

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka ini mencakup beberapa konsep dan penelitian penting yang menjadi dasar penelitian ini, meliputi siklus hidup manusia dan perubahan sensor motorik dari lahir hingga lansia, sistem deteksi jatuh berbasis IoT, fungsi dan pemanfaatan sensor MPU-6050, penggunaan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk peringatan dini, serta integrasi teknologi GPS Neo-6M untuk pelacakan lokasi. Selain itu, tinjauan ini juga akan mengulas penggunaan komponen dan perangkat pendukung lainnya seperti NodeMCU ESP32, *buzzer*, lampu LED, resistor, modul TP 4056, baterai Li-Po 260mAh, dan kabel jumper, serta menjelaskan berbagai bahasa pemrograman yang digunakan dalam pengembangan sistem IoT. Setiap topik tersebut memberikan landasan teoritis dan teknis yang relevan untuk memahami konteks, metode, dan teknologi yang diterapkan dalam pengembangan sistem perlindungan dan deteksi gerakan jatuh pada lansia.

2.1.1 Sensor Motorik Manusia

Sensor motorik mencakup kemampuan koordinasi tubuh untuk merespons rangsangan eksternal, yang mengalami perubahan signifikan sepanjang siklus hidup manusia. Dari bayi hingga dewasa, perkembangan sensor motorik berperan penting dalam fungsi keseimbangan, pergerakan, dan kemampuan koordinasi.

- 1) Tahap Bayi dan Anak-anak : Pada tahap ini perkembangan motorik diawali dengan gerakan-gerakan sederhana seperti merangkak dan belajar berjalan.

Koordinasi antara mata, tangan, dan kaki berkembang seiring bertambahnya usia.

- 2) Masa Dewasa : Pada tahap ini, keterampilan sensorimotor berada pada puncaknya, dan keseimbangan serta pengendalian tubuh berfungsi secara optimal.
- 3) Masa Lansia : Penurunan mulai terjadi karena penuaan alami. Keseimbangan menurun, dan refleks melambat, yang meningkatkan risiko jatuh. Penurunan ini disebabkan oleh perubahan fungsi otot, sendi, dan penurunan saraf sensorik.

Semakin bertambahnya usia manusia akan mengalami kemunduran fisik dan psikologis. Kemunduran ini yang terlihat pada lansia ditandai dengan berkurangnya kapasitas berpikir abstrak, serta tantangan dalam memperoleh pengetahuan baru dan membuat penilaian. Kemunduran psikologis pada lansia menyebabkan perubahan dalam kepribadian dan perilaku mereka, yang berpotensi menghasilkan masalah pada lansia (Dwiyanti et al., 2024) .

2.1.2 Sistem Deteksi Jatuh Berbasis IoT

2.1.2.1 Definisi IoT

Internet of Things atau IoT, merupakan sebuah konsep/gagasan yang tujuannya adalah untuk memperluas manfaat dari konektivitas jaringan internet yang terkoneksi secara penuh dan dapat di hubungkan pada perangkat, mesin, dan benda fisik lainnya dengan mempernggunakan jaringan, sensor dan aktuator untuk mendapatkan data dan mengelolanya, sehingga mesin dapat berkolaborasi dan

bertindak sesuai dengan informasi baru yang di dapat secara mandiri (Nahdi & Dhika, 2021).

2.1.2.2 Sistem Deteksi Jatuh

Sistem deteksi jatuh menggunakan data dari berbagai sensor untuk menganalisis perubahan posisi dan gerakan tubuh. Salah satu cara untuk mengukur posisi dan pergerakan tubuh adalah dengan memanfaatkan rumus yang dapat menggambarkan nilai gerakan dalam tiga sumbu koordinat, yaitu X, Y, dan Z. Berdasarkan gambar di bawah ini, nilai-nilai ini diklasifikasikan untuk menentukan kondisi pasien pada berbagai posisi tubuh.

Nilai Test			Kondisi Pasien Kiri dan Kanan	Kondisi Pasien depan dan belakang
X	Y	Z		
< -35	-125 to 125	-125 to 125	Baik (0° - 50°) = Y (40° - 90°) = X	Baik (0° - 50°) = Z (40° - 90°) = X
(-35) to (-10)	-150 to -125 125 to 150	-150 to -125 125 to 150	Pusing (50° - 70°) = Y (40° - 20°) = X	Pusing (50° - 70°) = Z (40° - 20°) = X
> -10	-150 < Y > 150	-150 < Y > 150	Jatuh (70° - 90°) = Y (20° - 0°) = X	Jatuh (70° - 90°) = Z (20° - 0°) = X

Gambar 2. 1 Nilai-nilai klasifikasi posisi jatuh

Sumber (Yulastri et al., 2021)

