



MONITORING LANSIA PENGIDAP DEMENSIA MENGGUNAKAN *INDOOR POSITIONING SYSTEM (IPS) BERBASIS BLUETOOTH LOW ENERGY (BLE)*

Reza Nandika¹⁾, Anton Hidayat²⁾, Budhi Bakhtiar³⁾, Muhammad Zaidan Addyp⁴⁾
^{1,2,3,4)}Program Studi Elektronika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang
Corresponding Author E-mail: reza@pnp.ac.id

ABSTRAK

Demensia menyebabkan penurunan fungsi kognitif dan aktivitas harian pada lansia sehingga meningkatkan risiko tersesat, terjatuh, dan kehilangan orientasi, terutama ketika berada di dalam lingkungan rumah. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemantauan yang mampu memberikan informasi posisi dan kondisi lansia secara real time untuk meningkatkan keselamatan dan mempermudah pengawasan oleh keluarga maupun pengasuh. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring posisi dan kondisi lansia berbasis Indoor Positioning System (IPS) menggunakan teknologi Bluetooth Low Energy (BLE). Sistem terdiri dari lima modul ESP32, yaitu tiga perangkat titik referensi (anchor), satu perangkat bergerak yang dilengkapi sensor MPU6050 untuk mendeteksi kejadian jatuh, dan satu perangkat server untuk pengolahan data. Data Received Signal Strength Indicator (RSSI) dikirim menggunakan protokol MQTT, kemudian difilter menggunakan Kalman Filter untuk mengurangi fluktuasi sinyal sebelum dilakukan perhitungan posisi menggunakan metode trilaterasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menampilkan posisi lansia dan mendeteksi kondisi jatuh secara real time melalui antarmuka LCD I2C dan web localhost. Pengujian metode trilaterasi menghasilkan rata-rata error sebesar 1,07 meter pada koordinat X dan 0,9 meter pada koordinat Y, sehingga sistem masih mampu mengidentifikasi lokasi lansia pada tingkat ruangan seperti ruang tamu, ruang keluarga, dan kamar tidur. Selain itu, sensor MPU6050 berhasil membedakan kondisi aman dan terjatuh berdasarkan perubahan nilai pitch dan roll tubuh. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat menjadi solusi alternatif yang efektif, ekonomis, dan mudah diimplementasikan untuk membantu pengawasan lansia pengidap demensia pada lingkungan indoor.

Kata kunci: Demensia, Indoor Positioning System, BLE, ESP32, Trilaterasi, Kalman Filter, MQTT, MPU6050.

ABSTRACT

Dementia causes a decline in cognitive function and daily activities in elderly individuals, increasing the risk of disorientation, falls, and wandering, particularly in indoor environments. Therefore, a monitoring system capable of providing real-time information regarding the location and condition of elderly patients is required to improve safety and facilitate supervision by caregivers and family members. This study proposes and implements an elderly monitoring system based on an Indoor Positioning System (IPS) using Bluetooth Low Energy (BLE) technology. The system consists of five ESP32 modules, including three reference nodes (anchors), one mobile node equipped with an MPU6050 sensor for fall detection, and one server node for data processing. The Received Signal Strength Indicator (RSSI) data are transmitted using the MQTT protocol, filtered using a Kalman Filter to reduce signal fluctuations, and subsequently processed using a trilateration algorithm to estimate the position of the elderly user. Experimental results demonstrate that the proposed system is capable of displaying the user's position and detecting fall events in real time through both an I2C LCD display and a localhost web interface. The trilateration method achieved an average positioning error of 1.07 m on the X-axis and 0.9 m on the Y-axis, allowing the system to accurately identify the room location of the elderly person, such as the bedroom, living room, or family room. Furthermore, the MPU6050 sensor successfully distinguished between normal and fall conditions based on variations in pitch and roll values. The proposed system offers an effective, low-cost, and easily deployable solution for



monitoring elderly individuals with dementia in indoor environments, thereby improving their safety and quality of care.

Keywords: Dementia, Indoor Positioning System, Bluetooth Low Energy, ESP32, Trilateration, Kalman Filter, MQTT, MPU6050.

1. PENDAHULUAN

Lanjut usia adalah seseorang yang telah mencapai usia 60 (enam puluh) tahun ke atas. batasan umur usia lanjut meliputi: usia pertengahan (*middle age*) antara usia 45 sampai 59 tahun, lanjut usia (*elderly*) antara usia 60 sampai 74 tahun, lanjut usia tua (*old*) antara usia 75 sampai 90 tahun dan usia sangat tua (*very old*) diatas usia 90 tahun. Kementerian Kesehatan mencatat adanya peningkatan jumlah penduduk lanjut usia (lansia), yakni dari 18 juta jiwa (7,6%) pada 2010 menjadi 25,9 juta jiwa (9,7%) pada 2019. Jumlahnya diprediksi akan terus meningkat hingga 48,2 juta jiwa (15,8%) pada 2035 [1]. Penyakit atau gangguan umum pada lanjut usia salah satunya adalah demensia[2].

Demensia merupakan kondisi neurodegeneratif kompleks yang dikarakterisasi oleh penurunan fungsi kognitif termasuk fungsi memori, kemampuan berpikir, dan kemampuan interaksi sosial. Pada kondisi yang lebih parah penderita demensia bahkan kehilangan kemampuan untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Dari gejala tersebut, demensia bukanlah sebuah penyakit spesifik, melainkan sebuah sindrom dari berbagai kondisi yang mempengaruhi fungsi dan kerja otak penderitanya. Dampak dari demensia tidak hanya pada penderita saja, hal ini ditunjukkan dengan adanya beban emosional dan ekonomi dari keluarga yang merawat penderita demensia [3]. Permasalahan yang sering terjadi yaitu ketika lansia pengidap Demensia tiba tiba keluar dari rumah, sehingga mengakibatkan anggota keluarga dari lansia tersebut sering kehilangan lansia tersebut karena susah mencari dan tidak ingin terjadi hal yang tidak diinginkan. Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan alat pelacakan yang dapat memantau lokasi dan kondisi lansia, sehingga keluarga dapat dengan mudah mengetahui keberadaan mereka dan mencegah risiko

kehilangan .

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dirancang sebuah sistem monitoring lansia di dalam ruangan menggunakan teknologi *Bluetooth Low Energy* (BLE). Sistem ini mampu menampilkan posisi dan kondisi lansia secara real time [4]. BLE mudah dalam proses pairing, konsumsi daya yang dikeluarkan sedikit, serta transmisi BLE mendukung untuk penelitian skala kecil. Teknologi BLE dapat dimanfaatkan dalam aplikasi indoor positioning system [5]. *Indoor Positioning System* adalah sistem yang digunakan untuk memprediksi posisi seseorang atau obyek pada ruangan tertutup. Ada banyak cara dalam penentuan posisi ini, salah satunya adalah dengan *trilateration* dimana posisi suatu titik ditentukan oleh jarak titik tersebut kepada tiga titik lain yang diketahui koordinatnya. Untuk mendapatkan jarak suatu perangkat dengan akses poin WiFi dibutuhkan kekuatan sinyal dan frekuensi dari WiFi itu sendiri yang terkadang tidak stabil yang akhirnya mempengaruhi akurasi dari posisi yang didapat. Terlebih lagi dengan *trilateration* yang menggunakan tiga jarak untuk mengestimasi posisi dimana kesalahan pada satu jarak dapat menghasilkan kesalahan estimasi yang signifikan. Maka dari itu digunakan kalman filter untuk mengurangi ketidak stabilan sinyal tersebut untuk menghasilkan estimasi posisi yang lebih akurat [6].

