

**IMPLEMENTASI *MACHINE LEARNING* UNTUK DETEKSI
PENGENDARA SEPEDA MOTOR UGAL-UGALAN MENGGUNAKAN
DATA SENSOR *SMARTPHONE***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi sebagian dari
Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
Program Studi Ilmu Komputer



Oleh
Vegatama Firdiady
2003400

**PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2024**

**IMPLEMENTASI *MACHINE LEARNING* UNTUK DETEKSI
PENGENDARA SEPEDA MOTOR UGAL-UGALAN MENGGUNAKAN
DATA SENSOR *SMARTPHONE***

Oleh

Vegatama Firdiady

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Vegatama Firdiady 2024
Universitas Pendidikan Indonesia
Juli 2024

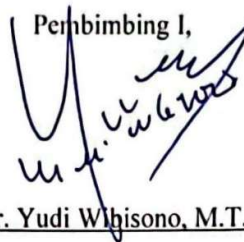
Hak cipta dilindungi undang-undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
Dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis.

VEGATAMA FIRDIADY

2003400

**IMPLEMENTASI *MACHINE LEARNING* UNTUK DETEKSI
PENGENDARA SEPEDA MOTOR UGAL-UGALAN MENGGUNAKAN
DATA SENSOR *SMARTPHONE***

DISETUJUI DAN DISAHKAN OLEH PEMBIMBING:

Pembimbing I,


Dr. Yudi Whisono, M.T.

NIP: 1975070720031210003

Pembimbing II,



Eddy Prasetyo Nugroho, M.T.

NIP: 197505152008011014

Mengetahui,

Ketua Program Studi Ilmu Komputer



Dr. M. Nursalman, M.T.

NIP: 197909292006041002

PERYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Implementasi *Machine Learning* Untuk Deteksi Pengendara Sepeda Motor Ugal-ugalan Menggunakan Data Sensor *Smartphone***” ini sepenuhnya merupakan karya sendiri. Tidak ada plagiat dari orang lain di dalamnya dan saya tidak melakukan penyalinan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung saksi yang dijatuhkan kepada saya apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etik dan keilmuan di karya ini atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya ini.

Bandung, Juli 2024

Pembuat pernyataan,



Vegatama Firdiady

2003400

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Implementasi *Machine Learning* Untuk Deteksi Pengendara Sepeda Motor Ugal-ugalan Menggunakan Data Sensor *Smartphone*"** ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menempuh dan melengkapi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Komputer pada Jurusan Program Studi Ilmu Komputer Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia (FPMIPA UPI).

Akhir kata penulis sampaikan permohonan maaf atas segala kesalahan dalam skripsi ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademis, khususnya bagi mahasiswa ilmu komputer, masyarakat pada umumnya, dan bagi dunia ilmu pengetahuan.

Bandung, Juli 2024

Penulis,



Vegatama Firdiady

2003400

UCAPAN TERIMA KASIH

Selama proses penyelesaian skripsi ini tentunya tidak lepas dari berbagai kendala dan hambatan. Namun dibalik itu semua, ada dukungan baik moril atau materil dari berbagai pihak disekitar lingkungan penulis. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua tercinta, Ibu Ardiani Syafitri dan Bapak Firman Isthiady yang selalu memberikan doa, dukungan, serta kasih sayang yang tiada henti. Serta kakak dan adik saya yang selalu memberikan semangat dan motivasi untuk menyelesaikan studi ini.
2. Bapak Dr. Yudi Wibisono, MT., selaku pembimbing I yang senantiasa meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan saran-saran berharga bagi penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Eddy Prasetyo Nugroho, M.T., selaku pembimbing II yang telah Memberikan masukan dan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Rosa Ariani Sukanto, MT, selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan selama masa perkuliahan.
5. Seluruh dosen Departemen Ilmu Komputer, atas semua ilmu dan fasilitas yang diberikan selama masa studi di universitas ini.
6. Teman-teman kelas C2 angkatan 2020, sebagai teman dan sahabat, terima kasih atas kebersamaan dan kekeluargaannya selama ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang.

