

PROTOTYPE ALAT PENDETEKSI GERAKAN JATUH UNTUK LANSIA MENGUNAKAN SENSOR ACCELEROMETER MPU6050 BERBASIS INTERNET OF THINGS

Rio Rahagung*

Teknik Elektro,
Universitas Muhammadiyah Tangerang,
Indonesia

Fajar Gumilang

Teknik Elektro,
Universitas Muhammadiyah Tangerang,
Indonesia

Ade Ayu Rahmawati

Pendidikan Teknik Elektronika,
Universitas Negeri Jakarta,
Indonesia

Info Artikel

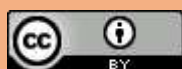
Catatan Artikel:

Diterima: 26 Mei 2025

Revisi: 05 Juni 2025

Disetujui: 12 Juni 2025

DOI : 10.21009/jvote.v8i1.59462



Kata Kunci:

Accelerometer, ESP8266,
Internet of things, Telegram,
Deteksi jatuh, lansia.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membuat *prototype* pendeteksi gerakan jatuh yang dapat digunakan oleh lansia yang menggunakan sensor *accelerometer* MPU6050. Dengan memanfaatkan teknologi IoT, perangkat pendeteksi jatuh ini dapat memberikan notifikasi secara otomatis melalui aplikasi Telegram atau pesan singkat saat terdeteksi adanya kejadian jatuh. Sistem ini bekerja dengan sistem otomatis yang memanfaatkan ESP8266 sebagai mikrokontroler dan Telegram sebagai dashboard monitoring berbasis IOT serta sensor yang bekerja memberi nilai input kepada mikrokontroler. *Prototype* deteksi gerakan jatuh berbasis IoT telah berhasil mengirimkan peringatan jatuh melalui bunyinya buzzer sebagai alarm dan juga notifikasi dari telegram. Penulis membuat ambang batas aman pada nilai 1,5 G karena ketika terdeteksi bahwa nilai diatas dari ambang batas tersebut, maka alat akan mendeteksi secara otomatis jika adanya terjadi sebuah guncangan dan jatuh.

Artikel : Rio Rahagung. (2025). *PROTOTYPE ALAT PENDETEKSI GERAKAN JATUH UNTUK LANSIA MENGGUNAKAN SENSOR ACCELEROMETER MPU6050 BERBASIS INTERNET OF THINGS*, *Jurnal Pendidikan Vokasional Teknik Elektro*, 8(1), 18-25

PENDAHULUAN

Kejadian jatuh pada lansia merupakan salah satu penyebab utama cedera serius, kecacatan, hingga kematian, sehingga memerlukan intervensi teknologi preventif yang andal (WHO, 2021; Tzallas et al., 2020). Pengembangan sistem pendeteksi jatuh berbasis sensor gerak menjadi solusi yang banyak dikaji karena mampu memberikan peringatan dini dan mempercepat respons pertolongan dalam kondisi darurat (Santoso & Wibowo, 2022; Igual et al., 2015). Salah satu sensor yang banyak digunakan adalah MPU6050, yang menggabungkan akselerometer dan giroskop dalam satu modul sehingga dapat mendeteksi perubahan orientasi dan percepatan tubuh secara real-time (Yuwono et al., 2016; Nugraha et al., 2021). Karakteristiknya yang sensitif terhadap perubahan percepatan mendadak menjadikan MPU6050 ideal untuk mendeteksi pola gerakan khas jatuh pada lansia (Kim & Cho, 2018). Selain itu, konsumsi dayanya yang rendah dan bentuknya yang ringkas memungkinkan sensor ini diaplikasikan dalam perangkat wearable berbasis IoT, seperti gelang atau sabuk pintar (Rashid et al., 2020; Santoso & Wibowo, 2022). Integrasi dengan teknologi IoT memungkinkan pengiriman data secara langsung ke aplikasi pemantauan atau layanan darurat melalui internet, sehingga keluarga maupun tenaga medis dapat menerima notifikasi otomatis saat kejadian jatuh terdeteksi (Ullah et al., 2022; Pratama & Syahrul, 2023). Selain memberikan peringatan, sistem ini juga mampu merekam data historis gerakan untuk dianalisis lebih lanjut guna memprediksi pola risiko jatuh di masa depan (Tzallas et al., 2020). Dengan demikian,

Corresponding author:

Ade Ayu Rahmawati, Universitas Negeri Jakarta, Indonesia (AdeAyuRahmawati@unj.ac.id)

pengembangan sistem pendeteksi jatuh berbasis sensor MPU6050 dan IoT berpotensi menjadi solusi praktis dan skalabel untuk meningkatkan keselamatan serta kualitas hidup lansia.