Dalam proyek ini, menggunakan modul ESP32 sebagai titik referensi untuk membangun sistem IPS yang efisien dan akurat. ESP32 dipilih karena menurut (Prafanto et al., 2021) ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang memiliki banyak fungsi namun berdaya rendah dan pada boardnya sudah terdapat Wi-Fi terintegrasi dan Bluetooth Low Energy (BLE). Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka dirancang sebuah penelitian dengan judul “Monitoring Lansia Pengidap Demensia Menggunakan *Indoor Positioning*

System (IPS) Berbasis *Bluetooth Low Energy* (BLE)”.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Demensia pada Lansia

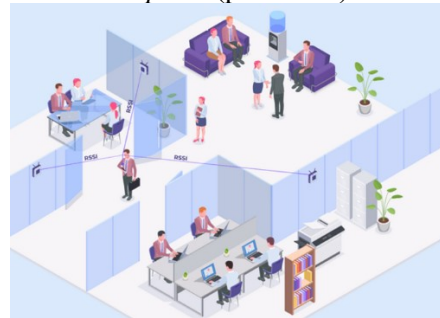
Demensia adalah gejala terjadinya penurunan memori, berfikir, perilaku, dan kemampuan untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Kehilangan kapasitas intelektual pada demensia tidak hanya pada memori atau ingatan saja, tetapi juga pada kognitif dan kepribadian. Demensia adalah kemunduran kognitif yang sedemikian beratnya sehingga mengganggu aktivitas hidup sehari-hari dan aktivitas sosial. Kemunduran kognitif pada demensia biasanya diawali dengan kemunduran memori atau daya ingat. Lanjut usia sangat berkaitan erat dengan terjadinya demensia [8]. Di Indonesia sendiri, diperkirakan ada sekitar 1,2 juta orang dengan demensia pada tahun 2016 yang akan meningkat menjadi 2 juta di 2030 dan 4 juta orang pada tahun 2050. Di Indonesia jumlah lanjut usia yang mengalami demensia sekitar 5% dengan rentang usia 65-70 tahun dan diperkirakan akan meningkat dua kali lipat setiap 5 tahun. Sedangkan pada usia 85 tahun ke atas diperkirakan mencapai lebih dari 45% lansia yang akan mengalami demensia [1].

Beberapa tanda dan gejala demensia hampir tidak kelihatan dan tidak jelas, namun tanda gejala secara umum yaitu bingung, mulai lupa, kehilangan kemampuan melakukan kegiatan sehari-hari dan sering menyendiri. Tanda dan gejala tersebut dapat disebabkan oleh terjadinya gangguan pada bagian-bagian otak. Demensia ini bila tidak ditangani bisa menimbulkan dampak bagi penderita diantaranya terjadi perubahan perilaku pada lansia tersebut seperti melupakan dirinya sendiri, memusuhi orang-orang disekitarnya, dan sering berkeluyuran pada malam hari sehingga mudah hilang [9].

2.2 Indoor Positioning System (IPS)

Indoor Positioning System (IPS) adalah sebuah inovasi dalam ranah teknologi informasi yang bertujuan untuk mengidentifikasi letak suatu entitas di dalam struktur bangunan. Mengandalkan teknologi nirkabel yang kini hampir merata terpasang di berbagai jenis gedung seperti lembaga pendidikan,

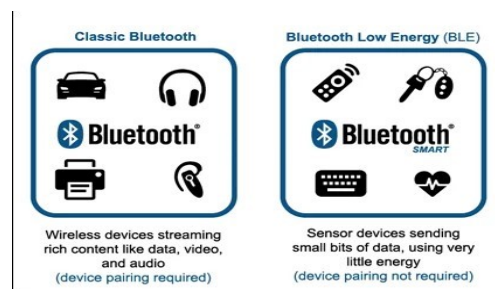
perkantoran, dan pusat perbelanjaan, sistem IPS ini memiliki kapabilitas untuk menglokalisasi posisi objek secara tepat dalam ruangan. Jenis objek yang dapat terdeteksi oleh sistem ini mencakup manusia, barang, serta elemen-elemen lainnya. Merancang *Indoor Positioning System* (IPS) memiliki banyak kegunaan berbagai bidang. Menerapkan sistem penentuan posisi di dalam ruangan tidak hanya memberikan keuntungan tambahan dalam hal keamanan dan keselamatan, melainkan juga memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi di lingkungan kerja. *Indoor Positioning System* (IPS) beroperasi dengan mempergunakan sinyal-sinyal Wi-Fi yang dipancarkan oleh sejumlah *access point* (pemancar).



Gambar 1. *Indoor Positioning System* (IPS)

Sinyal yang dilepaskan oleh pemancar selanjutnya diterima oleh penerima, dimana di dalamnya telah diimplementasikan sebuah aplikasi pengukur intensitas sinyal Wi-Fi yang dihantar dari pemancar. Sistem menerima input dari penerima dalam bentuk kekuatan sinyal Wi-Fi yang selanjutnya diubah menjadi output yang berwujud koordinat posisi penerima [10].

2.3 Bluetooth Low Energi (BLE)



Gambar 2. Bluetooth

Bluetooth low energy adalah sebuah personal area network (PAN) yang memancarkan sinyal data dengan jarak tertentu.

Bluetooth low energy yang selanjutnya disingkat menjadi BLE menggunakan daya yang cukup kecil, transmisi datanya yang cepat hingga 1 Mbit/s. Untuk aplikasi indoor atau rumahan cocok dipakai, *BLE* yaitu protocol terbaru dari Bluetooth. Keunggulannya di bandingkan dengan Bluetooth klasik adalah energi listrik dari BLE jauh lebih kecil. Berikut adalah perbedaan Bluetooth klasik dengan BLE.

Tabel 1. Perbedaan bluetooth dengan BLE

No.	Spesifikasi	Bluetooth klasik	BLE
1.	Jarak	100 meter	50 meter
2.	Kecepatan transfer data	1 - 3 Mbit/s	1 Mbit/s
3.	Frekuensi	2,4 GHz	2,4 GHz
4.	Keamanan	56/128-bit	128-bit AES dengan Counter Mode CBC-MAC
5.	Latensi	100 ms	6 ms
6.	Mendukung Suara	Ya	Tidak
7.	Topologi Jaringan	<i>Star</i> (Bintang)	<i>Star</i> (Bintang)
8.	Konsumsi Daya	1 W	0,01 – 0,5 W
9.	Konsumsi Arus Puncak	Kurang dari 30 mA	Kurang dari 15 mA

Bluetooth Low Energy disebut juga dengan bluetooth smart, yaitu bluetooth yang membutuhkan daya rendah dalam sistem kerjanya. Sumber daya dari baterai berbentuk koin (seperti baterai bios komputer) sebuah modul BLE yang dapat bertahan 2 - 3 tahun. Bluetooth sendiri dapat digunakan untuk wireless local area network (WLAN) [11].

