

**PENGEMBANGAN MODEL PREDIKSI NILAI RPM UNTUK
MENCEGAH *SLIP CLUTCH* MENGGUNAKAN *MACHINE LEARNING***



SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Teknik di program Studi Mekatronika dan Kecerdasan Buatan

Oleh:

Dany Syauqi Nazhif

NIM. 2101034

**PROGRAM STUDI MEKATRONIKA DAN KECERDASAN BUATAN
KAMPUS UPI DI PURWAKARTA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2025

**PENGEMBANGAN MODEL PREDIKSI NILAI RPM UNTUK
MENCEGAH *SLIP CLUTCH* MENGGUNAKAN *MACHINE LEARNING***

Oleh

Dany Syauqi Nazhif

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia Kampus Purwakarta

© Dany Syauqi Nazhif 2025

Universitas Pendidikan Indonesia

Juli 2025

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak
ulang, difotokopi atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

Dany Syauqi Nazhif

**PENGEMBANGAN MODEL PREDIKSI NILAI RPM UNTUK
MENCEGAH *SLIP CLUTCH* MENGGUNAKAN *MACHINE LEARNING***

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Mahmudah Salwa Gianti, S.Si., M.Eng.

NIP. 920210919960408201

Pembimbing II



Diky Zakaria, S.Pd., M.T.

NIP. 920211019931203101

Mengetahui,
Ketua Program Studi Mekatronika dan Kecerdasan Buatan



Dewi Indriati Hadi Putri, S.Pd., M.T.

NIP. 920190219900126201

PENGEMBANGAN MODEL PREDIKSI NILAI RPM UNTUK MENCEGAH *SLIP CLUTCH* MENGGUNAKAN *MACHINE LEARNING*

Dany Syauqi Nazhif (2101034)

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan model prediksi *Revolutions Per Minute* (RPM) untuk mencegah *slip clutch* pada kendaraan menggunakan algoritma *eXtreme Gradient Boosting* (XGBoost). *Slip clutch* merupakan kondisi di mana terjadi perbedaan signifikan antara putaran mesin dan kecepatan kendaraan, yang dapat menimbulkan penurunan performa, peningkatan konsumsi bahan bakar, dan kerusakan komponen transmisi. Pencegahan *slip clutch* memerlukan sistem *monitoring* dan prediksi RPM yang andal, sehingga potensi slip dapat diidentifikasi lebih awal dan pengemudi dapat mengambil tindakan korektif. Data diperoleh dari perangkat IoT Teltonika FMC003 pada Daihatsu Xenia 1.3R CVT 2022 melalui port OBD-II, meliputi torsi, kecepatan, *horsepower*, *engine load*, dan RPM. Proses penelitian dimulai dengan *data cleaning* untuk menghilangkan *noise*, dilanjutkan dengan analisis eksplorasi guna memahami pola hubungan antar variabel. Model XGBoost kemudian dilatih menggunakan *hyperparameter tuning* untuk mengoptimalkan performa prediksi. Evaluasi model dilakukan menggunakan metrik *Root Mean Square Error* (RMSE), *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), serta koefisien determinasi (R^2). Hasil menunjukkan model memiliki akurasi tinggi (R^2 0,9983; RMSE 20,04; MAPE 0,98%) dan mampu memprediksi RPM dalam data 1 jam berkendara. Sistem ini berpotensi menjadi *early warning* untuk mencegah *slip clutch* serta mendukung *predictive maintenance* berbasis data *real-time*. Implementasi model ini diharapkan dapat diaplikasikan pada berbagai jenis kendaraan transmisi otomatis untuk meningkatkan keselamatan, efisiensi bahan bakar, dan umur pakai komponen transmisi.

Kata Kunci: RPM, *slip clutch*, *machine learning*, XGBoost, IoT

DEVELOPMENT OF A RPM VALUE PREDICTION MODEL TO PREVENT CLUTCH SLIP USING MACHINE LEARNING

Dany Syauqi Nazhif (2101034)