Bandung, Juli 2024

Penulis,



Vegatama Firdiady

2003400

**IMPLEMENTASI *MACHINE LEARNING* UNTUK DETEKSI
PENGENDARA SEPEDA MOTOR UGAL-UGALAN MENGGUNAKAN
DATA SENSOR *SMARTPHONE***

Disusun oleh

Vegatama Firdiady – vegatama23@upi.edu

2003400

ABSTRAK

Jumlah kendaraan bermotor di Indonesia terus bertambah sebesar 5-7% setiap tahunnya. Jumlah kendaraan bermotor yang teregistrasi mencapai 153.871.054 unit pada 6 maret 2023. Dari jumlah tersebut, sebanyak 128.364.559 unit atau 83.42% merupakan sepeda motor. Peningkatan drastis jumlah kendaraan yang beredar di berbagai wilayah di Indonesia dapat menambah risiko kecelakaan lalu lintas. Lebih dari 90% kematian dalam Kecelakaan lalu lintas terjadi di negara berkembang seperti Indonesia. Kecelakaan lalu lintas umumnya terjadi karena pengemudi yang kurang hati-hati dalam mengemudikan kendaraannya. Sebanyak 73% dari semua kematian dalam kecelakaan lalu lintas di dunia melibatkan laki-laki di bawah usia 25 tahun yang memiliki tendensi untuk melakukan perilaku berisiko seperti mengebut, menyetir dalam keadaan mabuk dan ugal-ugalan atau lalai dalam berkendara. Pada penelitian ini peneliti bertujuan untuk mengatasi masalah kecelakaan lalu lintas pada sepeda motor dengan pendekatan *machine learning*. Pendekatan *machine learning* digunakan untuk mendeteksi pengendara ugal-ugalan dengan mengklasifikasikan data berdasarkan perilaku mengemudi yang dikategorikan sebagai ugal-ugalan.

Kata Kunci: *machine learning*, deteksi, klasifikasi, ugal-ugalan.

***IMPLEMENTATION OF MACHINE LEARNING FOR DETECTING
RECKLESS MOTORCYCLE RIDERS USING SMARTPHONE SENSOR
DATA***

Arranged by

Vegatama Firdiady – vegatama23@upi.edu

2003400

ABSTRACT

The number of motor vehicles in Indonesia continues to increase by 5-7% annually. The number of registered motor vehicles reached 153,871,054 units as of March 6, 2023. Of this total, 128,364,559 units, or 83.42%, are motorcycles. The drastic increase in the number of vehicles circulating in various regions of Indonesia can raise the risk of traffic accidents. More than 90% of traffic accident fatalities occur in developing countries like Indonesia. Traffic accidents generally occur due to drivers being careless while operating their vehicles. Approximately 73% of all traffic accident fatalities worldwide involve males under the age of 25 who tend to engage in risky behaviors such as speeding, driving under the influence of alcohol, reckless driving, or negligence. In this study, the researchers aim to address the issue of traffic accidents involving motorcycles through a machine learning approach. The machine learning approach is used to detect reckless drivers by classifying data based on driving behaviors categorized as reckless.

Keywords: machine learning, detection, classification, reckless driving.

DAFTAR ISI

PERYATAAN	i
KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II	7
2.1 Ugal-ugalan	7
2.1.1 Ugal-ugalan Berdasarkan Hukum di Indonesia	7
2.1.2 Pola Perilaku Ugal-ugalan	8
2.2 <i>Smartphone</i>	9
2.2.1 <i>Sensor Smartphone</i>	10
2.3 Machine Learning.....	16
2.4 Klasifikasi.....	16
2.4.1 <i>Support Vector Machine</i>	17
2.4.2 <i>Random Forest Classifier</i>	24
2.4.3 <i>Naive Bayes Classifier</i>	27
2.5 Reorientasi Data	29
2.6 <i>Windowing</i>	30
2.7 Ekstraksi Fitur	31
2.8 Seleksi Fitur.....	32
2.9 Metode Evaluasi	32

