

**SISTEM PENDETEKSI PERUBAHAN POSISI DAN SUDUT PASIEN
JATUH DENGAN BERBASIS SENSOR *ACCELEROMETER* MPU 6050
MENGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC***

(Skripsi)

Oleh :

ANITA ANGRAIENI

NPM. 2015031016



JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

2024

ABSTRAK

SISTEM PENDETEKSI PERUBAHAN POSISI DAN SUDUT PASIEN JATUH DENGAN BERBASIS SENSOR ACCELEROMETER MPU 6050 MENGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC*

Oleh

ANITA ANGRAIENI

Jatuh pada pasien, terutama lansia, berisiko menyebabkan cedera serius. Untuk itu, penelitian ini mengembangkan sistem pendeteksi jatuh berbasis sensor *Accelerometer* MPU 6050 dan metode *Fuzzy Logic* untuk meningkatkan akurasi deteksi. Sistem ini mengukur percepatan dan sudut kemiringan tubuh pasien dalam tiga dimensi (x, y, z) menggunakan sensor MPU 6050. Data tersebut diproses dengan metode *Fuzzy Logic* untuk mengidentifikasi kondisi pasien, baik normal maupun jatuh. *Fuzzy Logic* dipilih karena kemampuannya menangani ketidakpastian data. Hasil pengujian menunjukkan akurasi 90,0% dalam mendeteksi perubahan posisi dan sudut tubuh, serta efektif membedakan antara jatuh dan gerakan normal lainnya. Hasil menunjukkan komunikasi antara GSM dan perangkat ponsel terjeda selama 5 detik. Untuk akurasi modul GPS yang digunakan adalah 6,24 meter. Pada tahap pengujian juga dilakukan perhitungan konsumsi daya pada sistem dengan kapasitas baterai 5000 Ah, sistem tahan selama 78,84 jam. Sistem ini diharapkan dapat membantu pemantauan pasien secara real-time, memungkinkan respon cepat dalam situasi darurat.

Kata kunci : Jatuh, Sensor MPU 6050, Metode *Fuzzy Logic*

ABSTRACT

A SYSTEM FOR DETECTING CHANGES IN POSITION AND ANGLE OF FALLING PATIENTS BASED ON ACCELEROMETER SENSOR MPU 6050 USING FUZZY LOGIC METHOD

By

ANITA ANGRAIENI

Falling in patients, especially the elderly, is at risk of causing serious injury. Therefore, this study developed a fall detection system based on the MPU 6050 Accelerometer sensor and the Fuzzy Logic method to improve detection accuracy. This system measures the acceleration and tilt angle of the patient's body in three dimensions (x, y, z) using the MPU 6050 sensor. The data is processed using the Fuzzy Logic method to identify the patient's condition, both normal and falling. Fuzzy Logic was chosen because of its ability to handle data uncertainty. The test results showed an accuracy of 90.0% in detecting changes in body position and angle, and effectively distinguishing between falls and other normal movements. The results showed that communication between GSM and mobile devices was paused for 5 seconds. For the accuracy of the GPS module used is 6.24 meters. In the testing phase, power consumption calculations were also carried out on the system with a battery capacity of 5000 Ah, the system lasted for 78.84 hours. This system is expected to help monitor patients in real time, allowing for quick response in emergency situations.

Keywords: Fall, MPU 6050 Sensor, Fuzzy Logic Method

**SISTEM PENDETEKSI PERUBAHAN POSISI DAN SUDUT PASIEN
JATUH DENGAN BERBASIS SENSOR ACCELEROMETER MPU 6050
MENGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC***

Oleh:

ANITA ANGRAIENI

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar

SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik



FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2024

Judul Skripsi : **SISTEM DETEKSI PERUBAHAN POSISI DAN SUDUT PASIEN JATUH DENGAN BERBASIS SENSOR ACCELEROMETER MPU 6050 MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC**

Nama Mahasiswa : Anita Angraeni

No. Pokok Mahasiswa : 2015031016

Program Studi : Teknik Elektro

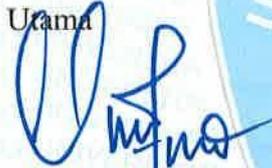
Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing Pendamping

Utama



Umi Murdika, S.T., M.T.

NIP. 197202062005012002

Pembimbing



Dr. Eng. Ir. Helmy F, S.T., M.Sc.

NIP. 197509282001121002

2. Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Elektro



Herlinawati, S.T., M.T.

NIP. 197103141999032001

Ketua Program Studi Teknik



Sumadi, S.T., M.T.

NIP. 197311042000031001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Eng. Ir. Helmy F, S.T.,M.Sc.


.....

Sekretaris : Umi Murdika, S.T., M.T.


.....

Penguji Utama

Bukan Pembimbing : Sumadi, S.T., M.T.


.....

2. Dekan Fakultas Teknik :

Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.)

NIP. 197509282001121002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 4 Oktober 2024

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana yang disebutkan dalam daftar Pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri. Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi akademik sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 10 Oktober 2024



Anita Angraieni

NPM. 2015031016

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Prabumulih pada tanggal 20 Agustus 2002. Penulis merupakan anak kedua dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Aris Mawan dan Ibu Nurul Huda. Penulis lulus Sekolah Dasar di SD Lematang Lestari pada tahun 2014, lulus Sekolah Menengah Pertama di SMP IT Ishlahul Ummah pada tahun 2017, lulus Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 3 Prabumulih pada tahun 2020. Penulis diterima di Program Studi Teknik Elektro Universitas Lampung pada tahun 2020 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, Penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Lampung (HIMATRO UNILA) sebagai Anggota Departemen Minat dan Bakat pada periode 2020 dan sebagai anggota di Departemen Pengembangan Teknik periode 2021. Penulis aktif sebagai Asisten Laboratorium Teknik Kendali Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung pada tahun 2023 sampai tahun 2024. Penulis melaksanakan Kerja Praktik di PT. Pertamina Rokan dengan judul Laporan Kerja Praktik yang berjudul “ANALISIS SISTEM KENDALI MOTOR LISTRIK MENGGUNAKAN *VARIABLE SPEED DRIVE* PADA *HORIZONTAL PUMP* STASIUN PENGUMPUL 5 PT. PERTAMINA LIMAU FIELD”



PERSEMBAHAN



Dengan Ridho Allah SWT
Teriring shalawat kepada Nabi Muhammad SAW
Karya Tulis ini ku persembahkan untuk:

Ayah dan Ibuku Tercinta

Aris Mawan dan Nurul Huda

Serta Kakak dan Adikku Tersayang

Shanty Yoseva Fitriana

Ranti Kurnia Dewi

Agung Ridho Wardhana Rambang

Terimakasih untuk semua dukungan dan doa selama ini
Sehingga aku dapat menyelesaikan hasil karyaku ini





Akan ada satu masa dalam hidup seseorang merasakan satu persoalan, yang seakan-akan beban berat dipikul sampai merasa kesulitan dari ujung kepala sampai ujung kaki siapapun itu. Kalo ada yang sedang merasakan itu yakinlah kata Allah pada saat itu Allah sedang mengangkat derajatnya dan meningkatkan kualitas hidupnya untuk mencapai sesuatu istimewa yang belum pernah diraih.

"Allah tidak akan membebani seseorang, melainkan sesuai dengan kesanggupannya".

(Q.S Al-Baqarah : 286)

"..Barangsiapa yang tidak merasakan pahitnya menuntut ilmu walau hanya sesaat, maka ia akan menelan hinanya kebodohan sepanjang hidupnya.."

(Imam Syafi'i)

"La Ilaha Illa Anta Subhanaka Inni Kuntu Minadzolimin"

(Doa Nabi Yunus)

"Perang telah usai, aku bisa pulang

Kubaringkan panah dan berteriak MENANG!"

(NADIN AMIZAH)

"Angan-angan yang dulu mimpi belaka, kita gapai yang segala tak disangka"

SANWACANA

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala karunia, hidayah, serta inayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “ Sistem Deteksi Perubahan Posisi Dan Sudut Pasien Jatuh Dengan Berbasis Sensor Accelerometer Mpu 6050 Menggunakan Metode Fuzzy Logic.” Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Penulis banyak mendapatkan bantuan baik ilmu, petunjuk, bimbingan, dan juga saran dari berbagai pihak selama penyusunan Skripsi ini. Penulis dalam kesempatan ini mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr.Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung serta Dosen Pembimbing yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyusunan Skripsi ini.
2. Ibu Herlinawati, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
3. Bapak Ir. Meizano Ardhi Muhammad, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.
4. Bapak Sumadi S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Lampung serta Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyusunan Skripsi ini.
5. Bapak Dr. Eng Ageng Sadnowo Replianto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang telah membantu dan memberikan dukungan selama penulis melakukan kegiatan perkuliahan.
6. Ibu Umi Murdika, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping serta Kepala Laboratorium Teknik Kendali Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung yang telah membimbing dan memberikan ilmu dan saran dalam penyusunan Skripsi ini.

7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro, terima kasih atas didikannya, arahan dan bimbingan yang telah diberikan.
8. Staff Administrasi Program Studi Teknik Elektro Universitas Lampung.
9. Teristimewa penulis ucapkan cinta pertama dan panutanku yaitu kedua orang tua tersayang yang paling berjasa dalam hidup saya, Bapak Aris Mawan, S.H., dan Ibu Nurul Huda, terimakasih atas setiap tetes keringat dalam setiap langkah pengorbanan dan kerja keras yang dilakukan untuk memberikan yang terbaik kepada penulis, mengusahakan segala kebutuhan penulis, mendidik, membimbing, dan selalu memberikan kasih sayang yang tulus, motivasi, serta dukungan dan mendoakan penulis dalam keadaan apapun agar penulis mampu bertahan untuk melangkah setapak demi setapak dalam meraih mimpi di masa depan. Terimakasih untuk selalu berada di sisi penulis dan menjadi alasan bagi penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini hingga memperoleh gelar Sarjana Teknik. Papa, mama, putri kecilmu sudah dewasa dan siap melanjutkan mimpi yang lebih tinggi lagi.
10. Kakak kesayangan penulis Shanty Yoseva Fitriana, S.H., yang telah ikhlas dan penuh kasih sayang berkontribusi banyak dalam membiayai perkuliahan dan penulisan skripsi ini, meluangkan tenaga, pikiran, dukungan moril dan materil kepada penulis. Tanpa bantuan dan pengorbanan kakak, perjalanan ini tidak mungkin tercapai. Setiap usaha dan kerja keras kakak menjadi inspirasi dan semangat bagi saya untuk terus maju dan menyelesaikan pendidikan ini dengan baik.
11. Kedua Adik kesayangan penulis Ranti Kurnia Dewi dan Agung Ridho Wardhana yang selalu bertanya "kapan pulang kerumah?" sehingga memberikan motivasi di saat-saat saya merasa lelah dan putus asa dalam mengerjakan skripsi
12. M. Galung Saputra, A.Md.T., *Thank you for being the most incredible man I could ever wish for. Thank you for listening to my stories and random talk 24/7. Thank you for always being there for me when I need someone to talk to. Even though we're in a LDR, you always manage to make me feel supported and cared for, and my heart feels so full because of you. Your*

unwavering support, especially during my skripsi journey, has meant the world to me. You've listened to my frustrations, cheered me on through the toughest moments, and helped me stay focused when things felt overwhelming. I truly appreciate how you never fail to make me smile, even from miles away. I can't wait for the day when we no longer have to be apart, but until then, I'm so grateful to have you by my side in every way that matters. I love you more than words can express.

13. Adhiva Nur Fadheela, S.T., *as a partner and friend since college, who always motivates and accompanies the author in every process of working on the skripsi until it is finished. We have gone through many things together, from exchanging ideas to completing every detail. I really appreciate the way you work, perseverance, and enthusiasm that you always bring to every process. This is not only about completing the project, but also about the friendship and trust that is built. I am grateful to be able to work with partners as great as you. May success always accompany us in the future. Thank you for always being nice to me*
14. Anna Zakkia Latifah, S.T., Anisa Rahmadini, S.T., Aymanul Fadillah, S.T., dan Rachma Lingga Maulidya, S.T sebagai sahabat penulis yang sudah menemani proses pendewasaan dari awal perkuliahan hingga akhir perkuliahan.
15. Anabul kesayangan penulis Hiro dan Luna yang menjadi alasan penulis menyelesaikan perkuliahan ini.
16. Keluarga besar Hellios20 yang telah memberikan banyak motivasi, nilainilai sosial dan bantuan dalam berbagai hal.
17. Semua drakor, varian indomie ditemani spotify, ramen, dan sushi sebagai bentuk self reward penulis sehabis mengerjakan skripsi.
18. CCOF dan Goes To Palembang, Teman SMP & SMA penulis yang telah mendukung dan mendengarkan keluh kesah penulis.
19. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan terlibat langsung maupun tidak langsung yang telah membantu penulis dalam pembuatan skripsi.

