

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancang Dasar Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menguji efektivitas sistem deteksi jatuh pada lansia berbasis *Internet of Things* (IoT) yang menggunakan sensor MPU-6050, sensor ultrasonik HC-SR04, dan GPS Neo-6M. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan pengukuran secara numerik dan analisis statistik terhadap variabel-variabel yang terkait dengan deteksi jatuh dan peringatan dini terhadap potensi bahaya di sekitar lansia. Penggunaan data kuantitatif diharapkan dapat memberikan hasil yang objektif dan akurat mengenai performa sistem dalam mendeteksi kejadian jatuh dan memberikan peringatan.

Pendekatan penelitian ini bersifat eksperimental dengan desain pre-test dan post-test. Pada tahap pre-test, kondisi lansia tanpa alat deteksi akan diobservasi dan dicatat untuk mengukur baseline dari insiden jatuh dan tingkat respon dari pengasuh atau keluarga. Kemudian, setelah penerapan sistem deteksi jatuh berbasis IoT, dilakukan post-test untuk mengukur efektivitas alat dalam mengurangi insiden jatuh, mempercepat waktu respon, dan meningkatkan keselamatan lansia.

3.1.1 Bidang dan Jenis Penelitian

Penelitian ini berada dalam bidang Teknik Biomedis dan Kesehatan, khususnya pada aplikasi teknologi IoT dalam perawatan kesehatan lansia. Ini juga

mencakup aspek Sistem Sensorik dan Teknologi Informasi, mengingat adanya penerapan perangkat sensor dan pemanfaatan IoT untuk pemantauan jarak jauh.

Jenis penelitian ini adalah Eksperimen Kuantitatif. Eksperimen kuantitatif dipilih karena penelitian ini berfokus pada pengukuran data numerik yang mencakup insiden jatuh, waktu respon terhadap notifikasi, dan efektivitas alat. Pendekatan eksperimental dengan desain pre-test dan post-test digunakan untuk membandingkan kondisi sebelum dan setelah penerapan sistem deteksi jatuh berbasis IoT.

3.1.2 Lokasi Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang disampaikan, lokasi penelitian yang tepat untuk menguji sistem deteksi jatuh berbasis *Internet of Things* (IoT) pada lansia perlu mempertimbangkan beberapa faktor, seperti keberadaan populasi lansia, aksesibilitas teknologi, dan relevansi dengan kondisi kehidupan sehari-hari lansia.

Lingkungan RW 09 Cakung Timur merupakan salah satu lokasi yang tepat untuk melakukan pengujian sistem deteksi jatuh, karena di area ini terdapat sejumlah lansia yang menetap di rumah masing-masing. Hal ini memungkinkan pengujian dilakukan dalam kondisi nyata di lingkungan tempat tinggal mereka sehari-hari. Selain itu, wilayah ini memiliki akses terhadap perangkat mobile dan koneksi internet yang memadai, sehingga mendukung penerapan sistem secara optimal. Kehadiran anggota keluarga atau tetangga yang dapat segera memberikan bantuan jika terjadi insiden juga menjadi faktor penting untuk menilai efektivitas sistem dalam konteks kehidupan masyarakat. Penelitian ini dapat menguji

bagaimana sistem deteksi jatuh berbasis IoT berfungsi dalam lingkungan rumah tangga lansia, serta mengukur seberapa cepat dan efektif pengasuh atau keluarga merespons notifikasi real-time dari sistem tersebut.

Lokasi lain yang cocok adalah rumah sakit atau klinik yang menyediakan layanan khusus bagi lansia, di mana lingkungan medis yang ada memungkinkan pengujian sistem dalam konteks pemantauan kesehatan lansia dengan masalah fisik, seperti gangguan keseimbangan atau kelemahan otot. Sistem ini dapat diuji untuk mendeteksi kejadian jatuh serta memberikan notifikasi kepada tenaga medis dan keluarga. Selain itu, tempat umum yang ramah lansia, seperti taman kota atau pusat perbelanjaan, juga menjadi pilihan yang baik untuk penelitian, karena lansia sering mengunjungi tempat-tempat tersebut. Uji coba di tempat umum ini bertujuan untuk menguji efektivitas sistem deteksi jatuh dan peringatan dini terhadap potensi kecelakaan akibat benda-benda di sekitar lansia dalam situasi kehidupan sehari-hari. Jika akses langsung ke lansia terbatas, laboratorium atau fasilitas penelitian yang mensimulasikan lingkungan lansia bisa menjadi alternatif. Fasilitas ini dapat mensimulasikan kondisi fisik lansia atau kejadian jatuh, memberikan kesempatan untuk mengevaluasi sistem deteksi jatuh secara terkontrol dan terukur.

Pemilihan lokasi-lokasi ini memungkinkan penelitian untuk memberikan data yang valid mengenai efektivitas sistem deteksi jatuh berbasis IoT dalam meningkatkan keselamatan lansia. Selain itu, lokasi-lokasi tersebut dapat menunjukkan potensi manfaat sistem dalam kehidupan sehari-hari lansia, baik di lingkungan sekitar, fasilitas medis, maupun tempat umum. Dengan demikian,