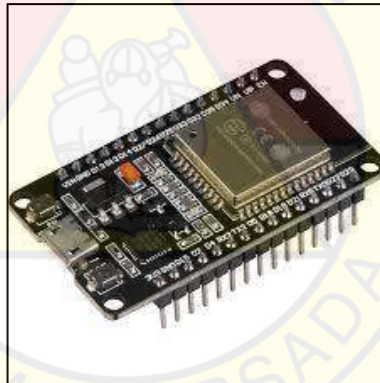
Pada gambar 2.1 merupakan nilai-nilai klasifikasi posisi jatuh. Jika nilai X, Y, dan Z berada dalam rentang tertentu, maka kondisi pasien dapat dinilai dengan baik, pusing, atau jatuh. Misalnya, jika nilai X kurang dari -35 dan nilai Y serta Z berada dalam rentang -125 hingga 125, maka kondisi pasien kiri dan kanan dinilai baik, dan jika nilai X antara -35 hingga -10 serta nilai Y antara -150 hingga -125 dan Z

antara -125 hingga 150, maka pasien diperkirakan dalam kondisi pusing. Jika nilai X lebih dari 10 dan nilai Y lebih besar dari 150, serta Z lebih besar dari 150, maka pasien kemungkinan dalam kondisi jatuh.

Data ini kemudian dikirim ke platform terintegrasi, seperti sistem IoT, yang memberikan pemberitahuan secara real-time kepada pengasuh atau anggota keluarga mengenai insiden tersebut, memungkinkan respon cepat terhadap kejadian jatuh.

2.1.3 Komponen dan Perangkat Keras

2.1.3.1 NodeMCU ESP32



Gambar 2. 2 Node *MCU esp32*

Sumber : (Wave Share, 2024)

Pada gambar 2.2 merupakan NodeMCU ESP 32 yakni *mikrokontroler* yang diperkenalkan oleh Espressif System, yang menjadi penerus dari *mikrokontroler* ESP8266 (Suriana et al., 2021) . NodeMCU ESP32 berfungsi sebagai modul *mikrokontroler* yang menjadi pusat pengolahan data dalam sistem deteksi jatuh pada lansia. Sebagai "otak" dari sistem, ESP32 menerima dan memproses data dari berbagai sensor, seperti sensor MPU-6050 dan HC-SR04, sebelum

mengirimkannya ke server IoT. Modul ini mendukung koneksi Wi-Fi dan Bluetooth, yang memungkinkan pengiriman data secara real-time ke perangkat mobile atau cloud.

Selain itu, NodeMCU ESP32 dapat dikembangkan untuk mendukung berbagai alat lainnya, seperti sensor detak jantung MAX30102, modul GPS Neo-6M untuk pelacakan lokasi, *buzzer* atau modul alarm untuk memberikan peringatan, layar OLED untuk menampilkan informasi secara langsung, serta relay untuk mengontrol perangkat listrik lain dalam sistem otomatisasi. Kombinasi ini memungkinkan NodeMCU ESP32 untuk menjadi inti dari berbagai aplikasi IoT yang inovatif dan bermanfaat.

Namun, NodeMCU ESP32 juga memiliki kelebihan dan kelemahan. Kelebihannya meliputi kemampuan konektivitas yang fleksibel (Wi-Fi dan Bluetooth), kompatibilitas dengan berbagai jenis sensor dan modul, harga yang relatif terjangkau, konsumsi daya yang rendah untuk aplikasi tertentu, serta memiliki prosesor yang kuat untuk mengolah data kompleks. Kelemahannya, modul ini memerlukan pengetahuan teknis yang cukup untuk pengaturan dan pemrograman, performanya bisa menurun jika digunakan untuk tugas-tugas yang membutuhkan daya komputasi sangat tinggi, rentan terhadap noise pada lingkungan dengan interferensi elektromagnetik, serta terkadang memiliki masalah stabilitas koneksi jaringan pada kondisi tertentu. Meskipun demikian, dengan desain dan implementasi yang tepat, NodeMCU ESP32 tetap menjadi pilihan andal untuk berbagai proyek IoT.

2.1.3.2 Sensor MPU-6050



Gambar 2. 3 Sensor MPU-6050

Sumber : (GNS Ltd., 2024)

Gambar 2.3 ialah MPU-6050 sensor IMU yang mempunyai 6-Degree of Freedom (DOF), terdiri daripada tiga sumbu *gyroscope* dan tiga sumbu *akselerometer*. (Nor et al., 2022) . Sensor MPU-6050 adalah perangkat IMU (Inertial Measurement Unit) yang mengintegrasikan *akselerometer* dan *gyroscope* untuk mendeteksi percepatan linier dan kecepatan sudut pada tiga sumbu (X, Y, dan Z). *Akselerometer* berfungsi untuk mengukur percepatan berbasis gaya gravitasi atau gerakan dinamis, sedangkan *gyroscope* mengukur perubahan orientasi berdasarkan kecepatan sudut. Dengan menggunakan teknologi MEMS (*Micro-Electro-Mechanical Systems*), MPU-6050 mampu memberikan pengukuran yang presisi dalam ukuran yang kecil. Sensor ini berkomunikasi dengan *mikrokontroler* atau platform pengembangan seperti NodeMCU ESP32 melalui protokol I2C atau SPI, dan data yang dihasilkan dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi seperti pemantauan gerak, stabilisasi perangkat (drone atau robot), sistem navigasi dalam ruang tertutup, serta deteksi orientasi untuk augmented reality dan virtual reality. Selain itu, MPU-6050 dilengkapi dengan DMP (Digital Motion Processor) bawaan,

yang mampu mengolah data langsung di sensor untuk menghasilkan data orientasi yang lebih stabil dalam bentuk quaternions, sudut Euler, atau hasil filtrasi lainnya.

