UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evaluasi Komparatif Algoritma Machine Learning untuk Deteksi Jatuh Berbasis Inertial Measurement Unit Menggunakan Dataset Sisfall
Najwa Zahra Ramadhani, Dr.Eng. Ir. Adha Imam Cahyadi, S.T., M.Eng., IPM.; Ir. Prapto Nugroho, S.T., M.Eng., D.Er
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iii
KATA PENGANTAR iv
DAFTAR ISI v
DAFTAR TABEL viii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR SINGKATAN xi
INTISARI xii
ABSTRACT xiii
BAB I Pendahuluan 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Batasan Penelitian 4
1.5 Manfaat Penelitian 4
1.6 Sistematika Penulisan 5
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori 6
2.1 Tinjauan Pustaka 6
2.1.1 Sintesis Pustaka 8
2.2 Dasar Teori 9
2.2.1 Deteksi Jatuh 9
2.2.2 *Inertial Measurement Unit* (IMU) 10
2.2.3 *Madgwick Filter* 12
2.2.3.1 Representasi Kuaternion 12
2.2.3.2 Prinsip Kerja 12
2.2.3.3 Konversi ke Sudut Euler 13
2.2.4 *Sliding Window* dan Ekstraksi Fitur 14
2.2.4.1 *Sliding Window* 14
2.2.4.2 *Signal Vector Magnitude* (SVM) 14
2.2.4.3 Fitur Statistik Sinyal 15
2.2.5 Algoritma *Machine Learning* 16
2.2.5.1 *Decision Tree* (DT) 16
2.2.5.2 *Bagged Trees* 16
2.2.5.3 *Random Forest* (RF) 16
2.2.5.4 *K-Nearest Neighbor* (KNN) 17

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evaluasi Komparatif Algoritma Machine Learning untuk Deteksi Jatuh Berbasis Inertial Measurement Unit Menggunakan Dataset Sisfall
Najwa Zahra Ramadhani, Dr.Eng. Ir. Adha Imam Cahyadi, S.T., M.Eng., IPM.; Ir. Prapto Nugroho, S.T., M.Eng., D.Er
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.2.5.5 *Support Vector Machine* (SVM) 17
2.2.6 Metrik Evaluasi 17
2.3 Analisis Perbandingan Metode 18
2.4 Pertanyaan Tugas Akhir 19
BAB III Metode Penelitian 20
3.1 Alat dan Bahan Tugas Akhir 20
3.1.1 Alat Tugas Akhir 20
3.1.2 Bahan Tugas Akhir 20
3.2 Metode yang Digunakan 21
3.3 Alur Tugas Akhir 21
3.3.1 Karakteristik Data 25
3.3.2 Prapemrosesan Data 28
3.3.2.1 Konversi Satuan 29
3.3.2.2 Aplikasi *Madgwick Filter* 29
3.3.2.3 *Sliding Window* 30
3.3.2.4 Ekstraksi Fitur dan Pelabelan 31
3.3.3 Implementasi *Machine Learning* 34
3.3.3.1 Normalisasi Data 34
3.3.3.2 Konfigurasi Model 34
3.3.3.3 Validasi dan Metrik Evaluasi 36
3.4 Etika, Masalah, dan Keterbatasan Penelitian 38
3.4.1 Pertimbangan Etika 38
3.4.2 Keterbatasan Penelitian 38
BAB IV Hasil dan Pembahasan 40
4.1 Prapemrosesan Data IMU dengan *Madgwick Filter* 40
4.1.1 Konversi Data Mentah ke Satuan Fisik 40
4.1.2 Estimasi Orientasi dengan *Madgwick Filter* 40
4.1.3 Pembentukan Sinyal Turunan 41
4.2 Karakteristik *Dataset* Hasil Ekstraksi Fitur 43
4.2.1 Segmentasi *Sliding Window* 43
4.2.2 Statistik *Dataset* 43
4.2.3 Verifikasi Rentang Nilai Fitur 44
4.3 Implementasi dan Evaluasi Performa Algoritma *Machine Learning* 45
4.3.1 *Decision Tree* (DT) 45
4.3.2 *Support Vector Machine* (SVM) 47
4.3.3 *K-Nearest Neighbor* (KNN) 48
4.3.4 *Bagged Trees* dan *Random Forest* (RF) 51
4.3.5 Analisis *Receiver Operating Characteristic* (ROC) dan *Area Under the Curve* (AUC) 55

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evaluasi Komparatif Algoritma Machine Learning untuk Deteksi Jatuh Berbasis Inertial Measurement Unit Menggunakan Dataset Sisfall
Najwa Zahra Ramadhani, Dr.Eng. Ir. Adha Imam Cahyadi, S.T., M.Eng., IPM.; Ir. Prapto Nugroho, S.T., M.Eng., D.Er
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.3.5.1 Analisis Setiap Model 56
4.4 Kontribusi Kuantitatif *Madgwick Filter* 63
4.5 Penentuan Algoritma Terbaik 64
4.5.1 Prioritas Sensitivitas sebagai Metrik Utama 64
4.5.2 *Trade-Off* antara Sensitivitas dan Spesifisitas 65
4.5.3 Analisis *Confusion Matrix* Algoritma Terbaik 65
4.5.4 Urutan Performa dan Pola yang Teramati 66
4.6 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu 67
4.6.1 Perbandingan dengan Penelitian Orisinal SisFall 68
4.6.2 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu Lainnya 68
4.6.3 Keunggulan dan Keterbatasan Penelitian Ini 70
BAB V Kesimpulan dan Saran 71
5.1 Kesimpulan 71
5.2 Saran 72
DAFTAR PUSTAKA 73
LAMPIRAN L-1
LAMPIRAN L-1
L.1 Kode Perbandingan Performa *Madgwick Filter* L-1
L.2 Kode Prapemrosesan Data IMU L-4
L.3 Kode Evaluasi *Ablation Madgwick Filter* L-12
L.4 Kode Pelatihan Validasi Berbasis Subjek (*Subject-Wise Cross-Validation*) L-18
L.5 *Confusion Matrix* Persentase Seluruh Model L-25

