

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lanjut usia merupakan kelompok yang sangat rentan mengalami jatuh yang berpotensi menimbulkan cedera serius hingga kematian. Data menunjukkan sekitar 28–35% lansia berusia di atas 60 tahun mengalami insiden jatuh setiap tahunnya, dan sebagian besar kasus menimbulkan dampak serius seperti patah tulang, kecacatan, hingga kematian. Faktor risiko yang berkontribusi antara lain penurunan fungsi sensorimotor, gangguan penglihatan, serta penyakit seperti vertigo dan sinkop yang dapat memicu hilangnya keseimbangan atau kesadaran secara tiba-tiba. Kondisi ini sering terjadi secara mendadak sehingga membutuhkan deteksi dini serta penanganan cepat untuk meminimalkan risiko fatal (Gumilar & Rachmat, 2018).

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) menghadirkan peluang baru dalam pemantauan kesehatan lansia. IoT memungkinkan perangkat wearable menghubungkan sensor gerak dengan sistem komunikasi real-time sehingga aktivitas dapat dipantau jarak jauh secara kontinu. IoT sendiri merupakan konsep integrasi objek fisik dengan jaringan digital melalui sensor, aktuator, dan internet, dengan arsitektur yang mencakup lapisan penginderaan, akuisisi data, analitik, hingga visualisasi (Nahdi & Dhika, 2021) . Dengan kerangka ini, sistem deteksi jatuh dapat dirancang tidak hanya untuk mengenali pola aktivitas abnormal, tetapi

juga untuk mengirimkan notifikasi secara otomatis kepada keluarga atau pengasuh sehingga mempercepat respons bantuan.

Sejumlah penelitian menunjukkan efektivitas perangkat deteksi jatuh berbasis sensor inersia (accelerometer dan gyroscope). (Tsani & Mulyadi, 2019) mengembangkan sistem wearable dengan metode threshold yang mampu membedakan aktivitas normal dan jatuh dengan akurasi 88% serta tingkat keberhasilan notifikasi ke smartphone 96,97%. (Gumilar & Rachmat, 2018) menegaskan keunggulan perangkat real-time berbasis accelerometer dalam mengenali pola gerakan jatuh meskipun masih terbatas pada jangkauan komunikasi. Sementara itu, kajian (Nahdi & Dhika, 2021) menekankan pentingnya integrasi IoT untuk mendukung notifikasi berbasis internet dan pelacakan lokasi. Berdasarkan penelitian terdahulu, pengembangan sistem deteksi jatuh berbasis IoT dengan kombinasi sensor gerak, GPS, serta notifikasi otomatis diharapkan menjadi solusi efektif, terjangkau, dan mudah dioperasikan untuk meningkatkan keselamatan serta kualitas hidup lansia.

1.2 Identifikasi Masalah

Pada penelitian ini, masalah utama yang diidentifikasi yaitu meski risiko jatuh pada lansia sangat tinggi, belum banyak sistem yang dapat mendeteksi kejadian ini secara otomatis dan real-time. Keluarga dan pengasuh seringkali terlambat mengetahui bahwa seorang lansia telah terjatuh, karena lansia tidak selalu mampu dalam meminta pertolongan segera setelah terjatuh, terutama jika mereka mengalami cedera yang cukup serius.

Selain itu terkadang kita tidak mengetahui di mana posisi lansia saat mengalami kecelakaan jatuh. Sistem konvensional yang hanya mengandalkan lansia untuk menghubungi bantuan memiliki kelemahan yang signifikan, khususnya dalam keadaan darurat. Ketidakmampuan lansia untuk segera mengakses bantuan saat jatuh dapat memperpanjang waktu respons, yang berdampak pada peningkatan risiko komplikasi serius akibat cedera yang diderita. Hal ini juga dapat menimbulkan kecemasan bagi keluarga dan pengasuh, yang khawatir terhadap keselamatan lansia saat tidak berada dalam pengawasan langsung.