ABSTRACT

This study develops a Revolutions Per Minute (RPM) prediction model to prevent slip clutch in vehicles using the eXtreme Gradient Boosting (XGBoost) algorithm. Slip clutch is a condition where there is a significant difference between engine speed and vehicle speed, which can cause decreased performance, increased fuel consumption, and damage to transmission components. Preventing clutch slippage requires a reliable RPM monitoring and prediction system, so that potential slippage can be identified early and the driver can take corrective action. Data was obtained from the Teltonika FMC003 IoT device on the 2022 Daihatsu Xenia 1.3R CVT via the OBD-II port, including torque, speed, engine load, and RPM. The research process began with data cleaning to remove noise, followed by exploratory analysis to understand the relationship patterns between variables. The XGBoost model was then trained using hyperparameter tuning to optimize predictive performance. Model evaluation was carried out using the Root Mean Square Error (RMSE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE), and coefficient of determination (R^2) metrics. The results showed the model had high accuracy (R^2 0.9983; RMSE 20.04; MAPE 0.98%) and was able to predict RPM up to 1 hour in advance. This system has the potential to provide early warning to prevent clutch slippage and support predictive maintenance based on real-time data. This model is expected to be applicable to various types of automatic transmission vehicles to improve safety, fuel efficiency, and transmission component lifespan.

Keywords: RPM, slip clutch, machine learning, XGBoost, IoT

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I LATAR BELAKANG.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Penelitian	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.5.1 Manfaat Teoritis	6
1.5.2 Manfaat Praktis	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 RPM	7
2.1.1 Tachometer Instrumen Pengukuran RPM	7
2.1.2 Persamaan Fisika Terhadap RPM	8
2.2 <i>Horse Power</i>	10
2.3 Torsi.....	12
2.4 Kecepatan.....	13
2.5 <i>Engine Load</i>	14
2.6 Daihatsu Xenia	15
2.7 <i>Slip Clutch</i>	16

2.8 Teknologi Akuisisi Data	18
2.8.1 OBD-II	18
2.8.2 Teltonika FMC003	20
2.8.3 CAN Bus	22
2.9 <i>Machine Learning</i>	23
2.10 <i>Pre-Processing</i> Data.....	24
2.10.1 <i>Data Cleaning</i>	24
2.10.2 <i>Exploratory Data Analysis (EDA)</i>	25
2.11 <i>eXtreme Gradient Boosting</i>	26
2.12 Evaluasi Metrik Algoritma Model	29
BAB III METODE PENELITIAN.....	31
3.1 Jenis Penelitian.....	31
3.2 Variabel Penelitian	31
3.2.1 Variabel dari Hasil Pengukuran.....	32
3.2.2 Variabel dari Hasil Perhitungan	32
3.3 Perangkat dan Komponen Penelitian	32
3.3.1 Perangkat Keras	32
3.3.2 Perangkat Lunak.....	33
3.4 Rancangan Sistem <i>Monitoring</i>	34
3.4.1 Instalasi IoT Teltonika FMC003	34
3.4.2 Arsitektur Sistem <i>Monitoring</i>	37
3.5 Penentuan <i>Slip Clutch</i> Berdasarkan <i>Threshold</i>	38
3.6 Tahapan Analisis Data.....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
4.1 Hasil	42
4.1.1 Hasil Akuisisi dan Integrasi Data.....	42
4.1.2 Hasil Perhitungan <i>Horsepower</i>	45
4.1.3 <i>Pre-Processing</i> Data	46
4.1.4 <i>Splitting</i> Data.....	55
4.1.5 <i>Extreme Gradient Boosting</i>	55
4.1.6 Hasil Uji Prediktif Model terhadap Data 1 Jam Berkendara.....	58

