

Perancangan Aplikasi Deteksi Jatuh Otomatis Smartphone Berbasis Sensor Accelerometer, Gyroscope, Dan Gravity Menggunakan Framework Flutter

¹Wildan Khoirul Fikri, ²Muhammad Encep, ³Budhi Gunadharma

¹Ilmu Komputer, Universitas Djuanda, Bogor

E-mail: ¹i.2210269@unida.ac.id, ²ahmadpoac@unida.ac.id, ³budhi.gunadharma@unida.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi jatuh pada smartphone dengan memanfaatkan sensor *accelerometer*, *gyroscope*, dan *gravity*. Metode penelitian yang digunakan adalah metode *prototype*, yang dilakukan melalui tahapan perancangan, pembuatan prototipe, pengujian, dan penyempurnaan sistem secara berulang hingga diperoleh sistem yang stabil. Sistem dikembangkan menggunakan *framework* Flutter dan menggunakan metode *threshold-based detection* dengan perhitungan *Signal Vector Magnitude* (SVM) untuk mendeteksi kejadian jatuh. Data sensor diproses secara *real-time* dan hasil deteksi disimpan pada penyimpanan lokal sebagai riwayat kejadian. Pengujian sistem dilakukan menggunakan confusion matrix untuk mengukur kinerja sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memperoleh akurasi (*Accuracy*) sebesar 85%, presisi (*Precision*) sebesar 83,9%, dan sensitivitas (*recall*) sebesar 86,7%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa smartphone dapat digunakan sebagai perangkat deteksi jatuh tanpa memerlukan perangkat tambahan eksternal.

Kata kunci : *flutter, deteksi jatuh, accelerometer, gyroscope, gravity, smartphone sensor, prototype method, threshold-based detection, signal vector magnitude.*

ABSTRACT

This study aims to design and implement a smartphone fall detection system using accelerometer, gyroscope, and gravity sensors. The research method used in this study is the prototype method, which consists of system design, prototype development, testing, and system improvement carried out iteratively until a stable system is obtained. The system was developed using the Flutter framework and applies a threshold-based detection method with Signal Vector Magnitude (SVM) calculation to detect fall events. Sensor data are processed in real-time and the detection results are stored in local storage as event history. System testing was conducted using a confusion matrix to evaluate system performance. The testing results show that the system achieved an accuracy of 85%, precision of 83.9%, and recall of 86.7%. The results indicate that smartphones can be used as fall detection devices without requiring additional external hardware.

Keyword : *flutter, fall detection, accelerometer, gyroscope, gravity, smartphone sensor, prototype method, threshold-based detection, signal vector magnitude.*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi perangkat mobile saat ini telah menjadikan smartphone tidak hanya berfungsi sebagai alat komunikasi, tetapi juga sebagai perangkat cerdas yang mampu melakukan pengolahan data sensor secara mandiri. Smartphone modern telah dilengkapi dengan berbagai sensor internal seperti *accelerometer*, *gyroscope*, dan *gravity sensor* yang dapat digunakan untuk mendeteksi gerakan dan orientasi perangkat dalam ruang tiga dimensi. Keberadaan sensor tersebut memungkinkan pengembangan sistem deteksi berbasis gerakan (*motion detection*) yang sebelumnya memerlukan perangkat khusus atau sensor eksternal (Igual et al., 2013).

Penelitian mengenai deteksi jatuh (*fall detection*) sebelumnya sebagian besar berfokus pada deteksi jatuh manusia, terutama pada lansia yang berisiko mengalami cedera akibat jatuh. Sistem deteksi jatuh umumnya menggunakan metode berbasis ambang batas (*threshold*) maupun metode pembelajaran mesin untuk mengenali perubahan percepatan dan orientasi saat terjadi benturan (Dzikri & Hardian, 2019). Penelitian lain menunjukkan bahwa sensor pada smartphone dapat digunakan untuk mendeteksi kejadian jatuh dengan tingkat akurasi yang cukup baik tanpa memerlukan perangkat tambahan eksternal (A. Z. Rakhman, L. E. Nugroho, 2014).

