

Alat Pendeteksi Jatuh pada Lansia dalam Keadaan Rawat Jalan Berbasis *Internet of Things*(IoT)

Septia Eriska^{1*}, Muhammad Rezi Madiza Arradea¹, Zanu Saputra¹, Nur Khasanah¹

¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : septiaeriskaa@gmail.com

Received: 8 Januari 2025; Received in revised form: 9 Januari 2025; Accepted: 10 Januari 2025

Abstract

Falls among elderly individuals pose a serious risk, potentially leading to injuries or death. This study presents a real-time fall detection device integrated with the Internet of Things (IoT) to notify caregivers promptly. The device employs the MPU6050 sensor for movement and orientation detection, and the MAX30100 sensor for monitoring heart rate and blood oxygen saturation. Data from these sensors are processed using an ESP32 microcontroller and transmitted to a mobile application developed with MIT App Inventor. Testing results indicate high accuracy, with the device achieving a 93% success rate in detecting various fall scenarios and over 97% accuracy in health parameter measurements. Notifications are delivered within an average of 4.8 seconds, demonstrating its effectiveness in real-time monitoring. This development aims to improve the quality of life for elderly individuals through continuous health monitoring and rapid response to fall incidents.

Keywords: Elderly; Fall Detection; IoT; MPU6050; MAX30100.

Abstrak

Jatuh pada lansia merupakan risiko serius yang dapat menyebabkan cedera atau kematian. Penelitian ini memperkenalkan alat deteksi jatuh secara *real-time* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu mengirimkan notifikasi kepada keluarga atau pengasuh. Alat ini menggunakan sensor MPU6050 untuk mendeteksi gerakan dan orientasi tubuh, serta sensor MAX30100 untuk memantau detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah. Data dari sensor diproses menggunakan mikrokontroler ESP32 dan dikirimkan ke aplikasi seluler yang dikembangkan menggunakan MIT App Inventor. Hasil pengujian menunjukkan akurasi tinggi, dengan tingkat keberhasilan deteksi jatuh mencapai 93% untuk berbagai skenario dan akurasi pengukuran parameter kesehatan di atas 97%. Notifikasi terkirim rata-rata dalam waktu 4,8 detik, membuktikan efektivitas alat dalam memberikan pemantauan dan respons secara *real-time*. Pengembangan alat ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas hidup lansia melalui pemantauan kesehatan berkelanjutan dan respons cepat terhadap kejadian jatuh.

Kata kunci: Lansia; Deteksi Jatuh; IoT; MPU6050; MAX30100.

1. PENDAHULUAN

Jatuh merupakan kejadian yang berbahaya bagi manusia karena dapat berpengaruh terhadap kerusakan serta kesehatan tubuh. Terutama bagi orang yang sudah lanjut usia (lansia), jatuh dapat menimbulkan dampak yang sangat fatal. Risiko jatuh pada lansia terbilang lebih tinggi dibandingkan dengan usia muda. Hal ini dikarenakan fungsi otak pada lansia sudah mulai menurun dan terjadi

keterbatasan gerak [1]. Jatuh menjadi ancaman yang paling diantisipasi pada lansia karena berpotensi menyebabkan kematian. Jatuh pada lansia dapat menyebabkan cedera serius seperti patah tulang, cedera, trauma internal dan psikis. Data dari WHO menunjukkan bahwa satu dari setiap lansia berusia 65 tahun ke atas mengalami jatuh setiap tahunnya, dan angka tersebut meningkat seiring bertambahnya usia. Di Indonesia, laporan

dari Risesdas 2018 menunjukkan prevalensi jatuh pada lansia mencapai 28,8% [2].

Jumlah penduduk lansia di Indonesia pada tahun 2019 sebanyak 25 juta jiwa. Jumlah lansia diprediksi setiap tahunnya akan terus meningkat. Nilai tersebut diperoleh berdasarkan perhitungan jumlah penduduk yang berusia lebih dari 60 tahun sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 43 tahun 2004. Di Indonesia angka kesakitan Lansia pada tahun 2019 sebesar 25%, artinya setiap 4 orang lansia 1 orang diantaranya mengalami sakit. Lansia memiliki keterbatasan fisik antara lain seperti keterbatasan penglihatan kemampuan berjalan, dan pendengaran. Berdasarkan kondisi tersebut potensi terjadinya jatuh pada lansia cukup tinggi [3].