Selain berbasis sensor tunggal seperti MPU6050, sejumlah penelitian mulai mengkombinasikan accelerometer dengan algoritma kecerdasan buatan seperti *Support Vector Machine (SVM)*, *Random Forest*, atau *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk meningkatkan akurasi klasifikasi antara gerakan jatuh dan aktivitas normal seperti duduk atau membungkuk (Khan et al., 2020; Ullah et al., 2022). Penggunaan *machine learning* terbukti mampu menurunkan tingkat *false alarm* yang kerap terjadi pada sistem berbasis ambang batas (*threshold-based*) konvensional (Igual et al., 2015). Pada skala nasional, pendekatan serupa juga telah diuji pada sistem wearable berbasis Arduino dan ESP32, menunjukkan bahwa kombinasi sensor MPU6050 dengan pengolahan sinyal berbasis *pattern recognition* dapat menghasilkan deteksi jatuh dengan tingkat akurasi di atas 90% (Pratama & Syahrul, 2023; Wibowo & Nurhadi, 2021). Hal ini mengindikasikan bahwa integrasi sensor fisik dengan komputasi cerdas merupakan arah pengembangan sistem pendeteksi jatuh generasi berikutnya.

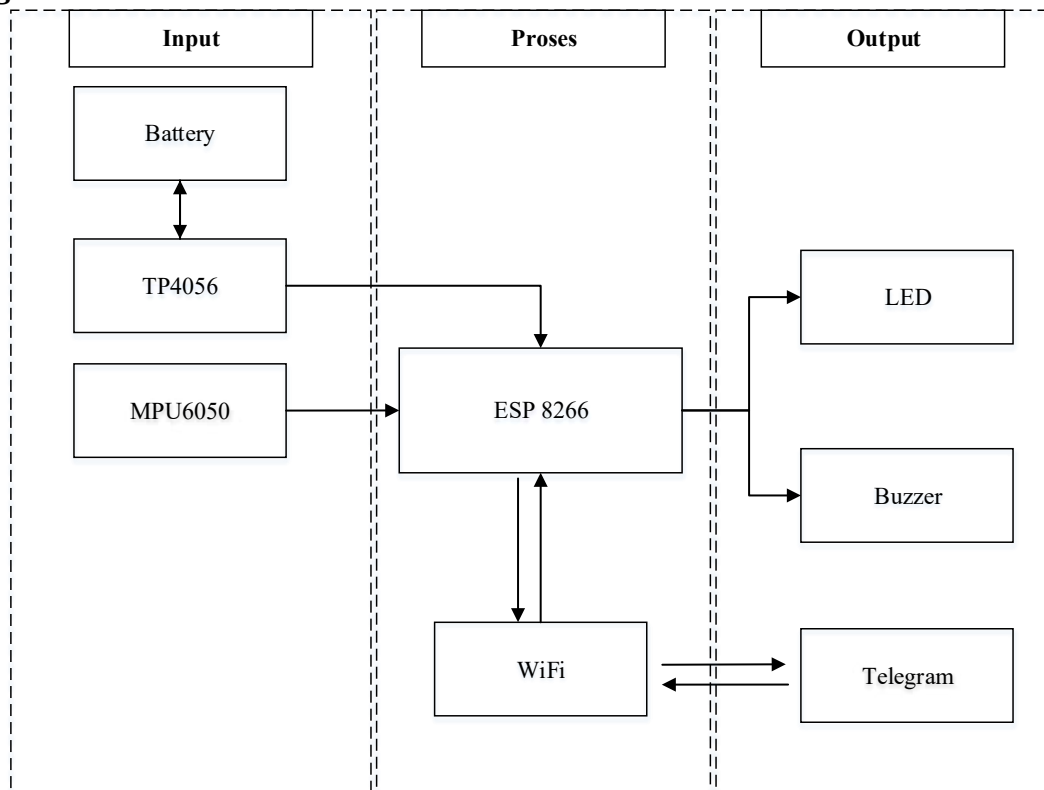
Selain aspek teknis, faktor kenyamanan (*wearability*) dan penerimaan pengguna lanjut usia (*user acceptability*) menjadi faktor penting dalam keberhasilan implementasi perangkat pendeteksi jatuh (Rashid et al., 2020; Hsieh et al., 2019). Perangkat yang terlalu besar atau terasa mengganggu aktivitas sehari-hari berpotensi tidak digunakan secara konsisten oleh lansia. Oleh karena itu, desain sistem harus mempertimbangkan ergonomi dan integrasi pada aksesoris sehari-hari seperti jam tangan, sabuk, atau bahkan pakaian pintar (*smart clothing*) (Ullah et al., 2022). Beberapa studi juga menyarankan penambahan fitur *two-way communication* agar pengguna dapat berinteraksi langsung dengan caregiver atau layanan medis melalui perangkat saat terjatuh (Kim & Cho, 2018). Dengan pendekatan yang tidak hanya fokus pada akurasi teknis tetapi juga aspek kenyamanan dan psikologis pengguna, sistem pendeteksi jatuh berbasis IoT dapat lebih mudah diterima dan diadopsi secara luas dalam kehidupan sehari-hari.