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evaluasi Komparatif Algoritma Machine Learning untuk Deteksi Jatuh Berbasis Inertial Measurement Unit Menggunakan Dataset Sisfall
Najwa Zahra Ramadhani, Dr.Eng. Ir. Adha Imam Cahyadi, S.T., M.Eng., IPM.; Ir. Prapto Nugroho, S.T., M.Eng., D.Er
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kajian penelitian terdahulu yang relevan 8
Tabel 2.2 Spesifikasi teknis sensor IMU pada *dataset* SisFall 11

Tabel 3.1 Perbandingan spesifikasi teknis ADXL345 dan MMA8451Q 25
Tabel 3.2 Daftar aktivitas sehari-hari atau ADL pada *dataset* SisFall 26
Tabel 3.3 Daftar kejadian jatuh pada *dataset* SisFall 27
Tabel 3.4 Distribusi file *dataset* SisFall kelompok dewasa muda (SA) 28
Tabel 3.5 Daftar 24 fitur yang diekstrak dari setiap *window* 31
Tabel 3.6 Hasil eksperimen 2.4 Rashid et al. [1] 34
Tabel 3.7 Konfigurasi *hyperparameter* setiap model 36

Tabel 4.1 Statistik *dataset* hasil prapemrosesan 43
Tabel 4.2 Rentang nilai fitur utama hasil ekstraksi 44
Tabel 4.3 Performa seluruh model *machine learning* dengan *subject-wise 10-fold cross-validation* (rata-rata $\pm$ SD, $n = 10$) 45
Tabel 4.4 Nilai AUC kurva ROC kelas *Fall* (*fold* 10) 56
Tabel 4.5 Perbandingan performa dengan dan tanpa fitur orientasi *Madgwick filter* 64
Tabel 4.6 Perbandingan hasil penelitian dengan penelitian terdahulu 68

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Evaluasi Komparatif Algoritma Machine Learning untuk Deteksi Jatuh Berbasis Inertial Measurement Unit Menggunakan Dataset Sisfall
Najwa Zahra Ramadhani, Dr.Eng. Ir. Adha Imam Cahyadi, S.T., M.Eng., IPM.; Ir. Prapto Nugroho, S.T., M.Eng., D.Er
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fase kinematika jatuh dan pola sinyal SVM 15
Gambar 3.2 Alur penelitian 22
Gambar 3.3 Alur *machine learning* 24
Gambar 3.4 *Sliding window* dengan *overlap* 50% 30
Gambar 3.5 Perbandingan *window-based* dan *subject-based cross-validation* . 37
Gambar 4.6 Perbandingan estimasi orientasi sebelum dan sesudah *Madgwick filter* pada salah satu rekaman jatuh 41
Gambar 4.7 Perbandingan estimasi orientasi sebelum dan sesudah *Madgwick filter* pada salah satu rekaman ADL 42
Gambar 4.8 *Confusion matrix* DT 46
Gambar 4.9 *Confusion matrix* Quadratic SVM 47
Gambar 4.10 *Confusion matrix* Weighted KNN 49
Gambar 4.11 *Confusion matrix* Fine KNN 50
Gambar 4.12 *Confusion matrix* Fine KNN berbasis *window* 51
Gambar 4.13 *Confusion matrix Bagged Trees* 52
Gambar 4.14 *Confusion matrix* RF 5 prediktor 53
Gambar 4.15 *Confusion matrix* RF 5 prediktor berbasis *window* 54
Gambar 4.16 *Confusion matrix* RF semua prediktor berbasis *window* 54
Gambar 4.17 Kurva ROC DT 57
Gambar 4.18 Kurva ROC Fine KNN 58
Gambar 4.19 Kurva ROC Weighted KNN 59
Gambar 4.20 Kurva ROC Quadratic SVM 60
Gambar 4.21 Kurva ROC Cubic SVM 61
Gambar 4.22 Kurva ROC *Bagged Trees* 62
Gambar 4.23 Kurva ROC RF ($\sqrt{p} = 5$) 62
Gambar L.1 *Confusion matrix* persentase Fine Tree L-25
Gambar L.2 *Confusion matrix* persentase Quadratic SVM L-26
Gambar L.3 *Confusion matrix* persentase Cubic SVM L-27
Gambar L.4 *Confusion matrix* persentase Fine KNN L-28
Gambar L.5 *Confusion matrix* persentase Weighted KNN L-29
Gambar L.6 *Confusion matrix* persentase RF 5 prediktor L-30
Gambar L.7 *Confusion matrix* persentase *Bagged Trees* L-31