20. Skripsi ini penulis persembahkan untuk orang yang selalu bertanya ”kapan sidang?”, ”kapan wisudah?” dan lainnya, kalian adalah salah satu alasanku segera mengerjakan skripsi ini

21. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for, for never quitting, I wanna thank me for always being a giver, And tryna give more than I receive, I wanna thank me for tryna do more right than wrong, I wanna thank me for just being me at all times*

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Skripsi ini. Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan, baik dari segi penyusunan maupun pemilihan kata. Maka dari itu penulis terbuka untuk menerima masukan kritik dan saran yang dapat membangun Penulis kedepannya. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, 10 Oktober 2024

Penulis,

Anita Angraieni

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
SISTEM PENDETEKSI	iv
MENGESAHKAN	vi
SURAT PERNYATAAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
PERSEMBAHAN	ix
SANWACANA	iv
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Jatuh	7
2.3 Sistem Informasi Kesehatan	8
2.4 Arduino Nano	9
2.5 Sensor <i>Accelerometer</i> MPU 6050	13
2.6 GSM SIM 800L.....	17
2.7 GPS (<i>Global Positioning System</i>) Ublox Neo-8m.....	18

2.8.	<i>Black Cell</i>	20
2.9.	Metode <i>Fuzzy Logic</i>	22
BAB III. METODE PENELITIAN		27
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
3.2	Alat dan Bahan.....	27
3.3	Metode Penelitian.....	28
3.4	Diagram Alir Penelitian.....	29
3.5	Diagram Blok Perancangan Sistem Deteksi	30
3.6	Diagram Alir Perancangan Kerja Sistem.....	30
3.6	Perancangan Sistem.....	33
3.7	Perancangan Metode Fuzzy.....	34
3.7.1	Masukkan Nilai Variabel	35
3.7.2	Fuzzifikasi.....	35
3.7.3	Pembentukan aturan dasar fuzzy.....	35
3.7.4	Defuzzifikasi	36
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		37
4.1	Hasil Rancangan Sistem Deteksi Jatuh Menggunakan Sensor MPU6050 Menggunakan Metode Fuzzy Logic	37
4.2	Pengujian Subsistem.....	41
4.2.1	Pengujian Mikrokontroler Arduino.....	41
4.2.2	Pengujian Sensor GPS U-Blox	43
4.2.3	Pengujian Sensor GSM.....	44
4.2.4	Pengujian Sensor Gyroscope MPU 6050.....	47
4.3	Nilai Data Latih Jatuh	47
4.4	Metode Fuzzy Logic.....	53
4.5	Pengujian Keseluruhan Sistem	60
4.5.1	Pengujian Konsumsi Baterai.....	60
4.5.2	Pengujian Keakuratan GPS Neo 8M- Ublox	64
4.5.3	Pengujian Akurasi Sistem.....	66
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		71
5.1	Kesimpulan.....	71
5.2	Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA		73

LAMPIRAN	76
Lampiran 1 Pengujian Sensor Saat Terjatuh	77
Gambar L1.1 Pengujian Sensor Saat Terjatuh Ke kiri.....	77
Gambar L1.2 Pengujian Sensor Saat Terjatuh Ke kana.....	77
Gambar L1.3 Pengujian Sensor Saat Terjatuh Ke depan.....	78
Gambar L1.4 Pengujian Sensor Saat Terjatuh Ke belakang.....	78
Lampiran 2 Pengujian Sensor Saat Tidak Jatuh	79
Gambar L2.1 Pengujian Sensor Saat Naik Tangga.....	79
Gambar L2.2 Pengujian Sensor Saat Berdiri	79
Gambar L2.2 Pengujian Sensor Saat Duduk.....	80
Lampiran 3 Kode Program	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arduino Nano	10
Gambar 2.2 Tampilan Arduino IDE.....	12
Gambar 2.3 Accelerometer MPU 6050	14
Gambar 2.4 GSM SIM 800	18
Gambar 2.5 GPS Neo Ublox-8M	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Sistem Deteksi.....	30
Gambar 3.3 Diagram Alir Perancangan Kerja Sistem.....	32
Gambar 3.4 Rancangan Alat	33
Gambar 3. 5 Diagram Alir Metode Fuzzy Logic	34
Gambar 4.1 Skematik Rangkaian Sistem Deteksi Jatuh	39
Gambar 4.2 Desain Sistem Deteksi Jatuh	39
Gambar 4. 3 Sistem Sebelum di Masukkan ke Dalam Saku Rompi	40
Gambar 4.4 Pemasangan Sistem Pada Jaket	40
Gambar 4.5 Pemasangan Sensor Gyroscope MPU 6050	41
Gambar 4.6 Tampilan Sketch Arduino IDE.....	42
Gambar 4.7 Tampilan kode pada sketch	42
Gambar 4.8 Tampilan tombol upload.....	43
Gambar 4. 9 Tampilan serial monitor URL google maps titik koordinat.....	44
Gambar 4.10 Tampilan Pesan Terkirim	45
Gambar 4.11 Tampilan Panggilan Pada Nomor Tujuan	46
Gambar 4.12 Tampilan Serial Monitor Sensor MPU6050.....	47
Gambar 4.13 Tampilan Awal FIS	54
Gambar 4.14 <i>Membership function</i> Accelerometer.....	55
Gambar 4.15 <i>Membership function</i> Gyroscope.....	56
Gambar 4.16 Pengukuran Tegangan Dengan Osiloskop.....	60
Gambar 4.17 Hasil Pengukuran Tegangan Kerja Sistem Dengan Osiloskop.....	61
Gambar 4. 18 Lifetime Battery Dari Interval Pengiriman Pada dua Skenario Kapasitas Baterai	64
Gambar 4.19 Tampilan Pesan Pada Ponsel	68
Gambar 4.20 Tampilan Panggilan Pada Ponsel	69
Gambar 4.21 Tampilan Link Google Maps.....	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Nano	11
Tabel 3.1 Alat dan Bahan Rancangan Sistem	27
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Jatuh Ke Depan.....	49
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Jatuh Ke Belakang.....	50
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Jatuh Ke Kanan.....	51
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Jatuh Kekiri	52
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Posisi Saat Tidak Jatuh.....	53
Tabel 4. 6 Representasi Data Fuzzy Logic Sugeno.....	54
Tabel 4.7 Aturan <i>Fuzzy Logic</i>	58
Tabel 4. 8 Perhitungan Aturan Fuzzy Logic Sugeno	58
Tabel 4. 9 Pengukuran Arus	61
Tabel 4.10 Hubungan Interval Pengiriman Dengan Lifetime Baterai.....	63
Tabel 4. 11 Data Lokasi Berupa Titik Koordinat	65
Tabel 4. 12 Pengujian Keseluruhan Sistem.....	67

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keselamatan manusia adalah aspek yang sangat penting dalam berbagai konteks, termasuk didalam industri, olahraga, dan kesehatan. Salah satu hal yang sering terjadi adalah jatuh. Jatuh dapat di alami oleh orang di usia lanjut ataupun pada orang di usia muda dan cukup berbahaya karena dapat menimbulkan cedera pada tubuh. Risiko jatuh pada setiap orang ada bermacam-macam dan di pengaruhi oleh berbagai faktor, seperti faktor keadaan lingkungan, kondisi kebugaran tubuh, dan faktor usia. Risiko jatuh pada orang dengan usia lanjut terbilang lebih tinggi jika dibandingkan dengan usia muda. Dampak yang di timbulkan juga jauh berbeda, dimana jatuh dapat memberikan cedera yang fatal bagi orang dengan usia lanjut. Hal ini juga di sebabkan kerena fungsi otak pada orang di usia lanjut sudah mulai menurun sehingga mengakibatkan keterbatasan gerak, refleks, dan kemampuan menjaga keseimbangan. Jatuh menjadi ancaman yang harus di antisipasi terutama pada lanjut usia kerena berpotensi menyebabkan kematian [1].

Ketika kondisi pasien terjatuh tidak segera terdeteksi, waktu yang kritis untuk memberikan pertolongan pertama dan perawatan medis bisa terlewatkan. Pemberian pertolongan yang cepat dapat menjadi faktor penentu dalam prognosis dan pemulihan. Keluarga atau paramedis mungkin tidak dapat melakukan pengawasan secara konstan terhadap pasien, terutama jika ada keterbatasan sumber daya atau kondisi medis yang membutuhkan perhatian intensif. Pasien yang mengalami kejatuhan tanpa deteksi kemungkinan besar akan memiliki risiko tinggi mengalami jatuh berulang. Hal ini dapat memperburuk kondisi kesehatan dan meningkatkan kemungkinan cedera serius di masa depan.

Deteksi perubahan posisi dan sudut kejatuhan manusia menjadi hal yang krusial dalam mencegah cedera serius dan kecelakaan. Dalam upaya meningkatkan keamanan manusia, penggunaan teknologi sensor *accelerometer* dan *gyroscope* dengan metode *fuzzy logic* telah menjadi salah satu pendekatan yang menjanjikan karena sensor ini mampu mengukur percepatan linier dan rotasi sudut dengan tingkat presisi tinggi, mampu meningkatkan akurasi, menangani ketidakpastian, fleksibel, mengurangi kompleksitas komputasi, dan robust terhadap noise. Kombinasi ini cocok untuk pemantauan kesehatan. Sensor *gyroscope* dan sensor *accelerometer* adalah dua jenis sensor yang berfungsi untuk mengukur perubahan dalam gerakan suatu objek, tetapi mereka memiliki perbedaan utama dalam jenis gerakan yang diukur. Sementara itu, metode *fuzzy logic* adalah teknik pengolahan data yang memungkinkan pemrosesan informasi dengan tingkat ketidakpastian. Kombinasi sensor *accelerometer* dan *gyroscope* menggunakan *fuzzy logic* menjadi solusi yang sangat potensial dalam mendeteksi perubahan posisi dan sudut kejatuhan manusia dengan lebih akurat dan adaptif. Hal ini akan memungkinkan alat untuk lebih responsif terhadap kondisi yang berubah dan situasi yang mungkin berbeda-beda.

Selain itu, penelitian ini juga akan menggali kemungkinan integrasi teknologi sensor *accelerometer* dan *gyroscope* dengan sistem lain, seperti pemantauan jarak, penggunaan data geografis, atau komunikasi nirkabel. Hal ini akan memungkinkan deteksi perubahan posisi dan sudut kejatuhan menjadi bagian dari sistem yang lebih besar untuk tujuan pencegahan kecelakaan.

Dengan demikian, penelitian ini akan membahas sistem deteksi perubahan posisi dan sudut kejatuhan pasien yang menggunakan sensor *accelerometer* dan *gyroscope* dengan metode *fuzzy logic*. Penelitian ini diharapkan akan memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan keselamatan manusia dalam berbagai konteks serta memfasilitasi pengembangan alat yang lebih efisien dan adaptif.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Merancang sistem yang dapat secara efektif mendeteksi kejatuhan pasien yang lebih akurat dengan menggunakan sensor *accelerometer* untuk meningkatkan keselamatan dan mencegah potensi cedera.
2. Memastikan sistem memberikan notifikasi dengan cepat dan akurat kepada keluarga pasien ketika terdeteksi potensi kejatuhan.
3. Mengintegrasikan metode *fuzzy logic* untuk memproses data dari sensor *accelerometer*, sehingga memungkinkan sistem membuat keputusan deteksi dengan mempertimbangkan tingkat ketidakpastian

1.3. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah :

1. Dapat membantu mencegah atau meminimalkan risiko cedera akibat kejatuhan, khususnya pada pasien yang rentan, seperti orang lanjut usia atau pasien dengan kondisi kesehatan tertentu.
2. Mendukung optimalisasi pelayanan kesehatan, sehingga memungkinkan mereka untuk merespon kondisi pasien dengan lebih efisien.
3. Membantu dalam mengoptimalkan penggunaan sumber daya tenaga medis dengan memberikan sistem pendeteksi otomatis, membebaskan mereka dari tugas pengawasan konstan dan memungkinkan fokus pada perawatan yang lebih mendalam.