2.4 RSSI (*Received Signal Strength Indicator*)

Teknologi RSSI adalah teknologi penentuan posisi dan jarak sebuah perangkat dimana pesan dapat dibuat, diterima, atau ditransmisikan yang digunakan untuk menghitung lokasi sebuah node oleh proses perambatan gelombang radio dari antenna pemancar sampai ke antenna penerima frekuensi

radio. Terutama untuk memperkirakan jarak antara node yang akan diukur dan beberapa anchor node dengan tingkat atenuasi sinyal, dan kemudian memperkirakan koordinat node yang akan diukur berdasarkan jarak yang dihitung. Dalam praktiknya, pembelokan gelombang ketika melewati celah sempit atau penghalang gelombang radio dipengaruhi oleh banyak jalur, sehingga mengurangi akurasi lokalisasi [12]. Hubungan antara RSSI dan jarak dapat dilihat pada rumus dibawah ini :

$$RSSI = -(10 \cdot n \cdot \log_{10}(d) - A) \quad (1)$$

Dengan mengubah bentuk persamaan, nilai n dapat dihitung menggunakan rumus :

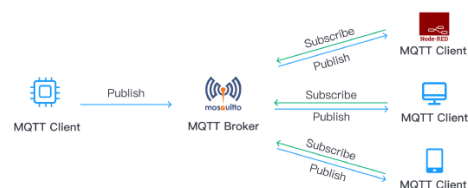
$$d = \frac{RSSI + A}{-10 \cdot n} \quad (2)$$

keterangan:

- n = Redaman sinyal atau *path loss* antara antenna pengirim dan penerima yang memiliki kondisi berbeda pada setiap lingkungan
- d = Jarak dari lokasi yang diketahui (jarak dari pengirim ke penerima)
- A = Kekuatan sinyal yang diterima oleh device dalam jarak 1 meter.
- RSSI = Kekuatan sinyal yang dipancarkan oleh transmitter (ble) dengan satuan dBm. [13]

2.5 Komunikasi MQTT

MQTT merupakan sebuah protokol jaringan Machine to Machine (M2M) ringan yang berbasis publish-subscribe yang dirancang untuk sebuah koneksi dengan keterbatasan spesifikasi mesin atau keterbatasan bandwidth jaringan sehingga bisa berjalan pada mesin berdaya rendah dan traffic data yang ringan. Protokol ini juga menerapkan komunikasi 2 arah sehingga komunikasi tidak hanya berfokus dari mesin pada jaringan saja namun juga berlaku sebaliknya [14].



Gambar 3. MQTT memiliki karakteristik yang

mendukung pada kemampuan yang dimiliki oleh perangkat IoT, protokol MQTT dapat berjalan pada bandwidth yang rendah. MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) protokol merupakan perpesanan ringan berbasis publikasi - langganan yang dirancang untuk perangkat memiliki daya terbatas dan jaringan dengan bandwidth rendah, latensi tinggi, atau tidak dapat diandalkan.

Protokol menggunakan penggunaan sumber daya yang minimal untuk pengiriman pesan-pesan ke penggunanya. MQTT dirancang untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya dengan cara seperti mengurangi overhead dalam pesan - pesan, menggunakan pengiriman pesan yang asynchronous, dan meminimalkan kebutuhan akan bandwidth [15].

Pada penelitian ini, MQTT digunakan sebagai protokol komunikasi untuk mengirimkan data dari ketiga modul ESP32 titik referensi dan perangkat bergerak menuju ESP32 server secara efisien. Secara teoritis, penggunaan MQTT sangat sesuai karena protokol ini berbasis publish – subscribe, sehingga setiap perangkat pengirim (publisher) dapat mengirim data jarak atau kondisi sensor ke topik tertentu, dan server (subscriber) akan menerima data tersebut secara real time tanpa bentrok antar data.

Karakteristik ringan dan hemat bandwidth dari MQTT mendukung keterbatasan spesifikasi perangkat ESP32 yang memiliki daya komputasi dan konsumsi energi terbatas, serta memastikan komunikasi tetap stabil meskipun sinyal BLE mengalami variasi atau jaringan memiliki latensi. Dengan mekanisme ini, sistem mampu meminimalkan kehilangan data, menjaga sinkronisasi antar perangkat, serta meningkatkan keandalan pemantauan posisi dan kondisi lansia.

2.6 Mikrokontroler ESP32



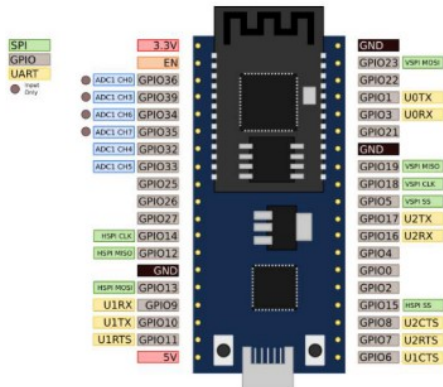
Gambar 4. ESP32 Devkit Modul

ESP32 adalah nama dari mikrokontroler yang dirancang oleh perusahaan yang berbasis di Shanghai, China yakni Espressif Systems. ESP32 menawarkan solusi jaringan WiFi yang mandiri sebagai jembatan dari mikrokontroler yang ada ke jaringan WiFi. ESP32 menggunakan prosesor dual core yang berjalan di instruksi Xtensa LX16 [16]. ESP32 memiliki spesifikasi seperti yang ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi ESP32

No	Atribut	Detail
1.	Tegangan	3.3 Volt
2.	Prosesor	Tensilica L108 32 bit
3.	Kecepatan prosesor	Dual 160MHz
4.	RAM	520K
5.	GPIO (<i>General Purpose Input/Output</i>)	34
6.	ADC	7
7.	Bluetooth	BLE (<i>Bluetooth Low Energy</i>)
8.	SPI (<i>Serial Peripheral Interface</i>)	3
9.	I2C	2
10.	UART (<i>Universal Asynchronous Receiver-Transmitter</i>)	3

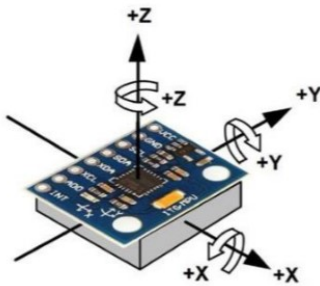
Jika dilihat dari spesifikasi pada tabel maka mikrokontroler ESP32 dapat dijadikan pilihan untuk digunakan pada alat peraga interface mikrokontroler karena mikrokontroler ini memiliki interface yang lengkap, juga memiliki Wi-Fi yang sudah tertanam pada mikrokontroler sehingga tepat untuk digunakan pada alat peraga atau trainer Internet of Things. Pada gambar 5 merupakan pin out dari GPIO pada ESP32.



Gambar 5 Pin out ESP32

2.7 Sensor MPU6050

Sensor MPU6050 termasuk dalam sensor Inertial Measurement Unit (IMU) karena dapat mendeteksi perubahan posisi pada 3 dimensi atau 3 sumbu yaitu x, y, dan z. Sensor ini mendeteksi percepatan gravitasi bumi pada setiap sumbu. Selanjutnya nilai percepatan gravitasi ini diolah hingga menghasilkan data kemiringan dalam satuan derajat. Ada 3 arah kemiringan yang dapat dibaca oleh sensor yaitu roll (kemiringan terhadap sumbu x), pitch (kemiringan terhadap sumbu y), dan yaw (kemiringan terhadap sumbu z). Orientasi aksis sensor MPU6050 dapat dilihat pada gambar 6



Gambar 6. Orientasi aksis pada sensor MPU6050 [17]

Menurut Pada MPU6050 terdapat 3 bagian sensor yang berbeda diantaranya *Gyroscope*, *Accelerometer*, dan *Thermometer*. Sensor-sensor tersebut dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan yang menjadikan MPU6050 menjadi multifungsi. Dalam dunia industri penerapan *accelerometer* dan *gyroscope* dapat ditemukan pada pesawat ataupun mobil yang membutuhkan pengukuran sudut untuk menjaga keseimbangan. *Accelerometer* dan *Gyroscope* dikemas bersama dalam satu *chipset* MPU6050,

sehingga dapat digunakan untuk menggabungkan pembacaan dari kedua sensor untuk mendapatkan nilai gerak linier dan rotasi objek yang lebih akurat & stabil.