NodeMCU ESP32, dengan kemampuan komputasi dan komunikasi nirkabelnya, memproses data dari MPU-6050 untuk berbagai aplikasi berbasis IoT (*Internet of Things*). Sensor ini memungkinkan pengembangan sistem cerdas yang mampu mengirimkan data melalui jaringan Wi-Fi ke server cloud untuk analisis lebih lanjut atau dikombinasikan dengan sensor lain untuk menciptakan sistem yang lebih kompleks. Contohnya termasuk alat pelacak aktivitas, perangkat navigasi, serta pengembangan sistem stabilisasi atau otomasi. Kombinasi MPU-6050 dan NodeMCU ESP32 menjadi pilihan populer dalam berbagai proyek teknologi karena efisiensi dan fleksibilitasnya dalam mengolah data gerak dan rotasi secara real-time.

2.1.3.3 Sensor Ultrasonic HC-SR04

Pada gambar 2.4 merupakan sensor ultrasonik, sensor ini bekerja dengan cara mengonversi gelombang suara ke dalam bentuk sinyal listrik dan sebaliknya. Dengan prinsip pantulan gelombang suara, sensor ini mampu mendeteksi keberadaan objek pada frekuensi tertentu berdasarkan jaraknya (Devie & Budiarmo, 2023). Sensor ultrasonik HC-SR04 adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur jarak antara sensor dan objek di depannya dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang suara frekuensi tinggi melalui modul pemancar (transmitter) dan kemudian mendeteksi pantulannya yang diterima oleh modul penerima (receiver).

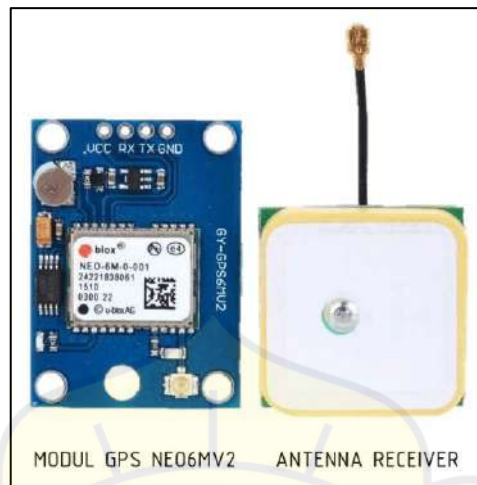
Jarak dihitung berdasarkan waktu tempuh gelombang dari saat dipancarkan hingga kembali diterima setelah memantul dari permukaan objek. Dengan tingkat akurasi yang baik dan jangkauan pengukuran antara 2 cm hingga 4 meter, HC-SR04 sering digunakan dalam berbagai aplikasi seperti robotika untuk mendeteksi hambatan, sistem keamanan untuk mendeteksi pergerakan, dan perangkat otomatisasi seperti parkir kendaraan atau pemantauan jarak dalam IoT. Fleksibilitas dan kemudahan integrasinya dengan *mikrokontroler* seperti *Arduino* atau NodeMCU menjadikan sensor ini pilihan populer dalam proyek-proyek yang membutuhkan deteksi keberadaan dan pengukuran jarak secara real-time.



Gambar 2. 4 Sensor Ultrasonic HC-SR04

Sumber : (NN Digital, 2019)

2.1.3.4 GPS Neo-6M



Gambar 2. 5 GPS Neo-6M
(NyebarIlmucom, 2020)

Pada gambar 2.5 merupakan GPS Neo-6M yang menyediakan informasi lokasi secara langsung, memudahkan dalam melacak keberadaan lansia. Alat ini beroperasi dengan menangkap sinyal dari satelit untuk menentukan posisi geografis, kemudian meneruskan data lokasi ini ke NodeMCU ESP32. Setelah itu, NodeMCU ESP32 akan menyusun dan menyampaikan informasi posisi ke perangkat penerima melalui jaringan IoT. GPS Neo 6M ini memiliki toleransi posisi akurasi horizontal sekitar $\pm 3,5$ meter, yang artinya, jika error posisi tetap di bawah 3,5 meter dari titik referensi, GPS tersebut dianggap beroperasi dengan baik. Dari tabel tersebut, kita bisa melihat bahwa data latitude dan longitude berasal dari sensor GPS. Hal ini bisa dikonfirmasi dengan hasil dari google maps yang memiliki tingkat kesalahan kecil, yaitu di bawah 1%. Pada nilai error menggunakan rumus dibawah ini (Atok Ulloh et al., 2024) .