Namun, penelitian yang secara khusus membahas deteksi jatuh pada perangkat smartphone itu sendiri masih relatif terbatas. Padahal, peristiwa jatuh pada smartphone merupakan salah satu penyebab utama kerusakan perangkat seperti layar retak dan kerusakan komponen internal. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu mendeteksi kejadian jatuh secara otomatis

dan berjalan langsung pada perangkat smartphone. Metode *threshold-based detection* dapat digunakan karena memiliki kompleksitas rendah dan dapat berjalan secara *real-time* pada perangkat mobile (Yildirim et al., 2016).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem deteksi jatuh otomatis pada smartphone dengan memanfaatkan kombinasi sensor *accelerometer*, *gyroscope*, dan *gravity sensor*. Sistem dikembangkan menggunakan framework *Flutter* sehingga dapat membaca data sensor secara *real-time* dan berjalan langsung pada perangkat smartphone.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Konsep Sensor dalam Smartphone

Perkembangan teknologi sensor pada perangkat mobile memungkinkan smartphone tidak hanya berfungsi sebagai alat komunikasi, tetapi juga sebagai perangkat yang mampu mendeteksi dan menganalisis perubahan gerakan serta orientasi secara otomatis. Sensor merupakan komponen yang berfungsi mengubah besaran fisik seperti percepatan, tekanan, atau gaya gravitasi menjadi sinyal listrik yang dapat diproses oleh sistem digital. Pada smartphone modern, sensor inersial seperti *accelerometer*, *gyroscope*, dan *gravity sensor* digunakan untuk mengukur gerakan dan orientasi perangkat dalam ruang tiga dimensi. Kombinasi beberapa sensor inersial dapat meningkatkan akurasi sistem deteksi karena setiap sensor memiliki karakteristik pengukuran yang berbeda. Penggunaan sensor-sensor tersebut banyak diterapkan pada sistem pendeteksi gerakan, navigasi perangkat, hingga sistem deteksi jatuh (Agus et al., 2023).

Accelerometer merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur percepatan linear pada tiga sumbu koordinat, yaitu sumbu x, y, dan z. Sensor ini dapat

mendeteksi perubahan kecepatan dan arah gerakan suatu objek terhadap waktu. Pada *smartphone*, *accelerometer* sering digunakan untuk mendeteksi gerakan perangkat seperti perubahan posisi, getaran, maupun benturan. Oleh karena itu, sensor ini menjadi komponen utama dalam sistem yang berkaitan dengan analisis gerakan, termasuk sistem deteksi jatuh pada perangkat *smartphone* (A. Z. Rakhman, L. E. Nugroho, 2014). *Gyroscope* adalah sensor yang digunakan untuk mengukur kecepatan rotasi dan perubahan orientasi perangkat. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip momentum sudut sehingga mampu mendeteksi perputaran perangkat pada masing-masing sumbu. Dalam sistem berbasis *smartphone*, *gyroscope* biasanya digunakan bersamaan dengan *accelerometer* untuk memperoleh informasi gerakan yang lebih akurat, karena *accelerometer* mengukur percepatan linear sedangkan *gyroscope* mengukur rotasi (Luque et al., 2014). *Gravity sensor* digunakan untuk mendeteksi arah gaya gravitasi bumi pada perangkat. Sensor ini memungkinkan sistem mengetahui orientasi atau posisi perangkat terhadap permukaan bumi, seperti posisi horizontal, vertikal, atau miring. Dalam sistem deteksi jatuh, data dari *gravity sensor* dapat digunakan untuk mengetahui posisi akhir perangkat setelah terjadi benturan atau jatuh (X. Xu et al., 2021).