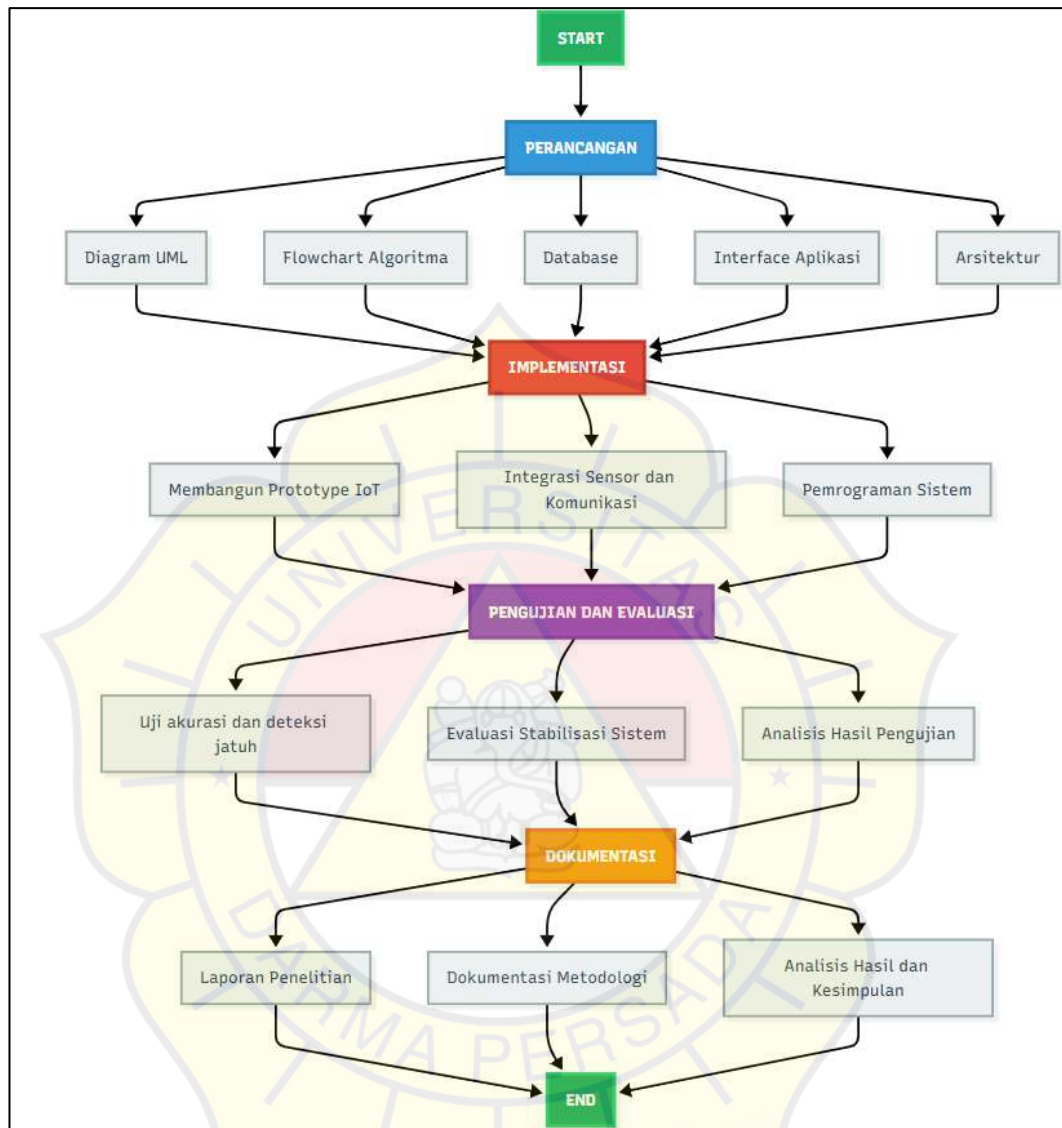
penelitian ini diharapkan dapat mengembangkan solusi yang lebih komprehensif dan aplikatif untuk meningkatkan kualitas hidup lansia melalui teknologi.

3.1.3 Jadwal Tahapan Penelitian

Tabel 3. 1 Jadwal Tahapan Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Bulan												
		Oktober		November				Desember				Juni		Juli
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	3	4	1
1.	Pembuatan Proposal	■												
2.	Sminar Proposal		■											
3.	Bab I dan II			■	■									
4.	Bab III					■	■							
5.	Merakit Alat dan Membuat Aplikasi							■	■	■	■			
6.	Demo Aplikasi											■		
7.	Bab IV												■	
8.	Bab V												■	
9.	Seminar Isi													■

3.2 Rancangan Metodologi Penelitian



Gambar 3. 1 Tahapan Rancangan Metodologi Penelitian

Pada gambar 3.1 terdapat sebuah diagram, diagram tersebut menggambarkan alur pengembangan sistem menggunakan metodologi System Development Life Cycle (SDLC) yang dimulai dari tahap START dan berakhir pada tahap END. Tahap pertama adalah PERANCANGAN, dimana dilakukan perencanaan komprehensif yang meliputi pembuatan Diagram UML untuk

visualisasi sistem, perancangan Flowchart Algoritma untuk logika program, perancangan Database untuk penyimpanan data, perancangan Interface Aplikasi untuk interaksi pengguna, dan perancangan Arsitektur sistem secara keseluruhan.

Setelah tahap perancangan selesai, proses berlanjut ke tahap IMPLEMENTASI yang merupakan fase pengembangan aktual sistem. Pada tahap ini dilakukan tiga kegiatan utama yaitu Membangun Prototype IoT sebagai model awal sistem, melakukan Integrasi Sensor dan Komunikasi untuk menghubungkan komponen *perangkat keras*, dan melakukan Pemrograman Sistem untuk mengembangkan aplikasi *perangkat lunak* yang diperlukan.

Tahap selanjutnya adalah PENGUJIAN DAN EVALUASI yang bertujuan memastikan sistem berfungsi dengan baik. Fase ini mencakup Uji Akurasi dan Deteksi Jatuh untuk memvalidasi kemampuan sistem dalam mendeteksi kejadian jatuh, Evaluasi Stabilitas Sistem untuk memastikan sistem dapat beroperasi secara konsisten, dan Analisis Hasil Pengujian untuk mengevaluasi performa sistem secara menyeluruh.

