



PENERAPAN ALGORITMA MULTICLASS ENSEMBLE SUPPORT VECTOR MACHINE DENGAN FUNGSI KERNEL UNTUK KLASIFIKASI HUMAN ACTIVITY

Firman Aziz¹, Syahrul Usman², Jeffry³, Nur Ayu Asrhi⁴, M Rezky Armansyah⁵

^{1,2,3,4,5} Ilmu Komputer, Universitas Pancasakti Makassar
Makassar, Indonesia 90121

firman.aziz@unpacti.ac.id, syahrul.usman@unpacti.ac.id, jeffry@unpacti.ac.id, asrynurayu@gmail.com,
rezkyeki86@gmail.com

Abstract

Human Activity Recognition is a technology that introduces human body movement using an accelerometer, gyroscope, global positioning system, and camera. The early emergence of the support vector machine method was used to classify 2 classes, so development was needed to overcome multiclass problems and a large number of large-scale datasets resulted in suboptimal performance. The purpose of this paper is to apply the ensemble Support Vector Machine method in classifying the movement of walking, running, and climbing stairs based on accelerometer and gyroscope sensors on smartphones. And see the performance of the Ensemble Support Vector Machine method when using linear kernels and RBF. The results of the Support Vector Machine linear kernel accuracy of 79.66% and an increase of 88.01% after using the ensemble. While the accuracy for the Support Vector Machine kernel RBF is 79.51 and an increase of 88.04% after using the ensemble.

Keywords: Classification, Multiclass Ensemble SVM, Physical Activity, Sensor, Smartphone

Abstrak

Human Activity Recognition adalah teknologi yang memperkenalkan gerakan tubuh manusia menggunakan accelerometer, giroskop, global positioning system, dan kamera. Awal munculnya metode support vector machine digunakan untuk mengklasifikasi 2 kelas, sehingga diperlukan pengembangan untuk mengatasi permasalahan multikelas dan banyaknya dataset yang berskala besar mengakibatkan kinerja menjadi tidak optimal. Tujuan kertas ini adalah menerapkan metode ensemble Support Vector Machine dalam mengklasifikasikan gerakan berjalan, berlari, dan naik tangga berdasarkan sensor accelerometer dan gyroscope pada smartphone. Serta melihat kinerja metode ensemble Support Vector Machine ketika menggunakan kernel linear dan RBF. Hasil akurasi Support Vector Machine kernel linear sebesar 79.66% dan mengalami peningkatan sebesar 88.01% setelah menggunakan ensemble. Sedangkan akurasi untuk Support Vector Machine kernel RBF sebesar 79.51 dan mengalami peningkatan sebesar 88.04% setelah menggunakan ensemble.

Kata kunci: Klasifikasi, Multiclass Ensemble SVM, Physical Activity, Sensor, Smartphone

1. PENDAHULUAN

Sekitar 95% populasi dunia pada akhir tahun 2019 telah memiliki ponsel pintar yang sebagian besar penggunaannya berada di negara maju. Di Indonesia, pengguna ponsel pintar pada era 2000-an masih sangat kurang karena banyak kalangan yang menganggap bahwa ponsel pintar sebagai kebutuhan sekunder. Tetapi saat ini ponsel pintar menjadi kebutuhan primer yang harus dipenuhi hampir seluruh kalangan. Ponsel pintar saat ini telah menjadi kebutuhan masyarakat untuk menunjang kegiatannya. Di samping sebagai alat komunikasi ponsel pintar juga dapat digunakan untuk mengetahui aktivitas penggunaannya melalui

pembelajaran yang hasilnya membantu pengguna untuk membuat keputusan yang lebih baik mengenai tindakan yang dilakukan pengguna di masa mendatang [1]. Pengenalan aktivitas manusia merupakan salah satu permasalahan dalam pengembangan *smart environment* terutama penggunaannya yang praktis. Aktivitas dikelompokkan ke dalam dua kategori, yaitu aktivitas sederhana dan kompleks [2]. Perkembangan teknologi saat ini membuat sistem dapat mendeteksi aktivitas atau kegiatan yang dilakukan manusia menggunakan sensor [3], kamera [4], dan GPS [5].