Kecelakaan jatuh dan akibatnya memerlukan perhatian medis dan seringkali merupakan penyebab patah tulang, cedera otak traumatik dan lesi pada anggota 5 tubuh bagian atas yang menginduksi, dalam banyak kasus, dengan hilangnya kemandirian atau kematian. Seringkali orang tua tidak dapat kembali ke posisi berdiri setelah jatuh dan ada hubungan erat antara penundaan dalam membantu cedera dan tingkat kematian [4].

Akibat dari jatuh pada lansia adalah rusaknya jaringan lunak yang terasa sakit berupa robek atau tertariknya jaringan otot, robeknya arteri/vena, patah tulang, hematoma, kecacatan dan meninggal. Untuk mencegah agar tidak jatuh pada lansia dengan cara mengidentifikasi faktor resiko, menilai dan mengawasi. Pada prinsipnya mencegah terjadinya jatuh sangat penting pada usia lanjut [5].

Pengawasan sangat bagi lanjut usia yang potensi jatunya tinggi. Pengawasan dapat dilakukan oleh anggota keluarga atau orang terdekat. Orang yang bertugas mengawasi tentunya dituntut untuk selalu berada di dekat lanjut usia agar lebih mudah mengetahui dan memberikan pertolongan jika lanjut usia mengalami jatuh. Akan tetapi, sebagai anggota keluarga tidak mungkin selamanya berada di dekat lansia untuk melakukan pengawasan secara langsung [6].

Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan solusi teknologi yang efektif.

Salah satu inovasi yang berkembang adalah sistem pendeteksi jatuh berbasis *Internet of Things* (IoT). IoT memungkinkan perangkat keras seperti sensor *akselerometer* dan *giroskop* untuk memantau kondisi fisik pengguna secara *real-time* dan mengirimkan notifikasi melalui aplikasi seluler. Penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa perangkat berbasis IoT dapat mendeteksi jatuh dengan akurasi tinggi menggunakan sensor MPU6050 [7]. Alat ini terhubung ke aplikasi *Blynk* untuk memberikan notifikasi kepada pengasuh secara *real-time*. Studi lain oleh Tsani dan Mulyadi [8] mengembangkan sistem *wearable* berbasis *akselerometer* dan *giroskop* yang dipasang di pinggang. Sistem ini mampu mengidentifikasi kejadian jatuh dengan akurasi hingga 88% dan memberikan notifikasi melalui koneksi *Bluetooth*. Meskipun efektif, penelitian ini menunjukkan bahwa keterbatasan daya tahan baterai masih menjadi tantangan utama.

Penelitian yang mengembangkan alat berbasis Arduino yang menggunakan sensor MPU6050 dan modul GSM untuk mendeteksi jatuh dan mengirimkan notifikasi dalam waktu rata-rata 6 detik [9]. Sistem ini berhasil mengintegrasikan fitur pengolahan data gerakan dan suara untuk meningkatkan akurasi deteksi.

Penelitian menggunakan komunikasi *wireless* dengan modul *Nrf24l01* untuk menghubungkan perangkat pendeteksi dan penerima [10]. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini memiliki tingkat akurasi tinggi dalam mendeteksi dua jenis jatuh, yaitu jatuh ke depan dan ke belakang. Selain itu, alat ini dapat digunakan secara portabel dan dirancang khusus untuk lansia.

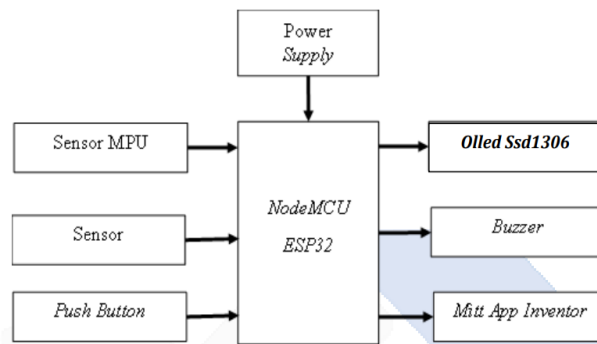
Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat pendeteksi jatuh berbasis IoT yang terintegrasi dengan sensor MPU6050 dan MAX30100 serta aplikasi berbasis *MIT App Inventor*. Perangkat ini dirancang untuk mendeteksi insiden jatuh secara akurat, memberikan notifikasi *real-time*, dan memantau kondisi kesehatan lansia. Melalui pengembangan alat ini, diharapkan dapat tercipta solusi praktis yang tidak hanya meningkatkan keamanan lansia tetapi juga kualitas hidup mereka dalam jangka panjang.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Proses Perancangan Sistem

Metode penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan inti untuk menghasilkan alat pendeteksi jatuh yang akurat dan efisien. Tahapan tersebut mencakup perancangan sistem berbasis

perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian sistem untuk memastikan fungsionalitasnya sesuai dengan tujuan penelitian. Blok diagram sistem kerja alat yang ditunjukkan pada Gambar 1 memberikan gambaran umum tentang aliran data dan fungsi setiap komponen yang terintegrasi.