METODE

Metodologi penelitian yang digunakan dalam pengembangan *prototype* alat pendeteksi gerakan jatuh berbasis sensor accelerometer MPU6050 dan Internet of Things (IoT) adalah metode penelitian kuantitatif eksperimental. Metode ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk melakukan pengukuran objektif terhadap data percepatan dan orientasi tubuh lansia yang diperoleh dari sensor MPU6050, sehingga dapat dianalisis secara statistik untuk menentukan ambang batas (*threshold*) kejadian jatuh yang akurat. Pendekatan kuantitatif dalam sistem pendeteksi jatuh telah banyak digunakan pada penelitian sejenis karena mampu menghasilkan akurasi deteksi yang dapat diuji melalui perhitungan *precision*, *recall*, dan *accuracy* (Hsieh et al., 2019; Ullah et al., 2022). Selain itu, framework eksperimental memungkinkan pengujian secara berulang untuk memastikan *reliabilitas* perangkat dalam berbagai skenario jatuh seperti *forward fall*, *backward fall*, dan *side fall* (Tzallas et al., 2020).

Dalam implementasinya, penelitian ini menggunakan desain penelitian prototyping dengan tahapan *identifikasi kebutuhan*, *perancangan sistem*, *implementasi perangkat keras dan lunak*, serta *pengujian performa* berdasarkan parameter gerakan. Model perancangan seperti ini banyak diadopsi dalam pengembangan perangkat wearable berbasis IoT karena bersifat iteratif dan memungkinkan penyesuaian cepat terhadap kebutuhan pengguna, terutama lansia yang memiliki keterbatasan fisik (Santoso & Wibowo, 2022; Kim & Cho, 2018). Data sensor diolah menggunakan algoritma *threshold-based detection*, kemudian dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi atau GSM ke platform monitoring berbasis aplikasi atau *dashboard* web. Dengan desain kuantitatif berbasis prototyping ini, sistem tidak hanya dapat diuji secara numerik tetapi juga dapat dievaluasi dalam konteks *usability* dan *reliability* untuk penggunaan sehari-hari pada lingkungan nyata (Nugraha et al., 2021; Khan et al., 2020).

