

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

Pertumbuhan jumlah penduduk Indonesia terpantau terus meningkat dari tahun ke tahun. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah penduduk per pertengahan tahun 2024 mencapai sekitar 281 ribu jiwa [1]. Seiring dengan pertumbuhan ini pun, pastinya tidak terlepas dari jumlah penduduk lanjut usia yang turut meningkat. Hasil Sensus Penduduk Indonesia pada tahun 2023 menunjukkan bahwa hampir 12 persen atau sekitar 29 juta penduduk Indonesia termasuk dalam kategori lanjut usia (lansia) [2]. Adanya peningkatan jumlah penduduk lansia dari tahun ke tahun harus menjadi fokus utama dalam hal penanganan kesehatan.

Secara alamiah, tubuh manusia pasti mengalami penurunan dalam fungsi organnya akibat proses penuaan. Hal inilah yang menjadi penyebab lansia menjadi lebih rentan terhadap berbagai penyakit dibanding dengan manusia dengan umur yang lebih muda. Penyakit degeneratif merupakan suatu penyakit atau kondisi kesehatan dengan resiko paling tinggi diderita oleh lansia, dimana pada penyakit ini terjadi penurunan fungsi sel, jaringan, dan organ tubuh yang cenderung memburuk seiring pertambahan usia [3]. Beberapa penyakit degeneratif yang paling umum, diantaranya penyakit jantung, hipertensi, diabetes, kanker, dan masih banyak lagi. Pada kasus penyakit degeneratif, kebanyakan lansia baru menyadari disaat kondisi parah dan sudah dengan komplikasi. Dalam hal ini, ketidaksadaran lansia akan kesehatan dan kondisi tubuh sendiri akan mengurangi kemampuan lansia untuk melakukan aktivitas sehari-hari, meningkatkan angka penurunan kualitas hidup, bahkan angka kematian.

Dalam konteks perawatan medis, khususnya pada lansia diperlukan pemantauan kesehatan secara rutin terhadap tanda-tanda vital (TTV) untuk mencegah atau meminimalisir terjadinya keterlambatan penanganan atas penyakit-penyakit degeneratif yang sudah dijelaskan sebelumnya. Pemeriksaan tanda-tanda vital, seperti saturasi oksigen dalam darah (SpO_2), suhu tubuh, detak jantung, dan tekanan darah merupakan cara cepat dan efisien untuk memantau kondisi pasien [4]. TTV merupakan sebuah pengukuran serta penilaian dan langkah awal yang sangat penting untuk setiap evaluasi klinis. Tingkat kelainan dari TTV juga dapat memprediksi hasil kesehatan pasien, khususnya lansia dalam jangka panjang [5].

Perlunya pemeriksaan TTV secara rutin, tentunya menjadi masalah tersendiri bagi para lansia, dimana tidak semua lansia di Indonesia dapat melakukan pemeriksaan rutin ke rumah sakit, puskesmas, atau posyandu secara mandiri. Lansia yang memiliki keterbatasan dalam bergerak akan kesulitan untuk bepergian sendiri dan akhirnya akan menimbulkan keterlambatan dalam pendeteksian penyakit. Selain masalah keterbatasan dalam mobilisasi, pemeriksaan kesehatan secara rutin yang harus dilakukan di tempat-tempat medis terbukti memakan banyak waktu dan biaya sehingga menjadi kurang efisien dalam pendataan dan menyebabkan penurunan kualitas penanganan yang cepat. Maka dari itu, dibutuhkan sebuah solusi yang bisa membantu para lansia dan tenaga medis serta keluarga dalam melakukan pemantauan atau pemeriksaan TTV secara *real-time* dan tentunya dapat dipantau dari jarak jauh.

Berdasar pada masalah tersebut, *wearable device* merupakan salah satu solusi yang dapat dikembangkan untuk menangani permasalahan ini. *Wearable device* yang diusulkan dapat mendeteksi TTV, seperti detak jantung, saturasi oksigen dalam darah (SpO₂), suhu tubuh, serta tekanan darah. TTV dapat terdeteksi secara sekaligus dalam waktu yang bersamaan dan dapat dipantau secara *real-time* dari jarak yang jauh sekalipun melalui *mobile application* atau *website*.