Saat ini, teknologi yang dirancang untuk mendeteksi dan merespons kejadian jatuh pada lansia umumnya masih terbatas pada perangkat yang memerlukan aktivasi manual atau keberadaan sensor yang harus dipakai lansia setiap saat. Pendekatan ini tidak hanya kurang praktis bagi lansia yang mungkin enggan memakai perangkat tambahan, tetapi juga rentan terhadap kegagalan jika perangkat tersebut tidak dikenakan. Selain itu, banyak perangkat yang belum dilengkapi dengan fitur yang memungkinkan pelacakan lokasi secara akurat, yang sangat penting dalam situasi darurat untuk memfasilitasi pemberian bantuan dengan cepat dan tepat. Adanya sistem yang mampu mendeteksi kejadian jatuh secara real-time, memberikan notifikasi kepada pihak terkait, serta mengidentifikasi lokasi kejadian merupakan solusi yang sangat dibutuhkan untuk meningkatkan keselamatan dan kualitas hidup lansia.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana merancang dan menguji sistem deteksi jatuh pada lansia berbasis IoT

yang mampu memberikan notifikasi real-time beserta informasi lokasi kepada keluarga atau pengasuh?



1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah diatas maka batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Deteksi Kejadian Jatuh

Sistem yang dirancang hanya berfokus pada deteksi kejadian jatuh secara fisik pada lansia. Gerakan lain, seperti duduk tiba-tiba atau membungkuk, akan dianalisis namun tidak selalu dianggap sebagai kejadian jatuh.

2. Lingkup Pengujian

Pengujian alat deteksi jatuh dilakukan hanya pada skala kecil dan terbatas pada skenario indoor. Skenario outdoor dan kondisi lingkungan yang ekstrem, tidak dibahas secara rinci dalam penelitian ini.

3. Kelompok Pengguna

Sistem yang dirancang hanya ditujukan untuk digunakan oleh lansia dengan risiko jatuh. Penggunaan oleh kelompok lain, seperti pekerja yang bekerja di lingkungan berbahaya tidak dibahas dalam penelitian ini.

4. Durasi dan Kapasitas Baterai

Fokus penelitian ini tidak mendalami daya tahan baterai atau efisiensi energi dari perangkat. Sistem akan dirancang untuk bekerja dengan baterai yang ada tanpa fokus utama pada pengoptimalan konsumsi energi.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian skripsi ini adalah :

1. Merancang dan membangun sistem deteksi jatuh berbasis IoT menggunakan sensor MPU-6050 agar mampu mendeteksi perubahan posisi tubuh lansia secara akurat.
2. Menguji akurasi deteksi jatuh, kecepatan pengiriman notifikasi, serta ketepatan informasi lokasi guna memastikan efektivitas sistem dalam kondisi nyata.

1.6 Manfaat Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian skripsi ini adalah :

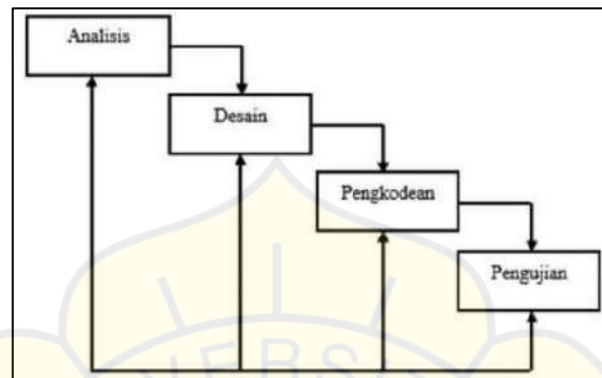
1. Bagi Keluarga sistem ini memberikan ketenangan karena mereka dapat dengan cepat mengetahui apabila lansia dalam keluarga mereka mengalami kejadian jatuh, sehingga dapat merespons situasi darurat dengan lebih cepat dan tepat.
2. Bagi lansia, sistem ini memberikan kemanan tambahan dengan mendeteksi benda didepan lansia, mendeteksi kejadian jatuh secara otomatis dan mengirimkan peringatan secara cepat, sehingga mereka segera mendapatkan pertolongan.
3. Bagi masyarakat, penggunaan teknologi ini dapat membantu meningkatkan kesadaran tentang pentingnya pemantauan kesehatan berbasis teknologi, terutama untuk lansia yang memerlukan perhatian khusus terkait dengan keselamatan fisik.