2.2 Teori Deteksi Jatuh (Fall Detection)

Deteksi jatuh merupakan proses identifikasi pola gerakan yang menunjukkan terjadinya peristiwa jatuh berdasarkan data sensor gerak. Secara umum, peristiwa jatuh memiliki pola berupa perubahan percepatan yang sangat cepat dalam waktu singkat, kemudian diikuti oleh kondisi relatif diam setelah benturan. Pola tersebut biasanya terdiri dari dua fase utama, yaitu fase benturan (*impact phase*) dan fase diam (*rest phase*). Metode deteksi jatuh secara umum dapat dibagi menjadi dua pendekatan utama,

yaitu metode berbasis ambang batas (*threshold-based detection*) dan metode berbasis pembelajaran mesin (*machine learning-based detection*) (Gumilar et al., 2018). Metode berbasis ambang batas bekerja dengan membandingkan nilai percepatan atau orientasi terhadap nilai batas tertentu, sedangkan metode pembelajaran mesin menggunakan algoritma klasifikasi untuk mengenali pola gerakan dari data latih. Untuk implementasi pada *smartphone*, metode berbasis ambang batas lebih sering digunakan karena memiliki kompleksitas rendah, tidak memerlukan proses pelatihan model, serta dapat berjalan secara *real-time* pada perangkat *mobile* (Dzikri & Hardian, 2019).

2.3 Konsep Mobile Programming

Mobile programming merupakan proses pengembangan perangkat lunak yang dirancang untuk berjalan pada perangkat *mobile* seperti *smartphone* dan *tablet*. Pengembangan aplikasi *mobile* modern menekankan pada efisiensi penggunaan sumber daya, performa aplikasi yang responsif, serta kompatibilitas lintas platform. Dalam pengembangan aplikasi *mobile*, terdapat beberapa tahapan utama, yaitu analisis kebutuhan sistem, perancangan antarmuka dan sistem, implementasi fungsi aplikasi, serta pengujian aplikasi. Pada penelitian ini, pengembangan aplikasi difokuskan pada implementasi pembacaan sensor dan logika deteksi jatuh, bukan pada desain antarmuka secara detail (Stikom, 2018).

2.4 Framework Flutter dan Bahasa Dart

Flutter merupakan framework *open-source* yang dikembangkan oleh Google untuk membangun aplikasi *mobile* lintas platform menggunakan bahasa pemrograman Dart. Flutter memiliki keunggulan dalam performa karena kode yang ditulis dalam Dart dikompilasi menjadi *native code*, sehingga aplikasi dapat berjalan dengan cepat dan responsif. Selain itu, Dart mendukung pemrograman

asinkron yang memungkinkan aplikasi memproses data sensor secara *real-time* tanpa mengganggu tampilan antarmuka (Setiawan et al., 2022).

Dalam penelitian ini, Flutter digunakan karena mendukung integrasi dengan sensor internal smartphone melalui plugin, serta mampu menampilkan data sensor secara *real-time*, sehingga sesuai untuk pengembangan aplikasi deteksi jatuh berbasis smartphone.

2.5 Metode Pengembangan Sistem Prototype

Metode *prototype* merupakan metode pengembangan sistem yang dilakukan dengan membuat model awal sistem, kemudian diuji dan disempurnakan secara bertahap hingga diperoleh sistem yang sesuai dengan kebutuhan. Metode ini memungkinkan pengembang melakukan evaluasi sistem sejak tahap awal dan melakukan perbaikan secara berulang. (Newaz, 2023)

Tahapan dalam metode *prototype* meliputi analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, pembuatan prototipe awal, pengujian sistem, serta penyempurnaan prototipe hingga diperoleh sistem yang stabil. Metode ini cocok digunakan dalam penelitian pengembangan aplikasi karena memungkinkan proses pengujian fungsi sistem secara langsung selama proses pengembangan (Descania, 2023).

2.6 Signal Vector Magnitude (SVM)

Signal Vector Magnitude (SVM) merupakan parameter yang digunakan untuk menghitung besar percepatan total berdasarkan data accelerometer pada tiga sumbu, yaitu sumbu x, y, dan z. Nilai SVM digunakan untuk merepresentasikan intensitas gerakan perangkat tanpa dipengaruhi oleh orientasi perangkat.

Rumus *Signal Vector Magnitude* adalah sebagai berikut:

$$SVM = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \quad (1)$$

Keterangan :

a_x = percepatan pada sumbu x

a_y = percepatan pada sumbu y

a_z = percepatan pada sumbu z

Nilai SVM sangat penting dalam sistem deteksi jatuh karena ketika terjadi benturan akibat jatuh, nilai percepatan akan meningkat secara drastis sehingga nilai SVM mengalami lonjakan yang signifikan. Lonjakan nilai tersebut dapat digunakan sebagai indikator terjadinya peristiwa jatuh.

3. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode *prototype*, yaitu metode pengembangan sistem yang dilakukan melalui proses perancangan, pembuatan prototipe, pengujian, dan penyempurnaan sistem secara berulang hingga diperoleh sistem yang stabil dan sesuai dengan kebutuhan. Metode ini dipilih karena sistem deteksi jatuh berbasis sensor memerlukan proses pengujian langsung terhadap data sensor dan penyesuaian parameter secara berulang untuk memperoleh hasil deteksi yang optimal.

Pengembangan sistem dilakukan pada perangkat smartphone Android menggunakan framework *Flutter*. Sistem yang dikembangkan memanfaatkan sensor internal smartphone, yaitu *accelerometer*, *gyroscope*, dan *gravity sensor* untuk mendeteksi kejadian jatuh secara *real-time*.



Gambar 1. Metode Prototype

3.1 Proses Kerja Sistem

Proses kerja sistem deteksi jatuh pada penelitian ini dimulai dari pembacaan data sensor secara terus-menerus. Data percepatan dari sensor accelerometer diolah menjadi *Signal Vector Magnitude* (SVM) untuk memperoleh nilai percepatan total perangkat. Data rotasi dari *gyroscope* digunakan untuk mendeteksi perubahan orientasi secara tiba-tiba, sedangkan *gravity* sensor digunakan untuk mengetahui posisi perangkat setelah benturan.

Setelah data sensor diperoleh, sistem melakukan proses penyaringan sinyal menggunakan low pass filter untuk mengurangi noise. Selanjutnya dilakukan proses ekstraksi fitur yang terdiri dari nilai SVM, magnitude rotasi *gyroscope*, dan stabilitas *gravity* sensor. Ketiga fitur tersebut kemudian dibandingkan dengan nilai ambang batas (*threshold*) untuk menentukan apakah terjadi peristiwa jatuh atau tidak. Jika sistem mendeteksi kejadian jatuh, maka aplikasi akan menampilkan notifikasi dan menyimpan data kejadian ke dalam penyimpanan lokal.

3.2 Pengumpulan Data Dan Analisis Data

Pengumpulan data dilakukan melalui pengujian langsung menggunakan smartphone yang telah dipasang aplikasi deteksi jatuh. Data diperoleh dari dua jenis aktivitas, yaitu gerakan normal dan simulasi jatuh. Gerakan normal meliputi aktivitas seperti berjalan, meletakkan smartphone di meja, mengangkat smartphone, dan gerakan lainnya yang tidak termasuk kejadian jatuh. Sementara itu, simulasi jatuh dilakukan dengan menjatuhkan smartphone dari ketinggian tertentu ke permukaan yang aman seperti foam atau bantal untuk menghindari kerusakan perangkat. Data yang dikumpulkan berupa nilai percepatan, rotasi, dan orientasi dari sensor smartphone yang direkam secara real-time oleh aplikasi.

Analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu pra-pemrosesan data, ekstraksi fitur, penentuan nilai ambang batas, dan evaluasi sistem. Pada tahap pra-pemrosesan, data sensor difilter menggunakan low pass filter untuk mengurangi noise. Selanjutnya dilakukan ekstraksi fitur berupa *Signal Vector Magnitude* (SVM), magnitude rotasi *gyroscope*, dan orientasi dari *gravity* sensor. Fitur-fitur tersebut digunakan sebagai parameter dalam proses deteksi jatuh berbasis *threshold*. Penentuan nilai *threshold* dilakukan dengan menganalisis data gerakan normal dan data simulasi jatuh untuk memperoleh batas nilai yang dapat membedakan kedua kondisi tersebut. Sistem kemudian mengklasifikasikan kondisi perangkat sebagai jatuh atau tidak jatuh berdasarkan nilai fitur yang dibandingkan dengan *threshold*.

3.3 Evaluasi Sistem

Evaluasi sistem dilakukan menggunakan metode Confusion Matrix untuk mengukur kinerja sistem dalam mendeteksi kejadian jatuh. Pengujian dilakukan terhadap sejumlah skenario jatuh dan tidak jatuh, kemudian hasil deteksi sistem dibandingkan dengan kondisi sebenarnya.

