

**Klasifikasi Kebaruan Pelumas Mesin Menggunakan
Spektrofotometer dengan Metode *Machine Learning***

SKRIPSI

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains**



**Rahmah Hanifah
1306621065**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2025**

ABSTRAK

RAHMAH HANIFAH. Klasifikasi Kebaruan Pelumas Mesin Menggunakan Spektrofotometer dengan *Machine Learning*. Dibawah bimbingan Dr. rer. nat Bambang Heru Iswanto, M.Si. dan Fachriza Fathan, M.Si.

Klasifikasi pelumas yang akurat sangat penting untuk menjaga kinerja mesin dan memperpanjang umur komponen mekanis, terutama dalam aplikasi yang memerlukan kontrol kualitas yang cepat dan hemat biaya. Penelitian ini menginvestigasi penggunaan spektrofotometri, dengan memanfaatkan spektrofotometer yang digabungkan dengan algoritma *Machine Learning* untuk mengklasifikasikan pelumas baru dan bekas berdasarkan pola absorbansi spektral mereka. Data spektral yang dikumpulkan menggunakan spektrofotometer diproses melalui teknik seperti pembersihan berbasis filter, *Principal Component Analysis* (PCA) untuk reduksi dimensi, dan pemilihan fitur untuk mengidentifikasi fitur yang paling relevan. Algoritma yang diterapkan antara lain *Random Forest*, *Support Vector Machine*, *K-Nearest Neighbors*, dan *Naïve Bayes*, dengan *Random Forest* dan KNN mencapai akurasi tertinggi. Model yang dikembangkan menunjukkan tingkat akurasi rata-rata 100%, membuktikan kemampuan model dalam membedakan pelumas baru dan bekas berdasarkan pola absorbansi yang berbeda. Penelitian ini membuktikan potensi penggabungan analisis spektrofotometri dengan *Machine Learning* untuk menawarkan solusi yang hemat biaya dan dapat diandalkan dalam pemantauan kualitas pelumas di industri otomotif, dengan deteksi kondisi pelumas yang tepat waktu sangat penting untuk efisiensi dan umur panjang mesin.

Kata kunci. *Klasifikasi, Spektrofotometri, Pelumas Mesin, Machine Learning*

ABSTRACT

RAHMAH HANIFAH. Classification of New Engine Oil Using Spectrophotometer with Machine Learning. Machine Learning Supervised by Dr. rer. nat Bambang Heru Iswanto, M.Si., and Fachriza Fathan, M.Si.

Accurate classification of engine oils is crucial for maintaining machine performance and extending the lifespan of mechanical components, particularly in applications requiring rapid and cost-effective quality control. This study investigates the use of spectrophotometry, utilizing a spectrophotometer combined with Machine Learning algorithms to classify new and used engine oils based on their spectral absorbance patterns. Spectral data collected using the spectrophotometer are processed through techniques such as filter-based cleaning, Principal Component Analysis (PCA) for dimensionality reduction, and feature selection to identify the most relevant features. Algorithms applied include *Random Forest*, Support Vector Machine, K-Nearest Neighbors, and Naïve Bayes, with *Random Forest* and KNN achieving the highest accuracy. The developed model demonstrates an average accuracy rate of 100%, proving its ability to distinguish between new and used engine oils based on their differing absorbance patterns. This research demonstrates the potential of combining spectrophotometric analysis with Machine Learning to offer a cost-effective and reliable solution for engine oil quality monitoring in the automotive industry, where timely detection of engine oil conditions is crucial for efficiency and the longevity of machines.

Keywords. Classification, Spectrophotometry, Engine Oil, Machine Learning

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

KLASIFIKASI KEBARUAN PELUMAS MESIN MENGUNAKAN SPEKTROFOTOMETER DENGAN METODE MACHINE LEARNING

Nama : Rahmah Hanifah
No. Registrasi : 1306621065

	Nama	Tanggal
Penanggung Jawab		
Dekan	: Dr. Hadi Nasbey, S.Pd., M.Si. NIP. 197909162005011004	13/8 2025
Wakil Penanggung Jawab		
Wakil Dekan I	: Dr. Meiliasari, S.Pd., M.Sc. NIP. 197905042009122002	13/8 2025
Ketua	: Dr. Widyaningrum Indrasari, M.Si. NIP. 198011192008012007	31/7 2025
Sekretaris	: Muhammad Nur Farizky, M.Si. NIP. 199408272025061004	31/7 2025
Anggota		
Pembimbing I	: Dr.rer.nat. Bambang Heru Iswanto, M.Si. NIP. 196804011994031002	31/7 2025
Pembimbing II	: Fachriza Fathan, M.Si. NIP. 199203102024061002	31/7 2025
Penguji	: Haris Suhendar, S.Si., M.Sc NIP. 199404282022031006	31/7 2025

Dinyatakan lulus ujian skripsi tanggal 28 Juli 2025.