Sensor MPU6050 berisi 3 sumbu sudut *accelerometer* dan 3 sumbu sudut *gyroscope*. Ini mengubah 16 bit konverter analog-digital untuk digitalisasi akselerometer dan nilai giroskop menggunakan Gerakan Digital bawaannya. Untuk melacak gerakan cepat dan lambat dari benda yang diam, skala deteksi posisi sudut dapat diprogram untuk nilai ± 250 °/dtk, ± 500 °/dtk, ± 1000 °/dtk dan ± 2000 °/dtk, skala deteksi percepatan sudut dapat diprogram ke nilai ± 2 g, ± 4 g, ± 8 g, ± 16 g [18].

Berikut adalah spesifikasi dari sensor MPU6050 [19]

Tabel 3. Spesifikasi dari sensor MPU6050

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Tipe <i>Chip</i>	MPU-6050
2.	Tegangan Operasi	3V - 5V
3.	Rentang <i>Gyroscope</i>	± 250 , ± 500 , ± 1000 , ± 2000 °/s
4.	Rentang Akselerasi Antarmuka	± 2 g, ± 4 g, ± 8 g, ± 16 g
5.	Komunikasi	<i>I2C (Integrated Circuit)</i>
6.	Resolusi ADC	16-bit
7.	Jarak antar pin Header	2.54mm
8.	Dimensi modul	20.3mm x 15.6mm

2.8 LCD I2C 16x2

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan rangkaian elektronika yang digunakan untuk menampilkan keterangan atau indikator yang diberikan kedalam mikrokontroler. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat – alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer. Pada postingan aplikasi LCD yang digunakan yaitu LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat. I2C LCD adalah modul LCD yang dikendalikan secara serial sinkron dengan protokol I2C/IIC (*Inter Integrated Circuit*) atau TWI (*Two Wire Interface*). Modul LCD pada normalnya dikendalikan secara paralel baik untuk jalur data maupun kontrolnya. Namun jalur paralel akan memakan banyak pin di sisi kontroller (misal Arduino, komputer dll). Setidaknya akan

membutuhkan 6 atau 7 pin untuk mengendalikan sebuah modul LCD. Dengan demikian untuk sebuah kontroller yang harus mengendalikan banyak I/O, menggunakan jalur paralel adalah solusi yang kurang tepat [20]. Berikut adalah fitur dan *Pinout* LCD I2C:



Gambar 7. LCD I2C 16x2

Fitur yang terdapat di dalam LCD sebagai berikut :

1. 16 karakter dan 2 baris atau biasa disebut LCD 16x2
2. Memiliki 192 karakter .
3. Memiliki karakter genrator yang terprogram.
4. Dapat digunakan melalui mode 4-bit dan 8- bit.
5. Dapat digunakan secara back light [21].

Tabel 4. Pinout LCD I2C

Pin	Deskripsi
1	Ground (-)
2	Vcc (+)
3	Mengatur kontras atau pencahayaan
4	Register select
5	Read /write LCD register
6	enable
7-14	Data I/O
15	Vcc (+) LED
16	Ground (-) LED

2.9 DBI Antena

Antena adalah komponen penting dari banyak sistem komunikasi nirkabel, dan tersedia dalam berbagai bentuk dan ukuran. Salah satu spesifikasi yang sering muncul pada deskripsi produk antena adalah desibel isotropik (DBI).

DBI, atau desibel isotropik, adalah pengukuran penguatan antena yang membandingkan penguatan arah antena dengan antena isotropik teoretis yang memancar secara merata ke segala arah. Antena isotropik pada kenyataannya tidak ada, namun berfungsi sebagai titik referensi yang berguna untuk membandingkan kinerja antena.



Gambar 8. Antena DBI

Secara praktis, DBI adalah cara untuk mengukur seberapa efektif suatu antena dapat mengirimkan atau menerima sinyal dalam arah tertentu dibandingkan dengan antena isotropik.

Semakin tinggi nilai DBI, semakin terarah antena tersebut dan semakin besar penguatannya. Dalam hal kinerja antena, DBI merupakan parameter penting yang dapat sangat mempengaruhi transmisi dan penerimaan sinyal. Antena dengan gain tinggi dengan nilai DBI yang lebih tinggi akan memberikan kekuatan dan jangkauan sinyal yang lebih baik pada arah tertentu, sedangkan antena dengan gain yang lebih rendah dengan nilai DBI yang lebih rendah akan memiliki pola radiasi yang lebih luas dan mencakup area yang lebih luas.

2.10 Modul Step Down

Modul Step Down LM2596 adalah modul penurun tegangan yang outputnya dapat diatur melalui multiturn potensiometer. Keunggulan modul step down LM2596 adalah besar tegangan output tidak berubah (stabil) walaupun tegangan input naik turun. StepDown LM2596 DC-DC merupakan konverter penurun tegangan yang mengkonversikan tegangan masukan DC menjadi tegangan DC [22].



Gambar 9. Modul Step Down

Tabel 5. Spesifikasi Modul Step Down LM2596

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Tegangan masukan	4VDC – 35VDC
2.	Tegangan keluaran	1.23VDC – 30VDC
3.	Arus keluaran	3A (maksimum)
4.	Efisiensi konversi	92% (maksimum)
5.	Gelombang ketidakstabilan keluaran	30mV
6.	Frekuensi saklar	150KHz
7.	Suhu kerja	-45°C hingga +85°C
8.	Dimensi	43mm x 21mm x 14mm

2.11 Battery Rechargeable



Gambar 10. Baterai Polymer Li-ion

Baterai yang digunakan kali ini adalah Baterai *Lithium-ion (Li-ion)* dimana baterai ini menggunakan *Lithium-ion* sebagai elektrolitnya. Baterai ini umum digunakan dalam berbagai perangkat elektronik, mulai dari ponsel cerdas hingga laptop, kamera, dan alat – alat listrik portabel lainnya. Berikut pada tabel 6 menunjukkan spesifikasi dari baterai *lithium-ion* :

Tabel 6. Spesifikasi dari baterai lithium-ion

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Tegangan	9V
2.	Charging Port	USB Type C
3.	Kapasitas	Kapasitas Rated: 6800 mAh Kapasitas Real: 1200 mAh
4.	Dimensi	26mm x 16mm x 45mm

Prinsip Kerja Baterai *Lithium-ion (Li-ion)*

Baterai bekerja dengan prinsip pergerakan ion lithium (Li^+) antara elektroda positif (katoda) dan elektroda negative (anoda) selama proses pengisian dan penggunaan. Saat diisi ulang, arus listrik mengalir dari katoda ke anoda, menyebabkan ion lithium bergerak dari anoda ke katoda melalui elektrolit. Elektron yang dilepaskan pada katoda mengalir melalui sirkuit eksternal, menyediakan daya listrik. Saat digunakan, proses ini terbalik, *electron* dari sirkuit eksternal bergerak dari katoda ke anoda, menghasilkan energi untuk perangkat terhubung, sementara *ion lithium* berpindah melalui elektrolit.