2.9.1	<i>Confusion Matrix</i>	32
2.9.2	<i>Akurasi</i>	33
2.9.3	<i>Precision</i>	34
2.9.4	<i>Recall</i>	34
2.9.5	<i>F1 score</i>	34
2.10	Pyphox.....	35
2.10.1	Website Pyphox Editor	36
2.11	CPUX	36
2.12	Penelitian Terkait	37
BAB III	40
3.1	Desain Penelitian.....	40
3.2	Metode Pengumpulan Data	43
3.3	Alat dan Bahan Penelitian	43
3.3.1	Alat Penelitian.....	43
3.3.2	Bahan Penelitian	44
BAB IV	45
4.1	Pengecekan Sensor-sensor Pada <i>Smartphone</i>	45
4.2	Pengumpulan data	46
4.2.1	Hasil Pengumpulan Data	49
4.3	Perancangan Skenario Eksperimen	51
4.4	Praproses data.....	53
4.4.1	Penggabungan data	53
4.4.2	Reorientasi data ke sistem koordinat bumi.....	54
4.4.3	<i>Windowing</i> dan Ekstraksi Fitur.....	56
4.4.4	Seleksi Fitur	58
4.4.5	Hasil Praproses	61
4.5	Import Data.....	61
4.6	Pemisahan Data	62
4.7	Pembangunan model klasifikasi.....	63
4.7.1	<i>Random Hyperparameter Tuning</i>	63
4.7.2	Pelatihan Model	68
4.8	<i>Testing</i>	69
4.9	Evaluasi Performa Model Prediksi.....	71
4.9.1	Evaluasi Performa Algoritma	73

4.9.2 Evaluasi Performa Skenario.....	77
4.10 Antarmuka Deteksi Pengendara Sepeda Motor Ugal-ugalan.....	81
BAB V.....	83
5.1 Kesimpulan.....	83
5.2 Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA.....	85
LAMPIRAN.....	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sensor bawaan di smartphone modern.....	10
Gambar 2.2 Ilustrasi akselerometer <i>smartphone</i>	11
Gambar 2.3 Struktur internal akselerometer	11
Gambar 2.4 Grafik sensor akselerometer terhadap waktu	12
Gambar 2.5 Arah rotasi sudut 3D giroskop MEMS.....	12
Gambar 2.6 Struktur internal giroskop	13
Gambar 2.7 Grafik sensor giroskop terhadap waktu.....	14
Gambar 2.8 Prinsip kerja sederhana GPS	15
Gambar 2.9 Konstelasi satelit GPS	15
Gambar 2.10 Ilustrasi Hyperplane pada SVM	17
Gambar 2.11 Kesalahan Klasifikasi SVM <i>soft margin</i>	20
Gambar 2.12 Fungsi kernel mengubah data ke dimensi yang lebih tinggi	21
Gambar 2.13 Ilustrasi Pohon Klasifikasi	24
Gambar 2.14 Contoh Bentuk Out of Bag.....	26
Gambar 2.15 Reorientasi data ke sistem koordinat bumi	29
Gambar 2.16 Metode sliding window dalam windowing	31
Gambar 2.17 Pengurangan dimensi berdasarkan ekstraksi fitur.....	31
Gambar 2.18 <i>Confusion matrix</i> untuk klasifikasi biner	33
Gambar 2.19 Halaman utama aplikasi Pyphox	35
Gambar 2.20 Halaman utama website Pyphox editor.....	36
Gambar 2.21 Halaman aplikasi CPUX	37
Gambar 3.1 Desain Penelitian.....	40
Gambar 4.1 Tampilan halaman sub menu "Sensors" pada aplikasi CPUX	45
Gambar 4.2 Tiga tipe berkendara agresif yang diprediksi	47
Gambar 4.3 Posisi <i>smartphone</i> dalam pengumpulan data	49
Gambar 4.4 Grafik nilai absolut akselerometer dan giroskop pada pengambilan data label akselerasi agresif pada Yamaha aerox 155	49
Gambar 4.5 Grafik persebaran nilai absolut akselerometer dan giroskop	50
Gambar 4.6 Kode python untuk penggabungan data.....	53
Gambar 4.7 Hasil merge data kecepatan: (a) data mentah, (b) data merge.....	54

