

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya Prevalensi Obesitas di Indonesia telah menjadi masalah kesehatan masyarakat yang semakin serius di Indonesia. Data terbaru menunjukkan bahwa sekitar 33% orang dewasa Indonesia kini mengalami *overweight* atau obesitas, meningkat signifikan dari tahun-tahun sebelumnya [1]. Selain itu, 1 dari 5 anak usia sekolah dan 1 dari 7 remaja juga telah terdampak obesitas, menandakan masalah ini kini meluas ke seluruh kelompok usia. Studi di wilayah urban bahkan melaporkan proporsi obesitas dewasa mencapai 50,1%, dengan tren kenaikan yang terus berlanjut [2].

Indeks Massa Tubuh (IMT) masih menjadi indikator utama untuk menilai status berat badan di Indonesia. Namun, IMT memiliki keterbatasan karena tidak dapat membedakan antara massa otot dan lemak tubuh, serta cenderung kurang akurat untuk diagnosis individu. Penelitian terbaru menegaskan bahwa IMT hanya cukup baik untuk surveilans populasi, namun tidak ideal sebagai alat diagnosis klinis individu [2].

Metode pengukuran komposisi tubuh seperti *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA) menawarkan presisi lebih tinggi dibandingkan IMT karena dapat mengidentifikasi distribusi lemak tubuh, termasuk lemak visceral yang berisiko tinggi terhadap penyakit degeneratif. BIA juga memungkinkan pengukuran kadar air, lemak, dan massa otot secara cepat dan non-invasif, sehingga memberikan gambaran kesehatan yang lebih komprehensif bagi individu [3].

Di Indonesia, perangkat pengukur IMT dan komposisi tubuh masih menghadapi kendala seperti harga yang relatif mahal, keterbatasan akses, dan akurasi yang bervariasi. Banyak alat yang belum terintegrasi dengan aplikasi digital, sehingga masyarakat kesulitan memantau kesehatannya secara mandiri dan berkala. Penelitian terbaru menyoroti perlunya alat ukur yang mudah digunakan, terjangkau, dan terhubung dengan aplikasi digital agar dapat meningkatkan pemantauan kesehatan masyarakat [4].

Integrasi perangkat BIA dengan aplikasi Android memungkinkan pemantauan kesehatan secara mandiri. Lebih jauh, pengolahan data antropometri menggunakan kecerdasan buatan telah terbukti mampu meningkatkan akurasi prediksi risiko penyakit degeneratif seperti stroke, penyakit jantung, ginjal, dan diabetes tipe 2 [5]. Teknologi ini dapat mengolah berbagai data tubuh untuk menghasilkan prediksi risiko secara personal, sehingga masyarakat dapat memperoleh informasi kesehatan yang lebih spesifik dan akurat.

Selain dari sisi teknis, keberadaan sistem prediksi kesehatan personal juga memainkan peran penting dalam mendorong perubahan perilaku masyarakat. Ketika seseorang menerima informasi risiko berdasarkan data tubuhnya sendiri, persepsi terhadap ancaman penyakit menjadi lebih nyata dan personal, sehingga mendorong niat untuk melakukan tindakan preventif. Penelitian menunjukkan bahwa persepsi risiko ini berperan sebagai pemicu aksi [6] yang efektif untuk membentuk kesadaran dan komitmen gaya hidup sehat, terutama jika disertai keyakinan bahwa upaya individu mampu mengurangi risiko tersebut. Selain itu, prediksi yang disampaikan secara personal juga memperkuat keyakinan diri [7] dan sikap positif terhadap aktivitas hidup sehat, yang terbukti memperbesar peluang individu untuk menjaga kesehatan secara konsisten dalam jangka panjang.