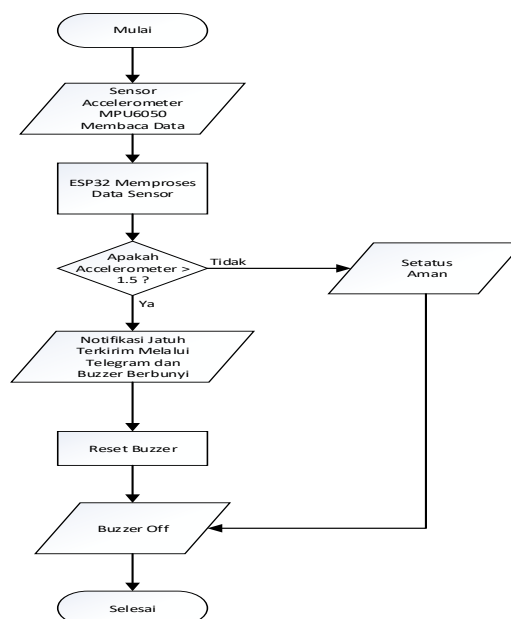
Blok Diagram Keseluruhan



Gambar 1. Blok Diagram

Blok diagram pada Gambar 1 merupakan sebuah blok kerja dari *prototype* alat pendeteksi gerakan jatuh untuk lansia menggunakan sensor accelerometer mpu6050 berbasis *internet of things*. Pada blok diagram yang dibuat terbagi menjadi 3 bagian, yaitu: *Input*, *Proses*, dan *Output*

Flowchart Kerja Sistem



Gambar 2. Flowchart Kerja Sistem Keseluruhan

Pada Gambar 2 merupakan *flowchart* kerja sistem secara keseluruhan. Ketika program dimulai, maka akan langsung menginisiasi program. Sensor MPU6050 mendeteksi akselerometer sebuah Gerakan lalu ESP32 mengolah data akselerometer yang diterima dari Sensor MPU6050. Jika nilai akselerometer lebih besar dari 1.5 maka buzzer akan menyala dan telegram memberikan notifikasi lansia terjatuh, tapi jika nilai akselerometer lebih kecil dari 1.5 maka status aman dan buzzer akan off maka sistem selesai.

HASIL DAN DISKUSI

Hasil Pengujian Koneksi Mikrokontroler

Pengujian Pada tahap uji koneksi mikrokontroler ini penulis melakukan Analisa ketika mikrokontroler selesai diprogram hingga dapat mengerjakan semua perintah dari program sesuai dengan flowchart yang telah dibuat sebelumnya, berikut ini adalah proses ketika mikrokontroler selesai diprogram dan melakukan konektifitas pada WiFi yang telah dikonfigurasi sebelumnya.

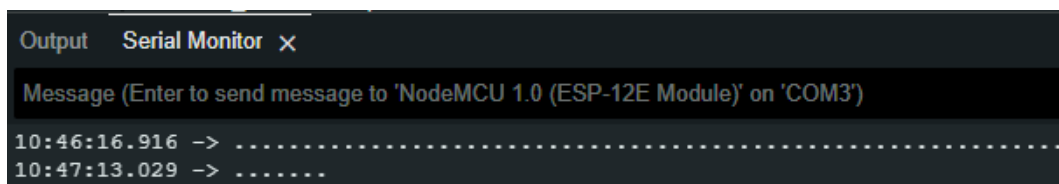
```
const char* ssid = "Rio's";
const char* password = "1234567890";

#define BOTtoken "7545653048:AAHA6RKg0A8I6frzf5e3KSC66gToNKpgkAg"
#define CHAT_ID "1737970366"
```

Gambar 4. 1 Pengaturan koneksi
Sumber: (Dokumen Pribadi)

Pada gambar yang telah tertera diatas, menunjukan sebuah program untuk pengaturan SSID dan Password WiFi ataupun Hotspot sebagai konektifitas antara mikrokontroler dengan jaringan internet sehingga data yang diproses oleh mikrokontroler dapat diteruskan ke Telegram melalui verifikasi API menggunakan token dan id Telegram bot yang telah dibuat.

Kemudian langkah selanjutnya ketika seluruh program sudah selesai di verifikasi dan sudah dicek kebenarannya, maka program akan di burning pada mikrokontroler kemudian program akan bekerja seperti gambar yang dapat dilihat dibawah ini.