Gambar 4.8 Kode python untuk reorientasi data	55
Gambar 4.9 Fitur yang diekstraksi	56
Gambar 4.10 Kode python untuk proses windowing dan ekstraksi fitur	57
Gambar 4.11 Kolom hasil proses windowing dan ekstraksi fitur	58
Gambar 4.12 Kode python untuk menghitung korelasi data.....	58
Gambar 4.13 Kode python untuk menghitung korelasi data.....	59
pada setiap jumlah window	59
Gambar 4.14 15 fitur terbaik dari data tiga sensor.....	60
Gambar 4.15 15 fitur terbaik dari data sensor akselerometer dan giroskop.....	60
Gambar 4.16 Struktur file hasil eksperimen	61
Gambar 4.17 Kode python untuk import data.....	61
Gambar 4.18 Contoh isi path	62
Gambar 4.19 Isi nilai X: (a) dengan GPS, (b) tanpa GPS.....	62
Gambar 4.20 Inisiasi nilai y dan train-test-split	62
Gambar 4.21 Kode python untuk mencari parameter terbaik	64
Gambar 4.22 Kode python untuk membangun model	69
Gambar 4.23 Kode python untuk <i>testing</i> model	69
Gambar 4.24 Contoh <i>output</i> kode <i>testing</i> model	70
Gambar 4.25 Kode python untuk menampilkan confusion matrix dan classification report	70
Gambar 4.26 Contoh <i>output</i> confusion matrix dan classification report	70
Gambar 4.27 Akurasi per-algoritma di setiap skenario eksperimen	74
Gambar 4.28 Confusion Matrix Setiap Algoritma Pada Skenario ES60	75
Gambar 4.29 Akurasi algoritma berdasarkan label	76
Gambar 4.30 Akurasi algoritma per-ukuran jendela	78
Gambar 4.31 Peringkat akurasi pada dataset sensor data eksperimen	78
Gambar 4.31 Perbandingan akurasi berdasarkan sistem koordinat	80
Gambar 4.33 Fungsi kerja antarmuka	81
Gambar 4.34 Halaman utama aplikasi deteksi	81
Gambar 4.34 Pop up window hasil prediksi aplikasi deteksi pengendara sepeda motor ugal-ugalan: (a) Tidak ugal-ugalan, (b) Ugal-ugalan.	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pola peristiwa mengemudi ugal-ugalan	9
Tabel 2.2 Fungsi Kernel yang populer pada SVM	22
Tabel 4.1 Data yang didapatkan dari aplikasi pyphox	46
Tabel 4.2 Pengumpulan data yang telah dilakukan	48
Tabel 4.3 Pola data yang telah dikumpulkan	50
Tabel 4.4 Skenario eksperimen	52
Tabel 4.5 Distribusi data pada setiap kelas	63
Tabel 4.6 Hyperparameter eksperimen	64
Tabel 4.7 Hasil hyperparameter search	65
Tabel 4.8 Precision, recall, dan F1-Score pada setiap skenario eksperimen	71
Tabel 4.9 Akurasi algoritma pada setiap skenario eksperimen	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	91
Lampiran 2	91
Lampiran 3	91
Lampiran 4	97
Lampiran 5	99
Lampiran 6	102
Lampiran 7	106