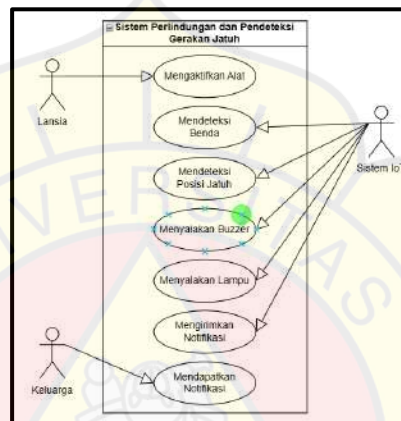
Tahap terakhir adalah DOKUMENTASI yang meliputi penyusunan Laporan Penelitian sebagai dokumentasi lengkap proyek, pembuatan Dokumentasi Metodologi untuk menjelaskan pendekatan yang digunakan, dan penyusunan Analisis Hasil dan Kesimpulan yang merangkum temuan dan rekomendasi dari keseluruhan proses pengembangan sistem. Setiap tahap dalam SDLC ini saling terkait dan harus dilaksanakan secara berurutan untuk memastikan pengembangan

sistem deteksi jatuh berbasis IoT berjalan sistematis dan menghasilkan sistem yang berkualitas.

3.2.1 Perancangan

3.2.1.1 Perancangan UML

1. Use Case Sistem Perlindungan dan Pendeteksi Gerakan Jatuh Berbasis Iot



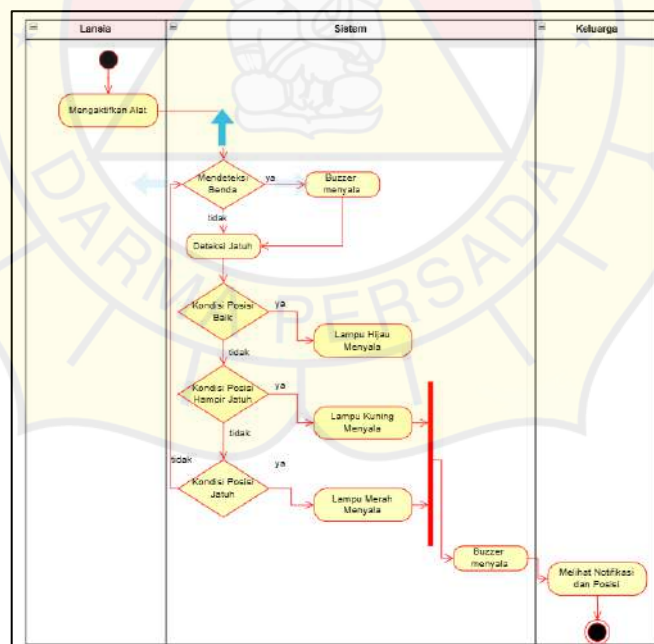
Gambar 3. 2 Use Case Sistem Perlindungan dan Pendeteksi Gerakan Jatuh Berbasis Iot

Pada gambar 3.2 terdapat use case diagram yang menggambarkan sistem perlindungan dan pendeteksi gerakan jatuh berbasis IoT yang dirancang untuk mendeteksi dan merespons berbagai kondisi gerakan tubuh, khususnya untuk mencegah dan menangani kejadian jatuh. Proses dimulai ketika pengguna mengaktifkan alat, yang kemudian memungkinkan sistem IoT mendeteksi keberadaan benda atau objek di sekitarnya serta memonitor posisi tubuh pengguna.

Ketika alat tidak mendeteksi adanya pergerakan jatuh, lampu hijau akan menyala sebagai indikasi bahwa kondisi pengguna normal. Jika sistem mendeteksi keberadaan benda, hal ini tidak relevan dengan kejadian jatuh sehingga tidak ada aksi tambahan yang dilakukan. Namun, jika alat mendeteksi adanya pergerakan

jatuh, sistem akan mengaktifkan *buzzer* sebagai alarm suara, menyalakan lampu merah sebagai peringatan visual, dan mengirim notifikasi ke perangkat yang terhubung, seperti smartphone, untuk memberi tahu pengguna atau pihak terkait. Selain itu, jika alat mendeteksi pergerakan yang mengindikasikan hampir jatuh, lampu kuning akan menyala sebagai peringatan dini agar pengguna lebih berhati-hati. Sistem ini memberikan tanggapan yang berbeda berdasarkan tingkat keparahan situasi, mulai dari kondisi normal, peringatan dini, hingga tindakan darurat, sehingga dapat meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengguna, khususnya bagi individu yang rentan terhadap risiko jatuh seperti lansia atau pasien dengan mobilitas terbatas

2. *Diagram Aktivitas* Sistem deteksi Jatuh



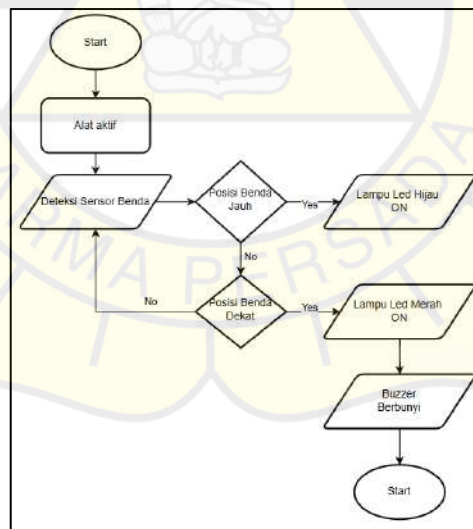
Gambar 3. 3 Diagram Aktivitas Sistem Deteksi Jatuh

Diagram aktivitas pada gambar di atas menggambarkan alur kerja sistem deteksi jatuh untuk lansia, yang melibatkan interaksi antara lansia, sistem, dan

keluarga. Proses dimulai ketika lansia mengaktifkan alat, kemudian sistem mendeteksi keberadaan benda di sekitarnya. Jika ada benda terdeteksi, *buzzer* akan menyala sebagai peringatan, dan jika tidak, sistem melanjutkan ke deteksi jatuh.