1.4. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana kinerja alat pendeteksi kejatuhan berbasis *Gyroscope* dan *Accelerometer* untuk deteksi kejatuhan pada pasien ?
2. Bagaimana tingkat akurasi pada sensor *Gyroscope* dan *Accelerometer* untuk deteksi kejatuhan pada pasien ?

1.5. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini dilakukan pembatasan terhadap masalah yang akan di bahas yaitu:

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah arduino nano untuk pengolah data sensor.
2. Menggunakan sensor *Accelerometer* MPU 6050, dan sistem telemetri menggunakan GSM modul SIM800 L
3. Penelitian ini di rancang khusus untuk pasien dengan kondisi kesehatan tertentu dan lansia.
4. Berfokus untuk mengirimkan informasi lokasi terkini dengan jangkauan wilayah tertentu

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada laporan kerja praktek ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Pada pendahuluan terdapat latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, hipotesis, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada tinjauan pustaka berisi tentang teori-teori yang mendasari penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian terdapat waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, metode yang akan digunakan, dan diagram alir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil dan pembahasan terdapat hasil penelitian dan analisis hasil penelitian yang diperoleh.

BAB V PENUTUP

Pada penutup terdapat rangkuman akhir atau kesimpulan yang diperoleh dari hasil dan pembahasan serta saran untuk pengembangan penelitian ini lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Pembahasan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Rahmi Agus Melita, dan teman-teman dari Politeknik Manufaktur Bandung pada tahun 2018 dengan judul “Pengendalian Kamera berdasarkan Deteksi Posisi Manusia Bergerak Jatuh berbasis Multi Sensor *Accelerometer* dan *Gyroscope*”. Penelitian ini menyajikan pengembangan sistem surveillans berbasis multisensor secara *portable* dengan memberikan peringatan terkait aktifitas yang tidak biasa. Sistem menginformasikan pengguna atau pengasuh melalui email ketika mendeteksi aktifitas yang abnormal, seperti gerakan jatuh (lansia atau anak-anak). Penelitian ini menggunakan multisensor antara lain *accelerometer*, *gyroscope*, dan menambahkan sensor kamera untuk membuat informasi lebih akurat. Evaluasi dibagi menjadi dua kategori. Kategori pertama adalah deteksi jatuh manusia, dan kategori kedua adalah menangkap gambar. Hasil evaluasi mendeteksi gerakan jatuh adalah *accuracy* sebesar 88%, *recall* 88%, *specificity* 88%, dan *precision* 93%. Selain itu, hasil evaluasi pengambilan gambar adalah *accuracy* 86% dengan ketepatan pergerakan kamera ke arah objek sebesar 51% [2].

Syifa Dzikri Tsani dan Indra Hardian Mulyadi Politeknik Negeri Batam pada tahun 2019 dengan judul “Sistem Pendeteksi Jatuh *Wearable* untuk Lanjut Usia Menggunakan *Accelerometer* dan *Gyroscope*”. Pada Penelitian ini bertujuan membuat suatu sistem pendeteksi jatuh untuk mendapatkan nilai akurasi sistem. Sistem ini memanfaatkan nilai keluaran dari sensor *accelerometer* dan *gyroscope* berbasis mikrokontroler dengan metode *threshold*. Berdasarkan hasil pengujian

yang telah dilakukan, didapatkan bahwa sistem yang dibuat memiliki sensitivitas sebesar 82,50%, spesifisitas sebesar 91,67%, akurasi sebesar 88% dan tingkat keberhasilan *smartphone* menampilkan notifikasi jatuh sebesar 96,97% [3].

Adlian Jefiz, Indra Daulay, Jhon Hericson Purba dari Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam pada tahun 2020 dengan judul “Klasifikasi Gerakan Jatuh Berbasis *Accelerometer* dan *Gyroscope* Menggunakan *K-Nearest Neighbors*”. Pada Penelitian ini menggunakan metode transformasi *Wavelet* untuk mengenali fitur dari gerakan. Untuk pengklasifikasian setiap gerakan, digunakan metode *K-nearest neighbors* (KNN). Hasil klasifikasi gerakan menggunakan lima kelas menghasilkan nilai *root mean square* sebesar 0.0074 dengan akurasi 100% [4].

Elisa Islami Putri¹, Ade Silvia Handayani, Lindawati dan teman-teman dari Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya pada tahun 2022 dengan judul “Implementasi Metode *Fuzzy Mamdani* Pada Alat Kesehatan Nirkabel Berbasis Android Dan IOS”. Dengan kemajuan teknologi komunikasi nirkabel, khususnya dalam *Wireless Body Area Network* (WBAN), terbuka peluang untuk memantau kondisi kesehatan seseorang secara *real-time* melalui sensor-sensor yang ditempatkan di sekitar tubuh. Penelitian ini merancang sebuah aplikasi berbasis Android dan iOS yang memungkinkan pasien atau tenaga medis melihat hasil pemantauan dengan efektif. Sistem ini juga memanfaatkan *fuzzy logic Mamdani* untuk memberikan diagnosis otomatis, meminimalkan keterlibatan tenaga medis dalam proses diagnosa. Dengan demikian, teknologi ini dapat memberikan pemantauan kesehatan yang lebih efisien dan efektif [5].

2.2. Jatuh

Jatuh merupakan suatu kejadian yang bersumber dari suatu faktor yang spesifik yang dapat diamati dan diukur. Jatuh pada lansia dapat mempengaruhi kesejahteraan kesehatan lanjut usia dalam jangka panjang, hal ini terjadi karena lansia yang mengalami jatuh akan mengalami keterbatasan kemampuan *activity daily living* (ADL), *disability*, kehilangan kemampuan dalam berpindah,

mengalami penurunan kualitas hidup serta berpotensi besar untuk mengalami jatuh berulang [6].

Menurut WHO (*World Health Organization*), lansia adalah seseorang yang telah memasuki usia 60 tahun ke atas. BPS (Badan Pusat Statistik) mengelompokkan lansia menjadi tiga kelompok umur yaitu lansia muda (kelompok umur 60-69 tahun), lansia madya (kelompok umur 70-79 tahun), dan lansia tua (kelompok umur 80 tahun ke atas). Persentase lansia Indonesia mengalami peningkatan setidaknya 4 persen selama lebih dari satu dekade (2010-2022) sehingga menjadi 11,75 persen. Pada tahun 2030, 1 dari 6 orang di dunia akan berusia 60 tahun atau lebih. Saat ini, jumlah penduduk berusia 60 tahun ke atas akan meningkat dari 1 miliar pada tahun 2020 menjadi 1,4 miliar. Pada tahun 2050, jumlah penduduk dunia yang berusia 60 tahun ke atas akan berlipat ganda (2,1 miliar). Jumlah penduduk berusia 80 tahun ke atas diperkirakan akan meningkat tiga kali lipat antara tahun 2020 dan 2050 sehingga mencapai 426 juta jiwa.

Jatuh pada lansia dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk faktor intrinsik seperti penurunan fungsi fisik, gangguan keseimbangan, kelemahan otot, dan gangguan penglihatan. Selain itu, faktor ekstrinsik seperti lingkungan yang tidak aman, penggunaan obat-obatan tertentu, dan kurangnya aktivitas fisik juga berperan penting. Pentingnya pencegahan jatuh pada lansia tidak dapat diabaikan, karena jatuh dapat menyebabkan cedera serius seperti patah tulang, trauma kepala, dan bahkan kematian.

Upaya pencegahan jatuh pada lansia meliputi penilaian risiko jatuh secara rutin, perbaikan lingkungan rumah, penggunaan alat bantu seperti tongkat atau walker, serta program latihan fisik untuk meningkatkan kekuatan otot dan keseimbangan. Edukasi kepada lansia dan keluarga juga penting untuk meningkatkan kesadaran akan risiko jatuh dan langkah-langkah pencegahannya

2.3. Sistem Informasi Kesehatan

Sistem deteksi jatuh berbasis IoT menggabungkan sensor canggih seperti akselerometer, giroskop, dan sensor tekanan untuk secara real-time mendeteksi

kejadian jatuh pada lansia dan individu rentan lainnya. Selain memberikan notifikasi darurat otomatis saat terdeteksi jatuh, sistem ini memungkinkan pemantauan aktivitas harian untuk meramalkan risiko jatuh di masa depan. Berdasarkan penelitian, sistem ini terbukti efektif dalam berbagai konteks kesehatan. Pengembangan selanjutnya termasuk integrasi dengan teknologi AI untuk meningkatkan akurasi deteksi dan adaptabilitas sistem terhadap kebutuhan individu.

Sebagai perangkat wearable, smartwatch memiliki potensi besar dalam meningkatkan kesehatan manusia. Kini dilengkapi dengan beragam sensor termasuk *accelerometer*, *gyrometer*, pelacak gerakan, suhu, kelembaban, dan lainnya, smartwatch didukung oleh teknologi Big Data dan Kecerdasan Buatan (AI) untuk memaksimalkan manfaatnya, terutama di bidang kesehatan. Di masa depan, smartwatch diharapkan berperan dalam monitoring kesehatan preventif, terapi penyakit, bantuan pasien dengan kondisi khusus, serta rekam medis digital. Teknologi sensor yang terus berkembang memungkinkan smartwatch merubah gaya hidup sehat di masa depan [7].

Penggunaan smartwatch untuk deteksi jatuh mengandalkan teknologi sensor seperti *accelerometer* dan giroskop untuk memantau gerakan tubuh pengguna secara terus-menerus. Data sensor ini dianalisis dengan algoritma deteksi yang mengenali pola gerakan yang mengindikasikan potensi jatuh, seperti perubahan tiba-tiba dalam percepatan atau orientasi perangkat. Saat jatuh terdeteksi, smartwatch secara otomatis mengirimkan notifikasi darurat ke kontak yang ditentukan, memastikan respons cepat dalam keadaan darurat. Integrasi dengan ponsel cerdas meningkatkan koordinasi respons, menyediakan solusi yang lebih terjangkau untuk memantau kesehatan dan keamanan individu, terutama yang rentan terhadap jatuh.

2.4. Arduino Nano

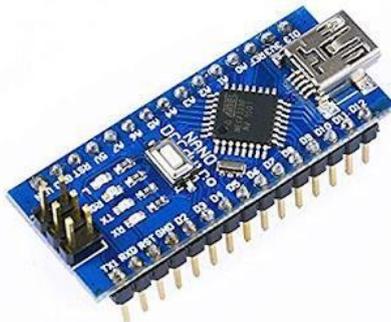
Mikrokontroler merupakan sebuah piranti elektronik (*special purpose computers*) yang di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, timer, saluran komunikasi serial

dan paralel, port *input/output*, ADC. Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program.

Arduino Nano adalah sebuah *board* yang mempunyai ukuran kecil yang rancangan berdasarkan Atmega328 atau Atmega168. Dengan ukuran yang kecil *board* ini sangat praktis digunakan sehingga membuatnya menjadi mikrokontroler paling populer. *Board* ini kekurangan yaitu tidak memiliki port untuk DC power, dan bekerja hanya dengan kabel Mini-B USB. *Board* Arduino nano didesain dan diproduksi oleh Gravitech pada tahun 2008 [8].

Arduino Nano dilengkapi dengan 30 header I/O jantan, dalam konfigurasi seperti DIP-30, yang dapat diprogram menggunakan lingkungan pengembangan terintegrasi Perangkat Lunak Arduino (IDE), yang umum untuk semua papan Arduino dan berjalan baik *online* maupun luring. Papan dapat di tenagai melalui kabel mini-USB tipe-B atau dari 9 baterai V.