2.12 Toogle Switch



Gambar 11. Toogle Switch

Switch atau saklar merupakan sebuah komponen dalam rangkaian elektronika yang berfungsi untuk memutus atau menghubungkan aliran listrik. Switch memiliki berbagai macam bentuk dan mekanisme menggerakkan, salah satunya adalah toggle switch. Toggle switch adalah saklar mekanis yang diaktifkan dengan cara menggerakkan tuas maju dan mundur untuk menghubungkan atau memutus jalur

dalam rangkaian listrik, mengalihkan arus listrik atau memutuskannya dari satu penghantar ke penghantar lainnya.

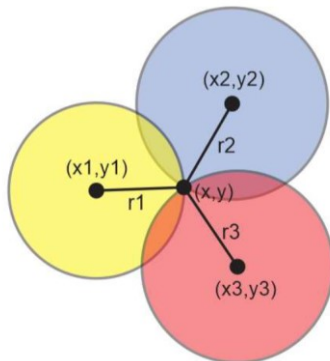
Tabel 7. Spesifikasi Toggle switch

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Jenis Saklar	SPDT (Single Pole Double Throw) – 3 Pin
2.	Posisi	2 Posisi (ON / ON)
3.	Jenis Mekanisme	Tidak momentary (tetap pada posisi yang dipilih, tanpa posisi tengah)
4.	Material	Plastik dan Logam
5.	Ukuran	13 x 33 mm

Toggle switch sering digunakan dalam aplikasi otomotif, peralatan elektronik, serta sistem kontrol dan otomasi karena fleksibilitas dan kemudahan penggunaannya dalam mengalihkan sirkuit [23].

3. Metode Penelitian

3.1 Metode Trilaterasi



Gambar 12 Trilaterasi

Pada penelitian ini digunakan metode Trilaterasi untuk memperoleh koordinat posisi (x, y) berdasarkan nilai *Received Signal Strength Indication* (RSSI) yang diterima oleh perangkat.

Metode Trilaterasi dipilih karena mampu menghitung estimasi jarak atau posisi objek di dalam ruangan dengan memanfaatkan nilai RSSI yang diterima oleh *receiver*. Proses penentuan posisi dilakukan dengan menggunakan minimal tiga perangkat *Bluetooth Low Energy* (BLE) yang berfungsi

sebagai titik referensi dan terhubung dengan perangkat pengguna. Ketiga perangkat tersebut membentuk titik irisan yang dapat berupa segitiga maupun lingkaran untuk menentukan posisi objek. Dalam penelitian ini digunakan algoritma *Trilateration based on Point In Triangle Testing Localization* (TPITL) yang diaplikasikan pada sebuah ruang dengan tujuan meningkatkan akurasi estimasi posisi. Prinsip dasar dari metode trilaterasi dinyatakan dalam persamaan (3) berikut:

$$d_i^2 = (x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 \quad (i = 1,2,3) \quad (3)$$

Dengan keterangan :

- d = Jarak antara sensor dan perangkat pembaca
- x_i dan y_i = Koordinat x dan y dari masing-masing titik referensi
- x dan y = Koordinat x dan y dari posisi tag yang akan dicari [12]

3.2 Metode Kalman Filter

Selain metode trilaterasi, penelitian ini juga menerapkan Kalman Filter untuk menyaring data RSSI yang diterima dari setiap titik referensi. Kalman Filter merupakan metode estimasi yang bekerja dengan prinsip prediksi-koreksi, yaitu memprediksi nilai keadaan (state) berdasarkan data sebelumnya, kemudian memperbarui nilai prediksi tersebut dengan membandingkannya terhadap data pengukuran aktual yang mengandung noise. Dengan cara ini, pengaruh fluktuasi nilai RSSI akibat gangguan lingkungan dapat diminimalkan.

Pada penelitian ini, Kalman Filter digunakan pada program server untuk memproses data RSSI sebelum dihitung menggunakan metode trilaterasi. Tujuannya adalah agar estimasi jarak yang diperoleh menjadi lebih stabil, sehingga hasil perhitungan posisi akhir lebih akurat dan konsisten ketika ditampilkan pada LCD maupun dipublikasikan melalui MQTT. Implementasi Kalman Filter dilakukan dengan memanfaatkan library "SimpleKalmanFilter.h", sehingga perhitungan prediksi dan pembaruan nilai estimasi dapat dilakukan secara otomatis menggunakan fungsi yang tersedia pada library tersebut, tanpa harus menuliskannya secara manual.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengujian sensor Gyro MPU6050

Sebelum Pengujian sensor gyro MPU6050 dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi perubahan sudut kemiringan tubuh lansia yang digunakan sebagai indikator kondisi jatuh atau tidak jatuh. Parameter yang diamati adalah nilai *pitch* dan *roll* yang diperoleh dari hasil pembacaan sensor. Pada pengujian, lansia melakukan simulasi jatuh dengan posisi tubuh diarahkan ke berbagai sudut, yaitu ke depan, ke belakang, serta ke samping kanan dan kiri, masing-masing dengan kemiringan mendekati 90 derajat terhadap bidang datar. Pada tabel 8 adalah pengujian sensor gyro MPU6050.

Tabel 8. Hasil Pengujian Nilai RSSI

No	Pitch (°/s)	Roll (°/s)	Posisi lansia	Kondisi
1.	5.81	0.71		Aman
2.	2.61	85.98		Terjatuh ke depan
3.	1.34	-85.29		Terjatuh ke belakang
4.	87.15	0.55		Terjatuh ke kanan

5. 80.16 9.37



Terjatuh ke kiri

Berdasarkan hasil pengujian, kondisi normal ditunjukkan dengan nilai *pitch* sebesar $5,81^{\circ}/s$ dan *roll* sebesar $0,71^{\circ}/s$, yang merepresentasikan keadaan tubuh dalam posisi aman. Ketika objek melakukan simulasi jatuh ke depan, sensor mencatat nilai *pitch* $2,61^{\circ}/s$ dan *roll* $85,98^{\circ}/s$, sedangkan pada kondisi jatuh ke belakang nilai yang terbaca adalah *pitch* $1,34^{\circ}/s$ dan *roll* $-85,29^{\circ}/s$. Sementara itu, pada kondisi jatuh ke samping kanan sensor menghasilkan nilai *pitch* $87,15^{\circ}/s$ dan *roll* $0,55^{\circ}/s$, dan pada kondisi jatuh ke samping kiri menghasilkan *pitch* $-80,16^{\circ}/s$ dan *roll* $9,37^{\circ}/s$. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor MPU6050 mampu membedakan posisi tubuh lansia berdasarkan perubahan sudut *pitch* dan *roll*, sehingga dapat digunakan sebagai indikator untuk mendeteksi kejadian jatuh secara real time.