Sistem mengevaluasi kondisi posisi tubuh lansia dalam tiga kategori: posisi baik (lampu hijau menyala), hampir jatuh (lampu kuning menyala dan *buzzer* aktif), atau jatuh (lampu merah menyala). Ketika jatuh terdeteksi, sistem juga mengirimkan notifikasi beserta lokasi lansia kepada keluarga melalui GPS. Hal ini memungkinkan keluarga untuk segera merespons situasi darurat, memastikan keselamatan lansia. Diagram ini menunjukkan langkah-langkah sistematis dalam memberikan peringatan dini dan respons cepat terhadap potensi bahaya.

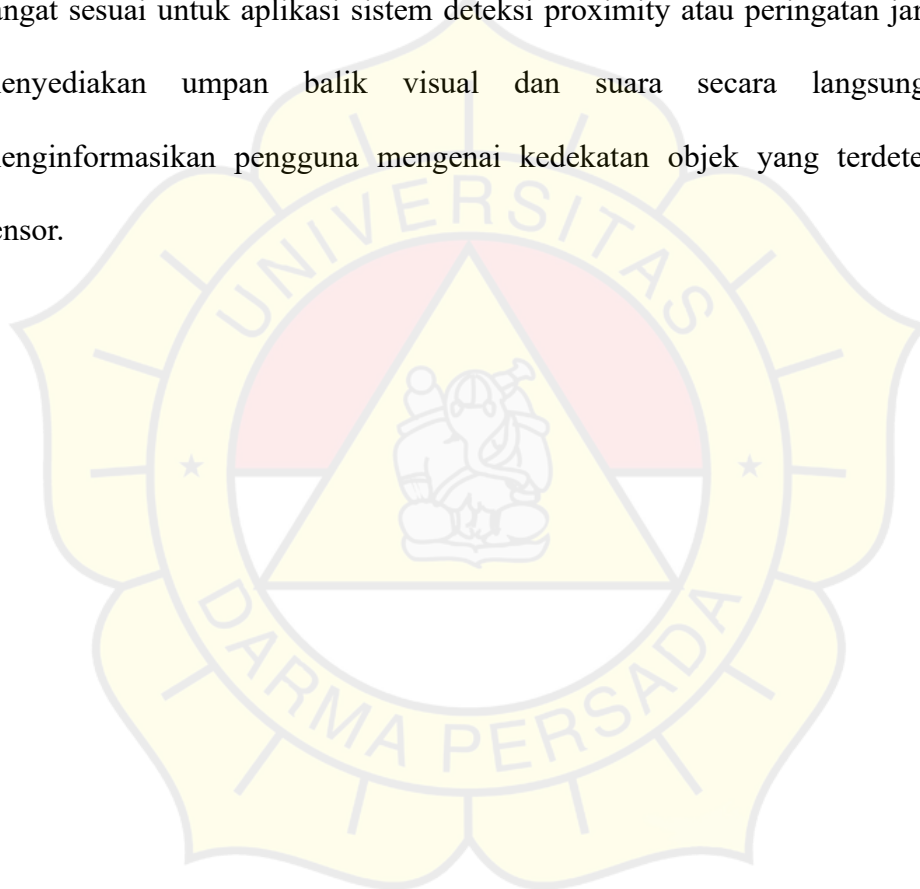
3.2.1.2 Perancangan Flow Chart Algoritma



Gambar 3. 4 Flow Chart Algoritma Deteksi Benda

Algoritma deteksi objek pada gambar 3.4 ini, beroperasi dalam siklus yang berulang dan dimulai dengan proses inialisasi perangkat. Setelah sistem aktif, sensor akan terus memantau keberadaan benda di sekitarnya. Apabila objek

terdeteksi pada jarak yang relatif jauh, sistem akan merespons dengan menyalakan LED berwarna hijau sebagai sinyal visual. Namun jika objek berada dalam jarak yang dekat, sistem akan mengaktifkan LED merah disertai suara buzzer sebagai alarm peringatan. Setelah memberikan sinyal yang tepat sesuai kondisi, sistem akan kembali melakukan pemantauan secara berkesinambungan. Desain algoritma ini sangat sesuai untuk aplikasi sistem deteksi proximity atau peringatan jarak, yang menyediakan umpan balik visual dan suara secara langsung untuk menginformasikan pengguna mengenai kedekatan objek yang terdeteksi oleh sensor.



3.2.1.3 Perancangan Struktur Database

1. Tabel Device

Tabel 3. 2 Tabel Database Device

Field	Tipe Data	Keterangan
id	Varchar (50)	ID unik dari Firebase
device_id	Varchar (100)	ID perangkat sensor
created_at	Timestamp	Waktu data perangkat pertama kali tercatat
last_ping	Timestamp	Waktu terakhir perangkat mengirimkan data (heartbeat)
update_at	Timestamp	Waktu terakhir data diperbarui
is_emergency	Boolean	Menandakan apakah saat itu kondisi darurat (true) atau tidak (false)
location_lat	Float	Koordinat lintang lokasi perangkat
location_long	Float	Koordinat bujur lokasi perangkat
message	Text	Status perangkat (contoh : "Potential fall detected but position returned to normal")
ultrasonic_distance	Float	Jarak objek terdeteksi oleh sensor ultrasonic
ultrasonic_unit	Varchar 3(10)	Satuan jarak ultrasonic, misalnya "cm"
sensor_status	Varchar (50)	Status sensor saat ini (misal :false_alarm, active, disconnected)

Tabel devices memiliki peran penting sebagai penyimpan data utama yang mencatat berbagai informasi terkait kondisi dan status terkini dari perangkat sensor berbasis IoT dalam sistem pemantauan lansia. Setiap baris pada tabel ini merepresentasikan satu perangkat aktif, seperti sensor yang terpasang pada alat bantu jalan atau kursi roda, yang dilengkapi dengan data identitas perangkat (`device_id`), waktu saat data dicatat atau diperbarui (`created_at`, `last_ping`, `updated_at`), serta penanda apakah perangkat sedang dalam kondisi darurat (`is_emergency`).