Penelitian sebelumnya juga telah menunjukkan keberhasilan penggunaan kecerdasan buatan dalam perancangan sistem prediksi multi-penyakit degeneratif [8]. Studi oleh Abbas [8] mengembangkan model *machine learning* berbasis *Random Forest*, *Logistic Regression*, dan integrasi teknologi *large language model* untuk memprediksi risiko berbagai penyakit kronis seperti penyakit ginjal, jantung, liver, tuberkulosis, dan demensia. Hasilnya, model *Random Forest* pada prediksi penyakit ginjal dan jantung mencapai akurasi masing-masing sebesar 85,3% dan 88,2%, dengan sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi. Akurasi di atas 80% dalam penelitian ini diakui secara internasional sebagai standar sangat baik untuk aplikasi sistem prediksi kesehatan berbasis AI, sekaligus membuktikan bahwa sistem serupa sangat layak untuk diimplementasikan secara klinis maupun masyarakat. Temuan tersebut memperkuat urgensi pengembangan sistem prediksi penyakit degeneratif berbasis AI di Indonesia yang akurasinya dapat disejajarkan dengan studi global [8].

Dengan terus meningkatnya prevalensi obesitas dan penyakit degeneratif di Indonesia, diperlukan inovasi sistem cerdas berbasis BIA dan kecerdasan buatan yang bersifat preventif. Sistem ini tidak hanya memudahkan masyarakat dalam memantau status kesehatan fisiknya, tetapi juga berperan penting dalam upaya pencegahan dini penyakit tidak menular. Inovasi semacam ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran, kemandirian, dan perilaku hidup sehat masyarakat secara luas, sekaligus mendukung program nasional pengendalian obesitas dan penyakit degeneratif [9].

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan sebelumnya, maka rumusan masalah untuk tugas akhir, sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang sistem timbangan cerdas menggunakan metode *Bioelectrical Impedance Analysis* dengan bias $\leq 4,8\%$.
2. Bagaimana merancang model kecerdasan buatan untuk sistem prediksi status kesehatan berdasarkan data antropometri dengan akurasi minimal 83%?
3. Parameter apa saja yang dapat diukur dan dianalisis untuk memprediksi status kesehatan berdasarkan hasil pengukuran dan pengolahan data antropometri?
4. Bagaimana mengimplementasikan dan mengevaluasi performa sistem ukur antropometri cerdas?

1.3 Tujuan

Berikut tujuan dari penelitian tugas akhir ini, yaitu :

1. Membangun prototipe sistem timbangan cerdas menggunakan metode *Bioelectrical Impedance Analysis* dengan bias $\leq 4,8\%$.
2. Membangun model kecerdasan buatan untuk sistem prediksi status kesehatan berdasarkan data antropometri dengan akurasi minimal 83%
3. Mengidentifikasi parameter apa saja yang dapat diukur dan dianalisis untuk memprediksi status kesehatan berdasarkan hasil pengukuran dan pengolahan data antropometri
4. Mengimplementasikan dan mengevaluasi performa sistem ukur antropometri cerdas

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah hasil dari analisis performa aplikasi yang dapat menjadi salah satu referensi teknologi dalam pengembangan aplikasi prediksi kesehatan menggunakan data antropometri. Dengan memahami performa aplikasi saat ini, peneliti selanjutnya dapat mengidentifikasi bagian yang masih memiliki ruang untuk perbaikan ataupun pengembangan. Hal ini, memungkinkan perancangan strategi pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan performa aplikasi di masa mendatang untuk meningkatkan efisiensi dalam prediksi kesehatan seseorang, sehingga dapat lebih memenuhi kebutuhan pengguna dan tujuan aplikasi.

1.5 Batasan Masalah

Dengan pengerjaan tugas akhir ini dilakukan pembatasan masalah agar menjadi terarah dan memiliki cangkupan batasan masalah yang akan dibahas. Batasan masalah sebagai berikut :

1. Perancangan ini dibatasi oleh alat ukur antropometri tertentu.
2. Subjek penelitian ini dibatasi dari rentang usia 19 sampai 25 tahun.
3. Penelitian ini dilakukan pada ruang lingkup masyarakat Indonesia.
4. Perancangan *Hardware* untuk alat ukur antropometri menggunakan beberapa komponen dan sensor tertentu.
5. Alat dikembangkan agar bisa tersambung oleh *software* berbasis Android.
6. Fitur untuk analisa data dan laporan hanya tersedia untuk pengguna individu, sehingga tidak bisa digunakan untuk tenaga medis.