Berdasarkan Confusion Matrix, dilakukan perhitungan nilai *accuracy*, *precision*, dan *recall* untuk mengetahui tingkat kinerja sistem dalam mendeteksi kejadian jatuh pada smartphone. Nilai-nilai tersebut digunakan sebagai indikator performa sistem yang dikembangkan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kebutuhan Sistem

Tahap analisis kebutuhan sistem merupakan tahap awal dalam implementasi penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem secara keseluruhan, baik dari sisi perangkat keras, perangkat lunak, maupun kebutuhan fungsional sistem. Analisis kebutuhan dilakukan untuk memastikan bahwa sistem deteksi jatuh smartphone

yang dikembangkan dapat berjalan sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu mendeteksi kejadian jatuh secara otomatis menggunakan sensor internal smartphone. Dari sisi perangkat keras, sistem membutuhkan smartphone Android yang memiliki sensor *accelerometer*, *gyroscope*, dan *gravity*, karena ketiga sensor tersebut digunakan sebagai sumber data utama dalam proses deteksi jatuh. Dari sisi perangkat lunak, sistem dikembangkan menggunakan *framework* Flutter, bahasa pemrograman Dart, serta beberapa plugin pendukung untuk pembacaan sensor, notifikasi, penyimpanan data, dan ekspor data.

Selain itu, pada tahap ini juga ditentukan parameter data yang digunakan dalam sistem, yaitu percepatan pada sumbu x, y, dan z, nilai *Signal Vector Magnitude* (SVM), nilai rotasi *gyroscope*, serta orientasi perangkat dari *gravity* sensor. Parameter tersebut digunakan sebagai dasar dalam proses deteksi jatuh berbasis *threshold*.

4.2 Perancangan Sistem (System Design)

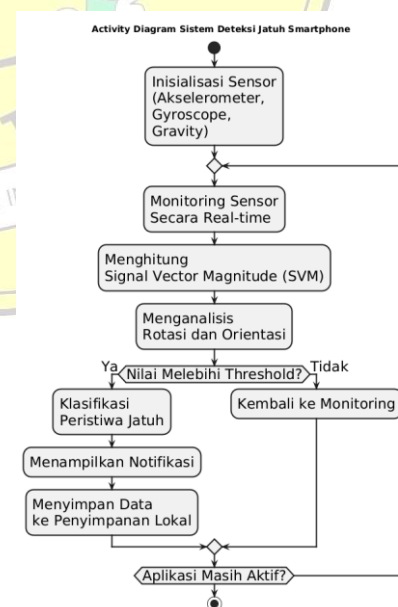
Tahap perancangan sistem dilakukan berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang telah ditentukan sebelumnya. Pada tahap ini dilakukan perancangan alur kerja sistem, pemodelan sistem menggunakan Unified Modeling Language (UML), serta perancangan arsitektur aplikasi deteksi jatuh smartphone. Perancangan sistem bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai bagaimana sistem bekerja sebelum dilakukan proses implementasi dalam bentuk aplikasi. Berikut ini adalah gambar *flowchart* dan diagram Unified Modeling Language (UML) yang digunakan.