Sensor akselerometer, sensor giroskop, dan sensor gravitasi tergolong teknologi *wearable device* [6] yang dikenakan pada beberapa bagian tubuh pengguna. Namun penggunaan *wearable device* cukup banyak menimbulkan ketidaknyamanan dalam penggunaan *device* tersebut dan menyebabkan baterai lebih cepat habis [7]. *Smartphone* saat ini telah memiliki sensor akselerometer sensor giroskop, dan sensor gravitasi yang telah menjadi fitur standar yang membuat penggunaannya sangat efisien terutama dalam penggunaannya untuk mengumpulkan data aktivitas manusia. *Output* dari data sensor tersebut menghasilkan ribuan hingga jutaan *record* sehingga membutuhkan metode *data mining* untuk mengklasifikasikan aktivitas manusia. *Data mining* merupakan sekumpulan data yang diproses melalui komputasi sehingga menggambarkan sebuah pola. Rata-rata komputasi menggunakan metode seperti statistik, mesin *learning*, dll [8], [9].

Penelitian [10] menggunakan *smartphone (accelerometer)* untuk mengetahui beberapa pergerakan manusia secara sederhana misalnya berdiri, berjalan, berlari dan duduk. Algoritma K-Nearest Neighbor digunakan untuk mengklasifikasikan output dari sensor *accelerometer*. Hasil penelitian menunjukkan tingkat akurasi 100% namun terbatas pada dua aktivitas manusia yaitu berdiri dan duduk serta data dalam jumlah kecil. Penelitian [11] mengusulkan *Multiclass Support Vector Machine (SVM)* untuk mengklasifikasikan aktivitas manusia. Kinerja terendah adalah 88% untuk sensitivitas dan 90% untuk presisi. Namun terdapat tumpang tindih antara aktivitas “duduk” dan “berdiri” terkait lokasi perangkat sehingga sulit untuk menentukan aktivitas tersebut. Penelitian [12] menempatkan empat sensor di bagian tubuh manusia yaitu lengan kanan, paha kiri, pinggang, dan pergelangan kaki kanan. *Output* sensor *accelerometer* diklasifikasikan menggunakan metode *Random Forest* dan pohon keputusan. Hasilnya menunjukkan akurasi 99,8% dan 99,9% untuk lima aktivitas yang berbeda. Namun, kedua metode memiliki kendala pada waktu komputasi. Penelitian [13] melakukan pengenalan aktivitas manusia untuk menemukan kinerja terbaik secara keseluruhan dan aktivitas tertentu menggunakan tujuh metode pengklasifikasi yaitu NB, SVM, KNN, J48, *Multilayer Perceptron*, *Bagging* dan kStar. Hasil menunjukkan bahwa kinerja pengklasifikasi terbaik yaitu K-Nearest Neighbor dan kStar. Penelitian [14] melakukan pengenalan aktivitas manusia menggunakan lima metode pengklasifikasi yaitu DT, RF, LR, KNN, dan SVM. Hasil menunjukkan bahwa kinerja pengklasifikasi terbaik yaitu *Support Vector Machine*. Tetapi pengukuran kinerja pada masing-masing aktivitas. SVM merespon dengan baik pada keempat dataset dengan akurasi masing-masing 77%, 99%, 98%, dan 99%. Penelitian [15] mengusulkan mengklasifikasi aktivitas manusia berdasarkan sensor akselerometer dan giroskop. Perangkat sensor diletakkan pada paha kanan karena efek akurasi yang memiliki nilai maksimal dibandingkan posisi lainnya. *Ensemble support vector machine* digunakan untuk

melakukan klasifikasi gerakan manusia. Partisi data secara keseluruhan didapatkan performa maksimal ketika perbandingan 70% data latih dan 30% data uji yang memberikan efek peningkatan kinerja. Namun penelitian ini masih terbatas pada dua kelas. Penelitian [16] mengusulkan untuk mengklasifikasi gerakan manusia menggunakan akselerometer, giroskop, dan sensor gravitasi. Teknik *ensemble* digunakan dengan menggabungkan regresi logistik sebagai klasifikasi awal dan *gradientboost* untuk mengoreksi regresi logistik yang salah klasifikasi [17]. Hasil menunjukkan bahwa performansi metode menghasilkan akurasi sebesar 81,82%, spesifisitas sebesar 77,50%, dan sensitivitas sebesar 86,11%. Namun *paper* ini masih menggunakan satu partisi data dan masih terbatas pada dua kelas. Penelitian [18] menggunakan *ensemble SVM* dengan *stacking* untuk mengklasifikasi pergerakan manusia yaitu jalan dan lari menggunakan *gyroscope* dan *accelerometer*. Berdasarkan hasil yang diperoleh, *ensemble SVM* dengan *Stacking* memberikan peningkatan kinerja $\pm 1\%$. Penelitian [19], [20] menggunakan *Multi-class Ensemble GradientBoost* dalam mengklasifikasi gerakan manusia menggunakan *gyroscope*, *accelerometer*, dan *gravity*. Hasil klasifikasi algoritma memberikan peningkatan kinerja sebesar 27,93%.