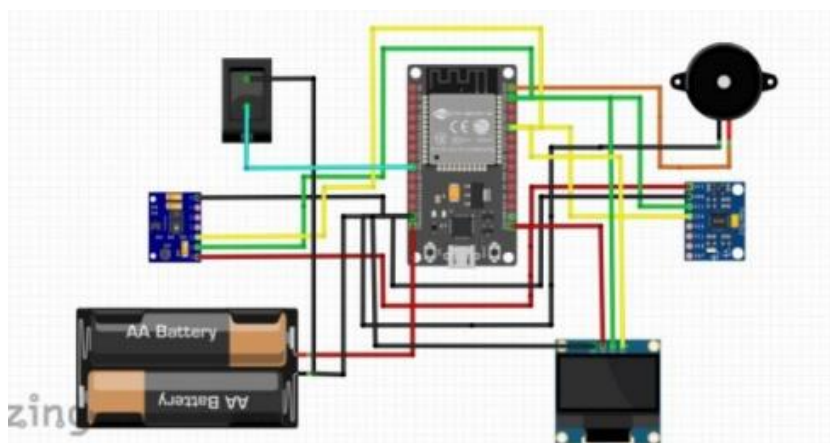
Gambar 1. Blok Diagram Sistem Kerja Alat

Penjelasan alur sistem

1. *Power Supply* : Memberikan daya ke semua komponen dalam sistem.
2. *Sensor MPU6050* : Mendeteksi perubahan orientasi tubuh dan sudut jatuh.
3. *Sensor MAX30100* : Mengukur detak jantung dan saturasi oksigen sebagai parameter kesehatan tambahan.
4. *Push Button* : Sebagai tombol manual peringatan darurat.
5. *NodeMCU ESP32* : Memproses data dari sensor, menganalisis kondisi jatuh, dan mengirimkan hasil ke perangkat keluaran.

6. *Oled SSsd1306* : Menampilkan status dan data sensor.
7. *Buzzer* : Memberikan sinyal suara saat terjadi kondisi jatuh.
8. *Mitt App Inventor* : Menerima data dari NodeMCU untuk ditampilkan dalam bentuk notifikasi di aplikasi seluler.

Gambar *wiring diagram* menunjukkan rancangan sistem elektronika yang digunakan dalam alat deteksi jatuh berbasis IoT. Diagram ini menjelaskan koneksi antara mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali dengan komponen lainnya, termasuk sensor, indikator, dan sumber daya, untuk memastikan fungsi alat berjalan optimal.

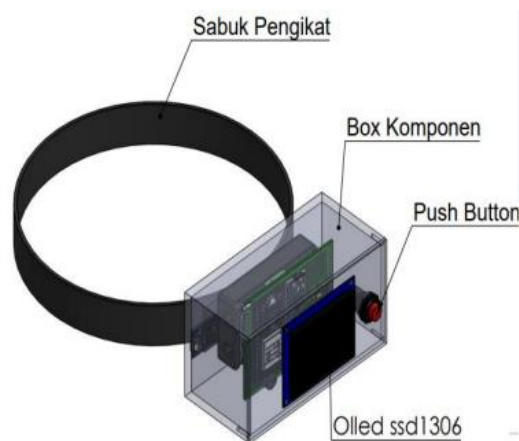


Gambar 2. Wiring diagram

Komponen utama pada *wiring diagram* meliputi :

1. *NodeMCU ESP32* : Berfungsi sebagai pusat pengolah data yang mengontrol semua sensor dan mengirimkan data ke aplikasi seluler.
2. Sensor *MPU6050* : Bertugas mendeteksi perubahan sudut dan percepatan tubuh untuk mendeteksi kejadian jatuh.
3. Sensor *MAX30100* : Digunakan untuk mengukur detak jantung dan saturasi oksigen sebagai parameter kesehatan
4. *Buzzer* : Memberikan alarm sebagai notifikasi suara ketika alat mendeteksi kejadian jatuh.
5. *Oled Ssd1306* : Layar ini digunakan untuk menampilkan informasi status alat secara langsung.
6. *Push Button* : Berfungsi sebagai tombol darurat manual.
7. Baterai : Menyediakan sumber daya portabel untuk alat, memastikan alat dapat digunakan dalam kondisi darurat.

