

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

Perkembangan teknologi wearable telah memiliki dampak yang signifikan terhadap sektor kesehatan, terutama dalam hal pengawasan kesehatan pasien berkebutuhan khusus. *Wearable devices* tidak hanya dapat digunakan untuk mengukur aktivitas fisik tetapi juga dapat digunakan sebagai alat medis untuk mendeteksi gangguan kesehatan secara dini. Perangkat yang dilengkapi dengan antena yang dapat dipakai dapat menunjukkan detak jantung dan lokasi pasien secara *real-time*, yang sangat penting bagi pasien dengan kondisi medis tertentu.

Bagi pasien dengan kebutuhan khusus seperti lansia, penyakit jantung, gangguan mobilitas, dan gangguan neurologis, solusi inovatif seperti sistem yang dapat dikenakan untuk memantau dan memantau lokasi detak jantung. Lebih dari 1 miliar orang di seluruh dunia mengalami kondisi kesehatan yang membutuhkan perawatan medis berkelanjutan, menurut data yang dikumpulkan oleh *World Health Organization* (WHO). Pasien berkebutuhan khusus dapat memperoleh manfaat dari teknologi ini. Saat ini, satu-satunya cara bagi pasien untuk pergi ke rumah sakit atau laboratorium untuk memeriksa tekanan darah, suhu, atau detak jantungnya. Pasien juga harus datang dan mengukur detak jantungnya secara langsung dan praktik rumah sakit masih banyak dilakukan secara manual di fasilitas kesehatan, yang memiliki keterbatasan dalam hal mobilitas, waktu, dan kecepatan respons terhadap kondisi darurat. Selain itu, sebagian besar masyarakat mengabaikan pemeriksaan fisik di rumah sakit karena biaya pemeriksaan di rumah sakit relatif mahal.

Permasalahan bertambah ketika pasien keluar dari area pengawasan tanpa sepengetahuan petugas atau keluarga. Hal ini dapat memperbesar risiko keterlambatan penanganan medis saat terjadi kondisi darurat. Untuk memastikan bahwa pasien saat ini berada di tempat yang aman, tidak berbahaya, dan tidak tersesat, sangat penting untuk diketahui tentang lokasi pasien lainnya. Memiliki hubungan langsung dengan kebutuhan untuk memantau pasien dengan kebutuhan khusus, terutama dalam hal *wearable* yang dapat digunakan untuk mengawasi detak jantung.

Seiring berkembangnya teknologi *Internet of Things* (IoT) dan perangkat *wearable*, kebutuhan akan sistem pemantauan kesehatan dan pelacakan posisi berbasis wireless semakin relevan. Teknologi pelacakan lokasi memungkinkan pengasuh atau tenaga medis mengetahui lokasi pasien secara *real-time*, mengurangi kemungkinan pasien tersesat atau berada di

lingkungan yang tidak aman. Perangkat yang dapat digunakan untuk mendeteksi kondisi kesehatan secara *real-time* adalah *wearable device* yang dirancang khusus untuk memantau lokasi sekaligus detak jantung pasien.

wearable device tidak hanya memerlukan sensor dan mikrokontroler, tetapi juga harus dilengkapi dengan sistem komunikasi data yang andal dan efisien. Oleh sebab itu, penggunaan antena tambahan mikrostrip menjadi solusi yang ideal sebagai media transmisi untuk meningkatkan kualitas dan kestabilan pengiriman data secara nirkabel. Penggunaan antena tambahan ini bertujuan memperkuat sinyal Wi-Fi yang dipancarkan oleh ESP32, sehingga data detak jantung dan lokasi pasien dapat terkirim dengan lebih stabil dan minim gangguan ke server lokal. Karena antena mikrostrip bentuknya yang tipis, ringan, mudah diaplikasikan ke perangkat *wearable*, serta memiliki performa transmisi yang stabil pada frekuensi 2.4 GHz yang umum digunakan untuk sistem IoT dan aplikasi pemantauan kesehatan. Meskipun demikian, tantangan utama dalam pengembangan sistem ini meliputi faktor ukuran, berat, konsumsi daya, serta akurasi pengukuran baik pada sensor maupun performa antena yang dapat berubah saat dikenakan di tubuh manusia. Pasien dengan kebutuhan khusus sering kali memerlukan perhatian tambahan pada kenyamanan dan efektivitas perangkat yang mereka gunakan .