Beberapa metode digunakan untuk melakukan klasifikasi aktivitas manusia, namun kinerja terbaik didapatkan ketika menggunakan metode *machine learning*. Berbeda dengan metode statistik yang memberikan hasil kurang baik, tetapi ditemukan bahwa metode *machine learning* seperti *support vector machine* memiliki keterbatasan ketika *multi-class*. Tujuan paper ini menenerapkan *Support Vector Machine* untuk mengklasifikasikan aktivitas manusia berdasarkan *gyroscope* dan *accelerometer* pada *smartphone*. Pemilihan algoritma *Support Vector Machine* didasarkan pada kemampuan generalisasi yang dapat meminimalkan kesalahan pada *training-set* dan *curse of dimensionality* yang dapat mengestimasi parameter dan kemampuan untuk menemukan *hyperplane* terbaik yang memisahkan dua kelas. Awal munculnya metode *support vector machine* digunakan untuk mengklasifikasi 2 kelas, sehingga diperlukan pengembangan untuk mengatasi permasalahan multikelas dan banyaknya dataset yang berskala besar mengakibatkan kinerja menjadi tidak optimal. Untuk mengatasi masalah tersebut digunakan teknik *ensemble* yang menggabungkan *Support Vector Machine* dengan algoritma *bagging*. Penelitian ini juga melihat kinerja metode *Ensemble Support Vector Machine* ketika menggunakan kernel linear dan RBF.

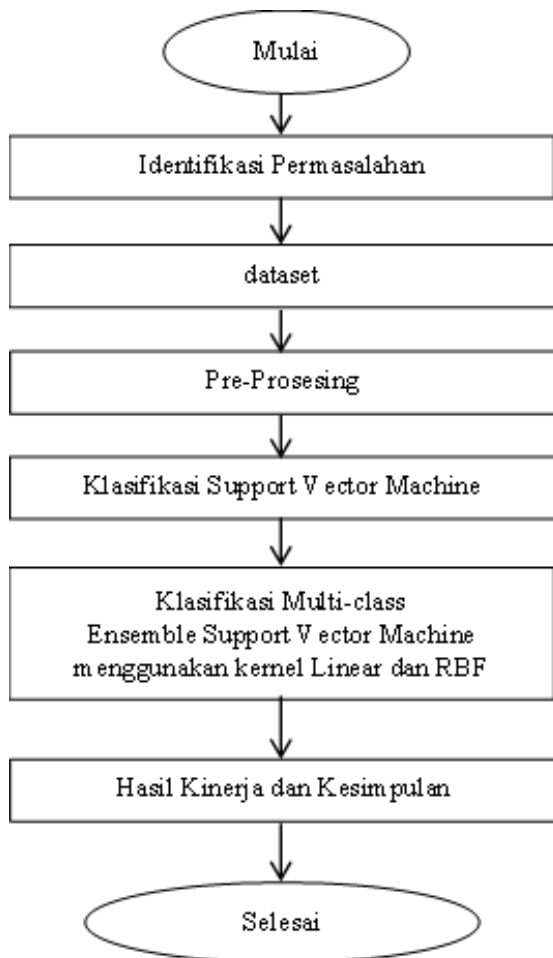
2. METODE PENELITIAN

Pada bagian ini berisi penjelasan tentang jenis penelitian/desain penelitian.

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan tahapan-tahapan yang sistematis dilakukan pada penelitian ini sehingga penelitian

ini terarah dengan baik. Berikut adalah metodologi penelitian yang dilakukan :



Gambar 1. Tahap Penelitian

Pertama adalah proses identifikasi permasalahan yaitu proses mengidentifikasi permasalahan penelitian yang mendasarinya, dalam hal ini permasalahan yakni klasifikasi aktivitas fisik manusia. Kedua adalah proses pengambilan dataset yang diperoleh melalui sensor ponsel cerdas menggunakan aplikasi berbasis android. Ketiga adalah *pre-processing* yaitu proses menormalisasi data dengan beberapa tahapan. Keempat adalah klasifikasi *Support Vector Machine* yaitu proses mengidentifikasi aktivitas menggunakan algoritma *Support Vector Machine*. Kelima adalah klasifikasi *Multi-class Ensemble Support Vector Machine* menggunakan kernel Linear dan RBF yaitu proses mengidentifikasi aktivitas menggunakan algoritma *Multi-class Ensemble Support Vector Machine*. Keenam adalah hasil kinerja dan kesimpulan yaitu proses menarik kesimpulan berdasarkan hasil kinerja penelitian.