4.1.7 Hasil Area yang Mengalami <i>Slip Clutch</i>	59
4.2 Pembahasan.....	59
4.2.1 Interpretasi Hasil Akuisisi dan Integrasi Data.....	59
4.2.2 Evaluasi <i>Pre-processing</i> Data	60
4.2.3 Analisis Performa Model XGBoost	60
4.2.4 Analisis rentang RPM yang mengalami <i>Slip Clutch</i>	60
4.2.4 Intepretasi Prediksi Model Terhadap Data Berkendara Dalam 1 Jam ..	61
4.2.5 Pencegahan <i>Slip Clutch</i> Menggunakan Prediksi RPM	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN.....	69
RIWAYAT HIDUP PENULIS	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Keterangan rumus kecepatan angular dan satuan	8
Tabel 2. 2 Spesifikasi Teknikal Mesin Daihatsu Xenia 1.3R CVT	15
Tabel 2. 3 Spesifikasi Teknikal Transmisi Daihatsu Xenia 1.3R CVT.....	15
Tabel 2. 4 OBD-II Interface Support	21
Tabel 2. 5 Metode Analisis dan Visualisasi Eksploratif	26
Tabel 2. 6 Metrik Evaluasi Regresi	29s
Tabel 3. 1 Metrik Variabel	32
Tabel 4. 1 Hasil Pengambilan Data	42
Tabel 4. 2 Cek Missing Value	47
Tabel 4. 3 Hasil Statistik Deskriptif Variabel	47
Tabel 4. 4 Ringkasan Perhitungan dan Interpretasi <i>Outlier</i> pada Data RPM	49
Tabel 4. 5 Hyperparameter tuning model XGBoost	55
Tabel 4. 6 Hyperparameter tuning model XGBoost yang diperoleh	56
Tabel 4. 7 Evaluasi model.....	56
Tabel 4. 8 Perbandingan Mean RMSE, Std RMSE dan Mean <i>R</i> ²	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Tachometer</i>	7
Gambar 2. 2 Kuda memutar poros kincirSumber: Getty (Classicscras, 2021).....	10
Gambar 2. 3 Performance characteristics ofgasoline and diesel engines	11
Gambar 2. 4 Dimensi <i>port female</i> OBD--II.....	19
Gambar 2. 5 Teltonika FMC003	20
Gambar 2. 6 Dimensi Teltonika FMC003	21
Gambar 2. 7 Tahapan proses Machine Learning	23
Gambar 2. 8 Konsep Gradient Boosting Decision Tree (GBDT).....	27
Gambar 2. 9 Ilustrasi XGBoost	28
Gambar 3. 1 Flowchart Sistem Monitoring	34
Gambar 3. 2 Pemasangan SIM <i>Card</i> Teltonika FMC003	34
Gambar 3. 3 Posisi OBD-II pada Daihatsu Xenia 1.3R CVT	35
Gambar 3. 4 Pemasangan Teltonika FMC003 di Xenia	35
Gambar 3. 5 Konfigurasi Teltonika <i>Configurator</i>	36
Gambar 3. 6 Verifikasi pengiriman data pada cloud server Flespi	36
Gambar 3. 7 Diagram Blok IoT.....	37
Gambar 3. 8 Flowchart penentuan Threshold Clutch Slip	38
Gambar 3. 9 Diagram Alir Penelitian	39
Gambar 4. 1 <i>Monitoring</i> dari Teltonika <i>Configurator</i>	43
Gambar 4. 2 <i>Monitoring</i> Data dari Flespi.....	44
Gambar 4. 3 GET data dari <i>RestAPI</i>	45
Gambar 4. 4 Formula perhitungan horsepower di Microsoft Excel	46
Gambar 4. 5 Distribusi Data Variabel RPM	48
Gambar 4. 6 Box Plot <i>outliers</i> RPM.....	50
Gambar 4. 7 Histogram Variabel Bebas	51
Gambar 4. 8 Boxplot Variabel Bebas	52
Gambar 4. 9 Heatmap Korelasi Spearman	53
Gambar 4. 10 Scatter Plot Variabel Bebas vs RPM.....	54
Gambar 4. 11 Perbandingan Cross Validation model default vs hyperparameter tuning	57
Gambar 4. 12 Prediksi RPM 1 jam berkendara	58
Gambar 4. 13 Scatter Plot Speed vs RPM dengan status clutch.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. SK Pembimbing Skripsi	69
Lampiran 2. Kartu Bimbingan Skripsi	71
Lampiran 3. Hasil Turnitin	73
Lampiran 4. Konfigurasi alat dan testing	80
Lampiran 5. Instalasi perangkat pada Daihatsu Xenia 1.3R CVT tahun 2022	80
Lampiran 6. Dokumentasi bersama lead project dan tim PT. XYZ	81