Gambar 2. Flowchart Aplikasi Deteksi Jatuh

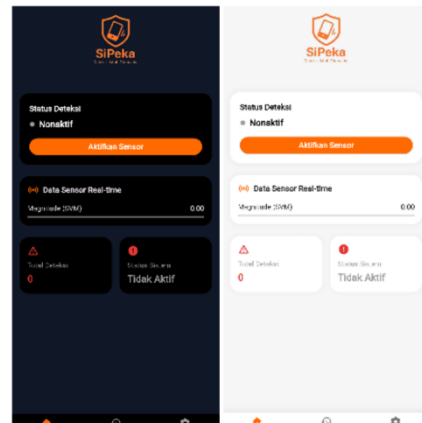


Gambar 3. Use Case Diagram



Gambar 4. Activity Diagram

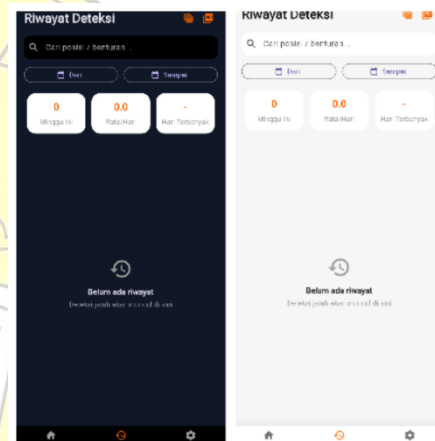
Flowchart digunakan untuk menggambarkan alur kerja sistem deteksi jatuh smartphone secara keseluruhan, mulai dari pembacaan data sensor hingga sistem menghasilkan keputusan deteksi jatuh. *Use case Diagram* digunakan untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dan sistem dalam aplikasi deteksi jatuh smartphone. *Activity Diagram* menggambarkan alur aktivitas sistem deteksi jatuh dari awal hingga sistem menghasilkan keputusan deteksi.



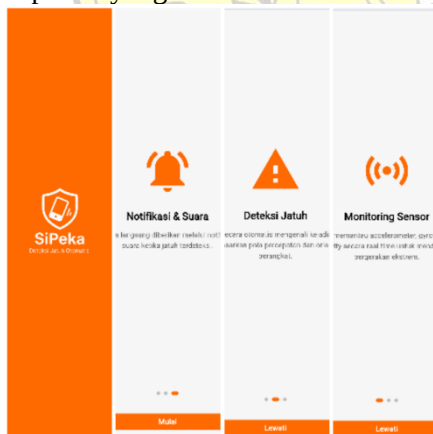
Gambar 6. Beranda

4.3 Pembuatan *Prototype* Awal (*Prototype Development*)

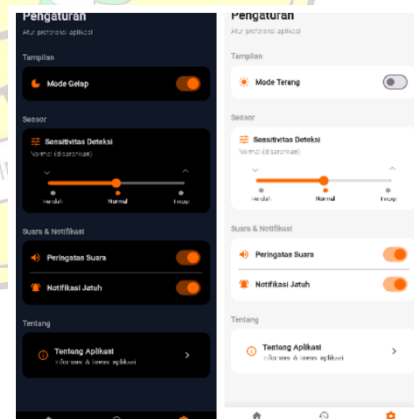
Tahap pembuatan *prototype* dilakukan dengan mengimplementasikan hasil perancangan sistem ke dalam bentuk aplikasi deteksi jatuh berbasis Flutter. Pada tahap ini aplikasi telah mampu membaca data sensor secara *real-time*, melakukan proses deteksi jatuh, menampilkan notifikasi, serta menyimpan data kejadian jatuh ke dalam penyimpanan lokal. Berikut ini adalah gambar seluruh aplikasi deteksi jatuh smartphone yang sudah di buat.



Gambar 7. Riwayat



Gambar 5. Splash Screen Dan Onboarding



Gambar 8. Pengaturan

Antarmuka aplikasi deteksi jatuh smartphone terdiri dari *Splash Screen* dan *Onboarding*, halaman beranda, halaman riwayat, dan halaman pengaturan. *Splash Screen* dan *Onboarding* berfungsi sebagai tampilan awal aplikasi, halaman beranda

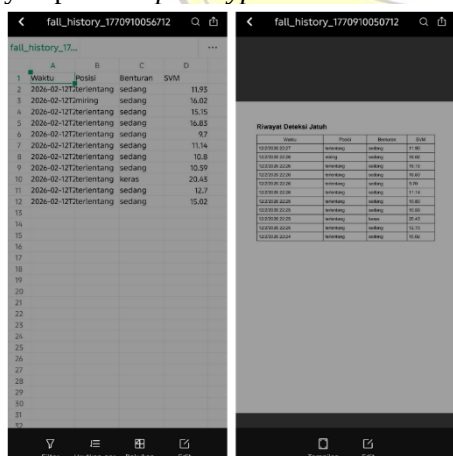
digunakan untuk menjalankan sistem deteksi dan memantau sensor secara *real-time*, halaman riwayat menampilkan data kejadian jatuh yang tersimpan, sedangkan halaman pengaturan digunakan untuk mengatur konfigurasi aplikasi. Tampilan antarmuka ini menunjukkan bahwa sistem telah berhasil diimplementasikan dalam bentuk aplikasi yang dapat digunakan pada smartphone.