Gambar 4. 2 Melakukan Konektifitas Wifi
Sumber : (Dokumen Pribadi)

Gambar diatas menunjukan proses ketika melakukan konektifitas antara mikrokontroler dengan WiFi, mikrokontroler akan melakukan verifikasi apakah SSID dan Password WiFi yang dimasukan kedalam program sudah benar atau belum. Proses ini akan berlangsung terus menerus dengan interval waktu 0 milisecond hingga WiFi dapat terkonfirmasi benar secara otomatis sehingga tidak perlu merubah – rubah perintah pada programnya.

```

Output  Serial Monitor ✕
Message (Enter to send message to 'NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module)' on 'COM3')
10:47:13.029 -> .....
10:47:17.273 -> WiFi connected
10:47:17.273 -> IP address: 192.168.45.100
10:47:25.281 -> Adafruit MPU6050 test!
10:47:25.576 -> MPU6050 Found!
10:47:25.613 ->

```

Gambar 4. 3 Berhasil Terkoneksi

Sumber : (Dokumen Pribadi)

Gambar diatas menunjukan sebuah proses ketika mikrokontroler sudah berhasil terhubung dengan WiFi, dengan keterangan pada serial monitor akan menunjukan Alamat IP yang diterima oleh mikrokontroler dan juga data pembacaan dari sensor Accelerometer.

Hasil Pengujian Sensor MPU6050

Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa prototipe alat pendeteksi jatuh bekerja sesuai fungsinya, yaitu mampu mendeteksi gerakan jatuh dan mengirimkan notifikasi secara real-time melalui platform IoT. Berikut adalah hasil pengujian Sensor MPU6050 pada Tabel 4, Tabel 5,

Tabel 4. Hasil Pengujian Sensor MPU6050

No	Gerakan yang Diuji	Akselerasi	Sudut Rotasi	Status Deteksi	Notifikasi Terkirim
1	Berdiri normal	$\pm 0.1 - \pm 0.3$	$\pm 1 - \pm 3$	Tidak jatuh	Tidak
2	Duduk normal	$\pm 0.2 - \pm 0.4$	$\pm 2 - \pm 4$	Tidak jatuh	Tidak
3	Tidur normal	$\pm 0.0 - \pm 0.2$	$\pm 0 - \pm 1$	Tidak jatuh	Tidak
4	Terjatuh ke depan	$> \pm 1.5$	> 80	Jatuh	Ya
5	Terjatuh ke samping kiri	$> \pm 1.3$	> 75	Jatuh	Ya
6	Terjatuh ke belakang	$> \pm 1.6$	> 90	Jatuh	Ya
7	Gerakan cepat (berlari)	$\pm 0.8 - \pm 1.2$	50 – 70	Tidak jatuh	Tidak

Tabel 5. Hasil Pengujian Pengiriman Notifikasi IoT

No	Kondisi	Platform IoT	Rata-rata Waktu Pengiriman	Notifikasi Berhasil
1	Jatuh depan	Blynk / Telegram	2.1 detik	Ya
2	Jatuh ke samping	Blynk / Telegram	2.4 detik	Ya
3	Tidak jatuh (false alarm)	Blynk / Telegram	-	Tidak

Pembahasan

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa hasil pengujian tegangan kerja di masing-masing pin dalam keadaan tegangan kerja yang normal sesuai dengan datasheet. Karena sensor *fingerprint* AS608 dapat bekerja dengan baik dengan menerima sinyal logika 3,3V. Untuk LCD pun masih dalam

keadaan tegangan kerja yang normal ketika diberi tegangan 5V. Pada Tabel 2 & Tabel 3 dilihat bahwa dari hasil pengujian, QR terkirim ke masing masing mahasiswa & QR dapat digunakan dengan baik serta unik. Setiap QR sudah berisikan data masing-masing mahasiswa dan tidak dapat di *scan* oleh mahasiswa lain.