2.2 Multi-class Ensemble Support Vector Machine

- a. Load Dataset
- b. Identifikasi Label Atribut, class dan jumlah data
- c. Menentukan jumlah data latih dan data uji
- d. Membentuk klasifikasi

- Menentukan Nilai C, Kernel, Gamma, Sigma dll.
 - Inisialisasi Variabel, dan bobot awal
 - Model *training set*
 - *Input sequence* dari model *training set* untuk setiap kelas
 - Inisialisasi probabilitas keseluruhan *training set*
 - Proses *looping* untuk mendapatkan sebuah hipotesis
 - Hipotesis akhir dari *multiclass ensemble SVM*
- e. *Output model*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pendataan keseluruhan kelas mendapatkan 15191 *record* dengan uraian 6010 *record* untuk kelas ‘berjalan’, 4606 *record* untuk kelas ‘berlari’ dan 4575 *record* untuk kelas ‘naik tangga’. Proses reduksi data dilakukan dengan cara memperkecil ukuran kumpulan data untuk mencapai representasi kelas yang sama antara kelas ‘berjalan’, ‘berlari’ dan ‘naik tangga’ sehingga total data adalah 13725 *record* dengan 4575 perwakilan setiap kelas. 13725 *record* dipartisi menjadi 80% data latih dan 20% data uji.

Penelitian ini menggunakan 2 metode yaitu *Support Vector Machine* dan *Multi-class Ensemble Support Vector Machine* yang diusulkan untuk meningkatkan performa dari metode *Support Vector Machine*.

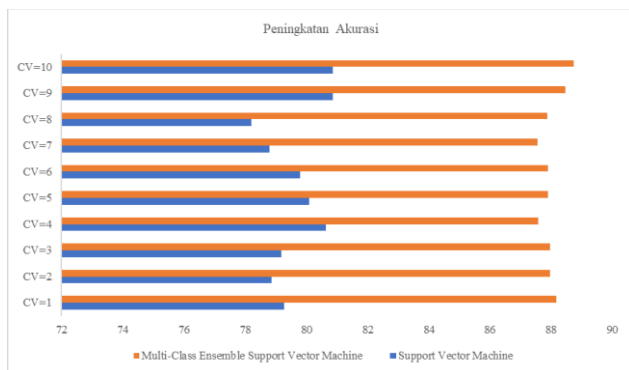
Tabel 1. Perbandingan Hasil SVM & Multi-Class Ensemble SVM menggunakan Kernel Linear

not	Cross Validasi	Akurasi SVM	Akurasi Multi-Class Ensemble SVM
1	CV=1	79.27%	88.16%
2	CV=2	78.87%	87.97%
3	CV=3	79.19%	87.97%
4	CV=4	80.65%	87.57%
5	CV=5	80.10%	87.90%
6	CV=6	79.81%	87.90%
7	CV=7	78.79%	87.54%
8	CV=8	78.21%	87.86%
9	CV=9	80.87%	88.45%
10	CV=10	80.87%	88.74%

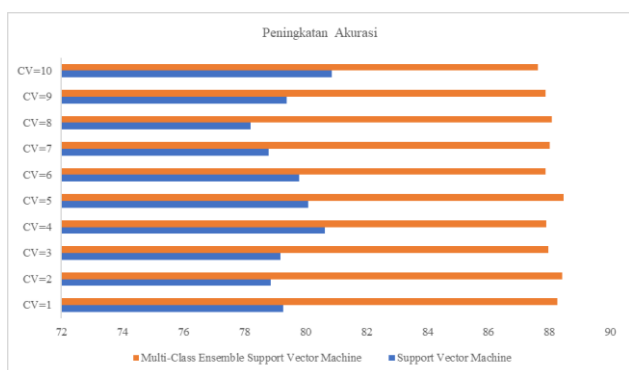
Tabel 2. Perbandingan hasil SVM & Multi-Class Ensemble SVM menggunakan Kernel RBF