1.6 Metode Penelitian

Berikut merupakan beberapa metodologi yang digunakan untuk penyelesaian masalah pada tugas akhir ini:

1. Studi Literatur

Penelitian dimulai dengan studi literatur untuk mengumpulkan informasi dari jurnal, artikel ilmiah, dan standar internasional terkait:

- a. Konsep dasar antropometri dan pengukuran komposisi tubuh pada orang dewasa.

- b. Teknologi *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA), sensor berat dan tinggi badan, serta perangkat keras penunjang timbangan digital.
- c. Standar desain perangkat keras dan perangkat lunak untuk alat kesehatan serta aplikasi mobile.

2. Perancangan Sistem Terintegrasi

a. Perancangan Timbangan Digital

- 1) Mendesain dan membangun perangkat timbangan digital berbasis metode BIA.
- 2) Integrasi sensor berat badan, sensor tinggi badan (misal: sensor ultrasonik atau pengukur panjang kaki), serta modul pengukur kadar air, lemak, dan massa otot.
- 3) Pengembangan rangkaian elektronik, pemrograman mikrokontroler, dan modul komunikasi Bluetooth agar data dapat dikirim ke aplikasi Android.
- 4) Pengujian fungsionalitas perangkat keras untuk memastikan akurasi pengukuran dan stabilitas transmisi data.

b. Perancangan Aplikasi Android

- 1) Pengembangan aplikasi Android yang menerima data dari timbangan digital melalui Bluetooth.
- 2) Implementasi fitur perhitungan otomatis untuk parameter seperti IMT, persentase lemak tubuh, kadar air, massa otot, serta estimasi tinggi badan.
- 3) Integrasi model prediksi untuk BMR, visceral fat, dan risiko penyakit degeneratif menggunakan data antropometri.
- 4) Desain antarmuka pengguna (UI) yang sederhana dan mudah dipahami, serta pengujian pengalaman pengguna (UX).

3. Integrasi Sistem

- a. Menghubungkan perangkat timbangan digital dengan aplikasi Android melalui protokol *Bluetooth*.
- b. Pengujian integrasi untuk memastikan seluruh data dari timbangan dapat diterima, diproses, dan ditampilkan dengan benar di aplikasi.
- c. Validasi sinkronisasi data antara perangkat keras dan aplikasi.

4. Pengujian dan Karakterisasi Sistem

- a. Pengujian Akurasi Perangkat Keras: Membandingkan hasil pengukuran timbangan digital dengan alat ukur standar (kalibrasi berat, tinggi, dan komposisi tubuh).
- b. Pengujian Akurasi Aplikasi: Membandingkan hasil perhitungan aplikasi dengan hasil manual atau alat antropometri lain.
- c. Pengujian Performa Sistem: Mengukur kecepatan dan stabilitas pengiriman data dari timbangan ke aplikasi menggunakan timestamp logging.
- d. Pengujian UI/UX Aplikasi: Menggunakan kuesioner System Usability Scale (SUS) untuk menilai kemudahan penggunaan aplikasi dari sisi pengguna.

5. Implementasi Lapangan

- a. Uji coba sistem terintegrasi pada sejumlah pengguna untuk menilai kepraktisan, efisiensi, dan kemudahan penggunaan dalam pemantauan antropometri secara berkala.
- b. Pengumpulan umpan balik dari pengguna untuk evaluasi dan pengembangan sistem lebih lanjut.

6. Analisis Data

- a. Analisis statistik untuk menilai tingkat akurasi, kesalahan, dan reliabilitas hasil pengukuran serta perhitungan aplikasi.
- b. Analisis usability berdasarkan skor kuesioner SUS.
- c. Evaluasi integrasi sistem dan rekomendasi pengembangan.

7. Kesimpulan

Terakhir yaitu penarikan kesimpulan atas semua tahap yang telah dilakukan. Dalam kesimpulan berisikan evaluasi dari seluruh kinerja sistem, efektifitas timbangan yang digunakan untuk subjek, dan pengembangan lebih lanjut.