Tabel ini juga menyimpan informasi lokasi terakhir perangkat (`location_lat`, `location_long`), serta pesan sistem (`message`) yang membantu dalam menilai situasi atau mengidentifikasi gangguan. Data sensor ultrasonik, seperti jarak objek di sekitar lansia (`ultrasonic_distance`) dan satuannya (`ultrasonic_unit`), juga dicatat untuk mencegah potensi tabrakan atau jatuh. Kolom `sensor_status` memberikan gambaran umum tentang kondisi perangkat, apakah normal, alarm palsu, atau tidak aktif. Secara keseluruhan, tabel ini sangat berguna untuk kebutuhan pemantauan secara langsung, analisis perangkat, serta integrasi ke dalam sistem dashboard pemantauan berbasis IoT.

2. Tabel Notifications

Dibawah ini merupakan tabel notifications yang berfungsi sebagai penyimpanan utama notifikasi jatuh dari sensor IoT pada sistem pemantauan lansia.

Tabel 3. 3 Tabel Database Notifications

Field	Tipe Data	Keterangan
id	Varchar (50)	ID dokumen Firestore (misal: 6RaFTlKupfViuBph8dEW)
device_id	Varchar (100)	ID perangkat sensor, contoh: wheelchair_sensor_01
created_at	Timestamp	Waktu notifikasi dibuat
Update_at	Timestamp	Waktu data terakhir diperbarui
status	Varchar (50)	Status deteksi dari perangkat (DEVICE_FALL, dll)
is_read	Boolean	Status apakah notifikasi sudah dibaca
accel_magnitude	Float	Besar percepatan total dari sensor
accel_x	Float	Komponen akselerasi X
accel_y	Float	Komponen akselerasi Y
accel_z	Float	Komponen akselerasi Z
titl_angel	Float	Sudut kemiringan tubuh saat kejadian
latitude	Float	Lokasi lintang kejadian
longtitude	Float	Lokasi bujur kejadian
obstacle_distance	Float	Jarak ke objek terdekat
obstacle_unit	Varchar (10)	Satuan jarak (cm)

Tabel notifications digunakan sebagai media penyimpanan utama untuk mencatat data notifikasi kejadian jatuh yang terdeteksi oleh perangkat sensor berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam sistem monitoring lansia. Setiap entri pada tabel ini merepresentasikan satu insiden yang terpantau oleh sensor MPU-6050 dan sensor ultrasonik HC-SR04, yang biasanya terpasang pada alat seperti sabuk sensor atau kursi roda. Informasi yang disimpan meliputi identitas alat (*device_id*), waktu kejadian (*created_at*, *updated_at*), serta data kondisi fisik saat peristiwa terjadi, seperti nilai percepatan (*accel_x*, *accel_y*, *accel_z*, *accel_magnitude*), sudut kemiringan tubuh (*tilt_angle*), dan status kejadian (*status*).

Selain itu, tabel ini juga merekam lokasi jatuhnya kejadian (*latitude*, *longitude*) dan informasi mengenai jarak terhadap objek terdekat (*obstacle_distance*, *obstacle_unit*) yang mungkin menjadi pemicu jatuhnya lansia, serta status apakah notifikasi sudah dibaca (*is_read*). Tabel ini sangat penting dalam mendukung pemantauan secara langsung (*real-time*), analisis kejadian masa lalu, serta membantu keluarga atau pengasuh dalam mengambil tindakan cepat. Selain itu, data dari tabel ini juga dapat diintegrasikan ke dalam sistem dashboard untuk keperluan visualisasi, pelaporan medis, peningkatan keamanan, serta pengembangan teknologi pendeteksi jatuh yang lebih cerdas dan responsif.

3.2.1.4 Perancangan Interface Aplikasi



Gambar 3. 5 Interface Notifikasi Aplikasi

Pada gambar 3.5 memiliki fungsi utama notifikasi pada interface ini adalah memberikan informasi kritis secara cepat dan jelas kepada pengguna terkait insiden jatuh yang dialami oleh lansia. Notifikasi berfungsi sebagai alat peringatan darurat, ditandai dengan teks merah mencolok bertuliskan "Peringatan !!! Lansia Terjatuh" untuk memastikan pengguna segera menyadari situasi yang membutuhkan perhatian. Selain itu, notifikasi menyertakan lokasi insiden dalam format koordinat, memungkinkan pengguna mengetahui posisi lansia secara akurat dan langsung mengambil langkah untuk memberikan bantuan.

Waktu insiden yang ditampilkan secara besar dan jelas juga berfungsi untuk memberikan konteks kronologis, membantu pengguna mengetahui kapan kejadian berlangsung sehingga dapat merespons dengan lebih cepat. Dengan

kombinasi elemen visual yang kontras dan informasi yang terstruktur, notifikasi ini dirancang untuk memastikan bahwa pengguna dapat segera memahami situasi darurat dan mengambil tindakan yang diperlukan tanpa kebingungan.