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“Klasifikasi Kebaruan Pelumas Mesin Menggunakan Spektrofotometer dengan *Machine Learning*”** yang disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dari Program Studi Fisika Universitas Negeri Jakarta adalah karya ilmiah saya dengan arahan dari dosen pembimbing.

Sumber informasi yang diperoleh dari penulis lain yang telah dipublikasikan yang disebutkan dalam teks skripsi ini, telah dicantumkan dalam Daftar Pustaka sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah. Jika dikemudian hari ditemukan sebagian besar skripsi ini bukan hasil karya saya sendiri dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sanding dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Jakarta, 22 Juli 2025



Rahmah Hanifah



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Rahmah Hanifah
NIM : 1306621065
Fakultas/Prodi : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam / Fisika
Alamat email : Rahmahhanifah7332@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Klasifikasi Kebaruan Pelumas Mesin Menggunakan Spektrofotometer dengan
Metode Machine Learning

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 28 Agustus 2015

Penulis

(Rahmah Hanifah)
nama dan tanda tangan

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, pertolongan, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Klasifikasi Kebaruan Pelumas Mesin Menggunakan Spektrofotometer dengan *Machine Learning*”** Skripsi ini ditulis dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat diselesaikan berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis berterima kasih kepada seluruh pihak yang secara langsung dan tidak langsung telah memberikan kontribusi, saran, dan masukkan dalam penyelesaian skripsi ini. Secara khusus penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr.rer.nat Bambang Heru Iswanto, M.Si., selaku dosen pembimbing pertama yang telah membantu, membimbing, memotivasi, memberikan saran serta wawasan dan ilmu kepada penulis hingga skripsi ini selesai.
2. Fachriza Fathan, M.Sc., selaku dosen pembimbing kedua yang telah membantu, membimbing, membantu, memotivasi, memberikan saran serta wawasan dan ilmu kepada penulis hingga skripsi ini selesai.
3. Dr. Teguh Budi Prayitno, M.Si., selaku Koordinator Program Studi Fisika FMIPA Universitas Negeri Jakarta.
4. Mamak Wiriyanti dan Bapak Muhamad Alim selaku orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan material, moral, dan spiritual serta mencurahkan segala kasih sayangnya kepada penulis.
5. Rizka Alwiyanti, Edi Nuryanto, Rangga Erlangga, Rifki Alwi Hidayat dan Husna Nursyifa selaku saudara penulis yang selalu mendoakan, mendukung, dan menghibur penulis.
6. Chairunisa Nurul Sadiah, Annisa Putri Arianti, Annisa Khoiru Rizqi, Sekar Ayu Sulistiowati serta Greice Simbolon yang telah menjadi teman seperjuangan dalam mengerjakan berbagai proyek selama masa perkuliahan.

7. Diah Mawarni, Ida Fauziyah, dan Hidayah Nur Safitri sebagai orang yang selalu menghibur dan menjadi *peace facilitator* penulis.
8. Teman-teman seperbimbingan penulis yang selalu menguatkan dan menenangkan selama proses pengerjaan.
9. Teman-teman Fisika UNJ angkatan 2021 yang telah berbagi pengetahuan, cerita, dan dukungan kepada penulis, khususnya teman-teman satu bimbingan.
10. Soobin, seluruh member TXT, Zhang Linghe, dan Usman Arrumy yang karyanya menemani proses penulisan ini.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini.

Tidak ada yang dapat penulis berikan kecuali doa yang tulus dan terima kasih. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat kekurangan, karena keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan dan penyempurnaan penelitian-penelitian selanjutnya.

