

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor kesehatan global sedang berkembang seiring dengan bertambahnya usia populasi dunia, dan perawatan pasien yang efisien menjadi semakin penting. Dalam lima dekade terakhir, jumlah penduduk usia 65 tahun ke atas meningkat tajam dari 5,5% pada 1974 menjadi 10,3% pada 2024, dan diperkirakan akan terus melonjak hingga mencapai 20,7% pada 2074 menurut data Perserikatan Bangsa-Bangsa [1]. Bahkan, pada 2024 jumlah lansia secara global mencapai 1,4 miliar dari 1 miliar pada 2020 [2]. Diproyeksikan bahwa satu dari enam orang di dunia akan berusia di atas 60 tahun pada 2030. Kondisi ini menimbulkan tantangan besar bagi sistem kesehatan, terutama dalam menangani penyakit kronis yang umum di kalangan lansia seperti hipertensi, diabetes, dan gangguan jantung. Penyakit-penyakit ini tidak hanya menurunkan kualitas hidup, tetapi juga memperberat beban biaya dan tenaga pada sistem layanan kesehatan nasional. Menurut Badan Statistik Nasional, populasi lanjut usia di Indonesia terus meningkat [3]. Diperkirakan pada tahun 2035, jumlahnya akan meningkat menjadi 11%. Saat ini, sekitar 51,1% orang berusia di atas 60 tahun mengalami masalah kesehatan, dengan hipertensi, diabetes, dan penyakit jantung menjadi tiga penyakit paling umum di kalangan orang dewasa. Selain itu, diabetes dan penyakit kardiovaskular memberikan beban terbesar pada asuransi kesehatan nasional [4]. Hal ini jelas memerlukan teknologi baru untuk meningkatkan kualitas perawatan sekaligus mengurangi beban kerja tenaga kesehatan.

Berbagai studi menunjukkan bahwa sistem otomatis lebih unggul dibanding pemantauan manual karena dapat mengurangi kesalahan manusia, mempercepat pengambilan keputusan, dan menyediakan pengawasan konstan yang sangat penting, terutama di unit perawatan intensif, pascaoperasi, dan layanan kesehatan jarak jauh [5], [6], [7].

Sensor *wearable* kini menjadi bagian penting dari layanan telemedisin, karena mampu merekam data fisiologis dan aktivitas pasien melalui perangkat yang nyaman digunakan sehari-hari. Penggunaan perangkat ini secara global meningkat pesat, dari 600 juta unit pada 2020 menjadi lebih dari 1,1 miliar unit pada 2022 [8]. Ketika diintegrasikan dengan analisis berbasis AI, sistem ini mampu mengidentifikasi perubahan kecil dalam kondisi kesehatan, memprediksi potensi kejadian darurat, dan menghasilkan rekomendasi medis yang lebih tepat sasaran. Bahkan, 00. Meski begitu, campur tangan manusia tetap diperlukan, terutama dalam memverifikasi hasil analisis AI untuk mencegah kesalahan diagnosis dan menjaga etika dalam pengambilan keputusan [9].

Salah satu studi [10] menyoroti peran penting dari aplikasi IoT di bidang kesehatan dalam ekosistem kota pintar. Ia menekankan bahwa pemantauan kesehatan jarak jauh (Remote Healthcare Monitoring/RHM) menjadi elemen kunci dalam

peningkatan kualitas layanan kesehatan publik. Studi tersebut menunjukkan bahwa sistem RHM mampu menurunkan tingkat rawat inap, dari 45,5% pada sistem konvensional menjadi 35,6%, berkat pendekatan yang lebih preventif dan pemantauan pasien secara terus-menerus. Selain itu, model pembelajaran mesin (*machine learning*) seperti Support Vector Machines (SVM) terbukti dapat meningkatkan keakuratan prediksi hingga 89% pada data jangka pendek.

Berdasarkan tantangan dan peluang tersebut, studi ini mengusulkan sistem pemantauan kesehatan pintar dan terintegrasi untuk mengatasi berbagai kendala dalam layanan kesehatan modern. Sistem ini memanfaatkan jaringan biosensor non-invasif, konektivitas IoT yang andal, dan analitik berbasis AI di *cloud* untuk memantau parameter vital seperti detak jantung, tekanan darah, kadar oksigen, dan aktivitas fisik secara *real-time*. Sistem ini dapat digunakan oleh masyarakat umum yang sehat maupun untuk individu dengan kondisi kronis, pasien pascaoperasi, serta masyarakat di daerah terpencil yang sulit dijangkau oleh layanan medis konvensional.