1.2 Analisis Masalah

1.2.1 Aspek Ekonomi

Biaya pemeriksaan kesehatan rutin di fasilitas medis formal seperti rumah sakit atau klinik seringkali menjadi beban ekonomi tersendiri bagi lansia, terutama mereka yang tidak memiliki penghasilan tetap atau hidup bergantung pada pensiunan dan bantuan keluarga. Pemeriksaan kesehatan tidak hanya melibatkan konsultasi dengan dokter umum atau spesialis, tetapi juga mencakup biaya tambahan seperti tes laboratorium (cek darah, elektrokardiogram, dll), biaya administrasi, dan layanan lainnya yang tarifnya bisa cukup tinggi jika dilakukan secara berkala. Di sisi lain, sebagian besar lansia tinggal di area suburban atau pedesaan, di mana akses ke fasilitas medis masih terbatas. Mereka harus menempuh perjalanan jauh yang memerlukan biaya transportasi dan pendampingan, sehingga menambah beban finansial secara keseluruhan. Selain uang, waktu dan tenaga yang dikeluarkan untuk proses ini juga cukup besar, mulai dari menunggu antrian panjang hingga proses pemeriksaan yang memakan waktu. Kondisi ini menjadi alasan utama mengapa sebagian lansia enggan atau jarang melakukan pemeriksaan rutin.

1.2.2 Aspek Kesehatan

Secara fisiologis, lansia sangat rentan terhadap berbagai penyakit degeneratif seperti hipertensi, diabetes, penyakit jantung, gangguan pernapasan, serta gangguan metabolik lainnya. Namun, sebagian besar penyakit tersebut berkembang secara perlahan dan tidak menunjukkan gejala yang nyata pada tahap awal, sehingga sering kali tidak terdeteksi hingga mencapai kondisi yang parah. Oleh karena itu, pemantauan tanda-tanda vital (TTV) seperti detak jantung, tekanan darah, suhu tubuh, dan kadar oksigen dalam darah secara rutin sangat penting untuk mendeteksi gejala awal dari gangguan kesehatan tersebut. Akan tetapi, tingkat kesadaran sebagian besar lansia terhadap pentingnya *monitoring* kesehatan mandiri masih rendah. Banyak dari mereka belum terbiasa menggunakan alat-alat medis sederhana di rumah atau bahkan tidak memiliki perangkat tersebut. Faktor lain seperti ketergantungan pada orang lain, keterbatasan fisik, atau ketidaktahuan terhadap teknologi juga menghambat mereka dalam memantau kondisi kesehatan sendiri. Kurangnya pemantauan rutin ini meningkatkan risiko keterlambatan dalam penanganan penyakit dan berujung pada komplikasi yang lebih berat.

1.2.3 Aspek Efektivitas

Penggunaan wearable device yang mampu mengukur beberapa tanda-tanda vital secara terintegrasi dalam satu perangkat dapat menjadi solusi efektif dan efisien untuk kebutuhan lansia. Alat ini memungkinkan pengukuran detak jantung, suhu tubuh, kadar oksigen (SpO_2), serta tekanan darah secara otomatis dan terus menerus tanpa perlu peralatan yang rumit atau kunjungan ke fasilitas medis. Hasil pengukuran dapat disimpan atau dikirim secara real-time ke tenaga medis atau anggota keluarga untuk pemantauan jarak jauh. Dengan demikian, wearable device dapat membantu dalam deteksi dini gangguan kesehatan, memungkinkan intervensi lebih cepat, dan meningkatkan kualitas hidup lansia. Bagi tenaga kesehatan, alat ini dapat mengurangi beban kerja dalam melakukan pemeriksaan manual dan mempercepat pengambilan keputusan medis berbasis data. Selain itu, dalam jangka panjang, penggunaan perangkat ini dapat menekan biaya layanan kesehatan karena memungkinkan pencegahan dan pengelolaan penyakit sebelum mencapai tahap kritis, sehingga tidak hanya efisien dari sisi teknologi tetapi juga memberikan dampak sosial dan ekonomi yang positif.

1.3 Analisis Solusi yang Ada

Dalam pengembangan *wearable device* untuk *monitoring* kesehatan, perlu dilakukan analisis solusi yang sudah ada untuk mengidentifikasi keunggulan, kekurangan, dan keterbatasannya. Berikut merupakan analisis solusi yang sudah ada dan relevan dengan pengembangan *wearable device*:

1.3.1 Produk A

1. Judul Penelitian: *Wearable Device* untuk Deteksi Sistem Vital [6]
2. Fitur Utama: Sebagai alat untuk mendeteksi dan *monitoring* detak jantung dan SpO₂.
3. Fitur Produk:
 - Mendeteksi detak jantung dan SpO₂.
 - Hasil deteksi dapat ditampilkan pada layar LCD pada perangkat.
 - Hasil deteksi dikirimkan ke Blynk dan dapat dipantau oleh pengguna melalui *mobile application*.
 - Menggunakan sensor MAX30100 untuk mendeteksi detak jantung dan SpO₂.