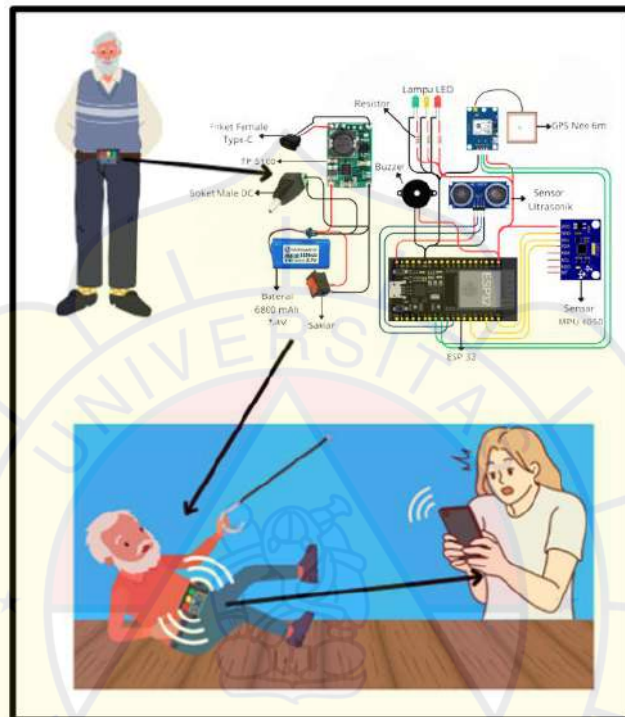
Gambar 3. 6 Interface Aplikasi Notifikasi Peringatan Gerakan Jatuh

Tampilan interface pada gambar 3.6 dirancang untuk memberikan peringatan jelas saat terjadi insiden jatuh pada lansia. Pada bagian atas, terdapat teks "Fall Detection" yang menunjukkan fitur utama dari aplikasi ini. Di bawahnya, terdapat ikon segitiga merah dengan tanda seru putih di tengah, yang berfungsi sebagai simbol peringatan visual untuk menarik perhatian pengguna secara instan.

Tepat di bawah ikon tersebut, terdapat teks besar bertuliskan "Peringatan !!! Lansia Terjatuh", yang menegaskan situasi darurat. Pada bagian bawah, ditampilkan peta dengan pin lokasi berwarna merah, menunjukkan lokasi jatuhnya lansia secara real-time. Desainnya menggunakan warna biru sebagai latar belakang untuk memberikan kontras yang kuat terhadap elemen peringatan merah, sehingga informasi penting mudah dikenali. Interface ini dirancang secara sederhana dan

fokus, memprioritaskan kecepatan dan kejelasan dalam menyampaikan peringatan kepada pengguna.

3.2.1.5 Perancangan Arsitektur IoT



Gambar 3. 7 Gambar Perancangan Arsitektur

Gambar 3.7 menunjukkan perancangan arsitektur sistem IoT untuk alat pendeteksi jatuh, yang dirancang untuk membantu pengguna, terutama lansia, agar mendapatkan peringatan dini dan bantuan jika terjadi kecelakaan seperti jatuh. Pada bagian atas gambar, seorang pengguna terlihat memakai alat ini di sekitar pinggang. Alat ini dilengkapi berbagai komponen elektronik, seperti NodeMCU ESP32, yang berfungsi sebagai pengendali utama untuk membaca data sensor dan mengontrol perangkat output. Alat ini menggunakan sensor MPU-6050, yang merupakan sensor IMU (Inertial Measurement Unit) untuk mendeteksi perubahan akselerasi (AX, AY, AZ) dan sudut tubuh pengguna, serta sensor ultrasonik HC-SR04, yang digunakan

untuk memantau jarak atau posisi tubuh terhadap permukaan. Selain itu, terdapat lampu LED sebagai indikator visual, *buzzer* untuk memberikan tanda peringatan suara, dan GPS Neo-6M untuk melacak lokasi pengguna, yang sangat berguna jika terjadi jatuh. Semua komponen ini didukung oleh sumber daya berupa baterai Li-Po 260mAh, yang dapat diisi ulang menggunakan modul TP 4056.

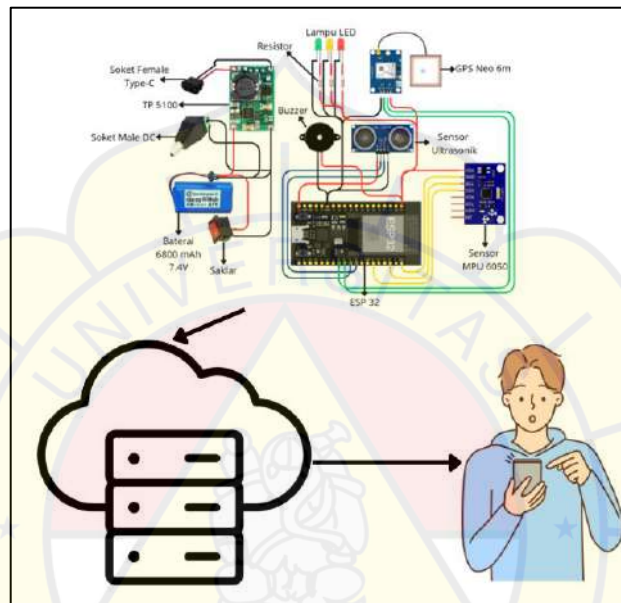
Pada bagian bawah gambar, sistem digambarkan sedang mendeteksi kejadian jatuh. Ketika pengguna jatuh, sensor MPU-6050 mendeteksi perubahan akselerasi atau sudut tubuh yang tidak normal, dan data tersebut diproses oleh NodeMCU ESP32 untuk menentukan apakah kejadian tersebut memenuhi kriteria sebagai kondisi jatuh. Jika jatuh terdeteksi, alat akan langsung mengaktifkan *buzzer* dan lampu LED sebagai peringatan lokal, sehingga orang di sekitar dapat segera menyadari kejadian tersebut. Selain itu, sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi ke smartphone anggota keluarga atau pengasuh melalui koneksi internet, disertai dengan informasi lokasi GPS pengguna. Notifikasi ini memungkinkan pengasuh untuk segera merespons dan memberikan bantuan dengan cepat.