Jakarta, 22 Juli 2025

Rahmah Hanifah

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
A. Gelombang Cahaya	7
B. Spektrofotometer	14
1. Prinsip kerja spektrofotometer	14
2. Jenis-jenis spektrofotometer	16
C. Pelumas Mesin	20
D. <i>Machine Learning</i>	23
1. Konsep <i>Machine Learning</i>	23
2. Klasifikasi dalam <i>Machine Learning</i>	25
3. Model <i>Machine Learning</i>	29
E. Penelitian Relevan	36
F. Kerangka Berpikir	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	40
A. Tempat dan Waktu Penelitian	40
B. Metode Penelitian	40
1. Alat dan Bahan Penelitian	41

2. Prosedur Penelitian.....	46
C. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data	58
1. Teknik Pengumpulan Data	58
2. Teknik Analisis Data	59
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	63
A. Data Penelitian	63
B. Hasil Preprocessing dan PCA	69
C. Performa Model <i>Machine Learning</i>	71
D. Analisis <i>Feature Importance</i>	88
E. Pembahasan.....	93
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	96
A. Kesimpulan	96
B. Saran	96
DAFTAR PUSTAKA	97
LAMPIRAN.....	104
RIWAYAT HIDUP.....	106

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Panjang gelombang dalam spektrum elektromagnetik	9
Gambar 2.2 Transmisi cahaya melalui larutan sampel dalam kuvet.....	11
Gambar 2.3 Prinsip kerja spektrofotometer	13
Gambar 2.4 Fungsi pelumas mesin motor.....	21
Gambar 2.5 Hubungan artificial intelligence, machine learning, dan deep learning.....	23
Gambar 2.6 Perbedaan supervised dengan unsupervised	28
Gambar 2.7 Arsitektur algoritma <i>Random Forest</i>	29
Gambar 2.8 Algoritma <i>Naïve Bayes</i>	31
Gambar 2.9 Algoritma <i>K-Nearest Neighbour</i> (KNN)	33
Gambar 2.10 Klasifikasi SVM.....	35
Gambar 2.11 Diagram alir kerangka berpikir.....	38
Gambar 3.1 Alat dan bahan dalam penelitian	41
Gambar 3.2 Spektrofotometer optik berbasis <i>webcam</i>	42
Gambar 3.3 Diagram alir penelitian	46
Gambar 3.4 Sampel pelumas bekas.....	49
Gambar 3.5 Proses akuisisi data.....	51
Gambar 3.6 GUI spektrofotometer.....	51
Gambar 3.7 Diagram alir klasifikasi.....	56
Gambar 4.1 Grafik intensitas pelumas baru.....	63
Gambar 4.2 Grafik intensitas pelumas bekas (a)500km, (b)1000km, (c)1500km, (d)2000km	66
Gambar 4.3 Grafik absorbansi pelumas A dan B (a)baru, (b)500km, (c)1000km, (d)1500km, (e)2000km	67
Gambar 4.4 (a) PCA per kategori (b) PCA pelumas baru dan bekas	70
Gambar 4.5 <i>Decision boundary Random Forest</i> (a)25 fitur, (b)seluruh fitur	75
Gambar 4.6 <i>Decision boundary Naïve Bayes</i> (a)25 fitur, (b)seluruh fitur.....	80
Gambar 4.7 <i>Decision boundary KNN</i> (a)25 fitur, (b)seluruh fitur.....	83
Gambar 4.8 <i>Decision boundary SVM</i> (a)25 fitur, (b)seluruh fitur.....	87
Gambar 4.9 (a) <i>Boxplot mean</i> , (b) <i>boxplot standar deviasi</i> , (c) <i>boxplot skewness</i> , (d) <i>boxplot kurtosis</i> , (e) <i>boxplot min</i> , (f) <i>boxplot max</i> , (g) <i>boxplot range</i> , dan (h) <i>boxplot median</i> dari pelumas baru dan bekas.	88
Gambar 4.10 AUC absorbansi sampel.....	90
Gambar 4.11 Fitur teratas dalam klasifikasi pelumas	91
Gambar 4.12 Absorbansi pelumas berdasarkan panjang gelombang penting	92