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, E. (2020). “*Global Positioning System (GPS): Definition, Principles, Errors, Applications & DGPS*”. Department of Geography Ananda Chandra College.
- Awad, M., & Khanna, R. (2015). “*Support Vector Machines for Classification*”. In *Efficient Learning Machines* (pp. 39–66). Apress.
https://doi.org/10.1007/978-1-4302-5990-9_3
- Castignani, G., Derrmann, T., Frank, R., & Engel, T. (2015). “*Driver behavior profiling using smartphones: A low-cost platform for driver monitoring*”. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, 7(1), 91–102.
<https://doi.org/10.1109/MITS.2014.2328673>
- Cutler, A., Cutler, D. R., & Stevens, J. R. (2011). “*Random Forests*”. In *Ensemble Machine Learning* (pp. 157–175). Springer New York.
https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9326-7_5
- Dehkordi, M. B., Zarak, A., & Setchi, R. (2020). “*Feature extraction and feature selection in smartphone-based activity recognition*”. *Procedia Computer Science*, 176, 2655–2664. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.301>
- Elfrita, D. L. G. (2016). “Penerapan Sanksi Pidana Terhadap Pengemudi Kendaraan Bermotor Roda 2 (DUA) Yang Karena Kelalaian Mengakibatkan Matinya Orang (Studi Kasus Pengadilan Negeri Kelas I A Padang)”. Diploma thesis, Universitas Andalas.
- Fachruddin, M. I. K. (2015). “PERBANDINGAN METODE RANDOM FOREST CLASSIFICATION DAN SUPPORT VECTOR MACHINE UNTUK DETEKSI EPILEPSI MENGGUNAKAN DATA REKAMAN ELECTROENCEPHALOGRAPH (EEG)”. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Fadilah, L. (2018). “KLASIFIKASI RANDOM FOREST PADA DATA IMBALANCED”. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.

- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2008). “*Springer Series in Statistics The Elements of Statistical Learning Data Mining, Inference, and Prediction Second Edition*”. Springer.
- Imam Cholissodin, Sutrisno, Arief Andy Soebroto, Uswatun Hasanah, & Yessica Inggir Febiola. (2020). “AI, MACHINE LEARNING & DEEP LEARNING (Teori & Implementasi)”.
<https://www.researchgate.net/publication/348003841>
- Daeng, Intan Trivena Maria, N.N Mewengkang, & Kalesaran, Edmon R. (2017). “Penggunaan Smartphone Dalam Menunjang Aktivitas Perkuliahan Oleh Mahasiswa Fispol Unsrat Manado”. e-journal acta diurna Volume VI. No. 1.
- Jung, A. (2022). “*Global Positioning System (GPS): Machine Learning: The Basics*”. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-8193-6>
- Júnior, J. F., Carvalho, E., Ferreira, B. V., De Souza, C., Suhara, Y., Pentland, A., & Pessin, G. (2017). “*Driver behavior profiling: An investigation with different smartphone sensors and machine learning*”. *PLoS ONE*, 12(4).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174959>
- Kulkarni, A., Chong, D., & Batarseh, F. A. (2020). “*Foundations of data imbalance and solutions for a data democracy*”. *Data Democracy: At the Nexus of Artificial Intelligence, Software Development, and Knowledge Engineering* (pp. 83–106). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818366-3.00005-8>
- Kulkarni, V. Y., & Sinha, P. K. (2013). “*Random Forest Classifiers :A Survey and Future Research Directions*”. *International Journal of Advanced Computing* (Vol. 36, Issue 1).
- Liu, M. (2013). “*A study of mobile sensing using smartphones*”. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2013.
<https://doi.org/10.1155/2013/272916>