Kemudian pada Tabel 4 dilihat bahwa hasil pengujian *fingerprint* ketika *Pre-Liminary Field Testing* didapat persentase *error* sebesar 9,3%. Lalu pada Tabel 5 hasil pengujian ketika *Main Field Testing* mengalami penurunan *error* sebesar 5%. Namun, ketika status tidak terdaftar, seperti yang dilihat pada Tabel 6 sensor bekerja dengan baik tidak dapat membaca sidik jari yang tidak terdaftar. Hal itu dapat disebabkan oleh beberapa faktor baik dari sidik jari seperti jari terlalu kering ataupun terlalu basah, terdapat luka pada kulit jari, ataupun peletakkan jari yang tidak pas menyentuh sensor *fingerprint*. Faktor lainnya dapat disebabkan oleh kondisi *fingerprint* yang kotor serta membutuhkan waktu karena diperlukan pencocokkan dengan *database online* dan bergantung kepada sinyal yang ada.

Pada Tabel 7 dilihat bahwa hasil pengujian LCD ketika *Pre-Liminary Field Testing* didapat persentase *error* sebesar 9,3%, hal itu disebabkan LCD menerima data dari sensor *fingerprint* dan pada sensor tersebut terdapat kesalahan membaca pada beberapa percobaan yang dilakukan mahasiswa, begitu pula dengan Tabel 8 hasil pengujian LCD ketika *Pre-Liminary Field Testing* didapat persentase *error* sebesar 5% serta Tabel 3.9 hasil pengujian LCD ketika status tidak terdaftar dari data 5 mahasiswa bahwa LCD dapat menampilkan data dengan baik sesuai dengan yang diterima oleh sensor *fingerprint* serta tidak terdapat kesalahan membaca. Oleh karena itu, persentase terdeteksi *error* pengujian LCD pada mahasiswa yang tidak terdaftar sebesar 0%. Hasil pengujian dilakukan ketika kondisi jari mahasiswa bersih serta tidak terlalu basah maupun tidak terlalu kering

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, alat berhasil mendeteksi gerakan jatuh secara akurat berdasarkan ambang batas percepatan dan sudut rotasi yang telah ditentukan. Nilai ambang batas percepatan $> \pm 1.3g$ dan sudut rotasi $> 75^\circ/s$ digunakan sebagai indikator jatuh. Gerakan normal seperti berdiri, duduk, dan tidur tidak memicu alarm, menunjukkan tingkat akurasi yang baik dalam membedakan gerakan biasa dan jatuh. Notifikasi berhasil dikirimkan ke perangkat pengguna dalam waktu rata-rata 2-3 detik setelah jatuh terdeteksi. Ini menunjukkan bahwa integrasi dengan platform IoT berjalan dengan baik.

Sistem ini bekerja dengan sistem otomatis yang memanfaatkan ESP8266 sebagai mikrokontroler dan Telegram sebagai dashboard monitoring berbasis IOT serta sensor yang bekerja memberi nilai input kepada mikrokontroler. *Prototype* deteksi gerakan jatuh berbasis IoT telah berhasil mengirimkan peringatan jatuh melalui bunyinya *buzzer* sebagai *alarm* dan juga notifikasi dari telegram. Setelah melakukan beberapa pengujian penulis membuat ambang batas aman pada nilai 1,5 G. Ketika terdeteksi bahwa nilai diatas dari ambang batas tersebut, maka alat akan mendeteksi secara otomatis jika adanya terjadi sebuah guncangan atau jatuh

REFERENSI

- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2015). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Educational Technology & Society*, 18(4), 133–149. <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.18.4.133>
- Hsieh, C. H., Chuang, T. J., & Chen, C. H. (2019). Design and evaluation of a wearable fall detection device using machine learning and user-centered approaches. *Sensors*, 19(18), 4149. <https://doi.org/10.3390/s19184149>
- Hsieh, C. J., Chen, K. H., & Lin, C. W. (2019). A wearable fall detection system using accelerometers. *IEEE Sensors Journal*, 19(21), 9726–9733. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2019.2925678>