$$\%error = \frac{Nilai\ acuan - Nilai\ Terukur}{Nilai\ acuan} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

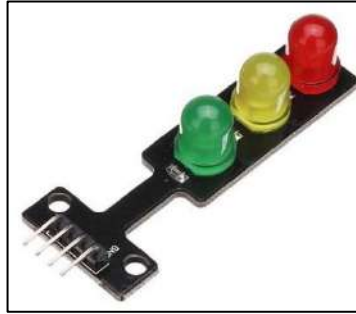
Sumber : (Atok Ulloh et al., 2024)

2.1.3.5 Buzzer

Buzzer merupakan komponen elektronika yang bertugas mengonversi gelombang listrik menjadi gelombang suara. (Suriana et al., 2021) . *Buzzer* berfungsi sebagai perangkat pemberi peringatan suara dalam sistem deteksi jatuh, yang akan aktif saat sistem mendeteksi potensi bahaya atau insiden jatuh. Ketika *mikrokontroler* mengirimkan sinyal, *buzzer* menghasilkan bunyi yang bertujuan untuk menarik perhatian lansia atau orang di sekitar, sehingga mereka dapat segera merespons situasi tersebut.

2.1.3.6 Modul Led lampu lalu lintas (Traffic Light Module)

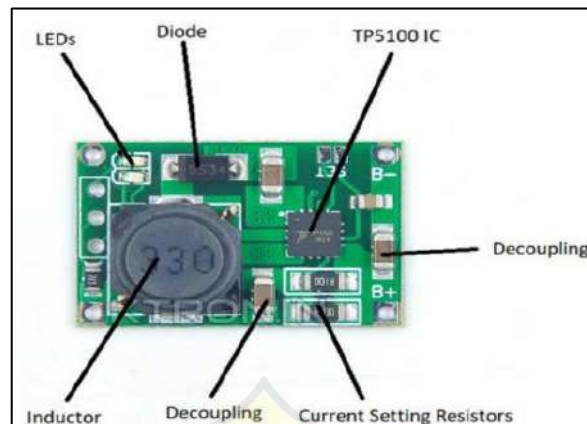
LED (Light Emitting Diode) pada gambar 2.6 merupakan lampu indikator pada peralatan elektronik, biasanya berfungsi untuk menunjukkan status peralatan elektronik dan sebagai penerangan pada saat malam, sehingga nantinya dapat diatur ON dan OFF nya serta penerangan yang dihasilkan oleh lampu LED tersebut (Sintaro et al., 2021) . Lampu LED berfungsi sebagai indikator visual yang memberikan informasi tentang status sistem dan jarak objek di sekitar. Lampu ini akan menyala dalam berbagai konfigurasi, menyesuaikan intensitas atau pola cahaya berdasarkan jarak benda atau status deteksi, sehingga dapat memberikan peringatan visual yang mudah dipahami oleh lansia atau pengasuh.



Gambar 2. 6 Modul Led lampu lalu lintas (Traffic LightModule)

2.1.3.7 Modul TP5100

Pada gambar 2.7 merupakan modul TP5100, modul ini berfungsi sebagai pengisi baterai Lithium sel tunggal atau ganda terintegrasi. Empat input dan output daya adalah IN+, yang merupakan pin tegangan input yang menerima 5V hingga 18V, BAT+ yang merupakan output baterai dan terhubung ke terminal positif baterai, dan dua pin GND untuk input dan output (Kusumo, 2024) . Modul ini dirancang untuk mengontrol aliran arus ke baterai, sehingga dapat mencegah terjadinya overcharging yang dapat merusak baterai atau bahkan menyebabkan bahaya. Dengan mekanisme pengisian yang otomatis, TP4056 menghentikan aliran arus saat baterai mencapai kapasitas penuh, sehingga baterai tetap terjaga dalam kondisi optimal.



Gambar 2. 7 Modul TP5100 (Kusumo, 2024)

2.1.3.8 Baterai Li-Po 6800mAh 7.4V

Baterai Li-Po 6800mAh 7.4V berfungsi sebagai sumber daya utama yang menyediakan daya bagi seluruh sistem. Baterai ini memastikan pasokan daya yang stabil untuk menjalankan komponen-komponen dalam sistem deteksi jatuh berbasis IoT. Dengan karakteristiknya yang ringan dan kompak, baterai Li-Po cocok digunakan dalam perangkat portabel, sehingga dapat mendukung operasional sistem secara efisien tanpa membebani pengguna.

2.1.3.9 Kabel Jumper

Pada gambar 2.8 merupakan kabel jumper. Kabel jumper merupakan kabel elektrik yang memiliki pin konektor di setiap ujungnya dan memungkinkanmu untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan *Arduino* tanpa memerlukan solder (Sulistyorini et al., 2022).