1.7 Metode Penelitian

1.7.1 Metoda Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem untuk mengembangkan sistem deteksi jatuh berbasis IoT pada lansia dengan menggunakan sensor MPU-6050, sensor ultrasonik HC-SR04, serta GPS Neo-6m akan menggunakan pendekatan *System Development*

Life Cycle (SDLC). System Development Life Cycle (SDLC) merupakan salah satu metode yang dimana menghasilkan spesifikasi kebutuhan sistem perangkat lunak (Widiyanto, 2024) .



Gambar 1. 1 Model Waterfall

Sumber (Widiyanto, 2024)

Pada gambar 1.1 merupakan metodologi SDLC waterfall, metodologi ini dipilih karena memungkinkan pengembangan perangkat lunak dan perangkat keras yang terstruktur dan terukur, sehingga menghasilkan sistem yang efektif dan efisien. Tahapan SDLC yang diterapkan dalam penelitian ini akan meliputi analisis, perancangan, pengembangan, pengujian, implementasi, serta pemeliharaan. Berikut adalah rincian masing-masing tahapan :

1. Analisis

Pada tahap analisis, dilakukan identifikasi kebutuhan sistem secara mendalam untuk memastikan bahwa solusi yang dibangun sesuai dengan kebutuhan lansia dan pengasuhnya. Tahapan ini mencakup :

a. Mengidentifikasi kebutuhan fungsional :

- 1) Sistem mampu mendeteksi pergerakan dan posisi lansia menggunakan sensor MPU-6050.
- 2) Sistem mendeteksi jika terjadi insiden jatuh dan mengirimkan notifikasi real-time ke perangkat mobile.
- 3) Sensor HC-SR04 memberikan peringatan jika ada benda yang terlalu dekat dengan lansia, melalui buzzer dan LED.
- 4) Sistem dapat mengirimkan lokasi lansia saat insiden jatuh dengan menggunakan sensor GPS Neo-6m.

b. Mengidentifikasi kebutuhan non-fungsionalitas :

- 1) Sistem harus memiliki akurasi tinggi dalam deteksi jatuh.
- 2) Notifikasi harus terkirim dengan cepat.
- 3) Sistem harus hemat daya dan mudah digunakan oleh lansia.

2. Desain

Pada tahap desain, sistem mulai dirancang secara menyeluruh berdasarkan kebutuhan fungsional dan non-fungsional yang telah diidentifikasi pada tahap analisis. Desain ini mencakup perancangan perangkat keras, perangkat lunak, serta sistem komunikasi untuk mengintegrasikan seluruh komponen. Berikut merupakan rinciannya :

a. Desain *Perangkat keras* :

- 1) Mengintegrasikan sensor MPU-6050 untuk mendeteksi gerakan dan kemiringan.
- 2) Menggunakan sensor HC-SR04 untuk mendeteksi jarak benda dan mengaktifkan buzzer dan LED apabila mendeteksi benda didepan lansia.
- 3) Menambahkan modul GPS Neo-6m untuk melacak lokasi lansia secara real-time apabila terjadi kejadian jatuh.

b. Desain *Perangkat lunak* :

- 1) Merancang algoritma deteksi jatuh berdasarkan data dari MPU-6050.
- 2) Menyusun logika peringatan jarak dari sensor ultrasonik dan batasan jarak yang memicu alarm buzzer dan indikator led untuk mendeteksi seberapa dekat lansia dengan objek benda .
- 3) Desain antarmuka aplikasi mobile untuk menampilkan notifikasi jatuh dan lokasi.

c. Desain Sistem Komunikasi :

Mengintegrasikan modul komunikasi (Wi-Fi atau GSM) agar perangkat dapat mengirim notifikasi ke perangkat mobile.