- Lu, D. N., Nguyen, D. N., Nguyen, T. H., & Nguyen, H. N. (2018). “*Vehicle mode and driving activity detection based on analyzing sensor data of smartphones*”. *Sensors (Switzerland)*, 18(4).
<https://doi.org/10.3390/s18041036>
- Mahmudah, H., Puspitorini, O., Siswandari, N. A., Wijayanti, A., & Alfatekha, E. (2020). “Metode Naive Bayes Classifier-Smoothing pada Sensor Smartphone untuk Klasifikasi Aktivitas Pengendara (Naive Bayes Classifier-Smoothing Method on Smartphone Sensors for Driver Activity Classification)”. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi* | (Vol. 9, Issue 3).
- Masoud, M., Jaradat, Y., Manasrah, A., & Jannoud, I. (2019). “*Sensors of smart devices in the internet of everything (IOE) era: Big opportunities and massive doubts*”. *Journal of Sensors* (Vol. 2019). Hindawi Limited.
<https://doi.org/10.1155/2019/6514520>
- McGrath, M. J., & Scanail, C. N. (2013). “*Sensor Technologies: Healthcare, Wellness and Environmental Application*”. Apres open.
- Meyer-Baese, A., & Schmid, V. (2014). “*Feature Selection and Extraction*”. In *Pattern Recognition and Signal Analysis in Medical Imaging* (pp. 21–69). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409545-8.00002-9>
- Mitchell, T. M. (2017). “*CHAPTER 3 GENERATIVE AND DISCRIMINATIVE CLASSIFIERS: NAIVE BAYES AND LOGISTIC REGRESSION Machine Learning 1 Learning Classifiers based on Bayes Rule*”. Carnegie Mellon’s School of Computer Science. www.cs.cmu.edu/~tom/mlbook.html.
- Monselise, M., & Yang, C. C. (2022). “*Detecting aggressive driving patterns in drivers using vehicle sensor data*”. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 14. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2022.100625>
- Nisak, L. C. (2014). “KAJIAN PERTAMBAHAN JUMLAH KENDARAAN BERMOTOR DAN TINGKAT PELAYANAN JALAN DI KABUPATEN KARANGANYAR”. Universitas Gadjah Mada.

- Parapat, I. M. (2017). “PENERAPAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM) PADA KLASIFIKASI PENYIMPANGAN TUMBUH KEMBANG ANAK”. Repository Universitas Brawijaya.
- Pradnyana, G. A., & Agustini, K. (2020). “Konsep Dasar Data Mining”. MSIM4403 Edisi 1 universitas terbuka.
- Premerlani, W., & Bizard, P. (2009). “*Direction Cosine Matrix IMU: Theory*”. Technical Report; DCM: New York.
- Rachh, R., Allagi, S., & Shravan B. K. (2021). “*Machine learning algorithms for prediction of heart disease*”. Demystifying Big Data, Machine Learning, and Deep Learning for Healthcare Analytics Chapter 11 PP. 247–273.
- Rachmad Setiawan, Achmad Arifin, Fajar Budiman, & Adi Soeprijanto. (2018). “Desain Sistem Pengukuran Lower Limb Joint Angles pada Kondisi Dinamik untuk FES”. JNTETI, Vol. 7, No. 1, hal. 112-121, Feb. 2018.
- Rachman, F., & Purnami, S. W. (2012). “Perbandingan Klasifikasi Tingkat Keganasan Breast Cancer Dengan Menggunakan Regresi Logistik Ordinal dan Support Vector Machine (SVM)”. JURNAL SAINS DAN SENI ITS Vol. 1, No. 1.
- Raju, P. L. N. (2005). “*FUNDAMENTALS OF GPS*”. Indian Institute of Remote Sensing, Dehra Dun.
- Ramadan, M. Y. (2018). “IMPLEMENTASI METODE KLASIFIKASI SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM) TERHADAP PEMAKAIAN MINYAK GORENG”. Repository Universitas Brawijaya.
- Sharma, V. (2000). “*Survey of Classification Algorithms and Various Model Selection Methods*”. *Journal of Machine Learning Research* (Vol. 1).
- Stewart, J. (2016). “*Calculus Early Transcendentals; eighth edition*”. Boston, MA: Cengage Learning. www.cengage.com/highered