1.3.2 Produk B

1. Judul Penelitian: *HealthBand: A Remotely Monitored Health Status Bracelet* [7]
2. Fitur Produk:
 - Gelang untuk mendeteksi detak jantung dan suhu tubuh manusia.
 - Menggunakan *photodiode* dan LED SMD *ultrabright* merah sebagai sensor denyut nadi.
 - Arduino IDE dan *processing* digunakan sebagai program untuk menghubungkan komponen ke board arduino.
 - Aplikasi android dapat menampilkan hasil deteksi sehingga dapat dipantau dari jarak jauh.
 - Data deteksi sensor terbaru ditampilkan setiap 30 detik.

1.3.3 Produk C

1. Judul Penelitian: *Health Monitoring System* dengan Indikator Suhu Tubuh, Detak Jantung, dan Saturasi Oksigen berbasis *Internet of Things* (IoT) [8]
2. Fitur Produk:
 - Mendeteksi TTV dan memantau pasien rawat jalan, seperti pasien dengan serangan jantung atau gangguan sistem pernapasan.
 - Menggunakan sensor MAX30102 untuk mendeteksi detak jantung dan SpO₂ dan sensor DS18B20 sebagai pendeteksi suhu tubuh.
 - NodeMCU sebagai prosesor yang mengatur sistem IoT.
 - Arduino IDE sebagai *software* untuk memprogram sistem IoT.

Dengan mempertimbangkan solusi yang sudah ada sebelumnya, maka perlu pengembangan terhadap *wearable device* yang dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan lansia, dengan fokus pada fleksibilitas penggunaannya dalam aktivitas sehari-hari. Alat ini akan dirancang agar pengguna merasa lebih nyaman dalam memantau kondisi TTV, sehingga meningkatkan kemungkinan para lansia menggunakan alat ini secara konsisten. Dengan peningkatan integrasi *wearable device* dengan *mobile application*, diharapkan dapat memudahkan para pengguna dalam merespon kondisi TTV dari jarak jauh, sehingga memberikan rasa aman yang lebih bagi lansia dan kerabat. Sistem ini dirancang dengan tujuan memberikan dukungan yang lebih baik terhadap peningkatan kualitas hidup lansia.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dalam penelitian tugas akhir *wearable device* untuk *monitoring* kesehatan ini, ialah:

1. Membuat *prototype* alat untuk deteksi dan *monitoring* tanda-tanda vital yang terhubung dengan *mobile application*.
2. Membuat *mobile application* sebagai wadah *monitoring real-time* tanda-tanda vital yang terdeteksi pada *prototype* alat.

1.5 Batasan Tugas Akhir

Agar penelitian tugas akhir *wearable device* untuk *monitoring* kesehatan ini tidak meluas dari pembahasan, maka penelitian dibatasi oleh beberapa hal sebagai berikut:

1. Penelitian hanya difokuskan untuk memantau empat tanda-tanda vital, yaitu detak jantung (bpm), saturasi oksigen dalam darah atau SpO₂ (%), suhu tubuh (°C), dan tekanan darah (mmHg).
2. Alat hanya menggunakan dua jenis sensor utama, yaitu
 - MAX30102 untuk mendeteksi detak jantung, SpO₂, dan sinyal PPG untuk prediksi tekanan darah.
 - MAX30205 untuk mendeteksi suhu tubuh.
3. Prediksi tekanan darah dilakukan secara non-invasif berbasis *Photoplethysmography* (PPG) dan *machine learning*.
4. Dalam penelitian ini, *machine learning* hanya digunakan untuk mendeteksi tekanan darah.
5. Data hasil deteksi TTV ditampilkan melalui layar OLED pada perangkat dan melalui aplikasi *mobile* LiveLy yang terhubung ke Firebase serta tidak terdapat notifikasi atau pengingat otomatis untuk kondisi abnormal.
6. Pengujian alat dilakukan terhadap responden berusia lanjut (>60 tahun) dalam kondisi istirahat/diam. Tidak dilakukan pengujian dalam kondisi aktivitas fisik.