4.2 Pengujian pembacaan RSSI

Dalam pengujian pembacaan data RSSI Pengujian dilakukan menggunakan dua buah ESP32, yaitu perangkat bergerak dan perangkat titik referensi. Perangkat bergerak berfungsi sebagai pemancar sinyal BLE, sedangkan perangkat titik referensi berfungsi sebagai penerima sinyal BLE. Sinyal BLE yang diterima oleh perangkat titik referensi kemudian dikonversi menjadi nilai RSSI, yang merepresentasikan kekuatan sinyal. Dan hasil pengukuran RSSI yang dilakukan seperti yang tertera pada Tabel 9 berikut:

Tabel 9 Hasil pengukuran RSSI

JARAK (Meter)	Titik Referensi 1 (dbm)	Titik Referensi 2 (dbm)	Titik Referensi 3 (dbm)
1	-30	-35	-30
2	-36	-41	-34
3	-38	-42	-40

4	-40	-40	-41
5	-39	-47	-41
6	-45	-51	-44
7	-46	-49	-48
8	-48	-54	-55
9	-47	-53	-50

Berdasarkan hasil pengujian nilai RSSI yang ditampilkan pada Tabel 9, dapat diamati bahwa secara umum nilai RSSI mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya jarak antara perangkat bergerak dengan titik referensi. Hal ini sesuai dengan karakteristik propagasi sinyal nirkabel, di mana semakin jauh jarak transmisi, maka daya terima sinyal (RSSI) akan semakin melemah akibat *path loss*. Pada jarak 1 meter, nilai RSSI berada pada kisaran -30 dBm hingga -35 dBm, sedangkan pada jarak 9 meter melemah hingga kisaran -47 dBm sampai -55 dBm. Selain itu, terlihat adanya variasi nilai RSSI antar titik referensi pada jarak yang sama, misalnya pada jarak 5 meter titik referensi 1 menerima -39 dBm, sementara titik referensi 2 dan 3 masing-masing menerima -47 dBm dan -41 dBm. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh orientasi dan karakteristik antena pada masing-masing modul, variasi perangkat keras, kondisi suplai daya, pengaturan transmit power pada firmware, maupun efek lingkungan seperti pantulan sinyal (*multipath*).

Secara umum, hasil pengujian menunjukkan bahwa RSSI dapat digunakan sebagai indikator jarak, namun nilai yang diperoleh masih bersifat fluktuatif dan bervariasi antar titik referensi. Oleh karena itu, pengukuran perlu dilakukan dengan metode sampling berulang dan diambil nilai rata-ratanya, serta dapat ditambahkan proses penyaringan atau kalibrasi untuk meningkatkan akurasi estimasi jarak. Dengan demikian, meskipun terdapat kecenderungan penurunan nilai RSSI seiring bertambahnya jarak, kondisi lingkungan nyata tetap memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kestabilan hasil pengukuran RSSI.

4.3 Pengujian Pengiriman Data ke Broker MQTT

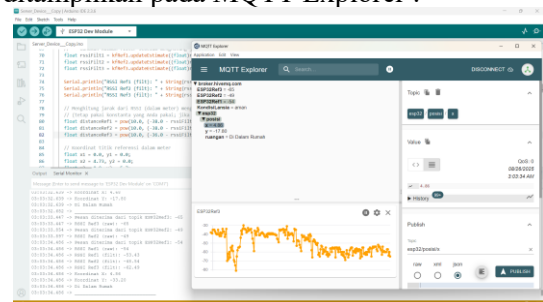
Komunikasi dilakukan menggunakan aplikasi MQTT Explorer dengan memanfaatkan broker publik "broker.hivemq.com". perangkat bergerak mempublish data sensor gyro MPU6050 untuk mendeteksi kondisi lansia dan masing-masing titik referensi mempublish data kekuatan sinyal (RSSI) yang telah dipindai ke alamat topik yang disiapkan dengan alamat unik yang berbeda-beda, sehingga data tidak mudah diakses oleh pihak lain. Daftar topik yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10 Topik MQTT

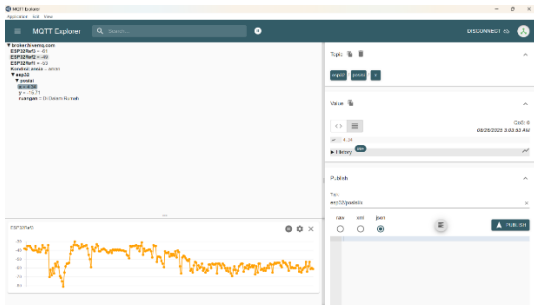
NO	Publisher	Topik
1.	Titik Referensi 1	ESP32Ref1
2.	Titik Referensi 2	ESP32Ref2
3.	Titik Referensi 3	ESP32Ref3
4.	Perangkat bergerak	KondisiLansia

Setelah data di publish, selanjutnya data akan di subscribe oleh server untuk dihitung dan diukur perkiraan titik koordinatnya menggunakan metode trilaterasi.

Berikut pada gambar 13 yang memperlihatkan contoh hasil pengujian komunikasi data RSSI yang ditampilkan di serial monitor arduino IDE dan yang ditampilkan pada MQTT Explorer :



Gambar 13 Komunikasi MQTT dengan ESP32 server



Gambar 14 Tampilan Dashboard MQTT

Data yang tertampil di serial monitor Arduino IDE perangkat server sesuai dengan yang ditampilkan pada tampilan MQTT Explorer. Ini menunjukkan bahwa komunikasi antara perangkat bergerak, perangkat titik referensi dengan perangkat server sukses terhubung melalui komunikasi MQTT.

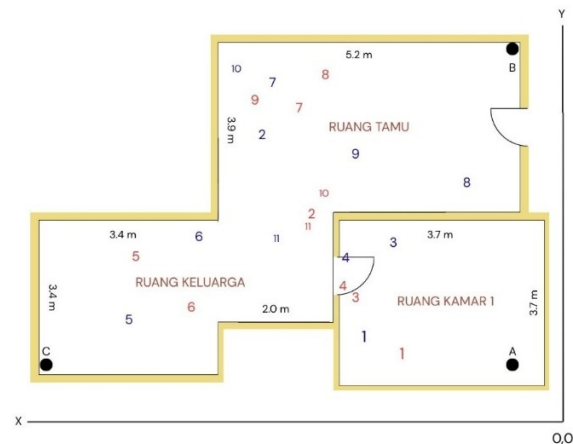
Setelah data diolah dan didapatkan, maka data hasil pembacaan tadi akan dipublish kembali ke broker MQTT untuk di-subscribe oleh server localhost dan ditampilkan ke interface monitoring yang telah disiapkan agar lebih mudah dimonitoring oleh siapapun. Dengan daftar topik seperti pada Tabel 11 berikut ini.

Tabel 11 Topik MQTT

NO	Subscriber	Topik
1.	Koordinat X	esp32/posisi/x
2.	Koordinat Y	esp32/posisi/y
3.	Posisi Ruangan	esp32/posisi/ruangan
4.	Kondisi Lansia	KondisiLansia

4.4 Pengujian Pengolahan Data ESP32 Server

Setelah data berhasil diterima oleh perangkat server, selanjutnya data yang masuk dari masing-masing titik referensi akan diolah dan dihitung dengan metode trilaterasi.