not	Cross Validasi	Akurasi SVM	Akurasi Multi-Class Ensemble SVM
1	CV=1	79.27%	88.26%
2	CV=2	78.87%	88.41%
3	CV=3	79.19%	87.97%
4	CV=4	80.65%	87.90%
5	CV=5	80.10%	88.45%

not	Cross Validasi	Akurasi SVM	Akurasi Multi-Class Ensemble SVM
6	CV=6	79.81%	87.86%
7	CV=7	78.79%	88.01%
8	CV=8	78.21%	88.08%
9	CV=9	79.38%	87.86%
10	CV=10	80.87%	87.61%



Gambar 2. Peningkatan Akurasi (Kernel Linear)



Gambar 3. Peningkatan Akurasi (Kernel RBF)

Tingkat kesuksesan metode yang diusulkan pada penelitian ini, didasarkan pada peningkatan akurasi metode yang tinggi. Gambar 2 dan 3, menggambarkan informasi peningkatan akurasi metode *Support Vector Machine* menggunakan teknik *Multi-class Ensemble Bagging* dengan peningkatan akurasi tertinggi untuk kernel linear sebesar 9.10% dan peningkatan terendah sebesar 7.58%. Sedangkan untuk kernel rbf, peningkatan akurasi tertinggi sebesar 9.54% dan peningkatan terendah sebesar 6.74%. Dalam penelitian ini juga ditemukan bahwa pemilihan *cross validasi* yang tepat, mempengaruhi kinerja metode yang diusulkan.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini, diusulkan *Multi-class Ensemble Support Vector Machine*. Metode tersebut digunakan untuk melakukan klasifikasi aktivitas manusia menggunakan ponsel cerdas. *Support Vector Machine* merupakan klasifikasi awal. untuk meningkatkan kinerja *Support Vector Machine* digunakan *Multi-class Ensemble Support Vector Machine*. Proses pengambilan data menggunakan

ponsel cerdas yang pembacaannya menggunakan .apk berdasarkan sensor *Accelerometer*, *Gravity* sensor, dan *Gyroscope*. Hasil *Multi-class Ensemble Support Vector Machine* yang kami usulkan, meningkatkan kinerja metode klasifikasi awal dengan melakukan perbaikan kesalahan klasifikasi dengan memberikan peningkatan performa secara signifikan. Pencapaian kinerja terbaik *Multi-class Ensemble Support Vector Machine* menggunakan kernel linear sebesar 9.10%. Sedangkan ketika menggunakan kernel rbf sebesar 9.54%. Penelitian ini juga memberikan informasi bahwa nilai *cross validasi* terbaik = 2. Kedepannya kami akan membandingkan kinerja *ensemble Support Vector Machine* dengan *Least Square Support Vector Machine*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Syahrani, D. Putra, A. R.-J. T. Informatika, and undefined 2021, "GPS-Based Tracking In Armaps: The Effect of Degree Slant Smartphone to Display Augmented Reality Objects," *jutif.if.unsoed.ac.id*, vol. 2, no. 1, pp. 43–49, 2021, doi: 10.20884/1.jutif.2021.2.1.45.
- [2] A. Alruban, H. Alobaidi, N. L. preprint arXiv:2201.08688, and undefined 2022, "Physical Activity Recognition By Utilising Smartphone Sensor Signals," *arxiv.org*, Accessed: Jul. 05, 2022. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/2201.08688>.
- [3] S. Ranakoti et al., "Human Fall Detection System Over IMU Sensors Using Triaxial Accelerometer," *Adv. Intell. Syst. Comput.*, vol. 798, pp. 495–507, 2019, doi: 10.1007/978-981-13-1132-1_39.
- [4] J. Chaochuan et al., "Human Activity Recognition using Support Vector Machine for Automatic Security System," *iopscience.iop.org*, doi: 10.1088/1742-6596/1192/1/012017.
- [5] D. James, J. Lee, and K. Wheeler, "Introduction To Wearable Sensors," *SpringerBriefs Appl. Sci. Technol.*, pp. 1–6, 2019, doi: 10.1007/978-981-13-3777-2_1.
- [6] L. Chen and C. D. Nugent, "Sensor-Based Activity Recognition Review," *Hum. Act. Recognit. Behav. Anal.*, pp. 23–47, 2019, doi: 10.1007/978-3-030-19408-6_2.
- [7] L. Cao, Y. Wang, Q. Jin, J. M.-2017 I. C. on, and undefined 2017, "Actirecognizer: Design and Implementation of A Real-Time Human Activity Recognition System," *ieeexplore.ieee.org*, Accessed: Jun. 15, 2022. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8250368/>.
- [8] A. Dogan, D. B.-E. S. with Applications, and undefined 2021, "Machine Learning and Data Mining in Manufacturing," *Elsevier*, Accessed: Jul. 05, 2022. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095741742030823X>.