Gambar 2. 8 Kabel Jumper (Sulistyorini et al., 2022)

2.1.4 Perangkat Lunak

2.1.4.1 Arduino IDE 1.8.10

Arduino IDE 1.8.10 adalah perangkat lunak resmi untuk pemrograman dan pengelolaan proyek berdasarkan platform *Arduino*. IDE ini menawarkan antarmuka pengguna yang sederhana dan intuitif, membuatnya cocok untuk pengguna pemula dan berpengalaman. Fitur utamanya meliputi editor kode dengan penyorotan sintaks, kompiler dan pengunggah bawaan, manajemen pustaka yang mudah, dan kompatibilitas dengan berbagai papan *Arduino* termasuk Uno, Mega, dan Nano. Versi ini juga mendukung Windows, macOS, dan Linux, dan menyertakan Serial Monitor untuk memudahkan debugging.

Arduino IDE adalah perangkat lunak sumber terbuka, yang memungkinkan komunitas untuk menyesuaikan dan memperluas fungsinya. Dibandingkan dengan versi sebelumnya, *Arduino IDE* 1.8.10 menyediakan peningkatan kinerja, waktu kompilasi yang lebih cepat, perbaikan bug, dan keamanan yang ditingkatkan. Untuk menggunakannya, pengguna hanya perlu mengunduh, menginstal, memilih jenis papan, menulis kode dan mengunggahnya ke perangkat *Arduino* mereka. Meskipun IDE ini memiliki debugger bawaan yang terbatas, kemudahan penggunaan dan

dukungan komunitas yang luas membuatnya ideal untuk mengembangkan proyek DIY yang mudah hingga sedang.

2.1.4.2 Visual Studio Code

Visual Studio Code (VS Code) merupakan editor kode sumber yang bersifat open-source dan gratis, dikembangkan oleh Microsoft. Editor ini mendukung banyak bahasa pemrograman serta dilengkapi dengan fitur-fitur unggulan seperti debugging, IntelliSense (rekomendasi kode otomatis), integrasi Git, dan berbagai ekstensi untuk memperluas kemampuan editor (Limia Budiarti & Juleha, n.d.) .

2.1.4.3 Expo

EXPO merupakan sebuah framework berbasis React Native yang dilengkapi dengan *Kit Pengembangan Perangkat Lunak*, sehingga memungkinkan pengembangan aplikasi Android dan iOS secara bersamaan. Sementara itu, React Native adalah framework JavaScript yang dikembangkan oleh Facebook. Dalam proses pembuatan perangkat lunaknya, digunakan metode Scrum yang merupakan salah satu pendekatan dari metodologi Agile (Wibawa & Naufal, 2023) .

2.2 Tinjauan Literatur/kajian Penelitian Terdahulu

2.2.1 Paper 1

“Alat Deteksi Jatuh Berbiaya Murah dengan Tracking Position untuk Pasien Vertigo dan Sinkop” oleh Yulastri , Era Madona , Muhammad Irmansyah, Anggara Nasution. Padang, tahun 2021 Sinta 2.

2.2.1.1 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan mengembangkan alat portable yang dapat memantau kondisi pasien berisiko vertigo dan sinkop, serta

mendeteksi insiden jatuh secara efektif. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi penggunaan sensor *akselerometer* MPU6050 untuk mendeteksi sudut kemiringan dan perubahan posisi pasien, serta sistem notifikasi berbasis GSM untuk memberikan informasi kepada keluarga atau tenaga medis jika terjadi insiden.

2.2.1.2 Metodologi Yang Digunakan

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini mencakup beberapa tahapan yang terstruktur untuk memastikan keberhasilan dalam pengembangan prototipe alat. Tahap pertama dimulai dengan studi literatur, yang bertujuan untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai teori, teknologi, dan konsep yang relevan dengan penelitian ini. Informasi yang diperoleh dari studi literatur menjadi dasar dalam merancang sistem yang akan dikembangkan.

Selanjutnya, dilakukan perancangan sistem yang mencakup identifikasi kebutuhan alat, spesifikasi teknis, dan arsitektur sistem secara keseluruhan. Berdasarkan rancangan sistem ini, penelitian berlanjut pada tahap perancangan perangkat keras (*hardware*), yaitu merancang dan merakit komponen fisik dari alat, seperti sensor, *mikrokontroler*, dan modul lainnya yang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Secara paralel, dilakukan juga perancangan perangkat lunak (*software*), yang melibatkan pengembangan program atau aplikasi yang akan mengontrol kinerja perangkat keras, termasuk pengkodean algoritma dan antarmuka pengguna (*user interface*) jika diperlukan.