3. Pengkodean (Implementasi)

Setelah tahap desain selesai, proses implementasi sistem dimulai dengan menerapkan rencana yang telah dibuat untuk mengembangkan perangkat keras dan perangkat lunak yang berfungsi secara terintegrasi. Tahapan-tahapan yang akan dilalui diantaranya :

a. Implementasi Perangkat Keras

- 1) Merakit perangkat yang mencakup sensor MPU-6050, HC-SR04, GPS Neo-6m, dan modul komunikasi.
- 2) Memastikan hubungan antar komponen berjalan dengan baik.

b. Implementasi Perangkat Lunak

- 1) Menulis kode untuk memproses data dari sensor MPU-6050 dan mendeteksi pola jatuh.
- 2) Mengembangkan kode untuk sensor HC-SR04 yang memicu buzzer dan LED saat jarak tertentu terdeteksi.
- 3) Membangun aplikasi mobile untuk menerima notifikasi dan data lokasi dari perangkat.

4. Pengujian

Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan sistem bekerja sesuai dengan spesifikasi. Pengujian dilakukan pada:

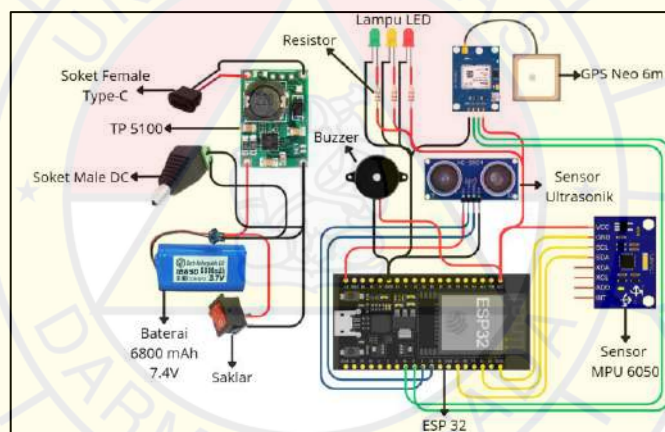
- a. Unit Testing : Menguji setiap komponen (sensor, buzzer, LED, GPS) secara terpisah untuk memastikan fungsi berjalan dengan benar.
- b. Integration Testing: Menguji integrasi antar komponen untuk memastikan data dari sensor dapat diproses dan dikirim ke aplikasi mobile.
- c. System Testing : Menguji sistem secara keseluruhan dalam skenario nyata untuk memastikan bahwa fitur utama, seperti deteksi jatuh dan notifikasi, berfungsi sesuai.
- d. *Pengujian Penerimaan Pengguna* : Pengujian dengan pengguna akhir untuk memastikan bahwa sistem mudah digunakan dan sesuai dengan kebutuhan.

1.7.2 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan perangkat keras pada penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi jatuh pada lansia berbasis IoT yang dilengkapi dengan peringatan dini dan pelacakan lokasi. Berikut adalah komponen perangkat keras yang digunakan:

1. NodeMCU ESP32 : Berfungsi sebagai mikrokontroler utama yang mengontrol komunikasi data dan mengintegrasikan berbagai sensor untuk memproses dan mengirimkan data.
2. Sensor MPU-6050 : Kombinasi sensor *akselerometer* dan *gyroscope* yang digunakan untuk mendeteksi pergerakan dan orientasi tubuh pengguna secara real-time. *Akselerometer* mendeteksi percepatan linier, sedangkan *gyroscope* mengukur rotasi.
3. Sensor Ultrasonik HC-SR04 : Berfungsi untuk mendeteksi objek di sekitar pengguna guna memberikan peringatan dini jika ada benda yang terlalu dekat dan berpotensi mengganggu gerakan lansia.
4. GPS Neo-6M : Modul GPS digunakan untuk melacak posisi jatuh secara real-time dan memungkinkan pengiriman data lokasi ke perangkat mobile pengasuh atau anggota keluarga.
5. Buzzer : Digunakan sebagai alat peringatan audio untuk menginformasikan kondisi berbahaya atau sebagai respons terhadap deteksi jarak dekat.
6. Lampu LED (Merah, Kuning, Hijau) : Berfungsi sebagai indikator visual jarak, di mana setiap warna LED menunjukkan seberapa dekat benda dengan pengguna.