- [9] D. Z.-F. of image data mining and undefined 2019, "Wavelet transform," *Springer*, Accessed: Jul. 05, 2022. [Online]. Available: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-17989-2_3.
- [10] S. Kaghyan, ... H. S.-J. of I. M. and A., and undefined 2012, "Activity Recognition Using K-Nearest Neighbor Algorithm On Smartphone With Tri-Axial Accelerometer," *foibg.com*, Accessed: Jun. 15, 2022. [Online]. Available: <http://www.foibg.com/ijima/vol01/ijima01-2-f.pdf#page=46>.
- [11] D. Anguita, A. Ghio, ... L. O.-P. of the, and undefined 2013, "A Public Domain Dataset For Human Activity Recognition Using Smartphones," *upcommons.upc.edu*, Accessed: Jun. 15, 2022. [Online]. Available: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/20897>.
- [12] M. Zubair, K. Song, C. Y.-2016 I. International, and undefined 2016, "Human Activity Recognition Using Wearable Accelerometer Sensors," *ieeexplore.ieee.org*, Accessed: Jun. 15, 2022. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7804737/>.
- [13] J. Wannenburg, R. M.-I. T. on Systems, and undefined 2016, "Physical Activity Recognition From Smartphone Accelerometer Data For User Context Awareness Sensing," *ieeexplore.ieee.org*, Accessed: Jun. 29, 2022. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7476869/>.
- [14] Y. J. Rakesh, R. Kavitha, J. J.-I. D. E. and, and undefined 2021, "Human activity recognition using wearable sensors," *Springer*, Accessed: Jun. 29, 2022. [Online]. Available: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-5679-1_51.
- [15] N. Hardiyanti, A. Lawi, Diaraya, and F. Aziz, "Classification of Human Activity based on Sensor Accelerometer and Gyroscope Using Ensemble SVM method," *Proc. - 2nd East Indones. Conf. Comput. Inf. Technol. Internet Things Ind. EIconCIT 2018*, pp. 304–307, Nov. 2018, doi: 10.1109/EICONCIT.2018.8878627.
- [16] A. Lawi, F. Aziz, and S. L. Wungo, "Increasing accuracy of classification physical activity based on smartphone using ensemble logistic regression with boosting method," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1341, no. 4, p. 042002, Oct. 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1341/4/042002.
- [17] A. Lawi, F. Aziz, and S. Syarif, "Ensemble GradientBoost for increasing classification accuracy of credit scoring," *Proc. 2017 4th Int. Conf. Comput. Appl. Inf. Process. Technol. CAIPT 2017*, vol. 2018-January, pp. 1–4, Mar. 2018, doi: 10.1109/CAIPT.2017.8320700.
- [18] F. A.-J. of S. and C. E. (JSCE) and undefined 2021, "Klasifikasi Aktivitas Manusia menggunakan metode Ensemble Stacking berbasis Smartphone," *journal.unpacti.ac.id*, vol. 1, no. 2, p. 53, 2021, Accessed: Jun. 15, 2022. [Online]. Available: <http://journal.unpacti.ac.id/index.php/JSCE/article/view/171>.
- [19] F. Aziz, S. Usman, J. J.-J. M. INFORMATIKA, and undefined 2021, "Klasifikasi Physical Activity Berbasis Sensor Accelerometer, Gyroscope, dan Gravity menggunakan Algoritma Multi-class Ensemble GradientBoost," *stmik-budidarma.ac.id*, Accessed: Jul. 05, 2022. [Online]. Available: <http://stmik-budidarma.ac.id/ejurnal/index.php/mib/article/view/3222>.
- [20] F. Aziz, "Klasifikasi Physical Activity Berbasis Sensor Accelerometer, Gyroscope dan Gravity Menggunakan Algoritma Multi-Class Ensemble Gradientboost," 2021.