Wearable device ini akan dirancang untuk dipasang di tubuh pasien berkebutuhan khusus, berfungsi memantau denyut jantung menggunakan sensor *Pulse Heart Rate* dan melacak posisi pasien melalui modul GPS Neo-6M secara *real-time*. Data tersebut kemudian dikirimkan ke server lokal melalui koneksi Wi-Fi dan antena mikrostrip, lalu ditampilkan pada website *monitoring* agar dapat dipantau langsung oleh tenaga medis atau keluarga secara fleksibel. Dengan sistem ini, keluarga, perawat, maupun tenaga medis dapat memperoleh informasi kondisi pasien secara cepat, sehingga dapat dilakukan intervensi medis dengan segera apabila terjadi kondisi darurat. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat menjadi solusi efektif dalam mendukung sistem pemantauan kesehatan modern berbasis IoT, khususnya bagi pasien berkebutuhan khusus yang memiliki risiko tinggi terhadap kondisi kritis di luar pengawasan langsung.

1.2 Analisis Masalah

Berikut adalah beberapa aspek yang harus dipertimbangkan saat merancang antena yang dapat dipakai untuk memantau lokasi dan detak jantung pasien yang memiliki kebutuhan khusus.

1.2.1 Aspek Ekonomi

Dari perspektif ekonomi, umumnya alat deteksi pernapasan biasanya mahal. Pengembangan dan produksi perangkat *wearable* sebelum ini memiliki masalah pada inefisiensi biaya. *Wearable device* yang akan diusulkan dapat mengurangi harga produksi dari alat yang pernah dibuat sebelumnya.

1.2.2 Aspek Kesehatan

Analisa masalah terhadap bidang kesehatan, salah satu yang perlu dipertimbangkan adalah peningkatan angka kematian dikarenakan pasien yang memiliki penyakit pernapasan, tetapi tidak melakukan monitoring sistem pernapasan secara berkala dan dikarenakan juga telat ditangani kondisi pasien tidak dapat dilacak oleh orang sekitarnya.

1.2.3 Aspek Teknologi

Perangkat *wearable* dapat berfungsi tanpa terganggu atau terganggu oleh perangkat lain yang menggunakan frekuensi radio yang sama, seperti perangkat *Wi-Fi* atau *Bluetooth*. Perangkat juga dapat melacak dan melacak detak jantung secara bersamaan secara *real-time* dan sistem *wearable* yang ringan.

1.3 Analisis Solusi yang Ada

Dalam konteks *wearable* untuk pelacakan lokasi dan pemantauan detak jantung pasien berkebutuhan khusus, berbagai solusi telah dikembangkan sebelumnya. Untuk menemukan pain point yang relevan, analisis ini mengevaluasi keunggulan, kekurangan, dan keterbatasan dari solusi saat ini. Tujuannya adalah untuk menentukan kontribusi kreatif yang dapat diberikan oleh penelitian ini. Solusi ini ditemukan melalui penelitian literatur dan analisis spesifikasi produk komersial yang relevan.

1.3.1 Berbasis *Wearable* Fitness Tracker

Alat pemantau kebugaran yang digunakan seperti *Fitbit* atau *Apple Watch*, telah banyak digunakan untuk memantau kesehatan, melacak detak jantung dan lokasi dengan GPS. Keunggulannya adalah akurasi pengukuran detak jantung yang tinggi berkat teknologi PPG (*Photoplethysmography*), integrasi dengan aplikasi ponsel pintar untuk pemantauan *real-time*, dan desain ergonomis yang nyaman digunakan. Namun, perangkat ini tidak cocok untuk pasien berkebutuhan khusus, karena kurang optimal bagi anak autistik atau orang tua dengan demensia dan memiliki harga yang relatif mahal. Kemudian data tersimpan di *cloud brand* tertentu yang tidak bisa diintegrasikan ke sistem *monitoring* internal seperti *localhost* rumah sakit atau panti jompo. Selain itu, pelacakan lokasi bergantung pada jaringan seluler, yang dapat menjadi masalah di daerah dengan sinyal lemah.

1.3.2 Sistem Pelacakan Berbasis Geofencing

Perangkat IoT memungkinkan sistem pelacakan berbasis geofencing melacak pasien di wilayah tertentu. Keunggulannya termasuk meningkatkan keamanan dan memungkinkan pengawasan *real-time* serta melaporkan jika pasien keluar dari zona yang ditentukan. Namun, di dalam ruangan atau di tempat dengan sinyal lemah, pelacakan lokasi sering kali tidak akurat. Selain itu, sistem ini tidak memiliki fitur yang memantau kesehatan seperti detak jantung. Selain itu, geofencing membutuhkan infrastruktur jaringan seperti GPS atau Wi-Fi, yang tidak selalu tersedia di semua lokasi.