DAFTAR PUSTAKA

- Andreica, G. R., Tabacar, G. L., Zinca, D., Ivanciu, I. A., & Dobrota, V. (2024). *Denial of Service Attack Prevention and Mitigation for Secure Access in IoT GPS-based Intelligent Transportation Systems*.
- Andreica, G., Stangu, C., Ivanciu, I., Zinca, D., & Dobrota, V. (2023). *Electronics and Telecommunications SECURE ACCESS WITH TELTONIKA GPS TRACKING DEVICES FOR INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS Electronics and Telecommunications*. 63(1), 12–17.
- Asbanu, E. S. I. (2024). *Tinjauan Filsafat Sains pada Konsep Horsepower dalam Pembelajaran Fisika*. 5(1), 35–41. <https://jsr.unuha.ac.id/index.php/u-teach>
- Ayu, P., Setiawan, C., Ayu, I., Giriantari, D., Learning, D., Anomali, D., Kontroler, J. A., Listrik, K., & Jam, O. (2025). *Tinjauan Literatur: Deteksi Anomali Berbasis Analisis Waktu pada CAN Bus Kendaraan Listrik Literature Review: Timing Analysis Based Anomaly Detection on Electric Vehicle CAN Bus*. 6.
- B. Bonsen, R. J. P. (2005). *Implementation of a slip controlled CVT in a production vehicle*. 1212–1217. <https://doi.org/10.1109/cca.2005.1507296>
- Bachtillah, A., & Prattinaja, D. P. (2023). Pengaruh Kualitas Produk dan Citra Merek Terhadap Keputusan Pembelian Mobil Xenia di Dealer Daihatsu Lippo Cikarang. *Judicious*, 4(2), 340–350. <https://doi.org/10.37010/jdc.v4i2.1481>
- Chairani, L., Usman, Y. V., & Hidayah, N. Y. (2015). Faktor Penyebab Kerusakan Sistem Mesin Pada Bus APTB PPD. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 14(1), 36–46.
- Chen, S. H., Pan, J. S., & Lu, K. (2015). Driving behavior analysis based on vehicle OBD information and adaboost algorithms. *Lecture Notes in Engineering and Computer Science*, 1, 102–106.
- Chen, T., & Guestrin, C. (2016). XGBoost: A scalable tree boosting system. *Proceedings of the ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 13-17-Aug, 785–794. <https://doi.org/10.1145/2939672.2939785>
- Darmana, T., & Sya'ban, W. (2019). Rancang Bangun Alat Ukur Kecepatan Putaran Motor Dan Pendeteksi Kestabilan Putaran Pada Porosnya. *Rancang Bangun Alat Ukur Kecepatan Putaran Motor Dan Pendeteksi Kestabilan Putaran Pada Porosnya*, 7(1), 71–76.
- Diaz, I., Nugroho, R., & Trisna, M. D. (2024). *AN IMPLEMENTATION OF XGBOOST AND RANDOM FOREST ALGORITHM TO ESTIMATE EFFECTIVE POROSITY AND PERMEABILITY ON WELL LOG DATA AT FAJAR FIELD , SOUTH SUMATERA BASIN ,. 14(2)*, 271–280.
- Dong, P., Wu, S., Guo, W., Xu, X., Wang, S., & Liu, Y. (2020). Coordinated clutch slip control for the engine start of vehicles with P2-hybrid automatic

- transmissions. *Mechanism and Machine Theory*, 153. <https://doi.org/10.1016/j.mechmachtheory.2020.103899>
- Gillespie, T. D. (1992). *Fundamentals of Vehicle Dynamics*.
- Hafidhoh, N., Atmaja, A. P., Syaifuddiin, G. N., Sumafta, I. B., Pratama, S. M., & Khasanah, H. N. (2024). Machine Learning untuk Prediksi Kegagalan Mesin dalam Predictive Maintenance System. *Jurnal Masyarakat Informatika*, 15(1), 56–66. <https://doi.org/10.14710/jmasif.15.1.63641>
- Hibbeler, R. C., & Hall, P. (2010). *Dynamics Twelfth Edition*. www.pearsonhighered.com
- Jonathan, M., Elektro, F. T., Telkom, U., Purnama, I., Elektro, F. T., Telkom, U., Indonesia, B., Rusdinar, A., Elektro, F. T., Telkom, U., & Network, C. A. (2024). *Implementasi Komunikasi CAN-Bus Pada Sistem Propulsi Dalam Rancang Bangun EV CAN Simulator*. 11(5), 5592–5594.
- Khan, A., Ali, M. H., Haque, M. F., & Habib, M. T. (2022). A Machine Learning Approach for Driver Identification Based on CAN-BUS Sensor Data. *Cornell University*.
- Lintas, L., Pengemudi, P., Di, M., Mendalo, D., Budiman, M. Z., Arief, M., Mutawaqil, M. I., & Dani, R. (2024). *Analisis Kebutuhan Alat Driver Monitoring System Untuk Mengurangi Resiko Kecelakaan Analysis of Driver Monitoring System Tool Needs to Reduce the Risk of Traffic Accidents for Maxim Drivers in Mendalo Darat*. 3(2), 80–85.
- Muslim Karo Karo, I. (2020). Implementasi Metode XGBoost dan Feature Importance untuk Klasifikasi pada Kebakaran Hutan dan Lahan. *Journal of Software Engineering, Information and Communication Technology*, 1(1), 11–18.
- Muttaqin, Wahyu Wijaya Widiyanto, M. M., Green Ferry Mandias, Stenly Richard Pungus, A. W., Wiranti Kusuma Hapsari, S. A. H., Aslam Fatkhudin, Pasnur, E. F. B., & Mochammad Anshori, Suryani, N. S. (2023). *Pengenalan Data Mining* (Nomor July).
- Nazara, K. Y. (2022). Perancangan Smart Predictive Maintenance untuk Mesin Produksi. *Seminar Nasional Official Statistics*, 2022(1), 691–702. <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2022i1.1575>
- Noh, D., Kim, S., Kim, Y., & Jang, J. (2017). Lubricant flow analysis for effective lubrication of tractor forward/reverse clutch. *Heliyon*, 3(4), e00295. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2017.e00295>
- Nugraha, A. C., & Irawan, M. I. (2023). Komparasi Deteksi Kecurangan pada Data Klaim Asuransi Pelayanan Kesehatan Menggunakan Metode Support Vector Machine (SVM) dan Extreme Gradient Boosting (XGBoost). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 12(1). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v12i1.107032>