- Tiwari, A. (2022). “*Supervised learning: From theory to applications*”. *Artificial Intelligence and Machine Learning for EDGE Computing*.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824054-0.00026-5>
- Wang, S., Tang, J., & Liu, H. (2016). “*Feature Selection*”. *Encyclopedia of Machine Learning and Data Mining* (pp. 1–9). Springer US.
https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7502-7_101-1
- Xiang, H., Zhu, J., Liang, G., & Shen, Y. (2021). “*Prediction of Dangerous Driving Behavior Based on Vehicle Motion State and Passenger Feeling Using Cloud Model and Elman Neural Network*”. *Frontiers in Neurorobotics*, 15. <https://doi.org/10.3389/fnbot.2021.641007>
- Yarlagadda, J., & Pawar, D. S. (2022). “*Heterogeneity in the Driver Behavior: An Exploratory Study Using Real-Time Driving Data*”. *Journal of Advanced Transportation*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/4509071>
- Yi, H., Qian, H., Yubin, W., Zhiyong, X., & Tao, W. (2014). “*Research on Global Positioning System in Mobile Communication Equipment Based on Android Platform*”. International Conference on e-Education, e-Business and Information Management (ICEEIM 2014).
- Yu, J., Chen, Z., Zhu, Y., Jennifer Chen, Y., Kong, L., & Li, M. (2016). “*Fine-Grained Abnormal Driving Behaviors Detection and Identification with Smartphones*”. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 16(8), 2198–2212.
<https://doi.org/10.1109/TMC.2016.2618873>
- Badan Pusat Statistik. (2021). Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit), 2015-2020 [Online]. Tersedia : [Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis \(Unit\), 2018-2020](#) [5 Maret 2023].
- Badan Pusat Statistik. (2020). Jumlah Kecelakaan, Korban Mati, Luka Berat, Luka Ringan, dan Kerugian Materi 2017-2019 [Online]. Tersedia : [Jumlah Kecelakaan, Korban Mati, Luka Berat, Luka Ringan, dan Kerugian Materi 2017-2019](#) [5 Maret 2023].

- Badan Pusat Statistik. (2021). Jumlah Korban Kecelakaan Lalu Lintas Menurut Jenis Kendaraan Bermotor di Provinsi DKI Jakarta [Online]. Tersedia : [Jumlah Korban Kecelakaan Lalu Lintas Menurut Jenis Kendaraan Bermotor di Provinsi DKI Jakarta 2021](#) [11 Juli 2024].
- Korlantas Polri. (2023). Jumlah Data Kendaraan per Pulau [Online]. Tersedia : [jumlah data kendaraan per pulau](#) [5 Maret 2023].
- World Health Organization. (2022). *Road traffic injuries* [Online]. Tersedia : [Road traffic injuries](#). [5 Maret 2023].
- POLRI. (2022). Hukum Bagi Pengemudi Ugal-Ugalan [Online]. Tersedia : [Hukum Ugal-ugalan](#). [13 November 2023].
- Kho, Dickson. (2022). “Pengertian Sensor Akselerometer (Accelerometer Sensor) dan Prinsip Kerjanya” [Online]. Tersedia : [Pengertian Sensor Akselerometer \(Accelerometer Sensor\) dan Prinsip Kerjanya](#) [26 Maret 2023].
- Silwal, Dipesh. (2022). “*Confusion Matrix, Accuracy, Precision, Recall & F1 Score: Interpretation of Performance Measures*” [Online]. Tersedia : https://www.linkedin.com/pulse/confusion-matrix-accuracy-precision-recall-f1-score-measures-silwal/?trk=pulse-article_more-articles_related-content-card [12 April 2023].
- Shung, Koo Ping. (2018). “*Accuracy, Precision, Recall or F1?*” [Online]. Tersedia : [Accuracy, Precision, Recall or F1? | by Koo Ping Shung | Towards Data Science](#) [12 April 2023].