Arduino adalah sistem elektronika (*electronic prototyping platform*) berbasis *open-source* yang fleksibel dan mudah digunakan baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. Di luar itu, kekuatan utama arduino adalah jumlah pemakai yang sangat banyak sehingga tersedia pustaka kode program (*code library*) maupun modul pendukung (*hardware support modules*) dalam jumlah yang sangat banyak. Dukungan *battery power*, proteksi USB to Serial, dan kompatibilitas dengan berbagai shields menjadikannya pilihan utama untuk proyek pengembangan diri dan pengembangan prototipe elektronika. Hal ini memudahkan para pemula untuk mengenal dunia mikrokontroler. Pada Gambar 2.1 merupakan tampilan dari Arduino Nano.



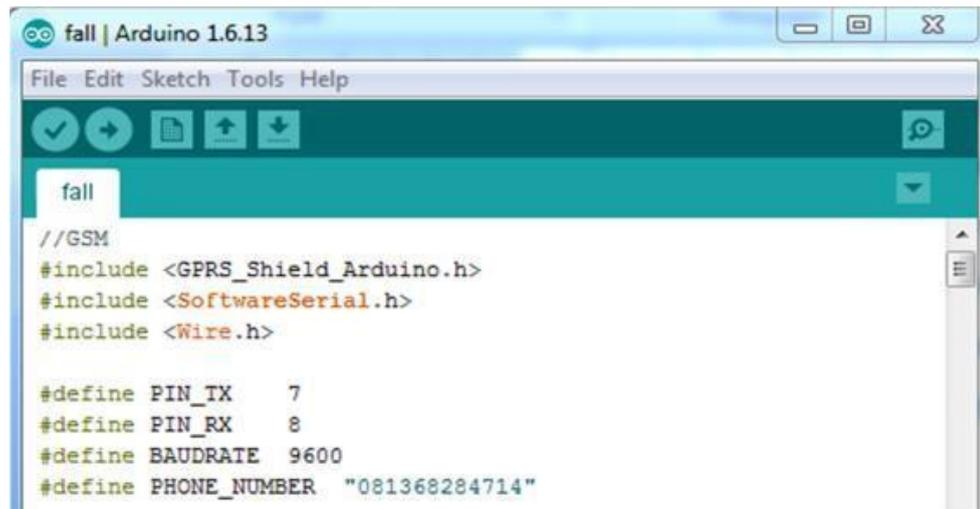
Gambar 2.1 Arduino Nano

Arduino nano kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan Arduino Uno, tetapi dalam paket yang berbeda. Aduino Nano tidak menyertakan colokan DC berjenis Barrel Jack, dan dihubungkan ke komputer menggunakan kabel port USB mini-B. Arduino Di bawah ini adalah Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Nano.

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Nano

Mikrokontroler	Atmel ATmega168 atau ATmega328
Tegangan Operasi	5 V
<i>Input Voltage</i> (disarankan)	7-12V
<i>Input Voltage</i> (limit)	6-20V
Pin Digital I/O	14 (6 pin digunakan sebagai <i>output</i> PWM)
Pin <i>Input</i> Analog	8
Arus DC per pin I/O	40 mA
Flash Memory	16KB (ATmega168) atau 32KB (ATmega328) 2KB digunakan oleh Bootloader
SRAM (<i>Static Random Access Memory</i>)	1 KB (ATmega168) atau 2 KB (Atmega328)
EEPROM (<i>Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory</i>)	512 byte (ATmega168) atau 1KB (ATmega328)

Perangkat lunak arduino yang digunakan adalah driver dan IDE, walaupun masih ada beberapa perangkat lunak lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan arduino. Gambar 2.2 merupakan IDE Arduino yaitu perangkat lunak sangat canggih yang ditulis dengan menggunakan bahasa pemrograman Java.



Gambar 2.2 Tampilan Arduino IDE

Bagian-bagian tampilan dekstop Arduino Gambar 2.2 dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Editor Program

Sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengubah program dalam bahasa pemrosesan.

2. *Verify*

Memeriksa sketsa kode yang rusak sebelum mengunggah ke papan arduino.

3. *Uploader*

Sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan arduino.

4. *New*

Membuat sebuah skema baru.

5. *Open*

Membuka daftar skema pada sketchbook arduino.

6. *Save*

Menyimpan kode skema pada sketchbook.

7. Serial Monitor

Menampilkan data yang dikirimkan dari papan arduino.

2.5. Sensor Accelerometer MPU 6050

GY-521 MPU 6050 Modul adalah sebuah modul berinti MPU 6050 yang merupakan 6 *axis Motion Processing Unit*, 3 untuk *accelerometer* dan 3 untuk *gyroskop*, dengan penambahan regulator tegangan dan beberapa komponen pelengkap lainnya yang membuat modul ini siap dipakai dengan tegangan supply sebesar 3 sampai 5 VDC. Modul ini memiliki *interface I2C* yang dapat disambungkan langsung ke MCU (*Microcontroller Unit*) yang memiliki fasilitas I2C. Data giroskop dan akselerometer digunakan untuk merasakan Sumbu X untuk gerakan depan dan belakang, sumbu Y untuk gerakan depan kiri dan depan kanan, dan sumbu Z untuk berdiri tegak lurus [9].

Sensor MPU-6050 berisi sebuah MEMS (*Micro Electro Mechanical Systems*) *Accelerometer* dan sebuah MEMS Gyro yang saling terintegrasi. Sensor ini sangat akurat dengan fasilitas *hardware internal* 16-bit ADC untuk setiap kanalnya. Sensor ini akan menangkap nilai kanal axis X, Y dan Z bersamaan dalam satu waktu.

Accelerometer banyak digunakan dalam sains, teknik, dan memberikan dampak besar pada kehidupan sehari-hari, seperti dalam studi seismologi, pengujian getaran dan guncangan pada kendaraan, pengujian dinamis struktur pesawat, perangkat elektronik konsumen, navigasi, peternakan presisi, serta aplikasi pemantauan kesehatan dan militer. Selain itu, akselerometer yang dipasang pada struktur juga penting untuk mengukur respons percepatan, yang berfungsi dalam perancangan serta pemantauan kesehatan struktur seperti gedung dan jembatan [10].

a. Accelerometer

Accelerometer adalah sensor yang digunakan untuk mengukur percepatan suatu objek, yaitu mengukur percepatan statis dan dinamisnya. Pengukuran dinamis adalah pengukuran percepatan pada objek bergerak, sedangkan pengukuran statis adalah pengukuran terhadap gravitasi bumi, lebih tepatnya untuk mengukur sudut

kemiringan. Prinsip kerja dari sensor *accelerometer* berdasarkan Hukum II Newton adalah bahwa percepatan suatu benda sebanding dengan gaya yang bekerja padanya dan berbanding terbalik dengan massanya. Sensor *accelerometer* mendeteksi percepatan linier berdasarkan perubahan gaya inersia yang diterima oleh massa internal sensor. *Accelerometer* yang diletakkan di permukaan bumi dapat mendeteksi percepatan satuan gravitasi bumi ($1g = 9.8 \text{ m/detik}$) pada titik vertikalnya, untuk percepatan yang dikarenakan oleh pergerakan horizontal maka *Accelerometer* akan mengukur percepatannya secara langsung ketika bergerak secara horizontal.



Gambar 2.3 Accelerometer MPU 6050

Beberapa fitur dari sensor *accelerometer* sebagai berikut :

1. Berbasis *Chip* MPU-6050, berteknologi *Motion Fusion* yang mengoptimalkan kinerja sensor dan adanya *Digital Motion Processor* modul dapat diintegrasikan dengan sensor lainnya melalui komunikasi I2C dan bekerja tanpa membebani mikrokontrolernya.
2. Tegangan supply sekitar 3-5 VDC dan pada modul ini sudah dilengkapi LDO (*Low Drop-out*) *Voltage Regulator*. Sehingga untuk mendapat sumber tegangan hanya perlu tersambung dengan sumber Vcc pengolah data seperti Arduino.
3. Tersedianya *pull-up* resistor pada pin SDA dan SCL tanpa resistor eksternal tambahan.
4. *Gyroscope Range* + 250 500 1000 2000 rad / s
5. *Acceleration Range*: + 2 + 4 + 8 + 16 g

6. Data keluaran *Motion Fusion* sebanyak 6 atau 9 sumbu dalam format matriks rotasi, *quaternion*, sudut Euler, atau *raw data* format.
7. Memori penampung data (*buffer memory*) sebesar 1KB, FIFO (*First-In-First-Out*).
8. Gabungan antara *accelerometer* dan *gyroscope* dalam satu sirkuit menyebabkan pendeteksian gerakan dan gravitasi menjadi lebih akurat.
9. Konsumsi arus *gyroscope* sebesar 3,6 mA; *gyroscope + accelerometer* 3,8 Ma
10. *Chip built-in* 16-bit AD converter, 16 bits data output
11. Jarak antarpin *header* 2.54 mm
12. Dimensi modul 20.3 mm x 15.6 mm
13. Sensor ini sudah banyak dijual di pasaran dengan harga yang relatif murah.

Nilai percepatan gerakan manusia untuk menentukan laju perubahan gerakan manusia dapat dihitung dengan menggunakan SD (Standar Deviasi). Dengan demikian, ketika metode SD diterapkan pada tiga sumbu, metode ini dapat membedakan antara jatuh yang sebenarnya dan aktivitas lainnya dengan menggunakan Persamaan 2.1 di bawah ini [11].

$$A_{SD} = \sqrt{Ax_{SD}^2 + Ay_{SD}^2 + Az_{SD}^2} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

- A_{SD} = Standar deviasi dari *Accelerometer*
- Ax_{SD} = Standar deviasi dari percepatan linier pada sumbu x.
- Ay_{SD} = Standar deviasi dari percepatan linier pada sumbu y.
- Az_{SD} = Standar deviasi dari percepatan linier pada sumbu z.

Rumus ini menghitung standar deviasi gabungan dari percepatan linier dalam ketiga sumbu (x, y, z). Standar deviasi total (A_{SD}) mengukur semua rata-rata pada 3 sumbu *accelerometer* dengan satuan m/s^2 .

b. Gyroscope

Menurut kamus besar bahasa Indonesia, *gyroscope* adalah alat berupa cakram yang sumbuanya berputar antara dua penopang dan tetap dalam posisinya apabila tidak

ada pengaruh kekuatan dari luar. Sedangkan dalam dunia instrumentasi, *gyroscope* digunakan untuk mengukur orientasi berdasarkan prinsip momentum sudut. Sensor ini akan mengukur kecepatan sudut dari suatu rotasi yang satuannya adalah radian per detik (rad/s). *Gyroscope* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *gyroscope* elektrik yang ada dalam sensor MPU 6050. Luaran dari *gyroscope* ini adalah berupa data perubahan sudut. Kecepatan sudut adalah besaran vektor yang menunjukkan seberapa cepat suatu benda berputar dan di sekitar sumbu mana benda tersebut berputar. Kecepatan sudut mengukur seberapa cepat sudut suatu objek berubah dalam satuan waktu, serta arah putaran tersebut. Satuan SI untuk kecepatan sudut adalah radian per detik (rad/s). Persamaan 2.3 merupakan rumus untuk menghitung standar deviasi gabungan dari kecepatan sudut dalam ketiga sumbu (x, y, z). Standar deviasi total (G_{SD}) memberikan ukuran penyebaran atau variabilitas dari kecepatan sudut total yang diukur oleh *gyroscope* dalam ruang tiga dimensi. Standar deviasi adalah ukuran statistik yang menunjukkan seberapa banyak nilai dalam sekumpulan data menyebar dari rata-rata.

$$G_{SD} = \sqrt{G_{xSD}^2 + G_{ySD}^2 + G_{zSD}^2} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

- G_{SD} = Standar deviasi dari *Gyroscope*
- G_{xSD} = Standar deviasi sudut pada sumbu x.
- G_{ySD} = Standar deviasi sudut pada sumbu y.
- G_{zSD} = Standar deviasi sudut pada sumbu z.

Setelah itu menghitung nilai Akurasi menggunakan Persamaan 2.3. Dimana Akurasi adalah tolak ukur yang digunakan untuk mengetahui seberapa tepat suatu pola klasifikasi memprediksi kelas data dari data yang akan datang [12].

$$\text{Akurasi sistem} = \frac{TP+TN}{\text{Total Pengujian}} \cdot 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana,

TP (*True Positive*) = Kasus di mana sistem mendeteksi jatuh dengan benar.