- Rahman, M. D., Wigraha, N. A., & Widayana, G. (2019). Pengaruh Ukuran Katup Terhadap Torsi Dan Daya Pada Sepeda Motor Honda Supra Fit. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 5(3), 45–54. <https://doi.org/10.23887/jjtm.v5i3.20283>
- Rayadin, M. A., Musaruddin, M., & Saputra, R. A. (2024). *Implementasi Ensemble Learning Metode XGBoost dan Random Forest untuk Prediksi Waktu Penggantian Baterai Aki*. 5(2), 111–119.
- Revanza, I., & Prihadianto, B. D. (2025). *ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN TRANSMISI DUMP TRUCK LGMG CMT 96 DT 060-032 DI PT ANSAF INTI RESOURCES*. 2, 27–35. <https://doi.org/10.22146/jtrab.v2i1.14179>
- Saputro, M. F., Ardianto Priramadhi, R., & Darlis, D. (2021). Perancangan Dan Implementasi Perangkat Pemindai Portabel on-Board Diagnostic-Ii Pada Kendaraan Roda Empat Berbasis Mikrokontroler Design and Implementation of on-Board Diagnostic-Ii Portable Scanner Device on Four Wheel Vehicle Based on Microcontroller. *e-Proceeding of Engineering*, 8(1), 65–72. <http://www.obdii.com/connector.html>
- Septiandes, A., Lapisa, R., & Putra, D. S. (2020). Rancang Bangun Rpm-Meter Sepeda Motor Injeksi dengan Sensor Induksi. *AEEJ: Journal of Automotive Engineering and Vocational Education*, 1(1), 39–48. <https://doi.org/10.24036/aej.v1i1.6>
- Siddhanta, S., Ajay, S., & Anand, S. D. (2021). *Driving Analysis for load and fuel consumption using OBD II diagnostics*. 4, 2006.
- Singh, S. K., & Sharma, A. (2025). *Revving up insights : machine learning-based classification of OBD II data and driving behavior analysis using g-force metrics*. 14(3), 2188–2197. <https://doi.org/10.11591/eei.v14i3.9398>
- Temporelli, R., Boisvert, M., & Micheau, P. (2018). Accurate Clutch Slip Controllers during Vehicle Steady and Acceleration States. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, 23(5), 2078–2089. <https://doi.org/10.1109/TMECH.2018.2867281>
- Usman, S., & Syam, R. F. (2024). *Predictive Sparepart Maintenance Menggunakan Algoritma Machine Learning Extreme Gradient Boosting Regressor*. 5(2), 249–258.
- Venica, L., Nurhikam, Ayyas, M., & Wahid, M. R. (2024). *Menjelajahi Dunia Machine Learning*. PENAMUDA MEDIA.
- Verma, M. E., Bridges, R. A., Sosnowski, J. J., Hollifield, S. C., & Iannaccone, M. D. (2021). CAN-D: A Modular Four-Step Pipeline for Comprehensively Decoding Controller Area Network Data. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 70(10), 9685–9700. <https://doi.org/10.1109/TVT.2021.3092354>