7. TP5100 : Modul charger dengan proteksi pengisian daya yang menghubungkan baterai ke sistem agar dapat diisi ulang dengan aman.
8. Baterai Li-Po 6800mAh : Sumber daya untuk sistem, memberikan mobilitas penuh sehingga perangkat dapat digunakan tanpa kabel.
9. Soket female Type-C : Soket ini digunakan untuk mengisi daya pada baterai Li-Po 6800 mAh 7.4V, sehingga pengguna tidak perlu repot repot untuk melepas pasang baterai.
10. Soket Male DC : Soket ini digunakan untuk menjadi penghubung antara baterai dengan ESP32



Gambar 1. 2 Perancangan *Perangkat keras*

Pada gambar 1.2 perancangan *perangkat keras*, NodeMCU ESP32 sebagai pusat pengendali terhubung dengan berbagai sensor dan komponen lain menggunakan kabel jumper.

1.7.3 Perancangan *Perangkat Lunak*

1.8 Sistematika Penulisan

Berikut adalah Sistematika Penulisan untuk penelitian mengenai sistem deteksi jatuh pada lansia berbasis IoT menggunakan sensor MPU-6050 dan HC-SR04 :

1.8.1 BAB I Pendahuluan

Pada bab ini, dijelaskan latar belakang penelitian mengenai peningkatan risiko kecelakaan jatuh pada lansia dan pentingnya deteksi dini untuk mencegah cedera serius. Bab ini juga mengidentifikasi masalah utama yang ingin diselesaikan, yaitu penurunan kemampuan sensor motorik pada lansia yang meningkatkan risiko terjatuh. Selain itu, rumusan masalah, tujuan penelitian, serta manfaat yang diharapkan dari pengembangan sistem deteksi jatuh berbasis IoT ini akan dibahas secara mendetail. Bab ini bertujuan untuk memberikan gambaran awal mengenai arah dan signifikansi penelitian ini.

1.8.2 BAB II Landasan Teori

Bab ini menyajikan teori-teori dasar yang relevan dengan topik penelitian, termasuk konsep Internet of Things (IoT) dalam bidang kesehatan, prinsip kerja sensor MPU-6050 (*akselerometer* dan *gyroscope*) serta sensor ultrasonik HC-SR04. Selain itu, bab ini membahas teori mengenai deteksi jatuh dan teknologi pendukung lainnya seperti sensor GPS Neo-6m. Kajian penelitian terdahulu mengenai sistem deteksi jatuh dan aplikasi IoT dalam perawatan lansia juga akan diulas untuk memperkuat dasar teori penelitian ini.

1.8.3 BAB III Metodologi

Pada bab ini, dijelaskan metodologi yang digunakan dalam penelitian ini, mencakup desain sistem deteksi jatuh berbasis IoT, pemilihan dan pengintegrasian sensor MPU-6050, HC-SR04, serta GPS Neo-6m. Metode pengumpulan data, pengolahan data real-time, serta algoritma yang digunakan untuk mendeteksi kejadian jatuh akan diuraikan secara rinci. Selain itu, bab ini juga mencakup metode

evaluasi sistem untuk mengukur akurasi dan keandalan deteksi jatuh serta efektivitas notifikasi real-time kepada pengasuh atau keluarga.

1.8.4 BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini menyajikan hasil implementasi dan pengujian sistem deteksi jatuh berbasis IoT yang telah dikembangkan. Data hasil pengujian akan dianalisis untuk menilai performa sensor MPU-6050 dan HC-SR04 dalam mendeteksi jatuh serta efektivitas sistem notifikasi real-time. Pembahasan akan mencakup interpretasi hasil, perbandingan dengan penelitian sebelumnya, serta identifikasi kelebihan dan kelemahan sistem yang dikembangkan. Selain itu, bab ini juga akan membahas potensi peningkatan dan aplikasi lebih lanjut dari sistem ini dalam konteks perawatan lansia.

1.8.5 BAB V Kesimpulan dan Saran

Pada bab terakhir ini, diberikan kesimpulan dari seluruh proses penelitian yang telah dilakukan, mencakup pencapaian tujuan penelitian dan kontribusi sistem deteksi jatuh berbasis IoT terhadap peningkatan keselamatan lansia. Bab ini juga menyajikan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut, baik dari segi teknologi maupun penerapan sistem dalam skala yang lebih luas. Selain itu, rekomendasi untuk penelitian selanjutnya yang dapat mengatasi keterbatasan yang ditemukan selama penelitian ini juga akan disampaikan.