TN (*True Negative*) = Kasus di mana sistem mendeteksi tidak jatuh dengan benar.

2.6. GSM SIM 800L

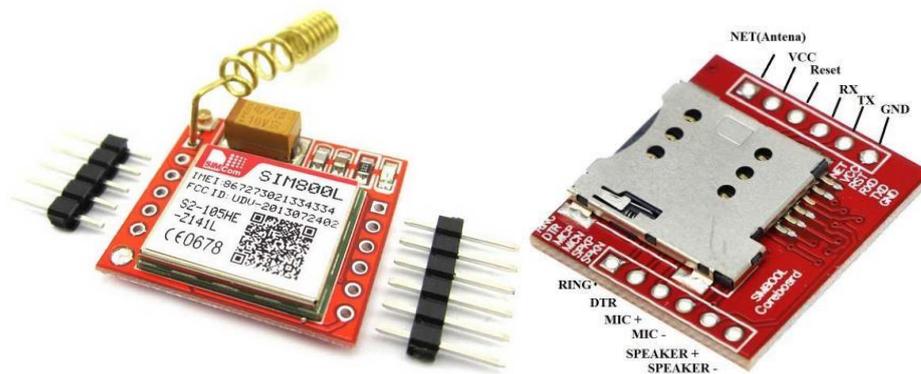
GSM (*Global System for Mobile Communication*) adalah sebuah sistem telekomunikasi terbuka, tidak ada pemilikan (*non-proprietary*) yang berkembang secara pesat dan konstan. Keunggulan utamanya adalah kemampuannya untuk internasional roaming. Ini memberikan sebuah sistem yang standart tanpa Batasan hubungan pada lebih dari 159 negara.

Modul SIM yang digunakan pada penelitian ini adalah GSM SIM 800L yang dapat dilihat pada Gambar 2.4. Modul SIM 800L GSM/GPRS (*General Packet Radio Service*) adalah bagian yang berfungsi untuk berkomunikasi antara pemantau utama dengan Handphone. *AT Command* adalah perintah yang dapat diberikan modem GSM/CDMA (*Code Division Multiple Access*) seperti untuk mengirim dan menerima data berbasis GSM/GPRS, atau mengirim dan menerima SMS. SIM 800L GSM/GPRS dikendalikan melalui perintah *AT Command* [13].

Keunggulan SMS diantaranya adalah :

1. Harga per kiriman tetap/ konstan karena apabila beban biaya telepon bervariasi maka beban biaya kiriman SMS tetap.
2. Keamanan dan kesopanan terjaga karena penerima dapat memutuskan kapan dan dimana akan menjawab pesan tersebut sehingga tidak terdengar dan tidak mengganggu orang lain.
3. Handal atau reliable karena jaringan GSM secara umum diakui kehandalannya dalam mengirimkan data.
4. Kepastian bahwa pesan akan dikirimkan saat perangkat mobile tersebut dalam kondisi menyala dalam wilayah jaringan dan telah terkirim karena SMS mempunyai status untuk mengetahui apakah pesan tersebut telah dikirimkan dan tiba pada orang yang dituju, jika nomor ponsel tujuan sedang tidak aktif atau berada di luar jangkauan jaringan, maka pesan tersebut akan disimpan di SMSC (*Short Message Service Center*), kemudian SMSC akan mengirimkan pesan bahwa status pesan SMS belum terkirim sampai batas validity-periode.
5. Mobilitas dan Portabilitas karena merupakan alat komunikasi bergerak yang mudah dibawa kemana saja.

6. Kecepatan karena mempunyai kemampuan disebarkan dan membalas dengan cepat karena memiliki waktu tunda yang sangat rendah dan akurat.
7. Kemampuan sebagai media layanan informasi singkat dan murah yang biasanya berupa peringatan (*warning*), pengingat (*reminder*), dan iklan (*advertising*).
8. Pembuatan *user group*.
9. Dapat melakukan penerimaan pesan ke beberapa nomor sekaligus [14].



Gambar 2.4 GSM SIM 800

2.7. GPS (*Global Positioning System*) Ublox Neo-8m

Global Position System (GPS) merupakan sistem yang digunakan untuk menentukan posisi dan navigasi secara global. Sistem ini menggunakan 24 satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke Bumi. Sistem GPS memiliki tiga segmen yaitu Satelit (*Space Segment*), pengendali (*Control Segment*), dan penerima atau pengguna (*User Segment*) [15].

Informasi yang diperoleh GPS antara lain berupa posisi lintang (*latitude*) dan posisi bujur (*longitude*). Informasi *latitude* dan *longitude* inilah yang dapat memberitahukan posisi suatu benda dari satelit. Pesawat penerima GPS menggunakan sinyal satelit untuk melakukan *triangulasi* posisi yang hendak ditentukan dengan cara mengukur lama perjalanan waktu sinyal dikirimkan dari satelit, kemudian mengalikannya dengan kecepatan cahaya untuk menentukan secara tepat berapa jauh pesawat penerima GPS dari setiap satelit. Dengan mengunci sinyal yang di kirim oleh satelit minimum 3 sinyal dari satelit yang

berbeda, GPS dapat menghitung posisi ketinggian titik tersebut terhadap muka laut rata-rata (*Mean Sea/Level*) atau disebut 3D fix dan keadaan ini yang ideal untuk melakukan navigasi [16].

Pada Gambar 2.5 merupakan GPS Neo Ublox Neo-8M yang memungkinkan penentuan lokasi akurat suatu objek atau perangkat di permukaan bumi dengan menggunakan koordinat geografis (garis lintang, garis bujur, dan ketinggian).



Gambar 2.5 GPS Neo Ublox-8M

Euclidean Distance merupakan jarak antara dua titik dalam ruang Euclidean. Sekitar 300 SM, seorang matematikawan Yunani bernama Euclid memperkenalkan konsep ruang Euclidean untuk menyelidiki hubungan antara sudut dan jarak. Teorema Euclidean ini, yang terkait dengan *Teorema Pythagoras*, biasanya berlaku untuk dimensi 1, 2, dan 3. Namun, menerapkannya pada dimensi yang lebih tinggi juga sederhana. Berikut rumus *Euclidean distance* dihitung menggunakan Persamaan 2.4 dibawah ini [17].

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \dots \dots \dots (2.4)$$

dimana :

- d = Jarak antara dua titik dalam bidang dua dimensi
- x_1 = nilai *latitude* dari titik koordinat yang sebenarnya.
- x_2 = nilai *latitude* dari titik GPS.
- y_1 = nilai *longitude* dari titik koordinat yang sebenarnya.
- y_2 adalah *longitude* dari titik GPS.

2.8. Black Cell

Baterai lithium adalah jenis baterai yang sedang berkembang saat ini dan dapat diisi ulang sebagai sumber daya. Saat ini, baterai lithium sangat dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik, khususnya pada kendaraan yang memerlukan sumber daya dari energi listrik. Komponen utama yang menyusun baterai lithium meliputi elektroda positif (katoda), elektroda negatif (anoda), elektrolit, dan separator.

Kapasitas baterai adalah kemampuan untuk menyimpan dan melepaskan energi listrik. Kapasitas ini memungkinkan baterai untuk mengeluarkan arus (*discharging*) dalam jangka waktu tertentu. Selama proses pengisian daya (*charging*), baterai akan menyimpan muatan listrik. Besarnya kapasitas baterai bergantung pada jumlah energi yang dapat disimpan dalam baterai, yang diukur dalam satuan *Ampere hour* (Ah). Dengan demikian, total kapasitas baterai dapat diketahui melalui pengukuran arus dan tegangan operasionalnya. Besarnya tegangan pada baterai ditentukan dari banyaknya sel yang terdapat di dalam baterai. Arus hanya dapat mengalir pada saat baterai terhubung dengan suatu beban yang membutuhkan energi listrik [18].

Besarnya tegangan dan arus yang dihasilkan oleh baterai akan sangat mempengaruhi kinerja dan efisiensi dari sistem yang menggunakan baterai tersebut. Aspek-aspek ini tidak hanya menentukan seberapa lama baterai dapat bertahan, tetapi juga seberapa efektif baterai tersebut dalam mendukung operasional perangkat yang terhubung. Mengukur *lifetime battery* adalah langkah penting dalam menilai keandalan dan efisiensi sistem yang bergantung pada baterai, seperti kendaraan listrik atau perangkat IoT. *lifetime battery* mengacu pada durasi waktu di mana baterai dapat memberikan daya yang cukup sebelum memerlukan penggantian atau pengisian ulang. Pengukuran ini biasanya dilakukan dengan menghitung berapa lama baterai dapat beroperasi berdasarkan kapasitas dan konsumsi daya perangkat. Untuk menghitung *lifetime battery*, dapat dilakukan dengan Persamaan 2.5 dibawah ini [18].

$$I_{act} = \frac{(I.t)_{Call} + (I.t)_{sms}}{t_{act}} \dots\dots\dots (2.5)$$

dimana :

I_{act} = Arus rata-rata selama periode aktif (mA)

$(I.t)_{call}$ = Arus yang dikonsumsi selama panggilan telepon, dikalikan dengan durasi panggilan.

$(I.t)_{sms}$ = Arus yang dikonsumsi selama pengiriman SMS, dikalikan dengan durasi pengiriman SMS.

t_{active} = Total waktu aktif, yang merupakan penjumlahan waktu panggilan dan waktu pengiriman SMS seperti pada Persamaan 2.6

$$t_{act} = t_{Call} + t_{sms} \dots\dots\dots (2.6)$$

Persamaan 2.7 menghitung rata-rata arus total yang dikonsumsi oleh sistem selama periode total dengan keterangan.

$$I_{drain} = \frac{t_{act}}{T} I_{act} + \left(1 - \frac{t_{act}}{T}\right) I_{sb} \dots\dots\dots (2.7)$$

dimana :

I_{drain} = Arus yang digunakan pada sistem

t_{act} = Total waktu aktif (s) (dihitung pada Rumus 2.6).

T = Interval waktu pengiriman (s).

I_{sb} = Arus yang dikonsumsi saat sistem berada dalam mode standby (mA)

Persamaan 2.8 menghitung usia baterai dalam hari, dengan mempertimbangkan kapasitas baterai (C) dan arus yang dikonsumsi ($i(T)$).

$$L(T) = \frac{C}{30 \cdot 24 \cdot i(T)} \dots\dots\dots (2.8)$$

dimana,

$L(T)$ = *Lifetime* selama periode T

C = Kapasitas baterai (mAh).

$i(T)$ = Arus yang dikonsumsi selama periode T

30×24 = Konstanta untuk mengonversi hasil ke dalam hari (30 hari x 24 jam per hari).

2.9. Metode *Fuzzy Logic*

Ide himpunan *fuzzy* diawali dari matematika dan teori sistem Lotfi. A Zadeh pada tahun 1965. Jika diterjemahkan, “*fuzzy*” artinya tidak jelas/buram, tidak pasti. Himpunan *fuzzy* adalah cabang dari matematika yang mempelajari proses bilangan random, teori probabilitas, statistik matematik, teori informasi, dan lainnya. Penyelesaian masalah dengan himpunan *fuzzy* lebih mudah dari pada dengan menggunakan teori probabilitas (konsep pengukuran).

Fuzzy logic merupakan perkembangan dari logika Boolean yang berhubungan dengan konsep kebenaran parsial. Dapat dikatakan kebenaran nilai logikanya diekspresikan secara tidak mutlak. Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* kedalam suatu ruang *output*. Penilaian terhadap mode operasi peralatan teknologi, serta penentuan tingkat bahaya dan konsekuensi dari kemungkinan kecelakaan, secara tak terhindarkan memerlukan penggunaan estimasi *fuzzy* (berbasis interval, skor, atau linguistik) [19].

Fuzzy logic memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan dan juga hitam dan putih, dan dalam bentuk linguistic, konsep tidak pasti seperti sedikit, lumayan, dan sangat. Pendekatan *fuzzy logic* memiliki kelebihan pada hasil yang terkait dengan sifat kognitif manusia, khususnya pada situasi yang melibatkan pembentukan konsep, pengenalan pola dan pengambilan keputusan dalam lingkungan yang tidak pasti atau tidak jelas [20].

