukan akuisisi, pemrosesan, dan integrasi data. Antarmuka pengguna grafis (GUI) dikembangkan menggunakan PySide6 untuk menampilkan hasil pengukuran secara terstruktur dan interaktif. Selain itu, sistem mengintegrasikan model bahasa berbasis AI melalui Ollama dan Qwen untuk mengolah informasi hasil pemantauan serta menghasilkan saran kesehatan yang relevan.



Picture 2. Demonstrasi Penggunaan Prototipe Magic Mirror

Discussion & Result

Pengembangan menghasilkan prototipe Magic Mirror yang mampu mengintegrasikan lima parameter pemantauan kesehatan dalam satu aplikasi. Integrasi pulse oximeter berhasil dilakukan untuk memperoleh data detak jantung dan saturasi oksigen. Tensimeter digital juga berhasil diintegrasikan untuk membaca tekanan darah sistolik dan diastolik.

Selain itu, subsistem kamera termal dan algoritma estimasi tingkat hidrasi berbasis pengolahan citra dan AI telah berhasil diimplementasikan. Seluruh komponen utama telah terintegrasi dengan antarmuka pengguna untuk menampilkan hasil pengukuran secara terstruktur.

Hasil pengujian fungsional awal menunjukkan bahwa sistem telah mampu menjalankan fungsi utama pemantauan dan integrasi berbagai perangkat pengukuran. Prototipe juga telah didemonstrasikan kepada pihak eksternal dan diperkenalkan melalui konferensi IMTECH-BME 2026. Meskipun demikian, optimalisasi masih diperlukan, khususnya pada kecepatan akuisisi data tensimeter, peningkatan performa algoritma estimasi hidrasi, serta pengujian lanjutan untuk mengevaluasi akurasi dan stabilitas seluruh parameter terhadap perangkat referensi.

Conclusion

Penelitian ini berhasil mengembangkan prototipe Magic Mirror sebagai sistem pemantauan kesehatan terintegrasi yang menggabungkan sensor biomedis multimodal, pengolahan citra digital, dan kecerdasan buatan. Sistem telah mengintegrasikan lima parameter kesehatan, yaitu detak jantung, saturasi oksigen, suhu tubuh, tekanan darah, dan estimasi tingkat hidrasi dalam satu platform interaktif yang dilengkapi antarmuka visualisasi hasil pengukuran.

Keberhasilan integrasi berbagai perangkat menunjukkan potensi Magic Mirror sebagai teknologi pendukung pemantauan kesehatan awal yang praktis dan mudah diakses. Sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mendukung kebutuhan pemantauan kesehatan di lingkungan rumah tangga, klinik, puskesmas, maupun fasilitas pelayanan kesehatan lainnya.

Pengembangan selanjutnya difokuskan pada optimalisasi kecepatan akuisisi data tensimeter, peningkatan performa dan konsistensi algoritma estimasi hidrasi, serta pengujian dan validasi akurasi seluruh parameter menggunakan perangkat referensi. Melalui penyempurnaan tersebut, Magic Mirror diharapkan dapat berkembang menjadi inovasi teknologi kesehatan yang memiliki potensi implementasi lebih luas dan memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem pemantauan kesehatan cerdas.