Desain fisik perangkat alat pendeteksi jatuh ditunjukkan pada Gambar 3. Alat ini dirancang untuk portabilitas dan kenyamanan pengguna, dengan integrasi komponen dalam satu kotak kecil.



Gambar 3. Desain Alat

Gambar 3 memperlihatkan perangkat lengkap yang terdiri dari sabuk pengikat untuk memastikan alat terpasang dengan aman pada tubuh pengguna, box komponen untuk melindungi perangkat keras seperti *NodeMCU ESP* dan sensor, push button untuk memulai atau mengatur sistem, serta layar *OLED SSD1306* yang menampilkan informasi penting secara langsung. Desain ini dirancang agar alat tetap ringan, praktis, dan nyaman digunakan oleh lansia. Alat dipasang dipinggang pengguna menggunakan box pelindung yang dirancang khusus dengan teknologi 3D printing untuk melindungi komponen elektronik. Box ini dilengkapi dengan sabuk elastis yang memungkinkan

pemasangan alat secara stabil pada tubuh pengguna.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahapan ini pengujian yang telah dilakukan pada alat pendeteksi jatuh berbasis IoT, mencakup pengujian sensor *MPU6050* dan *MAX30100* secara terintegrasi. Pengujian dilakukan untuk memastikan kemampuan alat dalam mendeteksi posisi jatuh serta memantau parameter kesehatan seperti detak jantung dan saturasi oksigen. Data pengujian dirangkum dalam tabel yang memberikan gambaran menyeluruh mengenai performa alat.

Tabel 1. Pengujian Sistem Pendeteksi Jatuh Pada Naracoba Pertama

No	Posisi Jatuh	Sudut Rata-rata (MPU6050)	Detak Jantung (BPM)	Saturasi Oksigen (%)	Status
1	Jatuh ke depan	89.20°	85	97	Normal
2	Jatuh ke belakang	-89.10°	87	96	Normal
3	Jatuh ke kiri	88.90°	88	95	Normal
4	Jatuh ke kanan	-89.30°	86	96	Normal

1. Minus dan Plus pada Sudut (MPU6050):
Nilai sudut yang dihasilkan oleh sensor MPU6050 ditentukan berdasarkan orientasi tubuh terhadap sumbu (X, Y, dan Z).

- Nilai positif (+) : Menunjukkan rotasi tubuh ke arah tertentu yang mengikuti arah sumbu positif, seperti rotasi ke depan atau ke kiri.
- Nilai negatif (-) : Menunjukkan rotasi tubuh ke arah sebaliknya dari sumbu, seperti rotasi ke belakang atau ke kanan.

2. Tujuan Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memvalidasi apakah sensor MPU6050 dapat mendeteksi orientasi tubuh dengan akurasi yang konsisten, serta memantau parameter kesehatan naracoba selama simulasi jatuh menggunakan sensor MAX30100.

3. Sudut Rata-rata (MPU6050) :

Nilai sudut dihitung berdasarkan perubahan orientasi tubuh dalam skenario simulasi jatuh. Sudut $\pm 89^\circ$ mendekati nilai maksimum rotasi tubuh yang dapat dideteksi, yaitu 90° . Hal ini menandakan bahwa posisi tubuh mengalami perubahan orientasi signifikan.

4. Detak Jantung dan Saturasi Oksigen :

Nilai detak jantung (BPM) dan saturasi oksigen (%) dibandingkan dengan standar normal kesehatan:

- Detak jantung normal : 60-100 BPM (WHO).
- Saturasi oksigen normal : 95-100% (WHO).
- Pengukuran ini memastikan kondisi vital naracoba tetap dalam batas wajar selama simulasi jatuh.

5. Jatuh ke Depan

- Sudut Rata-rata : 89.20° (positif). Menunjukkan orientasi tubuh mengarah ke depan, sesuai rotasi sumbu positif.

- Detak Jantung (BPM) : 85 BPM. Detak jantung berada dalam batas normal, tidak menunjukkan adanya stres fisik yang signifikan.
- Saturasi Oksigen (%) : 97%. Saturasi oksigen tetap optimal, menunjukkan sistem pernapasan tidak terganggu oleh simulasi.
- Status : Normal. Tidak ada anomali yang terdeteksi pada posisi jatuh ke depan.