Pada logika *fuzzy* Sugeno, sistem berupa konstanta tidak berupa himpunan *fuzzy*. Fungsi keanggotaan pada metode *fuzzy* Sugeno disebut fungsi singleton yaitu fungsi keanggotaan yang memiliki nilai keanggotaan 1 pada fungsi aktual tunggal

dan 0 pada fungsi aktual yang lain. Proses defuzzifikasi pada metode Sugeno lebih efisien karena metode fuzzy Sugeno menghitung fungsi *output* rule ke-*i*, akhir, dan *output* adalah sebuah weight average. Dibanding dengan metode mamdani yang harus menghitung luas di bawah kurva fungsi keanggotaan variabel keluaran. Metode ini dipilih karena komputasinya lebih efisien, bekerja paling baik untuk teknik-teknik linier serta optimasi dan sistem adaptif, serta menjamin kontinuitas hasil [21].

Semakin besar nilai pada *membership degree* atau semakin mendekati 1, maka nilai kepercayaan atau kebenarannya semakin besar. Algoritma *fuzzy* memiliki ke 3 metode yaitu metode *fuzzy* Tsukamoto, Sugeno, dan Mamdani dan dari ke 3 metode *fuzzy* ini memiliki mesin inferensi dan defuzzifikasi yang berbeda.

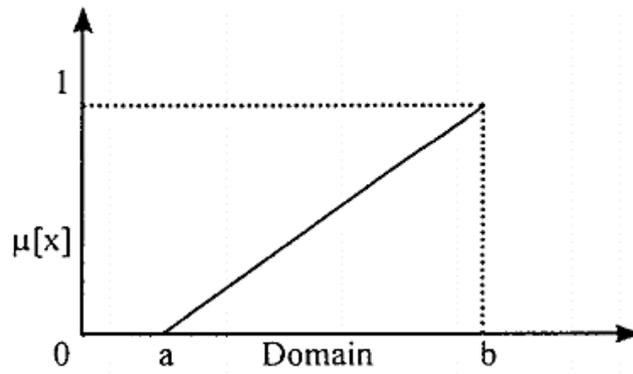
Ada beberapa alasan penggunaan *Fuzzy logic* :

1. *Fuzzy logic* sangat fleksibel.
2. Konsep *fuzzy logic* mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti.
3. *Fuzzy logic* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks.
4. *Fuzzy logic* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan.
5. *Fuzzy logic* dapat bekerjasama dengan teknik-teknik kendali secara konvensional.

Dalam penerapan penggunaan *fuzzy logic* diperlukan pemodelan yang sangat tepat. Terdapat berbagai macam pendiskripsian himpunan Fuzzy. Diantaranya yang dapat digunakan yaitu :

1. Fungsi Keanggotaan Linear Naik

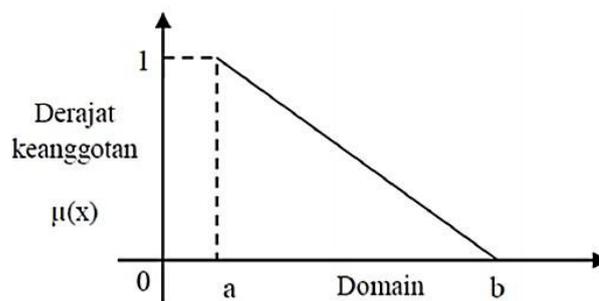
Himpunan fuzzy mempunyai dua bentuk fungsi keanggotaan linear, yang pertama fungsi keanggotaan linear naik dimulai dari derajat keanggotaan 0 ke kanan menuju nilai 1.



$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots (2.9)$$

2. Fungsi Keanggotaan Linear Turun

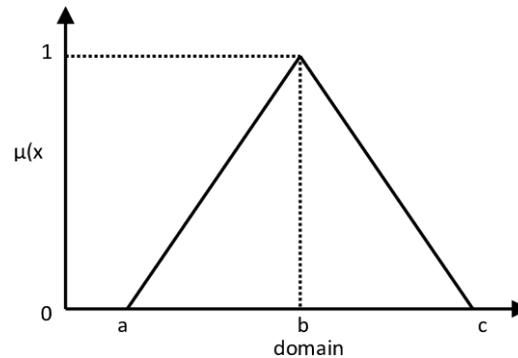
Bentuk kedua dari himpunan fuzzy yaitu dengan fungsi keanggotaan linear turun dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



$$\mu(x) = \begin{cases} 1, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 0, & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots (2.10)$$

3. Fungsi Keanggotaan Segitiga

Kurva segitiga sebenarnya merupakan gabungan dari fungsi linier naik dan turun. Nilai keanggotaan akan naik dari 0 menuju puncaknya yang bernilai 1 dan akan berlanjut turun ke nilai 0 disertai rentang nilai domain himpunan itu.



$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 1, & x = b \end{cases} \dots\dots\dots(2.11)$$

Metode fuzzy Sugeno

Metode Fuzzy Sugeno adalah sebuah pendekatan dalam logika fuzzy yang digunakan untuk membuat keputusan melalui aturan If-Then. Metode ini memodelkan hubungan antara *input* dan *output* dengan menggunakan fungsi keanggotaan fuzzy serta implikasi. Kelebihan utama dari metode Fuzzy Sugeno adalah kemampuannya menghasilkan *output* numerik berdasarkan kombinasi linier dari *input* [21].

Untuk mendapatkan *output*, diperlukan 4 langkah yaitu :

- a. Fuzzifikasi, yaitu menentukan himpunan *fuzzy* dari setiap variabel *input* dan *output* menggunakan fungsi keanggotaan.
- b. Pembentukan aturan dasar *fuzzy*. Pada metode *fuzzy* Sugeno fungsi implikasi yang digunakan adalah min.
- c. Komposisi aturan, pada metode *fuzzy* Sugeno yang digunakan dalam inferensi yaitu metode max.

- d. Defuzzifikasi, pada metode *fuzzy* Sugeno defuzzifikasi yang digunakan adalah metode rata-rata berbobot untuk mendapatkan nilai *output crisp*. Berdasarkan Persamaan 2.12

$$WA = \frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2 + \alpha_3 z_3 + \dots + \alpha_n z_n}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \dots + \alpha_n} \quad (2.12)$$

dimana :

WA = Nilai rata-rata

α_n = nilai predikat aturan ke-n

zn = indeks nilai *output* (konstanta) ke-n.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Adapun penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Elektronika dan Kendali, Laboratorium Terpadu Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung, dimulai pada bulan Januari tahun 2024 sampai dengan bulan Juni tahun 2024

3.2 Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan-bahan yang digunakan pada tugas akhir ini dapat di lihat pada Tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Alat dan Bahan Rancangan Sistem

No	Alat dan Bahan	Penggunaan
1.	Laptop Asus	Sebagai pembuat programer arduino
2.	Arduino Nano	Sebagai mikrokontroler pengolah data
3.	GSM SIM	Sebagai komunikator antara alat dengan ponsel pengguna
5	Sensor <i>Accelerometer</i>	Sensor pengindra perubahan posisi
6	GPS	Sensor pelacak lokasi
7.	Kabel Jumper	Sebagai penghubung antar komponen
8.	Baterai	Sebagai <i>power supply</i>
9.	Smartphone	Alat pemantauan kejatuhan

3.3 Metode Penelitian

Adapun metode penelitian dalam pengerjaan ini sebagai berikut:

3.1 Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mempelajari materi-materi yang terkait dengan topik yang dibahas dalam tugas akhir, yaitu mengenai sensor *Accelerometer* MPU 6050, GSM, GPS, mikrokontroler, pemrograman di arduino IDE, dan metode *fuzzy logic*. Materi tersebut didapatkan dari buku, jurnal dan referensi dari *website* yang dapat dipertanggung jawabkan informasinya.

3.2 Studi Bimbingan

Studi bimbingan dilakukan dengan berdiskusi, tanya jawab dan mencari solusi bersama dosen pembimbing yang bertujuan meningkatkan wawasan lebih dalam proses pengerjaan tugas akhir.

3.3 Perancangan Sistem

Perancangan sistem ini dimulai dari menentukan komponen yang akan digunakan sebagai kebutuhan dalam penelitian setelah itu memprogram mikrokontroler agar dapat membaca serta mengirim data ke *database* membuat aplikasi sebagai display data yang ditampilkan.

3.4 Pengujian Sistem

Pada tahap ini dilakukan penempatan sistem dan uji coba sistem yang dilakukan pada tubuh manusia dengan beberapa indikator.

3.5 Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data dilakukan pengambilan data dari sensor serta menganalisis posisi perubahan sudut agar dapat mengetahui kondisi dan keputusan yang akan dilakukan.

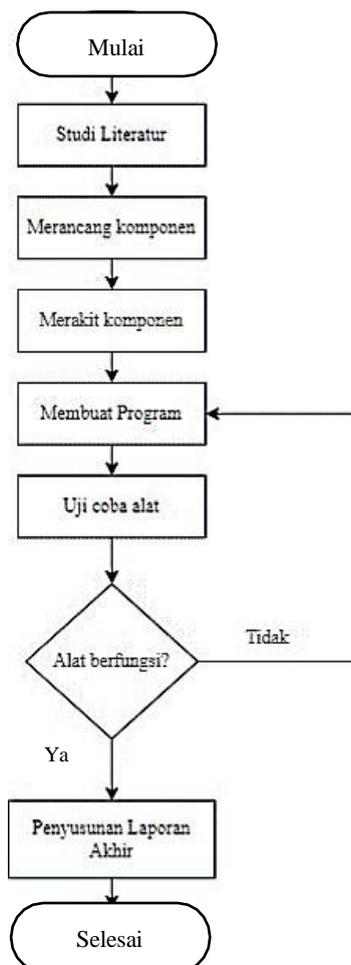
3.6 Pembuatan Laporan

Pembuatan laporan ini berupa rencana penelitian dalam bentuk proposal.

Laporan ini dapat digunakan sebagai bentuk tanggung jawab penulis terhadap tugas akhir yang telah dilakukan dan digunakan untuk seminar hasil.

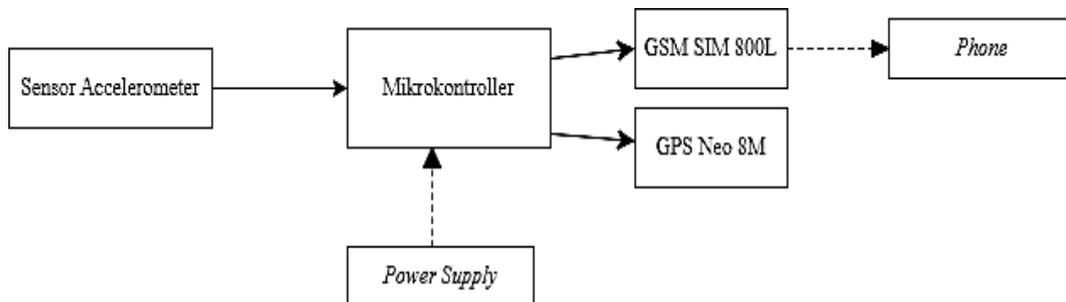
3.4 Diagram Alir Penelitian

Penelitian dimulai dengan studi literatur untuk meninjau literatur yang relevan. Selanjutnya, peneliti merancang komponen dan membuat program yang dibutuhkan untuk merakit sistem yang utuh. Kemudian, uji coba alat dilakukan untuk memastikan semua komponen dan program berfungsi dengan baik. Jika alat berfungsi sesuai harapan, penelitian berlanjut ke penyusunan laporan akhir. Jika tidak, peneliti kembali memperbaiki program berdasarkan hasil uji coba. Penelitian selesai setelah semua tujuan tercapai dan laporan akhir disusun. Pada Gambar 3.1 merupakan tahapan yang dilakukan pada penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.5 Diagram Blok Perancangan Sistem Deteksi



Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Sistem Deteksi

Gambar 3.2 merupakan gambar blok diagram sistem deteksi kejatuhan yang dibuat untuk mempermudah dalam realisasi alat yang dibuat. Diagram blok tersebut menunjukkan sistem berbasis mikrokontroler yang menggunakan sensor *Accelerometer*, modul GPS (Ublox Neo-6M), dan modul GSM (SIM800L). Sensor *Accelerometer* mengukur percepatan linier, sementara modul GPS memberikan data posisi geografis dan waktu. Mikrokontroler menerima dan memproses data dari sensor *Accelerometer* dan modul GPS, kemudian menggunakan modul GSM untuk mengirimkan informasi yang relevan ke telepon dalam bentuk SMS. Power supply menyediakan daya untuk seluruh komponen sistem.