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rentang panjang gelombang dan warna cahaya tampak.....	8
Tabel 2.2 Intensitas cahaya dari berbagai jenis lampu.....	14
Tabel 2.3 Jenis-jenis pelumas mesin.....	22
Tabel 2.4 Tahapan dalam proses klasifikasi	28
Tabel 3.1. Spesifikasi Spektrofotometer	41
Tabel 3.2 Spesifikasi laptop	43
Tabel 3.3 Spesifikasi pelumas.....	44
Tabel 3.4 Bahan penelitian.....	45
Tabel 3.5 Desain pengambilan data	50
Tabel 3.6 Konfigurasi <i>GridSearchCV</i> tiap model	56
Tabel 3.7 Konfigurasi <i>confusion matrix</i>	61
Tabel 4.1 Deskripsi data.....	63
Tabel 4.2 Jumlah data sampel	64
Tabel 4.3 Hasil pelatihan model RF.....	72
Tabel 4.4 Parameter RF.....	73
Tabel 4.5 Evaluasi model RF	74
Tabel 4.6 <i>Confusion matrix</i> RF	75
Tabel 4.7 Pelatihan model NB	77
Tabel 4.8 Evaluasi model NB	78
Tabel 4.9 <i>Confusion matrix</i> NB	79
Tabel 4.10 Pelatihan model KNN	81
Tabel 4.11 Parameter KNN.....	82
Tabel 4.12 Evaluasi model KNN	82
Tabel 4.13 <i>Confusion matrix</i> KNN	83
Tabel 4.14 Hasil pelatihan model SVM.....	84
Tabel 4.15 Parameter SVM.....	85
Tabel 4.16 Evaluasi model SVM	85
Tabel 4.17 <i>Confusion matrix</i> SVM	86
Tabel 4.18 Komparasi antarmodel <i>machine learning</i>	87
Tabel 4.19 Perbandingan akurasi dan metode klasifikasi pelumas.....	93
Tabel 4.20 Perbandingan panjang gelombang dominan dan metode seleksi fitur.....	94

DAFTAR SINGKATAN

AAS	: <i>Atomic Absorption Spectroscopy</i>
AI	: <i>Artificial Intelligence</i>
AM	: <i>Amplitude Modulation</i>
ANN	: <i>Artificial Neural Network</i>
API	: <i>American Petroleum Institute</i>
ATR	: <i>Attenuated Total Reflectance</i>
ATR-FTIR	: <i>Attenuated Total Reflectance Fourier-Transform Infrared</i>
AUC	: <i>Area Under Curve</i>
CC	: <i>Correlation Coefficient</i>
CCD	: <i>Charge-Coupled Device</i>
CFL	: <i>Compact Fluorescent Lamp</i>
CMOS	: <i>Complementary Metal-Oxide-Semiconductor</i>
CNN	: <i>Convolutional Neural Network</i>
COM	: <i>Communication Port (daftar port serial)</i>
CSV	: <i>Comma-Separated Values</i>
DL	: <i>Deep Learning</i>
DVD	: <i>Digital Versatile Disc</i>
EM	: <i>Elektromagnetik</i>
FM	: <i>Frequency Modulation</i>
FN	: <i>False Negative</i>
FP	: <i>False Positive</i>
FTIR	: <i>Fourier-Transform Infrared</i>
GUI	: <i>Graphical User Interface</i>
ICP OES	: <i>Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy</i>
IP	: <i>Internet Protocol</i>
IR	: <i>Infrared</i>
JASO	: <i>Japanese Automotive Standards Organization</i>
KNN	: <i>K-Nearest Neighbors</i>
LDA	: <i>Linear Discriminant Analysis</i>
LED	: <i>Light-Emitting Diode</i>
ML	: <i>Machine Learning</i>
MLP	: <i>Multilayer Perceptron</i>
NB	: <i>Naïve Bayes</i>
NIR	: <i>Near-Infrared</i>
OPLS-DA	: <i>Orthogonal Partial Least Squares Discriminant Analysis</i>
PCA	: <i>Principal Component Analysis</i>
LDA	: <i>Principal Component Analysis – Linear Discriminant Analysis</i>
QDA	: <i>Principal Component Analysis – Quadratic Discriminant Analysis</i>
PSVM	: <i>Principal Component Analysis – Support Vector Machine</i>
PETG	: <i>Polyethylene Terephthalate Glycol</i>
PLS-DA	: <i>Partial Least Squares Discriminant Analysis</i>
RF	: <i>Random Forest</i>
RMSE	: <i>Root Mean Square Error</i>
RMSEP	: <i>Root Mean Square Error of Prediction</i>

ROI	: <i>Region Of Interest</i>
SAE	: <i>Society of Automotive Engineers</i>
SHAP	: <i>SHapley Additive exPlanation</i>
SOM	: <i>Self-Organizing Map</i>
SSH	: <i>Secure Shell</i>
SVM	: <i>Support Vector Machine</i>
TN	: <i>True Negative</i>
TP	: <i>True Positive</i>
UV	: <i>Ultraviolet</i>
UV- Vis	: <i>Ultraviolet Visible</i>
XGBoost	: <i>Extreme Gradient Boosting</i>