Alur kerja alat ini dimulai dari pembacaan data sensor oleh sistem, diikuti oleh pemrosesan data oleh NodeMCU untuk mendeteksi kondisi jatuh berdasarkan parameter seperti akselerasi, sudut, dan posisi. Jika jatuh terdeteksi, sistem akan mengaktifkan berbagai peringatan dan mengirimkan notifikasi ke pihak terkait. Alat ini sangat bermanfaat untuk memantau keselamatan pengguna secara real-time, memberikan peringatan dini jika terjadi kecelakaan, dan menyediakan informasi lokasi yang akurat untuk mempercepat proses bantuan. Desain ini adalah salah satu

contoh implementasi teknologi IoT yang efektif untuk keperluan kesehatan dan keselamatan pribadi.

3.2.2 Implementasi

3.2.2.1 Perancangan Sketsa Prototype



Gambar 3. 8 Perancangan Sketsa Prototype

Perangkat pada gambar 3.8 menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai pusat kendali untuk mengintegrasikan berbagai sensor dan modul. Sensor ultrasonik HC-SR04 mendeteksi jarak atau keberadaan objek di sekitarnya dengan mengukur pantulan gelombang ultrasonik. Sensor MPU-6050 membaca data akselerasi dan rotasi untuk memantau gerakan atau kemiringan perangkat, sedangkan modul GPS Neo 6M menentukan lokasi perangkat secara real-time. Data dari sensor-sensor ini dikumpulkan oleh NodeMCU ESP32 dan dikirimkan ke server cloud melalui koneksi Wi-Fi.

Selain itu, TP4056 memastikan baterai LiPo 260mAh tetap terisi untuk menyediakan daya ke semua komponen. Perangkat dilengkapi dengan lampu LED sebagai indikator visual dan *buzzer* sebagai alat notifikasi suara untuk memberi peringatan tertentu, seperti objek terlalu dekat atau perubahan posisi perangkat yang signifikan. Data yang terkirim ke cloud dapat diakses melalui aplikasi mobile, memungkinkan pengguna menerima informasi seperti lokasi, status perangkat, atau peringatan jarak. Perangkat ini berfungsi secara otomatis untuk mendeteksi kondisi lingkungan, mengolah data, dan mengirimkannya ke pengguna secara real-time melalui aplikasi.

3.2.2.2 Integrasi Sensor dan Komunikasi

Integrasi sensor dan komunikasi merupakan tahap penting dalam pengembangan sistem IoT yang berfungsi untuk menghubungkan berbagai sensor dengan jaringan komunikasi yang telah dirancang. Pada fase ini, fokus utama adalah menyatukan perangkat keras sensor, seperti sensor gerak, sensor jarak, atau sensor lokasi, agar mampu bekerja secara sinkron dalam mengumpulkan data dari lingkungan sekitar secara akurat. Data yang diperoleh dari masing-masing sensor kemudian dikirimkan melalui protokol komunikasi yang andal, seperti Wi-Fi, Bluetooth, atau jaringan seluler, ke pusat pemrosesan atau aplikasi pengguna. Proses ini memastikan bahwa informasi yang dikumpulkan dapat ditransmisikan secara cepat dan stabil ke perangkat penerima, memungkinkan sistem untuk memberikan respons secara real-time. Dengan integrasi yang baik antara sensor dan sistem komunikasi, lingkungan IoT yang terbentuk menjadi lebih cerdas, responsif,

dan mampu mendukung pengambilan keputusan secara otomatis berdasarkan kondisi nyata di lapangan.

3.2.2.3 Pemrograman Sistem

Fase pemrograman sistem merupakan tahapan krusial dalam pengembangan solusi IoT, dimana konsep desain mulai diwujudkan dalam bentuk kode aplikasi. Dalam tahapan ini, programmer menyusun instruksi-instruksi yang bertugas mengendalikan dan menyinkronkan keseluruhan elemen sistem, mencakup berbagai sensor, unit mikrokontroler, serta aplikasi pendukung lainnya. Prioritas utama difokuskan pada penyusunan algoritma untuk mengolah informasi sensor secara langsung, seperti mengidentifikasi perubahan posisi atau aktivitas yang menunjukkan situasi khusus, contohnya kejadian terjatuh. Bersamaan dengan itu, dikembangkan pula mekanisme pengambilan keputusan otomatis yang memungkinkan sistem merespon berdasarkan data yang diterima, seperti mengaktifkan peringatan atau mengirimkan pemberitahuan ketika mendeteksi situasi gawat darurat. Pada aspek lain, dirancang juga tampilan interaktif yang memfasilitasi pengguna atau pihak yang berkepentingan, seperti anggota keluarga atau perawat, untuk berinteraksi langsung dengan sistem dan memperoleh informasi secara instan. Seluruh rangkaian aktivitas ini ditujukan untuk menciptakan platform IoT yang operasional, terpadu, dan siap menjalani evaluasi lebih mendalam pada tahap pengujian sistem secara komprehensif.