4.4 Evaluasi dan Pengujian Sistem (System Testing and Evaluation)

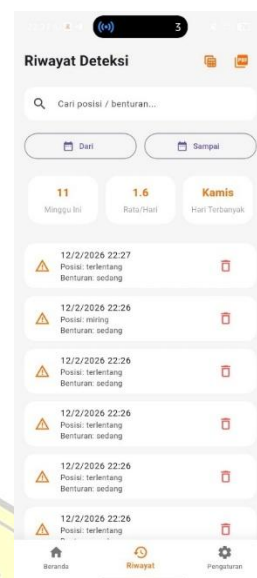
Tahap pengujian *prototype* dilakukan untuk mengetahui apakah sistem deteksi jatuh yang dikembangkan telah berjalan sesuai dengan perancangan sistem. Pengujian dilakukan dengan beberapa skenario jatuh dan tidak jatuh untuk melihat respon sistem terhadap berbagai kondisi gerakan smartphone.

4.5 Penyempurnaan *Prototype* Akhir (Final *Prototype* Application Improvement)

Tahap penyempurnaan *prototype* dilakukan berdasarkan hasil pengujian sistem. Penyempurnaan yang dilakukan meliputi penerapan filtering sinyal menggunakan *Butterworth Low Pass Filter*, penyesuaian nilai *threshold*, penambahan fitur ekspor data dalam format CSV dan PDF, serta penambahan fitur penghapusan riwayat deteksi jatuh. Berikut ini merupakan gambar hasil penyempurnaan *prototype* akhir.



Gambar 9. Fitur Ekspor PDF Dan CSV



Gambar 10. Hapus Riwayat

Tahap penyempurnaan ini menghasilkan *prototype* akhir aplikasi deteksi jatuh smartphone yang lebih stabil dan siap digunakan pada tahap evaluasi sistem.

4.6 Hasil Pengujian

Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan 60 skenario pengujian yang terdiri dari 30 skenario jatuh (*fall event*) dan 30 skenario tidak jatuh (*non-fall event*). Skenario jatuh dilakukan dengan menjatuhkan smartphone dari ketinggian tertentu dengan berbagai orientasi, sedangkan skenario tidak jatuh dilakukan dengan aktivitas normal seperti meletakkan smartphone, menyimpan smartphone di kantong, serta menggoyangkan smartphone dengan berbagai tingkat intensitas. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh tabel hasil *Confusion Matrix* sebagai berikut:

No	Kategori	Jumlah
1	True Positive (TP)	26
2	True Negative (TN)	25
3	False Positive (FP)	5
4	False Negative (FN)	4

Berdasarkan data tersebut, dilakukan perhitungan kinerja sistem menggunakan *accuracy*, *precision*, dan *recall*.

Rumus :

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (2)$$

$$Accuracy = \frac{26 + 25}{26 + 25 + 5 + 4} = \frac{51}{60} = 0,85 \text{ (85\%)} \quad (2)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (3)$$

$$Precision = \frac{26}{26 + 5} = \frac{26}{31} = 0,839 \text{ (83,9\%)} \quad (3)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (4)$$

$$Recall = \frac{26}{26 + 4} = \frac{26}{30} = 0,867 \text{ (86,7\%)} \quad (4)$$

Berdasarkan hasil pengujian, sistem deteksi jatuh berbasis smartphone yang dikembangkan mampu membedakan kejadian jatuh dan tidak jatuh dengan cukup baik. Nilai *True Positive* yang tinggi menunjukkan bahwa sebagian besar kejadian jatuh berhasil terdeteksi oleh sistem. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi fitur *Signal Vector Magnitude* (SVM) dari *accelerometer* dan magnitudo rotasi dari *gyroscope* cukup efektif dalam mengenali pola gerakan jatuh.