1.3.3 Solusi *Wearable* Khusus Medis

Wearable khusus medis, seperti perangkat *Holter Monitor*, perangkat khusus medis yang digunakan untuk memantau ritme jantung pasien selama periode waktu tertentu. Keunggulannya terletak pada keakuratannya yang tinggi untuk pengukuran yang berkaitan dengan masalah kesehatan dan relevansi medis tertentu. Meskipun demikian, perangkat ini tidak memiliki fitur untuk melacak lokasi dan hanya dapat digunakan di rumah sakit untuk melakukan pengecekan denyut jantung dan tidak bisa dipakai pasien secara mandiri saat beraktivitas di luar ruangan. Selain itu, desain perangkat tidak nyaman untuk digunakan dalam jangka panjang. Selain itu, perangkat ini tidak dibuat untuk pelacakan *real-time*, yang berarti respons terhadap keadaan darurat bisa terlambat.

Dari analisis tersebut, ditemukan beberapa pain point, antara lain adalah bahwa tidak ada solusi yang dapat memantau lokasi dan detak jantung pasien secara optimal. Harga perangkat yang mahal membuatnya sulit diakses oleh masyarakat umum dan ketergantungan terhadap cloud eksternal dan akurasi pelacakan lokasi menurun di lingkungan tertentu. Penelitian ini akan mengembangkan *wearable device* yang dapat dibawa dan memantau lokasi pasien dan memantau detak jantung secara *real-time* via website lokal tanpa bergantung pada cloud layanan tertentu. Solusi yang diusulkan akan meningkatkan akurasi pelacakan lokasi di berbagai lingkungan, meningkatkan efisiensi daya, menawarkan harga yang lebih terjangkau, dan membuat desain ergonomis yang nyaman untuk pasien berkebutuhan khusus. Alat ini juga dapat dibawa ke mana-mana karena ukurannya yang lebih kecil dan efisien dibandingkan dengan alat EKG yang ada di rumah sakit.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan *wearable device* yang dapat memantau detak jantung dan lokasi pasien secara *real-time*, lalu mengirimkan data melalui antenna mikrostrip planar ke server lokal dan ditampilkan pada website monitoring untuk memudahkan keluarga,

perawat, maupun tenaga medis dalam melakukan pengawasan jarak jauh. Sistem ini juga dilengkapi dengan fitur notifikasi email otomatis yang akan aktif ketika detak jantung terdeteksi di luar batas normal, sehingga memungkinkan adanya respons cepat terhadap kondisi darurat pasien. Tujuan dari pengembangan ini adalah meningkatkan akurasi pelacakan, serta menghadirkan perangkat yang ringan, ekonomis, dan nyaman dipakai dalam berbagai kondisi. Selain itu, desain perangkat ini dimaksudkan untuk mengatasi masalah biaya tinggi yang dimilikinya dengan menyediakan alternatif yang lebih layak.

1.5 Batasan Tugas Akhir

Dalam penyelesaian tugas akhir ini, beberapa batasan masalah diberikan agar fokus penelitian lebih terarah dan sesuai dengan ruang lingkup pekerjaan yang akan dilakukan, yaitu sebagai berikut:

Tabel 1.1 Batasan Umum

No	Hal	Rincian
1.	Batasan Ukuran	<i>Wearable</i> yang dapat dikenakan harus berukuran kecil dan ringan untuk nyaman digunakan, dan tidak lebih besar dari 10 cm ² untuk mengakomodasi kenyamanan pengguna.
2.	SAR (<i>Specific Absorption Rate</i>)	Nilai SAR merujuk secara eksklusif pada standar IEEE dan $\leq 1,6$ W/kg bahwa penyerapan energi elektromagnetik maksimum yang diizinkan adalah 1,6 watt per kg berat tubuh.
3.	Teknologi	Sistem harus memanfaatkan teknologi yang tersedia saat ini, seperti sensor yang andal dan perangkat lunak pemrosesan data yang aman.
4.	Pengguna	Sistem harus dirancang agar nyaman digunakan bahkan dalam jangka waktu lama. Produk tersebut juga harus tahan keringat untuk mencegah iritasi kulit.
5.	Lingkungan	Baik di dalam maupun di luar ruangan, sistem harus berfungsi dengan baik tanpa terpengaruh oleh kondisi lingkungan.