Gambar 15 Denah Ruang basecamp 21

Gambar berikut menunjukkan denah ruangan yang digunakan sebagai lokasi pengujian metode trilaterasi dalam sistem pemantauan lansia. Berikut adalah keterangan dari gambar 15 :

1. Denah ruangan ini terdiri dari beberapa bagian, yaitu kamar tidur, ruang keluarga, dan ruang tamu, yang masing-masing memiliki ukuran tertentu sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan.
2. Denah ruangan pengujian sistem indoor positioning dengan skala 1:100.
3. Titik A sebagai Referensi 1 yang terletak pada koordinat (0,0), Titik B sebagai Referensi 2 pada koordinat (0, 6.9), serta Titik C sebagai Referensi 3 yang berada pada koordinat (8.5, 0).
4. Garis sumbu X terbentuk dari hubungan antara Titik A dan Titik B dengan panjang 8,5 meter, sedangkan garis sumbu Y terbentuk dari hubungan antara Titik A dan Titik C dengan panjang 6,9 meter.
5. Titik-titik berwarna biru pada gambar menunjukkan posisi hasil pengukuran sebenarnya, sedangkan titik-titik berwarna hijau menggambarkan posisi hasil perhitungan yang diperoleh dari sistem.

Berikut pada tabel 12 adalah hasil pengukuran dari trilaterasi

Tabel 12 Hasil Pengukuran trilaterasi

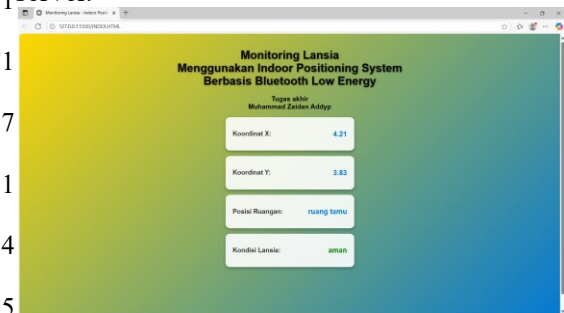
No.	Jarak Sebenarnya (Meter) Biru		Jarak Terukur (Meter) Merah		Posisi	Error (Meter)	
	X	Y	X	Y		X	Y
1.	2.3	1.1	1.7	0.2	Ruang Kamar 1	0.5	0.9
2.	4.6	4.4	2.2	3.8	Ruang Tamu	2.4	0.6
3.	1.5	2.5	2.4	1.2	Ruang Kamar 1	0.9	1.3
4.	3.0	2.6	2.9	2.3	Ruang Kamar 1	0.1	0.3
5.	6.6	1.3	5.7	2.4	Ruang Keluarga	0.9	1.1
6.	5.5	2.4	5.8	1.3	Ruang Keluarga	0.3	1.1
7.	4.7	5.3	4.1	4.6	Ruang Tamu	0.6	0.7
8.	1.5	3.9	2.9	5.0	Ruang Tamu	1.4	1.1
9.	2.4	4.8	4.5	5.2	Ruang Tamu	2.1	0.4
10.	3.4	3.9	5.5	5.4	Ruang Tamu	2.1	1.5
11.	3.9	3.0	4.4	3.3	Ruang Keluarga	0.5	0.3
Rata – rata error						1.07	0.9

Berdasarkan hasil pengujian trilaterasi yang ditunjukkan pada Tabel 12 di atas, dapat dilihat bahwa posisi hasil perhitungan belum sepenuhnya sesuai dengan posisi sebenarnya. Pada beberapa titik uji, error yang dihasilkan relatif kecil, seperti pada titik (3.0, 2.6) yang hanya memiliki selisih 0,1 meter pada koordinat X dan 0,3 meter pada koordinat Y. Namun, terdapat pula titik dengan error yang cukup besar, misalnya pada titik (2.4, 4.8) dengan selisih 2,1 meter pada koordinat X dan 0,4 meter pada koordinat Y. Secara keseluruhan, nilai rata-rata error pada koordinat X sebesar 1,07 meter, sedangkan pada koordinat Y sebesar 0,9 meter. Hal ini menunjukkan bahwa sistem trilaterasi masih memiliki perbedaan sekitar ± 1 meter dari posisi sebenarnya. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh fluktuasi sinyal RSSI, adanya pantulan gelombang (multipath), serta faktor lingkungan seperti penghalang dinding atau perabotan di dalam ruangan. Meskipun demikian, hasil perhitungan posisi tetap mampu menunjukkan ruangan tempat lansia berada,

seperti ruang kamar, ruang keluarga, atau ruang tamu, sehingga sistem ini tetap dapat dimanfaatkan untuk tujuan monitoring posisi lansia meskipun ketelitian koordinatnya belum sempurna.

0.94.5 Monitoring Sistem

Sistem monitoring berfungsi sebagai antarmuka bagi pengguna untuk memantau posisi dan kondisi lansia secara real-time. Antarmuka ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu tampilan web localhost dan tampilan pada LCD I2C yang terintegrasi dengan perangkat server.

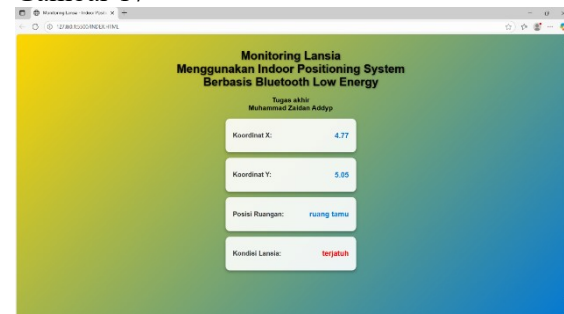


Gambar 16 Tampilan pada web localhost

Pada tampilan web localhost, informasi yang ditampilkan dapat diakses melalui perangkat komputer atau smartphone yang terhubung dalam jaringan internet. Halaman web menampilkan:

1. Koordinat X dan Y hasil perhitungan trilaterasi,
2. Posisi Lansia dalam ruangan (misalnya: Ruang Kamar 1, Ruang Keluarga, atau Ruang Tamu),
3. Kondisi Lansia, yaitu status "Aman" atau "Terjatuh" yang diperoleh dari pembacaan sensor gyro MPU6050 pada perangkat bergerak.

Contoh tampilan saat sistem mendeteksi lansia dalam kondisi terjatuh dapat dilihat pada Gambar 17



Gambar 17 Tampilan pada web localhost

Sementara itu, LCD I2C yang terpasang pada perangkat server berfungsi sebagai display lokal yang menampilkan informasi inti secara langsung. Bisa dilihat pada Gambar 18 tampilan dari LCD



Gambar 18 Tampilan LCD

LCD menampilkan

1. Koordinat X dan Y
2. Posisi Lansia dalam ruangan

Web localhost menyediakan detail monitoring yang komprehensif yang dapat diakses dari jarak jauh, sedangkan LCD I2C memberikan tampilan sederhana dan langsung di lokasi perangkat server untuk memudahkan pemeriksaan cepat. Dengan demikian, pengasuh atau keluarga dapat memilih cara pemantauan yang paling sesuai dengan kebutuhan.

5. Kesimpulan dan Saran

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem monitoring lansia pengidap demensia menggunakan *Indoor Positioning System (IPS)* berbasis *Bluetooth Low Energy (BLE)*, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pengujian komunikasi menunjukkan bahwa data RSSI yang dipublikasi oleh perangkat titik referensi berhasil diterima oleh perangkat server dan dihitung dengan metode trilaterasi untuk menentukan posisi.
2. Nilai error pada pengujian metode trilaterasi ini sebesar 1,07 meter pada koordinat X dan 0,9 meter pada koordinat Y. Meskipun tingkat akurasi belum optimal, sistem tetap mampu mengidentifikasi ruangan tempat lansia berada (Ruang kamar 1, ruang keluarga, atau ruang tamu), yang merupakan

informasi penting untuk tujuan monitoring.