3.6 Diagram Alir Perancangan Kerja Sistem

Flowchart di atas menggambarkan proses sistem deteksi jatuh menggunakan sensor accelerometer MPU 6050, SIM800L, dan GPS Ublox Neo-6M yang diolah dengan algoritma Fuzzy Logic. Berikut penjelasan rinci dan lengkap dari setiap langkah yang ada dalam flowchart tersebut:

1. **Mulai:** Proses dimulai ketika sistem aktif. Ini adalah langkah awal yang mengindikasikan bahwa perangkat atau sistem telah menyala dan siap untuk melakukan tugasnya.
2. **Inisialisasi Mikrokontroler:** Pada langkah ini, mikrokontroler diinisialisasi. Inisialisasi mencakup konfigurasi awal perangkat keras yang terhubung dengan mikrokontroler, seperti sensor accelerometer MPU 6050, modul SIM 800L

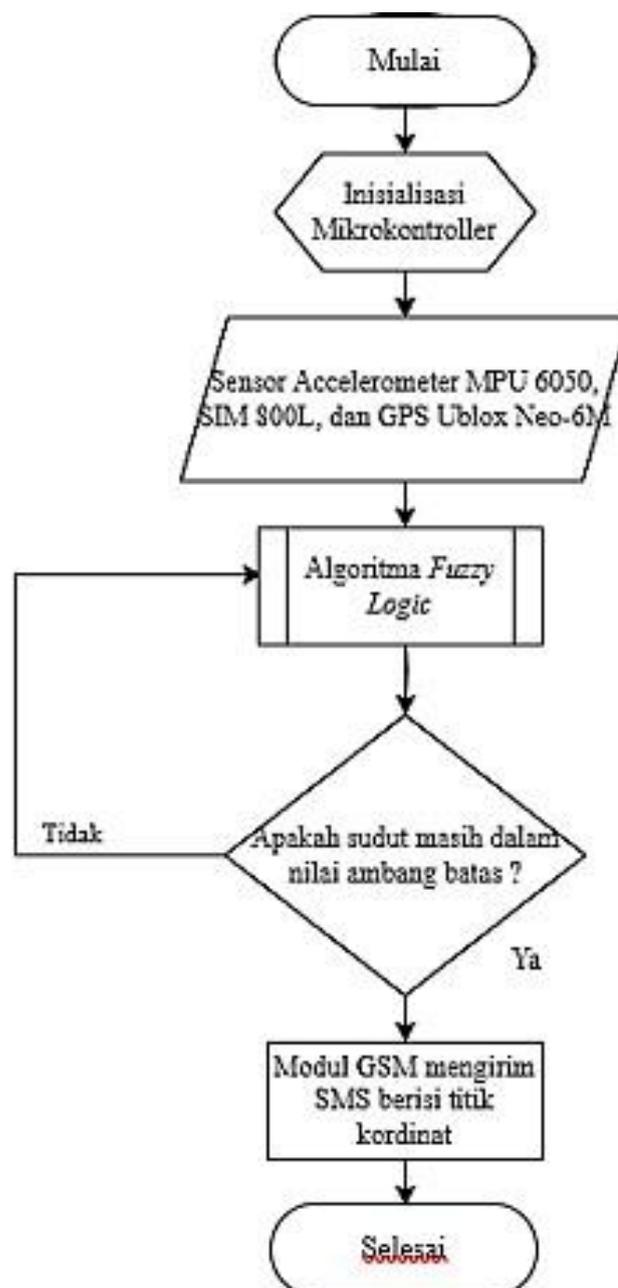
(untuk komunikasi GSM), dan modul GPS Ublox Neo-6M (untuk mendapatkan koordinat lokasi). Mikrokontroler juga akan menyiapkan komunikasi antar komponen dan memastikan semuanya siap bekerja.

3. **Pembacaan Sensor:** Setelah inisialisasi, mikrokontroler mulai membaca data dari sensor-sensor yang terhubung. Data yang diambil meliputi:
 - **MPU 6050:** Mengukur percepatan dan sudut kemiringan tubuh dalam tiga dimensi (x, y, z).
 - **SIM800L:** Ini adalah modul GSM yang berfungsi mengirimkan pesan SMS setelah mendeteksi kejadian jatuh.
 - **GPS Ublox Neo-6M:** Modul ini digunakan untuk mendapatkan koordinat lokasi pasien.
4. **Algoritma Fuzzy Logic:** Data dari sensor accelerometer diolah menggunakan metode *Fuzzy Logic*. *Fuzzy Logic* adalah metode komputasi yang digunakan untuk menentukan kondisi jatuh atau tidak jatuh. Proses ini mengolah data percepatan dan sudut kemiringan untuk menentukan apakah terjadi perubahan yang signifikan dalam posisi tubuh yang mengindikasikan jatuh.
5. **Apakah Sudut Masih dalam Nilai Ambang Batas?:** Pada tahap ini, sistem memeriksa apakah sudut kemiringan tubuh pasien masih berada dalam rentang yang aman (nilai ambang batas). Jika sudut masih dalam batas normal, maka sistem akan kembali memantau data sensor dan proses diulangi (loop) ke langkah pembacaan sensor.
6. **Jika Tidak (Sudut Melebihi Ambang Batas):** Jika sudut kemiringan tubuh melebihi ambang batas, yang berarti kemungkinan terjadi kejadian jatuh, sistem akan berlanjut ke langkah berikutnya.
7. **Modul GSM Mengirim SMS Berisi Titik Koordinat:** Ketika sistem mendeteksi bahwa sudut kemiringan tubuh sudah berada di luar nilai ambang batas (indikasi jatuh), modul SIM800L akan mengirimkan pesan SMS. Pesan ini berisi informasi lokasi (titik koordinat GPS) yang didapatkan dari modul

GPS Ublox Neo-8M. Pesan ini dapat dikirim ke pengasuh, keluarga, atau pihak yang bertanggung jawab untuk mengambil tindakan darurat.

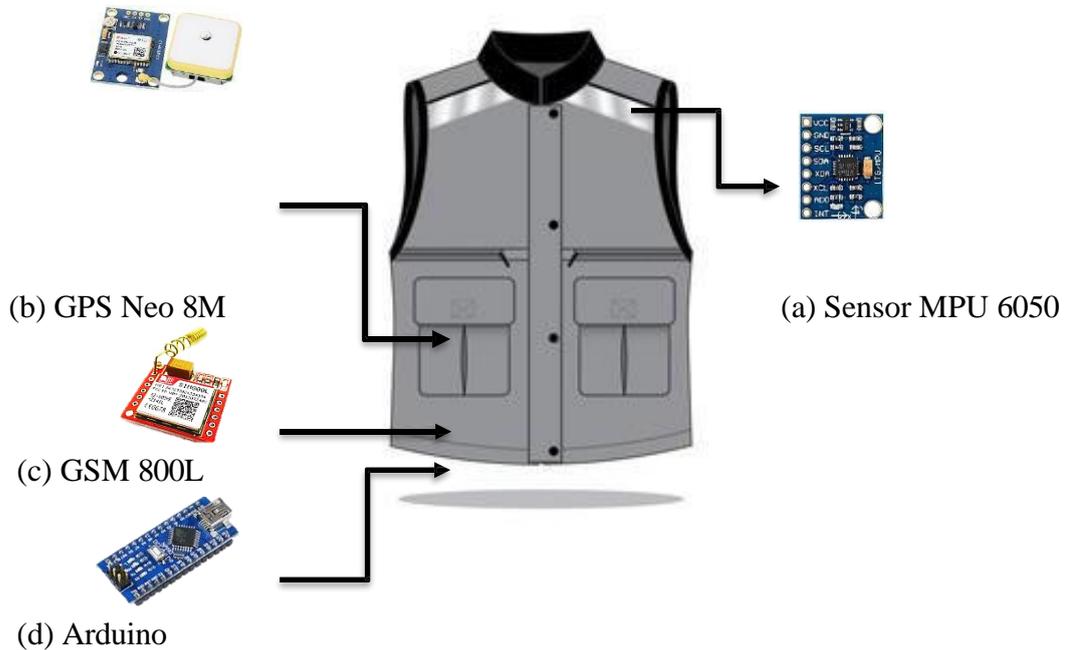
8. **Selesai:** Proses berakhir setelah SMS berhasil dikirimkan. Sistem akan terus memonitor dan menunggu data sensor baru untuk langkah berikutnya.

Di bawah ini adalah Gambar 3.3 diagram alir kerja sistem yang digunakan untuk alat ini.



Gambar 3.3 Diagram Alir Perancangan Kerja Sistem

3.6 Perancangan Sistem



Gambar 3.4 Sketsa Rancangan Alat

Dari Gambar 3.4 dapat kita lihat bahwa sensor Gyroscope MPU6050 diletakkan pada bagian pundak kanan jaket. Sensor Gyroscope MPU6050 diletakkan pada pundak karena lokasi ini memungkinkan sensor untuk mendeteksi pergerakan dan perubahan orientasi tubuh dengan akurasi yang lebih baik. Pundak merupakan bagian tubuh yang cukup stabil dan tidak banyak mengalami gerakan tambahan seperti halnya tangan atau kaki, sehingga data yang diperoleh dari sensor lebih dapat diandalkan untuk mendeteksi jatuh atau perubahan postur tubuh secara akurat. Letak sensor di pundak juga memastikan bahwa sensor tetap berada pada posisi yang konsisten dan tidak mudah tergeser selama penggunaan jaket oleh lansia. Selain itu, posisi di pundak cenderung lebih datar relatif terhadap permukaan bumi, yang memungkinkan pengukuran yang lebih akurat terhadap perubahan sudut dan gerakan tubuh. Hal ini meminimalkan gangguan yang mungkin disebabkan oleh pergerakan tidak terduga atau posisi tubuh yang tidak stabil.

Dari segi kenyamanan, penempatan sensor di pundak juga tidak mengganggu aktivitas sehari-hari pengguna dan lebih ergonomis. Pundak adalah area tubuh yang

relatif stabil dan jarang digunakan untuk bergerak secara aktif, sehingga tidak memberikan tekanan atau ketidaknyamanan berlebih saat pengguna mengenakan jaket dalam jangka waktu lama. Sedangkan pada saku jaket diletakkan modul GPS, arduino nano, SIM800 L serta baterai yang sudah didesain agar lebih *compactibel*. Setelah alat diletakkan pada jaket maka keseluruhan sistem akan diujikan langsung pada lansia yang ada. Jika hasil dari alat ini sesuai dengan apa yang diharapkan maka proses perancangan alat selesai.