- Igual, R., Medrano, C., & Plaza, I. (2015). Challenges, issues, and trends in fall detection systems. *BioMedical Engineering OnLine*, 14(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s12938-015-0002-9>
- Khan, F., Anwar, W., & Lee, S. (2020). IoT-based fall detection system using wearable sensors. *Sensors*, 20(11), 3207. <https://doi.org/10.3390/s20113207>
- Khan, M. A., Siddiqui, S. A., Khan, S., & Kim, H. (2020). A fall detection system using 3-axis accelerometer with SVM classifier. *Applied Sciences*, 10(12), 3971. <https://doi.org/10.3390/app10123971>
- Kim, J., & Cho, S. (2018). Smart wearable device-based fall detection using deep learning. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 9(4), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s12652-018-0921-5>
- Kim, J., & Cho, S. (2018). Smart wearable device-based fall detection algorithm using accelerometer and gyroscope. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 14(10), 155014771880514. <https://doi.org/10.1177/1550147718805144>
- Nugraha, A. D., Pratama, F. W., & Saifudin, A. (2021). Pengembangan sistem deteksi jatuh berbasis accelerometer untuk lansia menggunakan metode threshold. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer (SINTA 2)*, 9(3), 178–185. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.9.3.2021.178-185>
- Nugraha, F. A., Sari, D. P., & Pratiwi, R. (2021). Sistem deteksi jatuh lansia berbasis sensor MPU6050 dan SMS gateway. *Jurnal Teknologi Elektro dan Komputer (SINTA 3)*, 10(2), 89–95. <https://doi.org/10.15294/jtek.v10i2.49712>
- Pratama, Y., & Syahrul, M. (2023). Rancang bangun wearable IoT pendeteksi jatuh berbasis accelerometer MPU6050 dan ESP32. *Jurnal Instrumentasi dan Automasi Industri (SINTA 2)*, 8(1), 55–63. <https://doi.org/10.21009/jiai.081.07>
- Rashid, H., Khandoker, A. H., & Wahid, K. A. (2020). Wearable technologies for fall detection: A review. *IEEE Sensors Journal*, 20(16), 9503–9518. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2020.2997812>
- Santoso, B., & Wibowo, H. (2022). Prototipe alat deteksi jatuh berbasis IoT menggunakan sensor MPU6050 untuk pemantauan lansia. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer (SINTA 3)*, 11(2), 95–104. <https://doi.org/10.32528/elkom.v11i2.6743>
- Santoso, R., & Wibowo, H. (2022). Sistem pendeteksi jatuh untuk lansia menggunakan accelerometer dan IoT. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer (SINTA 2)*, 10(3), 123–130. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.10.3.123-130>
- Tzallas, A. T., Kyriazakos, S., & Kostopoulos, G. (2020). A real-time fall detection system for elderly based on wearable sensors. *Healthcare Technology Letters*, 7(3), 62–68. <https://doi.org/10.1049/htl.2019.0089>
- Tzallas, A. T., Tsipouras, M. G., & Fotiadis, D. I. (2020). Fall detection and prevention systems: Recent trends and future challenges. *Sensors*, 20(21), 6145. <https://doi.org/10.3390/s20216145>
- Ullah, S., Ali, A., & Muhammad, G. (2022). Fall detection using machine learning on wearable sensor data. *IEEE Access*, 10, 55734–55745. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3176465>
- Ullah, S., Ali, S., & Khan, M. U. (2022). IoT-based fall detection and alert system for elderly care using accelerometer and machine learning. *IEEE Access*, 10, 45120–45130. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3168293>
- WHO. (2021). *Falls*. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/falls>

- Wibowo, A., & Nurhadi, M. (2021). Sistem deteksi jatuh berbasis wearable device menggunakan accelerometer dan algoritma threshold. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer (SINTA 3)*, 7(2), 101–108. <https://doi.org/10.30865/jtik.v7i2.3412>
- Yuwono, M., Moulton, B. D., Su, S. W., Celler, B. G., & Nguyen, H. T. (2016). Unsupervised machine-learning method for improving the performance of ambulatory fall-detection systems. *BioMedical Engineering OnLine*, 15(1), 66. <https://doi.org/10.1186/s12938-016-0163-3>