Namun demikian, masih terdapat beberapa kesalahan deteksi yang terdiri dari *False Positive* dan *False Negative*. *False Positive* terjadi pada aktivitas menggoyangkan smartphone dengan intensitas sedang dan tinggi, karena pola percepatan dan rotasi yang dihasilkan menyerupai kejadian jatuh sehingga melewati nilai *threshold*. Sementara itu, *False Negative* terjadi pada beberapa kejadian jatuh dengan benturan ringan atau pada permukaan empuk, sehingga nilai percepatan tidak melewati ambang batas yang telah ditentukan..

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem deteksi jatuh smartphone yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi deteksi jatuh berbasis smartphone menggunakan *framework* Flutter dengan memanfaatkan sensor *accelerometer*, *gyroscope*, dan *gravity* sebagai sumber data utama. Sistem yang dikembangkan mampu melakukan pemantauan pergerakan perangkat secara *real-time* dan mendeteksi kejadian jatuh secara otomatis tanpa memerlukan perangkat tambahan eksternal.

Metode *threshold-based detection* yang digunakan pada penelitian ini terbukti dapat membedakan sebagian besar kejadian jatuh dan tidak jatuh berdasarkan nilai *Signal Vector Magnitude* (SVM), rotasi *gyroscope*, dan orientasi perangkat. Berdasarkan hasil pengujian terhadap 60 skenario yang terdiri dari 30 kejadian jatuh dan 30 kejadian tidak jatuh, sistem memperoleh nilai akurasi sebesar 85%, presisi sebesar 83,9%, dan recall sebesar 86,7%. Hasil ini menunjukkan bahwa metode yang digunakan cukup efektif untuk mendeteksi kejadian jatuh pada smartphone.

Selain itu, sistem yang dikembangkan juga dilengkapi dengan fitur notifikasi dan pencatatan riwayat kejadian jatuh yang disimpan pada penyimpanan lokal perangkat, sehingga pengguna dapat mengetahui dan memantau riwayat kejadian jatuh yang terjadi pada smartphone. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa smartphone dapat dimanfaatkan sebagai sistem deteksi jatuh yang sederhana, ringan, dan dapat berjalan secara *real-time*, serta memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut pada penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Z. Rakhman, L. E. Nugroho, W. and K. (2014). Fall detection system using accelerometer and gyroscope based on smartphone. *Information Technology, Computer, and Electrical Engineering*, 19. 10.1109/ICITACEE.2014.7065722
- Agus, M., Hermana, R., Burhannudin, A., & Setyoadi, Y. (2023). Sensor Dan Akuator Konsep Dasar. *Iot*.
- Descania, D. Y. (2023). *Penerapan Metode Prototype Pada Pengembangan Sistem Atrian Online Di Kmentrian ATR/BPN KAB. SUKABUMI*. 1–18.
- Dzikri, S., & Hardian, I. (2019). *Sistem Pendeteksi Jatuh Wearable untuk Lanjut Usia Menggunakan Accelerometer dan Gyroscope*. December, 44–48.
- Gumilar, G., Rachmat, H. H., & Elektro, J. T. (2018). *Sistem Pendeteksi Jatuh Wireless Berbasis Sensor Accelerometer*. 4(2), 132–141.
- Igual, R., Medrano, C., & Plaza, I. (2013). *Challenges , issues and trends in fall detection systems*.
- Luque, R., Casilari, E., Morón, M. J., & Redondo, G. (2014). Comparison and characterization of android-based fall detection systems. *Sensors (Switzerland)*, 14(10), 18543–18574. <https://doi.org/10.3390/s141018543>
- Newaz, N. T. (2023). *The Methods of Fall Detection : A Literature Review*. 1–15.
- Setiawan, P. R., Ramadhan, R. A., & Labellapansa, A. (2022). Pelatihan Pemrograman Flutter. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Penerapan Ilmu Pengetahuan*, 03(01), 22–27.
- Stikom, S. (2018). *MOBILE PROGRAMMING*.
- X. Xu et al. (2021). On the Air Buoyancy Effect in MEMS-Based Gravity Sensors for High Resolution Gravity Measurements. *Sensors*, 21, 20. doi: 10.1109/JSEN.2021.3106667
- Yildirim, K., Ucar, G., Keskin, T., & Kavak, A. (2016). *Applied Mathematics , Electronics and Computers Fall Detection Using Smartphone-Based Application*.