3.7 Perancangan Metode Fuzzy

Pada pengujian sistem perancangan dilakukan pengujian sistem deteksi jatuh dengan metode fuzzy Sugeno. Pengujian untuk menjadi sampel sebagai *inputan* sebanyak 80 kali jatuh dan 20 kali tidak jatuh. Nilai tersebut dideteksi dari sensor MPU 6050. Pada perancangan metode fuzzy logic yang akan diaplikasikan pada sistem deteksi jatuh dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Diagram Alir Metode Fuzzy Logic

3.7.1 Masukkan Nilai Variabel

Pada tahap perancangan metode *fuzzy logic* untuk menentukan sistem deteksi jatuh. Dimulai dengan masukan nilai variabel *input* berupa nilai *Accelerometer* dan *Gyroscope* dari sensor MPU 6050. Untuk nilai variabel *output* kesimpulan apakah seseorang jatuh atau tidak jatuh berdasarkan analisa pada penelitian ini.

menentukan sistem deteksi jatuh menggunakan metode fuzzy sugeno untuk mendapatkan *output*, diperlukan 4 langkah yaitu

3.7.2 Fuzzifikasi

Fuzzifikasi yaitu menentukan himpunan *fuzzy* dari setiap variabel *input* yang didapat dari pengambilan sampel pengujian jatuh dan *output* menggunakan fungsi keanggotaan yang dibuat menggunakan grafik linear dan segitiga. Fuzzifikasi adalah proses mengubah nilai masukan tegas menjadi nilai masukan fuzzy. Nilai masukan tegas pada tahap ini dimasukkan ke dalam fungsi pengaburan yang telah dibentuk sehingga menghasilkan nilai masukan fuzzy. Pada fuzzifikasi menentukan fungsi keanggotaan variabel *input* dan variabel *output*, untuk penelitian ini memiliki 2 variabel *input* dan 1 variabel *output*. Untuk variabel *input* yaitu nilai *Accelerometer* dan nilai *Gyroskop*, setiap variabel *input* memiliki himpunan fuzzy. Himpunan fuzzy untuk variabel *input Accelerometer* meliputi Accel Lambat, Accel Sedang dan Accel Cepat, untuk himpunan fuzzy pada variabel *input Gyroskop* meliputi Gyro Kecil, Gyro Sedang dan Gyro Besar. Data *input* di ambil dari data latih berupa nilai A_x , A_y , A_z , G_x , G_y , G_z yang sudah di jumlahkan. Setelah angka sudah didapat maka dapat menentukan range yang akan digunakan sebagai nilai masukan fuzzy. Untuk variabel *output* yaitu kondisi dengan himpunan fuzzy jatuh dan tidak jatuh. Fuzzifikasi adalah langkah penting yang memungkinkan konversi data mentah dari sensor MPU ke dalam bentuk yang dapat digunakan oleh sistem fuzzy untuk analisis lebih lanjut. Dengan menentukan fungsi keanggotaan yang tepat, sistem dapat menginterpretasikan data *input* dan menghasilkan *output* yang akurat terkait kondisi jatuh atau tidak jatuh.

3.7.3 Pembentukan aturan dasar fuzzy

Pembentukan aturan dasar *fuzzy* dibuat berdasarkan analisa dari data latih, dalam proses pembentukan aturan *fuzzy* nilai yang didapat dari nilai *fuzzy input*. Metode

fuzzy Sugeno merupakan metode inferensi *fuzzy* untuk aturan yang di representasikan dalam bentuk If–Then dan dimana *output* (*konsekuen*) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy* melainkan berupa konstanta atau persamaan linear [22]. Pada metode *fuzzy* Sugeno fungsi implikasi yang digunakan adalah min. Setelah fungsi implikasi diterapkan, metode Sugeno menggunakan operator max dalam komposisi aturan untuk menggabungkan hasil dari semua aturan *fuzzy* yang ada. Ini berarti nilai *output* dari aturan-aturan yang relevan akan diambil maksimum dari nilai-nilai derajat keanggotaan yang dihitung.

3.7.4 Defuzzifikasi

Setelah dilakukan perubahan data numerik menjadi himpunan anggota, pada tahapan defuzzifikasi data numerik yang telah memiliki derajat keanggotaan diolah kembali menjadi data numerik untuk mendapatkan nilai *output crisp* dengan rumus *Weight Average* atau mencari nilai rata – rata dari nilai yang dihasilkan. Rumusnya seperti pada Persamaan 2.12.

$$WA = \frac{\alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2 + \alpha_3 z_3 + \dots + \alpha_n z_n}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 \dots + \alpha_n}$$

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian maka dapat disimpulkan sebagai berikut

1. Sistem yang dirancang menggunakan sensor *Accelerometer* mampu mendeteksi kejatuhan pasien dengan akurasi 90,0% dengan selisih dari GPS adalah 6,24 meter. Hal ini sangat penting untuk meningkatkan keselamatan pasien dan mencegah potensi cedera yang serius.
2. Sistem ini juga telah berhasil dalam memberikan notifikasi secara cepat dan akurat kepada keluarga pasien ketika terdeteksi adanya potensi kejatuhan dengan menggunakan GSM Sim 800L, di mana waktu pengiriman SMS rata-rata adalah 5 detik dan waktu untuk melakukan telepon adalah 9 detik. Dengan demikian, keluarga pasien dapat segera mengambil tindakan yang diperlukan untuk membantu pasien.
3. Sistem pendeteksi kejatuhan pasien dengan sensor MPU6050 menggunakan metode *fuzzy logic* Sugeno mampu mendeteksi perubahan posisi dan sudut tubuh dengan akurat. Dalam pengujian 20 percobaan, sistem berhasil mengidentifikasi kejatuhan dan membedakan gerakan normal dari potensi kejatuhan dengan baik.

5.2 Saran

Berdasarkan alat yang sudah dibuat terdapat beberapa saran perbaikan untuk penelitian selanjutnya, disarankan menggunakan modul GPS yang lebih akurat

untuk menguji sistem sehingga dengan cepat mendapatkan sinyal pada berbagai kondisi dan lingkungan yang berbeda. Selain itu, menggunakan baterai dengan kapasitas yang lebih besar seperti 10.000 Ah agar pengisian daya baterai lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Pandelaki, L. Sitanayah, and M. Liem, "Sistem Pendeteksi Jatuh Berbasis Internet of Things," *JEECOM J. Electr. Eng. Comput.*, vol. 5, no. 1, hal. 4–10, 2023, doi: 10.33650/jeecom.v5i1.5802.
- [2] R. A. Melita, S. B. Bhaskoro, And R. Subekti, "Pengendalian Kamera berdasarkan Deteksi Posisi Manusia Bergerak Jatuh berbasis Multi Sensor Accelerometer dan Gyroscope," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 6, no. 2, hal. 259, 2018, doi: 10.26760/elkomika.v6i2.259.
- [3] S. D. Tsani and I. H. Mulyadi, "Sistem Pendeteksi Jatuh Wearable untuk Lanjut Usia Menggunakan Accelerometer dan Gyroscope," *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 3, no. 2, hal. 44–48, 2019, doi: 10.30871/jaee.v3i2.1824.
- [4] A. Jefiza, I. Daulay, and J. H. Purba, "Klasifikasi Gerakan Jatuh Berbasis Accelerometer dan Gyroscope Menggunakan K-Nearest Neighbors," *J. Appl. Electr. Eng.*, vol. 4, no. 2, hal. 24–29, 2020, doi: 10.30871/jaee.v4i2.1300.
- [5] A. S. Handayani *et al.*, "Implementasi Metode Fuzzy Mamdani Pada Alat Kesehatan Nirkabel Berbasis Android dan iOS," *JATISI (Jurnal Tek. Inform. dan Sist. Informasi)*, vol. 9, no. 4, hal. 3538–3557, 2022, doi: 10.35957/jatisi.v9i4.3017.
- [6] W. Sudiartawan, N. L. P. Eva Yanti, and A. A. N. Taruma Wijaya, "Analisis Faktor Risiko Penyebab Jatuh Pada Lanjut Usia," *J. Ners Widya Husada*, vol. 4, no. 3, hal. 95–102, 2017, [Online]. Available: <https://journal.uwhs.ac.id/index.php/jners/article/view/322/327>
- [7] Y. Siradj, "Potensi Smartwatch untuk Kesehatan Smartwatch Potentials for Healthcare, *Potensi Smartwatch untuk Kesehatan*". *Telekontran* vol. 4, no. 1, hal. 35–41, 2016, [Online]. Available: <https://ojs.unikom.ac.id/index.php/telekontran/article/view/1588/1091>
- [8] A. Wijaya and D. Juliadi, "Rancang Bangun Robot Pembersih Lantai Menggunakan Arduino Nano Dengan Sistem Pengendali Berbasis Android," *J. Pseudocode*, vol. 8, no. 2, hal. 98–107, 2021, doi: 10.33369/pseudocode.8.2.98-107.

- [9] J. W. Machangpa and T. S. Chingtham, "Head Gesture Controlled Wheelchair for Quadriplegic Patients," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 132, no. Iccids, hal. 342–351, 2018, doi: 10.1016/j.procs.2018.05.189.
- [10] P. Xu, "Sensors and Actuators : A . Physical Concept of computerized accelerometers," *J. Elsevier Phys.*, vol. 378, no. August 2023, hal. 115787, 2024, doi: 10.1016/j.sna.2024.115787.
- [11] M. Kchouri, N. Harum, H. Hazimeh, and A. Obeid, "Smart Fall Detection by Enhanced SVM with Fuzzy Logic Membership function," *J. Univers. Comput. Sci.*, vol. 29, no. 9, hal. 1010–1032, 2023, doi: 10.3897/jucs.91399.
- [12] W. Musu, A. Ibrahim, and Heriadi, "Pengaruh Komposisi Data Training dan Testing terhadap Akurasi Algoritma C4.5 Musu, W., Ibrahim, A., & Heriadi. (2021). Pengaruh Komposisi Data Training dan Testing terhadap Akurasi Algoritma C4.5. Prosiding Seminar Ilmiah Sistem Informasi Dan Teknologi Inf," *Pros. Semin. Ilm. Sist. Inf. Dan Teknol. Inf.*, vol. X, no. 1, hal. 186–195, 2021.
- [13] M. juhan dwi Suryanto and T. Rijanto, "Rancang Bangun Alat Pencatat Biaya Pemakaian Energi Listrik pada Kamar Kos Menggunakan Modul Global System For Mobile Communications (GSM) 800L Berbasis Arduino Uno," *Jur. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, hal. 47–55, 2019.
- [14] Thoyyibah.T, "Aplikasi Network Monitoring Berbasis Sms (Studi Kasus Layanan Kesehatan Cuma-Cuma) Program Studi Teknik Informatika 1432 H / 2011 M," 2011.
- [15] R. Bangun Sistem Keamanan Kendaraan Bermotor Roda Dua Berbasis, A. Rio Maldini, E. Nasrullah, and A. Sadnowo Repelianto, "Internet of Things dengan Modul NodeMCU ESP8266 V3 dan ESP32-CAM," vol. 16, no. 2, 2022.
- [16] Samsir and J. H. P. Sitorus, "Perancangan Sistem Monitoring Lokasi Kendaraan Menggunakan GPS U-Blox Berbasis Android," *J. Bisantara Inform.*, vol. 5, no. 1, hal. 1–10, 2021.
- [17] A. Wahyudi and R. Utami, "Penggunaan Metode Euclidean Distance Pada Aplikasi Pencarian Lokasi Rumah Sakit di Kota Medan," *J. Informatics Eng. Electron. Data*, vol. 1, no. 1, hal. 47–58, 2022, doi: 10.59840/ieed.v1i1.193.
- [18] H. Fitriawan, D. Mause, A. S. Arifin, and A. Trisanto, "Realization of zigbee

- wireless sensor networks for temperature and humidity monitoring,” *Int. Conf. Electr. Eng. Comput. Sci. Informatics*, vol. 2, no. May, hal. 102–107, 2015, doi: 10.11591/eecsi.v2i1.779.
- [19] E. F. Dubinin and V. I. Kuksova, “Methods and models of fuzzy logic in the systems of technical diagnostics,” *Procedia Struct. Integr.*, vol. 20, no. 2018, hal. 103–107, 2019, doi: 10.1016/j.prostr.2019.12.123.
- [20] D. B. S. Budi, R. Maulana, and H. Fitriyah, “Sistem Deteksi Gejala Hipoksia Berdasarkan Saturasi Oksigen Dengan Detak Jantung Menggunakan Metode Fuzzy Berbasis Arduino,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komputer.*, vol. 3, no. 2, hal. 1925–1933, 2019, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [21] R. Asrianto and A. Effendi, “Penerapan Logika Fuzzy Dengan Metode Sugeno Untuk Menentukan Besaran Komisi Pada Layanan Jastip Plgd.Store,” *J. Softw. Eng. Inf. Syst.*, vol. 2, no. 1, hal. 101–110, 2021, doi: 10.37859/seis.v2i1.3298.
- [22] M. I. Gozali, “Sistem Pengambil Keputusan Menggunakan Fuzzy Sugeno untuk Menentukan Penyakit Obesitas Anak Usia 0 sampai 16 Tahun,” *J. Teknol. dan Manaj. Inform.*, vol. 6, no. 2, hal. 90–96, 2020, doi: 10.26905/jtmi.v6i2.4782.
- [23] A. Y. Alfakih, “A remark on the faces of the cone of Euclidean distance matrices,” *J. Elsevier Linear Algebra Appl.*, vol. 414, no. 1, hal. 266–270, 2006, doi: 10.1016/j.laa.2005.10.001.