3.2.3 Pengujian dan Evaluasi

3.2.3.1 Uji Akurasi dan Deteksi Jatuh

Tahap uji akurasi dan deteksi jatuh bertujuan memastikan sistem dapat mengenali insiden jatuh secara tepat dan konsisten menggunakan sensor MPU-6050 yang menggabungkan *akselerometer* dan *gyroscope*. Sensor ini mendeteksi perubahan posisi dan orientasi tubuh dalam tiga sumbu koordinat (X, Y, Z), kemudian membandingkan data dengan *threshold* yang telah ditentukan untuk mengklasifikasikan kondisi pengguna seperti posisi normal, hampir jatuh, atau benar-benar jatuh. Uji coba dilakukan sebanyak 10 kali berdasarkan referensi nilai klasifikasi posisi tubuh lansia pada Gambar 2.1. Pengujian ini mengevaluasi kemampuan algoritma membedakan gerakan biasa dan gerakan yang mengindikasikan kejadian jatuh, serta mengidentifikasi kemungkinan kesalahan deteksi seperti *false positive* atau *false negative*. Hasil uji akurasi menjadi dasar penting untuk menilai kelayakan sistem dalam penggunaan nyata dengan risiko minimal terhadap kesalahan identifikasi kondisi lansia.

3.2.3.2 Evaluasi Stabilisasi Sistem

Tahap evaluasi stabilisasi sistem bertujuan memastikan seluruh komponen dapat beroperasi secara terpadu dan stabil dalam penggunaan nyata. Pengujian dilakukan dalam lingkungan sehari-hari untuk mengevaluasi proses pengambilan keputusan otomatis, seperti aktivasi buzzer, LED, dan pengiriman lokasi GPS melalui ESP32 ke aplikasi mobile. Evaluasi mencakup stabilitas komunikasi data, kecepatan respons notifikasi, dan keandalan sistem terhadap faktor eksternal. Sistem juga diuji dengan melibatkan sejumlah lansia dalam berbagai situasi untuk

memastikan respons yang cepat dan akurat. Tahap ini krusial untuk menilai apakah sistem tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga andal dan stabil saat diimplementasikan di lapangan.

3.2.3.3 Analisis Hasil Pengujian

Dalam fase analisis hasil pengujian, informasi yang diperoleh dari tes akurasi dan evaluasi kestabilan sistem dievaluasi untuk menentukan kinerja menyeluruh dari sistem yang telah dibangun. Proses analisis ini dimaksudkan untuk mengukur tingkat efektivitas sistem dalam mengidentifikasi insiden jatuh dengan presisi tinggi, termasuk menilai ketepatan respons sistem dalam kondisi aplikasi sesungguhnya. Di samping itu, tahapan ini juga berfungsi untuk menemukan berbagai kelemahan, seperti penundaan dalam transmisi pemberitahuan, kesalahan interpretasi data dari sensor, atau ketidakselarasan respons sistem terhadap situasi spesifik. Hasil dari analisis ini menjadi dasar fundamental untuk melakukan optimalisasi dan perbaikan sistem sebelum implementasi secara menyeluruh, sehingga sistem dapat mencapai tingkat keandalan, efisiensi, dan kesiapan yang optimal untuk digunakan dalam kondisi riil oleh pengguna target.

3.2.4 Dokumentasi

3.2.4.1 Laporan Penelitian

Laporan penelitian menjelaskan secara runtut proses perancangan, pengembangan, dan pengujian sistem deteksi jatuh berbasis IoT pada lansia. Disusun dalam lima bab utama, laporan ini mencakup latar belakang, teori pendukung, metodologi dengan pendekatan SDLC waterfall, hasil implementasi, serta kesimpulan dan saran. Uraian teknis mencakup penggunaan sensor MPU-6050, HC-SR04, GPS Neo-6M, dan ESP32, dilengkapi diagram dan sketsa seperti use case, *diagram aktivitas*, flowchart, serta struktur database. Keseluruhan isi laporan menjadi bukti ilmiah dari keberhasilan sistem dalam mendeteksi jatuh secara otomatis dan real-time.

3.2.4.2 Dokumentasi Metodologi

Dokumentasi metodologi memuat seluruh tahapan teknis yang dilakukan selama proses penelitian, mulai dari perancangan hingga pengujian sistem. Pada tahap perancangan, dijelaskan diagram use case, flowchart algoritma, desain antarmuka aplikasi, struktur database, serta arsitektur sistem IoT yang mengintegrasikan berbagai komponen seperti sensor dan mikrokontroler. Selanjutnya, tahap implementasi menggambarkan proses pemrograman sistem, perakitan perangkat keras, integrasi sensor MPU-6050, HC-SR04, GPS Neo-6M, serta pengembangan aplikasi mobile menggunakan platform seperti Arduino IDE dan Expo. Setelah implementasi selesai, dilakukan pengujian secara bertahap, yaitu unit testing untuk menguji fungsi setiap komponen, integration testing untuk memastikan komunikasi antarkomponen berjalan baik, system testing untuk

menilai kinerja sistem secara keseluruhan, dan *Pengujian Penerimaan Pengguna* guna memastikan sistem mudah digunakan serta sesuai kebutuhan pengguna.

3.2.4.3 Analisis Hasil dan Kesimpulan

Analisis hasil dan kesimpulan merupakan bagian akhir dari laporan yang mengevaluasi kinerja sistem deteksi jatuh setelah proses implementasi dan pengujian selesai dilakukan. Pada tahap ini, data dari berbagai pengujian seperti akurasi sensor, kecepatan notifikasi, dan tingkat kesalahan deteksi (false alarm) dianalisis untuk menilai efektivitas sistem secara menyeluruh. Hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik yang menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi insiden jatuh dengan cepat dan akurat. Berdasarkan temuan tersebut, disimpulkan bahwa sistem deteksi jatuh berbasis IoT yang dikembangkan telah berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian, serta dapat meningkatkan keselamatan lansia. Selain itu, disampaikan pula saran pengembangan ke depan untuk meningkatkan akurasi, menambah fitur, dan memperluas cakupan penggunaan alat.