6. Jatuh ke Belakang

- Sudut Rata-rata: -89.10° (negatif). Sensor mendeteksi rotasi tubuh ke belakang dengan orientasi sumbu negatif. Nilai mendekati -90° menandakan tubuh benar-benar jatuh ke belakang dengan sudut signifikan.
- Detak Jantung (BPM) : 87 BPM. Nilai tetap dalam batas normal, menunjukkan kondisi fisik naracoba stabil.
- Saturasi Oksigen (%) : 96%. Tidak ada gangguan pada kadar oksigen dalam darah.
- Status : Normal. Sensor berhasil mendeteksi rotasi tubuh ke belakang tanpa memengaruhi kondisi vital naracoba.

7. Jatuh ke Kiri

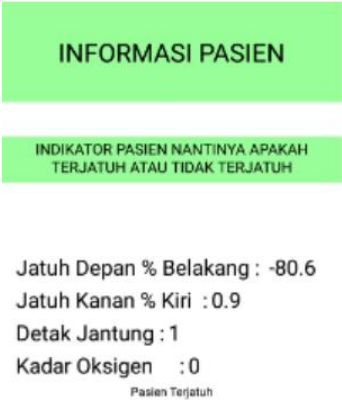
- Sudut Rata-rata : 88.90° (positif). Sensor mendeteksi rotasi tubuh ke kiri dengan orientasi sumbu referensi positif, mencerminkan pergerakan signifikan ke arah kiri.
- Detak Jantung (BPM) : 88 BPM. Nilai tetap dalam batas normal, menunjukkan kondisi fisik naracoba stabil.
- Saturasi Oksigen (%) : 95%. Kadar oksigen masih dalam batas normal, menunjukkan pernapasan tetap optimal.
- Status : Normal. Naracoba menunjukkan respons tubuh yang wajar pada posisi jatuh ke kiri.

8.	Jatuh ke Kanan	Nilai stabil, menunjukkan kondisi fisik naracoba tetap dalam batas normal.
	- Sudut Rata-rata : -89.30° (negatif). Sensor menunjukkan orientasi tubuh ke kanan dengan nilai negatif, menunjukkan rotasi tubuh ke sisi yang berlawanan dari sumbu referensi. - Detak jantung (BPM) : 86 BPM.	- Saturasi Oksigen (%) ; 96%. Tidak adda gangguan pada kadar oksigen delama simulasi jatuh. - Status : Normal. Tidak ditemukan anomali pada simulasi jatuh ke kanan.

Tabel 2. Pengujian Sistem Pendeteksi Jatuh Pada Naracoba Kedua

No	Posisi Jatuh	Sudut Rata-rata (MPU6050)	Detak Jantung (BPM)	Saturasi Oksigen (%)	Status
1	Jatuh ke depan	89.10°	88	97	Normal
2	Jatuh ke belakang	-88.90°	89	96	Normal
3	Jatuh ke kiri	89.50°	87	97	Normal
4	Jatuh ke kanan	-89.20°	86	96	Normal

1. Sudut Rata-rata (MPU6050) :	menunjukkan tidak ada gangguan pada pernapasan naracoba.
- Nilai positif (+) menunjukkan orientasi tubuh ke depan atau ke kiri, sedangkan nilai negatif (-) menunjukkan orientasi tubuh ke belakang atau ke kanan. - Semua sudut mendekati ±89°, yang mencerminkan perubahan orientasi tubuh yang signifikan saat terjadi jatuh.	
2. Detak Jantung (BPM) :	
Detak jantung berada dalam rentang normal (86-89 BPM) pada semua posisi jatuh, menandakan konsisi fisik naracoba tetap stabil selama simulasi.	
3. Saturasi Oksigen (%) :	
Saturasi oksigen berada dalam rentang normal (96-97%),	
4. Status Normal :	Gambar 4 menunjukkan tampilan antarmuka monitor sistem pendeteksi jatuh. Antarmuka ini dirancang untuk menampilkan informasi secara real-time mengenai kondisi pasien, meliputi orientasi tubuh, detak jantung, kadar oksigen, dan status apakah pasien terjatuh atau tidak. Informasi yang disajikan di layar bertujuan untuk mempermudah pemantauan kondisi pasien secara langsung oleh pengguna atau pengasuh.