3. Pengujian sensor MPU6050 menunjukkan sensor mampu membedakan kondisi tubuh aman atau jatuh dengan akurasi tinggi, baik ke depan, belakang, kanan, maupun kiri dengan kemiringan mendekati 90°.
4. Hasil akhir sistem dapat menampilkan informasi posisi lansia di dalam ruangan serta kondisi tubuhnya secara real time melalui antarmuka LCD I2C maupun tampilan web localhost, sehingga dapat membantu keluarga atau pengasuh dalam memantau lansia secara lebih aman dan praktis.

B. Saran

Adapun Saran dari Monitoring lansia pengidap demensia menggunakan indoor positioning system berbasis bluetooth low energy sebagai berikut :

1. Peningkatan akurasi posisi dapat dilakukan dengan menambahkan jumlah titik referensi atau menggunakan teknologi lain seperti UWB (Ultra-Wideband) sebagai pembanding.
2. Perlu dilakukan pengujian di berbagai kondisi ruangan dengan ukuran lebih besar serta lingkungan yang berbeda, seperti rumah sakit atau panti jompo, untuk mengetahui performa sistem secara lebih menyeluruh.
3. Penggunaan baterai berkapasitas lebih besar atau integrasi fitur hemat daya, sehingga lebih praktis digunakan oleh lansia dalam jangka waktu lama.
4. Dibuatkan pada tampilan monitoring denah ruangan dan titik lokasi lansia secara realtime.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. S. Bristi, "DUKUNGAN KELUARGA DENGAN KEJADIAN DEMENSIA PADA LANSIA DI INDONESIA: LITERATURE REVIEW NASKAH PUBLIKASI," 2021.
- [2] S. Y. Tumipa, "HUBUNGAN DUKUNGAN KELUARGA DENGAN KEJADIAN DEMENSIA PADA



- LANSIA DI DESA TUMPAAN BARU KECAMATAN TUMPAAN AMURANG MINAHASA SELATAN,” 2017.
- [3] E. Sidarta, “Demensia : Patofisiologi, Faktor Resiko dan Peran Inflamasi dalam Perkembangan Penyakit,” 2025, doi: 10.55606/termometer.v3i1.4801.
- [4] Z. H. Hartomi, H. T. Saputra, B. Kurniawan, and A. Muhaimin, “IKAT PINGGANG MENGGUNAKAN GPS DAN ANDROID BERBASIS INTERNET OF THINGS UNTUK MELACAK KEBERADAAN LANSIA PENDERITA DEMENSIA,” 2023. [Online]. Available: <http://ojsamik.amikmitragama.ac.id>
- [5] R. Cakra Pratama, E. Sakti Pramukantoro, and A. Basuki, “Pengembangan Interface Bluetooth Low Energy (BLE) Pada IoT Middleware Untuk Mendukung Network Interoperability,” 2018. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [6] D. A. Wicaksono, “A D WICAKSONO, ‘PENINGKATAN AKURASI INDOOR POSITIONING SYSTEM BERBASIS TRILATERATION DENGAN KALMAN FILTER KALMAN FILTER,’ 2020,” 2020.
- [7] A. Prafanto, E. Budiman, P. P. Widagdo, G. Mahendra Putra, R. Wardhana, and U. Mulawarman, “PENDETEKSI KEHADIRAN MENGGUNAKAN ESP32 UNTUK SISTEM PENGUNCI PINTU OTOMATIS,” *Jurnal Teknologi Terapan* |, vol. 7, no. 1, 2021.
- [8] A. Al-Finatunni'mah and T. Nurhidayati, “Pelaksanaan Senam Otak untuk Peningkatan Fungsi Kognitif pada Lansia dengan Demensia,” *Ners Muda*, vol. 1, no. 2, p. 139, Aug. 2020, doi: 10.26714/nm.v1i2.5666.
- [9] D. N. Nawangsasi, “PENGARUH TERAPI PUZZLE TERHADAP TINGKAT DEMENSIA LANSIA DI WILAYAH KRAPAKAN CATURHARJO PANDAK BANTUL,” 2015.
- [10] N. Noprianto, T. W. Sulaiman, A. R. Alaudin, and R. B. Fitriansyah, “Perancangan Indoor Position System Berbasis Internet of Things dan Support Vector Machine,” *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 10, no. 1, May 2024, doi: 10.28932/jutisi.v10i1.7277.
- [11] K. Aditama, “‘MENDETEKSI OBJEK DENGAN ALGORITMA K-NEAREST NEIGHBOR,’” 2018.
- [12] A. F. Utomo, “‘PENERAPAN SISTEM INDOOR LOCALIZATION,’ 2020,” 2020.
- [13] R. Gaona Juárez *et al.*, “Design and Implementation of an Indoor Localization System Based on RSSI in IEEE 802.11ax,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 15, no. 5, Mar. 2025, doi: 10.3390/app15052620.
- [14] M. Saiqul Umam, S. Adi Wibowo, and Y. Agus Pranoto, “IMPLEMENTASI PROTOKOL MQTT PADA APLIKASI SMART GARDEN BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS),” 2023.
- [15] A. Nizar, P. Nugraha, M. Orisa, and F. X. Ariwibisono, “OPTIMASI JARINGAN UNTUK PRIORITAS APLIKASI E-LEARNING DENGAN PROTOKOL MQTT BERBASIS WEBSITE DI SMA NEGERI 1 PURWOSARI,” 2024.
- [16] H. Kusumah and R. A. Pradana, “PENERAPAN TRAINER INTERFACING MIKROKONTROLER DAN INTERNET OF THINGS BERBASIS ESP32 PADA MATA KULIAH INTERFACING,” 2019.
- [17] R. Mega Utama, I. Sucahyo, and M. Yantidewi, “RANCANG BANGUN ALAT DETEKSI TANAH LONGSOR BERBASIS IOT DENGAN NODEMCU ESP8266 DAN MPU6050,” 2022.
- [18] M. F. Rahman, Y. Nantan, W. Saputri, and A. Ws, “Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI) 2022-Teknik Elektronika,” 2022.



- [19] F. A. Trisetio, V. Suryani, and R. Yasirandi, "Implementasi Solenoid dan Sensor Getar Pada Sistem Keamanan Sepeda Menggunakan Modul Bluetooth dan GSM Berbasis Mikrokontroler."
- [20] H. Suryantoro and A. Budiyo, "INDONESIAN JOURNAL OF LABORATORY PROTOTYPE SISTEM MONITORING LEVEL AIR BERBASIS LABVIEW & ARDUINO SEBAGAI SARANA PENDUKUNG PRAKTIKUM INSTRUMENTASI SISTEM KENDALI," Online, 2019.
- [21] P. Gunoto *et al.*, "PERANCANGAN ALAT SISTEM MONITORING DAYA PANEL SURYA BERBASIS INTERNET OF THINGS," *Sigma Teknika*, vol. 5, no. 2, pp. 285–294, 2022.
- [22] R. S. Simanjuntak, "RANCANG BANGUN 'SAKLAR OTOMATIS ALARM SAAT TERJADI GEMPA BUMI BERBASIS ARDUINO NANO,'" 2023.
- [23] A. P. Mulyo and E. Setyaningsih, "DESAIN MODUL SWITCH SELECTOR UNTUK PENGGUNAAN REMOTE CONTROL PADA MULTIDISPLAY DIGITAL SIGNAGE BERBASIS MULTIPLEXER," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 1, Jan. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3858.