Setelah perangkat keras dan perangkat lunak selesai dirancang, dilakukan pengujian *perangkat keras* dan *perangkat lunak* secara terpisah untuk memastikan

bahwa masing-masing berfungsi dengan baik sesuai spesifikasi. Tahap berikutnya adalah pengujian integrasi, yaitu menggabungkan perangkat keras dan perangkat lunak untuk memastikan sistem berjalan secara keseluruhan tanpa hambatan. Akhirnya, hasil pengujian dianalisis untuk mengevaluasi performa alat, mengidentifikasi kekurangan, dan memberikan rekomendasi perbaikan. Proses yang sistematis ini diharapkan mampu menghasilkan prototipe alat yang dapat berfungsi secara optimal dan sesuai dengan tujuan penelitian.

2.2.1.3 Temuan Utama

Temuan utama pada penelitian ini meliputi:

- a. Alat yang dikembangkan berhasil mendeteksi jatuh dengan akurasi mencapai 90%, serta mampu mengirimkan notifikasi SMS dan lokasi kejadian secara real-time kepada nomor yang telah ditentukan.
- b. Sistem ini juga dilengkapi dengan fitur tambahan seperti tombol panic button dan RTC (Real Time Clock) untuk pengingat minum obat, yang memberikan nilai tambah dalam pemantauan kesehatan pasien.

Dengan meningkatnya usia, lansia menghadapi risiko lebih tinggi terhadap kecelakaan fisik, termasuk jatuh, yang dapat mengakibatkan cedera serius. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi IoT dan sensor yang tepat dapat memberikan solusi efektif untuk mendeteksi dan merespons insiden jatuh pada lansia. Selain itu, sistem yang diusulkan juga dapat diintegrasikan dengan sensor tambahan seperti sensor ultrasonik untuk memberikan peringatan dini terhadap benda-benda yang berpotensi membahayakan, sehingga meningkatkan keselamatan lansia secara keseluruhan.

2.2.1.4 Kelemahan Penelitian

Kelemahan dari penelitian ini mencakup beberapa aspek, seperti keterbatasan dalam pengujian lingkungan yang dapat mempengaruhi akurasi deteksi jatuh dan pengiriman notifikasi, serta ketergantungan pada teknologi GSM dan GPS yang mungkin tidak selalu dapat diandalkan di daerah terpencil. Selain itu, penggunaan sensor *akselerometer* sebagai satu-satunya metode deteksi jatuh dapat membatasi kemampuan sistem dalam mendeteksi berbagai jenis jatuh. Penelitian ini juga tidak mempertimbangkan respons keluarga atau tenaga medis terhadap notifikasi yang dikirim, yang dapat mengurangi efektivitas sistem dalam situasi darurat. Terakhir, aspek psikologis pengguna dalam menggunakan alat ini tidak dibahas, yang dapat mempengaruhi kepatuhan pasien dalam menggunakan alat tersebut.

2.2.1.5 Kelebihan Penelitian

Kelebihan dari penelitian ini adalah pengembangan alat deteksi jatuh yang berbiaya rendah dan portable, yang dirancang khusus untuk memantau pasien berisiko vertigo dan sinkop. Alat ini menggunakan sensor *akselerometer* MPU6050 yang mampu mendeteksi jatuh dengan akurasi mencapai 90%, serta dilengkapi dengan sistem notifikasi berbasis GSM yang mengirimkan informasi dan lokasi kejadian secara real-time kepada keluarga atau tenaga medis. Selain itu, fitur tambahan seperti tombol panic button dan pengingat minum obat melalui RTC memberikan nilai tambah dalam pemantauan kesehatan pasien, sehingga meningkatkan keselamatan dan kualitas hidup lansia. Penelitian ini juga menunjukkan potensi integrasi dengan sensor tambahan untuk peringatan dini

terhadap bahaya, yang dapat lebih meningkatkan efektivitas sistem dalam mencegah insiden jatuh.

2.2.2 Paper 2

“Sistem Pendeteksi Jatuh Berbasis Internet of Things” oleh Steven Pandelaki, Lanny Sitanayah, Micael Liem. Manado, tahun 2023, Sinta 4.

2.2.2.1 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem yang dapat mendeteksi kejadian jatuh pada lansia secara real-time dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT). Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi penggunaan sensor MPU-6050 yang menggabungkan fungsi *akselerometer* dan *gyroscope*, serta *mikrokontroler* NodeMCU ESP8266 untuk mengirim data ke database.

2.2.2.2 Metodologi yang Digunakan

Metodologi yang digunakan dalam penelitian "Sistem Pendeteksi Jatuh Berbasis *Internet of Things*" terdiri dari beberapa tahap yang sistematis. Pertama, dilakukan identifikasi masalah untuk menemukan solusi dalam bentuk sistem yang akan dibangun.

Selanjutnya, peneliti melakukan studi literatur untuk memahami teori-teori pendukung yang relevan dengan topik penelitian. Setelah itu, pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang diperlukan dalam proses pembuatan sistem. Data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis sesuai dengan algoritma yang digunakan, di mana peneliti menentukan nilai *threshold* dengan menganalisis

semua resultan percepatan dari aktivitas sehari-hari. Dengan pendekatan ini, sistem yang dibangun mampu mendeteksi jatuh dengan akurasi tinggi, mencapai 95% dalam pengujian.