Sistem ini mencakup deteksi dini penurunan kondisi fisik, pencegahan komplikasi yang bisa dihindari, pengurangan rawat inap dengan kondisi ringan, dan pengurangan beban administratif serta diagnostik bagi tenaga kesehatan. Dengan mengotomatisasi proses pemantauan di luar fasilitas medis, sistem ini juga meningkatkan koordinasi antara pasien, keluarga, dan tenaga medis agar intervensi dapat dilakukan tepat waktu. Yang paling penting, meskipun sistem ini mengandalkan kecanggihan teknologi, validasi oleh tenaga medis tetap diterapkan untuk menjaga akurasi diagnosis dan etika pengambilan keputusan. Pendekatan ini tidak hanya bertujuan meningkatkan efisiensi klinis, tetapi juga mendorong perubahan menuju model layanan kesehatan yang berkelanjutan dan dapat berkembang. Sistem ini mampu menjangkau populasi yang kurang terlayani, mengoptimalkan distribusi sumber daya medis, serta mendorong keterlibatan pasien dalam pengelolaan kesehatan pribadi. Dengan menjembatani kesenjangan antara kunjungan medis yang bersifat sementara dan kenyataan bahwa kesehatan adalah kondisi yang terus berubah, sistem ini berusaha mendefinisikan ulang layanan kesehatan yang berpusat pada pasien di era modern dengan menekankan keselamatan, kesejahteraan jangka panjang, dan kemandirian.

1.2 Rumusan Masalah dan Solusi

1.2.1 Rumusan Masalah

Meningkatnya jumlah lansia dengan penyakit kronis menuntut adanya sistem pemantauan kesehatan yang berkelanjutan dan responsif. Salah satu tantangan utama adalah bagaimana menyediakan pemantauan yang konsisten dan *real-time* tanpa membebani pasien maupun tenaga medis. Oleh karena itu, perlu dirumuskan solusi yang mampu memberikan pengawasan kondisi kesehatan secara terus-menerus, terutama bagi kelompok rentan seperti lansia, tanpa memerlukan intervensi manual yang intensif setiap saat.

Sistem pelayanan kesehatan konvensional sering kali bersifat reaktif dan bergantung pada pemeriksaan berkala di fasilitas kesehatan. Hal ini menyebabkan keterlambatan dalam mendeteksi kondisi medis yang memburuk secara mendadak. Kurangnya deteksi dini membuat intervensi medis menjadi kurang efektif dan berpotensi menimbulkan risiko yang lebih besar bagi pasien. Oleh sebab itu, perlu dikaji pendekatan yang lebih proaktif dan terintegrasi untuk mendukung deteksi awal gangguan kesehatan, terutama melalui pemanfaatan teknologi.

Di sisi lain, keterbatasan jumlah tenaga medis dan sumber daya manusia dalam sistem kesehatan juga menjadi hambatan dalam memberikan layanan yang optimal. Beban kerja yang tinggi dapat mengganggu efektivitas pelayanan dan mengurangi perhatian individual terhadap pasien. Untuk mengatasi hal ini, dibutuhkan teknologi yang dapat mendukung pemantauan otomatis terhadap tanda-tanda vital secara akurat dan real-time. Pendekatan berbasis IoT (Internet of Things) dengan integrasi *cloud* dan analitik data menjadi salah satu alternatif solusi untuk mengurangi beban kerja medis, meningkatkan efisiensi, dan memperluas jangkauan layanan kesehatan.

1.2.2 Solusi

Solusi yang diusulkan untuk permasalahan pemantauan kesehatan pada lansia dan pasien dengan kebutuhan khusus adalah pengembangan Health Monitoring System (HMS) berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini menggunakan sensor wearable non-invasif yang nyaman digunakan dalam aktivitas sehari-hari untuk memantau tanda-tanda vital seperti denyut jantung, saturasi oksigen (SpO₂), dan suhu tubuh secara real-time. Sensor-sensor ini akan terhubung dengan perangkat mikrokontroler dan mengirimkan data secara berkala ke platform *cloud*.

Di sisi *cloud*, data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan kecerdasan buatan (AI) dan teknik data analytics untuk mendeteksi lebih awal tanda-tanda anomali atau kondisi kesehatan yang memburuk. Jika terdeteksi gejala tidak normal, sistem akan memberikan peringatan otomatis kepada tenaga medis, keluarga, atau pihak terkait lainnya melalui notifikasi digital.

Dengan sistem monitoring yang terpusat dan terhubung ini, proses koordinasi antara pasien, keluarga, dan tenaga medis menjadi lebih efisien. Selain itu, ketergantungan pada pemeriksaan manual atau kunjungan rutin ke rumah sakit dapat dikurangi, sehingga sistem ini mampu menghemat waktu, biaya, dan sumber daya sekaligus meningkatkan kualitas hidup pasien melalui pemantauan yang lebih responsif dan preventif.

1.3 Tujuan

Adapun beberapa tujuan yang diharapkan tercapai melalui pengembangan sistem monitoring kesehatan ini antara lain sebagai berikut:

1. Mengembangkan hardware untuk sistem monitoring kesehatan berbasis IoT yang mampu merekam tanda-tanda vital secara *real-time* dan non-invasif.
2. Mengevaluasi kinerja dengan menggunakan parameter akurasi terhadap sistem monitoring kesehatan melalui pengujian komparatif.

1.4 Penjadwalan Kerja

Tabel 1. 1 Tabel Pelaksanaan Kerja

No	Kegiatan	Des-24			Jan-25				Feb-25				Mar-25				Apr-25				Mei-25			
		2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur																							
2	Analisis Kebutuhan																							
3	Perancangan																							
4	Implementasi																							
5	Pengujian																							
6	Dokumentasi																							
7	Laporan, jurnal, dan PPT																							