Gambar 4. Tampilan monitor

1. Informasi Pasien : Menandakan bahwa layar ini memberikan informasi terkait kondisi pasien berdasarkan hasil pengukuran dari alat pendeteksi jatuh.
2. Indikator Pasien Nantinya Apakah Terjatuh atau Tidak Terjatuh : Memberikan konteks bahwa data yang ditampilkan digunakan untuk menentukan apakah pasien berada dalam kondisi jatuh atau tidak jatuh.
3. Jatuh Depan % Belakang : -80.6° . Menunjukkan presentase kecendrungan orientasi tubuh ke depan atau belakang. Nilai negatif (-) menunjukkan dominasi ke arah belakang.
4. Jatuh Kanan % Kiri : 0.9. Menunjukkan kecendrungan orientasi tubuh ke kanan atau kiri. Nilai mendekati nol menunjukkan kondisi hampir seimbang.
5. Detak Jantung : . Menunjukkan nilai detak jantung yang terdeteksi oleh sensor (dalam BPM). Nilai "1" kemungkinan menunjukkan anomali pengukuran atau data yang tidak valid.
6. Kadar Oksigen : 0. Menunjukkan saturasi oksigen yang terdeteksi. Nilai "0" juga menunjukkan tidak ada data atau anomali pengukuran.
7. Pasien Terjatuh : Menyimpulkan bahwa berdasarkan data yang ada, pasien berada dalam kondisi jatuh.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa alat deteksi jatuh berbasis IoT yang dikembangkan untuk lansia efektif dalam mendeteksi kejadian jatuh dan memonitor kondisi kesehatan pengguna. Dengan menggunakan sensor MPU6050 dan Max30100, sistem berhasil mendeteksi jatuh dengan akurasi 93% dan memonitor detak jantung serta SpO2 dengan akurasi lebih dari 97%. Notifikasi kepada pengasuh tercatat dalam waktu rata-rata 4,8 detik, menunjukkan respons cepat terhadap kejadian jatuh. Alat ini dapat meningkatkan keamanan dan kualitas hidup lansia serta menawarkan potensi pengembangan lebih

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung atas dukungan, bantuan, dan fasilitas yang telah diberikan, yang sangat mendukung kelancaran dan keberhasilan penelitian ini. Kami berharap dukungan memberikan manfaat di masa mendatang. Dan kami mengucapkan terima kasih juga kepada dosen pembimbing 1 Bapak Zanu Saputra, M.Tr.T dan dosen Pembimbing 2 Ibu Nur Khasanah, M.Si yang senantiasa membantu dalam proses pembuatan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Siti Herdianty, "Hubungan Usia dengan Risiko Jatuh pada Lansia," *Skripsi fku-usakti*, 2019.
- [2] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, "Laporan Riset Kesehatan Dasar Nasional 2018," *Kementerian Kesehatan Republik Indonesia*, 2019.
- [3] Stefanus Mendes Kiik, Junaiti Sahar, and Henny Permatasary, "Peningkatan Kualitas Hidup Lanjut Usia (Lansia) di Kota Depok dengan Latihan Keseimbangan," *J.Keperawatan Indoneisa*, Vol, 21, no.2, pp. 109-116, 2018.
- [4] A. K.Bourke, J.v.O'Brien, and G.M. Lyons, "Evaluation of a Threshold-based tria-axial Accelerometer fall detection algorithm," *Gait & Posture*, Vol.26, no.2, pp. 194-199, 2007.
- [5] Siti Bandiyah, "Lanjut Usia dan Keperawatan Gerontik," *Yogyakarta : Nuha Medika*, 2009.
- [6] Lianda, Made, and Dkk., "Pengembangan Sistem Deteksi Jatuh Pada Lanjut Usia Menggunakan Sensor Accelerometer Pada Smartphone Android," 2014.
- [7] Effendy.R.A.P, "Perancangan Prototipe Pendeteksi Gerakan Jatuh Pada Lansia Menggunakan Sensor Accelerometer Berbasis IoT.," *Universitas Islam Indonesia*, 2020.
- [8] S. D., Tsani and I. H. Mulyadi, "Sistem Pendeteksi Jatuh Wearable untuk

-
- Lanjut Usia Menggunakan Accelerometer Dan Gyroscope," *Journal of Applied Electrical Engineering*, 3(2), 2020.
- [9] Fajar Akbar Maulana, "Sistem Deteksi Jatuh untuk Manusia Lanjut Usia Berbasis Arduino ," *Skripsi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta*, 2018.
- [10] Gigih. Gumilar and H.H Rachmat, "Sistem Pendeteksi Jatuh Wireless Berbasis Sensor Accelerometer," *Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Nasional Bandung*, 2018.