2.2.2.3 Temuan Utama

Temuan utama dalam penelitian "Sistem Pendeteksi Jatuh Berbasis *Internet of Things*" menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu mendeteksi kejadian jatuh pada lansia dengan akurasi tinggi, mencapai 95%. Penggunaan sensor MPU-6050 yang menggabungkan fungsi *akselerometer* dan *gyroscope*, serta *mikrokontroler* NodeMCU ESP8266, memungkinkan sistem untuk memantau dan mengklasifikasikan kondisi jatuh secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini memiliki akurasi 100% dalam mendeteksi jatuh ke depan dan ke belakang, serta 80% untuk jatuh ke kiri dan kanan. Selain itu, sistem ini dirancang untuk memberikan notifikasi kepada pengasuh, sehingga meningkatkan respons terhadap insiden jatuh dan memberikan perlindungan lebih bagi pengguna. Rencana pengembangan lebih lanjut mencakup pembuatan aplikasi Android yang dilengkapi dengan fitur push notification, yang diharapkan dapat meningkatkan fleksibilitas dalam pengawasan kondisi pengguna. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam upaya pencegahan jatuh pada lansia dan meningkatkan keselamatan mereka.

2.2.2.4 Kelemahan Penelitian

Kelemahan dari penelitian ini terletak pada terbatasnya pengujian yang dilakukan pada variasi jenis jatuh. Meskipun sistem menunjukkan akurasi tinggi dalam mendeteksi jatuh ke depan dan ke belakang dengan 100%, akurasi untuk

jatuh ke kiri dan kanan hanya mencapai 80%. Hal ini menunjukkan bahwa algoritma deteksi yang digunakan masih memiliki ruang untuk perbaikan agar dapat menangani berbagai skenario jatuh dengan lebih baik. Selain itu, penelitian ini tidak membahas secara mendalam tentang faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi akurasi deteksi, seperti kondisi lingkungan atau variasi fisik individu yang berbeda.

2.2.2.5 Kelebihan Penelitian

Kelebihan dari penelitian ini terletak pada akurasi tinggi sistem dalam mendeteksi jatuh, yang mencapai 95%, serta kemampuannya untuk memberikan notifikasi real-time kepada pengasuh, sehingga meningkatkan respons terhadap insiden jatuh. Penggunaan sensor MPU-6050 yang menggabungkan fungsi *akselerometer* dan *gyroscope*, serta *mikrokontroler* NodeMCU ESP8266, memungkinkan sistem untuk memantau dan mengklasifikasikan kondisi jatuh secara efektif.

Selain itu, sistem ini dirancang untuk dapat diintegrasikan dengan perangkat mobile, yang memungkinkan pengasuh untuk segera mendapatkan informasi dan mengambil tindakan yang diperlukan dalam situasi darurat. Dengan pendekatan berbasis *Internet of Things* (IoT), sistem ini tidak hanya meningkatkan keselamatan lansia, tetapi juga memberikan solusi komprehensif yang dapat diakses dari jarak jauh, sehingga memberikan kontribusi signifikan dalam upaya pencegahan jatuh dan meningkatkan kualitas hidup pengguna.

2.2.3 Paper 3

”Perancangan Website Berbasis Aplikasi Dengan Fitur Notifikasi Whatsapp Untuk Sistem Deteksi Jatuh” oleh Muhammad Adi Nurhidayat, Figo Azzam De Fitrah, Fiky Y. Suratman, Istiqomah pada tahun 2024 sinta 4

2.2.3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang diuraikan dalam jurnal berjudul "PERANCANGAN WEBSITE BERBASIS APLIKASI DENGAN FITUR NOTIFIKASI WHATSAPP UNTUK SISTEM DETEKSI JATUH" adalah mengembangkan sebuah sistem deteksi jatuh yang menggunakan radar sebagai sensor. Penelitian ini berfokus pada deteksi dini kecelakaan jatuh dan memberikan intervensi cepat, terutama untuk individu yang tinggal sendirian. Dengan demikian, sistem ini bertujuan untuk meningkatkan keamanan dan kualitas hidup pengguna dengan menyediakan notifikasi kepada pengguna serta rumah sakit saat terjadi kecelakaan jatuh yang serius. Selain itu, sistem ini memungkinkan akses informasi secara real-time melalui platform IoT dan aplikasi berbasis web.

2.2.3.2 Metodologi yang Digunakan

Metodologi yang diterapkan dalam penelitian ini adalah pengujian aplikasi berbasis web melalui metode Blackbox Testing. Pendekatan ini menekankan pada spesifikasi fungsional perangkat lunak, bertujuan untuk memastikan bahwa sistem deteksi jatuh beroperasi sesuai harapan. Selain itu, penelitian ini juga mencakup proses pengembangan aplikasi berbasis web dan integrasinya dengan platform IoT.

2.2.3.3 Temuan Utama

Temuan utama dari jurnal ini adalah pengembangan sistem deteksi jatuh yang efektif dengan menggunakan radar sebagai sensor. Sistem tersebut dirancang untuk mendeteksi kejadian jatuh secara dini dan memberikan intervensi yang cepat. Dikenal sebagai sistem terintegrasi, platform ini tidak hanya terhubung dengan *Internet of Things* (IoT), tetapi juga dilengkapi dengan aplikasi berbasis web.

Salah satu fitur unggulannya adalah notifikasi yang dapat mengirimkan informasi kepada pengguna dan rumah sakit dalam waktu rata-rata 27,9 detik setelah insiden terjadi. Hasil pengujian menggunakan metode Blackbox Testing menunjukkan bahwa sistem berfungsi dengan baik dan memenuhi kebutuhan pengguna. Jurnal ini juga mencatat adanya potensi untuk pengembangan lebih lanjut, seperti fitur penghapusan log otomatis dan integrasi sensor GPS, yang dapat meningkatkan fungsionalitas sistem secara keseluruhan.

2.2.3.4 Kelemahan Penelitian

Jurnal tersebut mengidentifikasi beberapa kelemahan dalam penelitiannya, yang mencakup berbagai aspek sebagai berikut:

1. Keterbatasan dalam Pengujian: Walaupun sistem telah melalui evaluasi menggunakan metode Blackbox Testing, pengujian tersebut mungkin tidak mencakup semua skenario yang mungkin terjadi dalam situasi nyata. Akibatnya, ada kemungkinan beberapa masalah tetap tidak terdeteksi.
2. Ketergantungan pada Sensor Radar: Penggunaan radar sebagai sensor mungkin menghadapi tantangan dalam kondisi tertentu, seperti lingkungan yang sangat

bising atau adanya penghalang fisik, yang dapat memengaruhi akurasi dalam mendeteksi kejadian jatuh.

3. Potensi Pengembangan yang Terbatas: Di samping adanya rencana untuk pengembangan lebih lanjut, seperti penghapusan log otomatis dan integrasi sensor GPS, implementasi fitur-fitur tersebut mungkin memerlukan sumber daya tambahan dan waktu yang lebih panjang.
4. Aspek Privasi: Meskipun sistem dirancang untuk digunakan di area pribadi, seperti kamar mandi, pengguna mungkin merasa ragu dan tidak nyaman dengan penggunaan radar dalam ruang-ruang privat ini.
5. Keterbatasan dalam Respons Notifikasi: Walaupun waktu rata-rata notifikasi tercatat pada 27,9 detik, dalam situasi darurat, durasi ini mungkin masih dianggap tidak memadai, terutama jika dibandingkan dengan kebutuhan yang mendesak untuk pertolongan pertama.

Kelemahan-kelemahan ini menunjukkan bahwa meskipun sistem memiliki potensi besar, masih terdapat kesempatan untuk melakukan perbaikan dan pengembangan lebih lanjut.

2.2.3.5 Kelebihan Penelitian

Keunggulan dari penelitian ini meliputi:

1. Deteksi Dini dan Intervensi Cepat: Sistem ini dirancang untuk memberikan deteksi awal terhadap kecelakaan jatuh, disertai dengan respon yang cepat. Hal ini sangat krusial untuk meningkatkan keselamatan individu, terutama bagi mereka yang tinggal sendiri.

2. Integrasi dengan *Internet of Things* (IoT) dan Aplikasi Web: Sistem ini terhubung dengan platform *Internet of Things* (IoT) dan aplikasi berbasis web, sehingga memungkinkan pengguna untuk memantau hasil deteksi secara real-time dan menerima notifikasi segera ketika terjadi kecelakaan jatuh.
3. Pengujian yang Komprehensif: Dengan menggunakan metode Blackbox Testing, sistem ini telah diuji secara menyeluruh untuk memastikan bahwa ia berfungsi sesuai dengan spesifikasi fungsional yang diharapkan, memberikan keyakinan terhadap kinerja sistem.
4. Fitur Notifikasi: Sistem ini dilengkapi dengan fitur notifikasi yang secara otomatis mengirimkan informasi kepada pengguna dan rumah sakit dalam rata-rata waktu 27,9 detik setelah terjadinya kecelakaan jatuh yang fatal, yang dapat mempercepat respons bantuan.
5. Potensi Pengembangan: Penelitian ini menawarkan peluang untuk pengembangan lebih lanjut, seperti penambahan sensor GPS dan otomatisasi pencatatan log, yang dapat memperluas fungsionalitas sistem.

Keunggulan-keunggulan ini menunjukkan bahwa sistem deteksi jatuh yang dikembangkan memiliki potensi besar untuk meningkatkan keamanan dan kualitas hidup penggunanya.