

SKRIPSI

ANALISIS KLASIFIKASI PENANGANAN KERUSAKAN JALAN MENGGUNAKAN *MACHINE LEARNING*

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh
gelar Ahli Sarjana Terapan Transportasi



Disusun oleh:

AULIA FATMA CAHYA DINI

20011035

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA SISTEM TRANSPORTASI JALAN
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2024**

SKRIPSI
ANALISIS KLASIFIKASI PENANGANAN KERUSAKAN
JALAN MENGGUNAKAN *MACHINE LEARNING*

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh
gelar Ahli Sarjana Terapan Transportasi



Disusun oleh:
AULIA FATMA CAHYA DINI
20011035

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA SISTEM TRANSPORTASI JALAN
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2024

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS KLASIFIKASI PENANGANAN KERUSAKAN JALAN
MENGUNAKAN *MACHINE LEARNING***

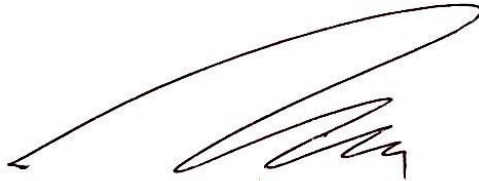
*CLASSIFICATION ANALYSIS OF ROAD DAMAGE HANDLING
USING MACHINE LEARNING*

Disusun oleh:

AULIA FATMA CAHYA DINI
20011035

Telah disetujui oleh:

Pembimbing 1



Suprpto Hadi, S.Pd., M.T.
NIP. 199112052019021002

Tanggal 29 Juni 2024

Pembimbing 2



Joko Siswanto, S.Kom., M.Kom.
NIP. 198805282019021002

Tanggal 29 Juni 2024

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS KLASIFIKASI PENANGANAN KERUSAKAN JALAN
MENGUNAKAN *MACHINE LEARNING***

*CLASSIFICATION ANALYSIS OF ROAD DAMAGE HANDLING
USING MACHINE LEARNING*

Disusun oleh:

AULIA FATMA CAHYA DINI

20011035

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal 29 Juli 2024

Ketua Sidang

Tanda tangan

Dr. Agus Budi Purwantoro, A.TD, M.T.
NIP. 19830504 200812 1 001



Penguji I

Tanda tangan

Dr. Rukman, S.H., M.M.
NIP. 195909091981031002



Penguji II

Tanda tangan

Suprpto Hadi, S.Pd., M.T.
NIP. 199112052019021002



Mengetahui,
Ketua Program Studi
Sarjana Terapan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan


Rizal Aprianto, S.T., M.T.
NIP. 199104152019021005

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aulia Fatma Cahya Dini

Nomor Taruna : 20011035

Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul "**ANALISIS KLASIFIKASI PENANGANAN KERUSAKAN JALAN MENGGUNAKAN MACHINE LEARNING**" ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah milik pihak lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali secara tertulis disitasi dalam laporan ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila skripsi ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Tegal, 29 Juni 2024

Yang Menyatakan,



Aulia Fatma Cahya Dini

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bissmillahirrohmanirrohim, Alhamdulillahirobbilalamin... Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir saya dengan sebaik-baiknya. Tugas akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya yang sangat saya cintai dan saya sayangi. Mereka lah alasan terbesar saya untuk bisa bertahan sampai titik ini, menjadi motivasi terbesar saya untuk bisa menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih untuk selalu berada disisi saya terutama dimomen dimana saya bisa belajar dengan baik, mendapat banyak pengalaman, ilmu yang bermanfaat, dan bisa menjadi pribadi yang lebih baik lagi. Tiada kata dan kalimat yang bisa menggambarkan rasa syukur saya memiliki papah dan mamah yang hebat dan bijaksana. Pah.. mah.. semoga papah dan mamah sehat selalu dan bisa ngeliat aku sukses dan izinin aku buat ngebahagiain papah dan mamah juga ya...

Saya juga sangat berterimakasih kepada kakak saya yang telah mendukung saya, serta kepada teman-teman RSTJ B, Taruni Angkatan 31, terkhusus Danti, Bela, dan Syifa yang selalu membantu, mendukung, dan menemani saya dihari-hari terberat saya mengerjakan tugas akhir ini. Terimakasih karena menjadi teman yang baik dan perhatian. Terimakasih karena kalian semua, hidup dikampus ini jadi ga berat-berat banget, walaupun panas terik hujan badai sampe nyemplung kolam tapi tetep bisa ketawa kalau bareng kalian hehe.. sukses terus ya kalian semua.. Dan yang terkahir mau berterimakasih sama diri saya sendiri karena udah keren banget bisa ngelewati proses hidup yang jungkir balik ini. Terimakasih aulia kamu keren banget!!! Semoga kamu bisa sukses terus dan bangga papah mamah ya.. proud of u <3

Sekian terimakasih.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT. yang telah memberikan karunia serta hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**ANALISIS KLASIFIKASI PENANGANAN KERUSAKAN JALAN MENGGUNAKAN *MACHINE LEARNING***". Penulisan skripsi ini tentunya banyak mengalami kendala dan hambatan namun dengan rida dari Allah SWT melalui bimbingan, dukungan dan Kerjasama dari berbagai pihak, hambatan yang dapat teratasi dengan sebaik-baiknya. Untuk itu, penulis mengucapkan rasa terimakasih kepada:

1. Ibu Firga Ariani, S.E., M.M.Tr selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan ;
2. Bapak Rizal Aprianto, S.T., M.T. Selaku Ketua Program Sarjana Terapan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan ;
3. Bapak Suprpto Hadi, S.Pd., M.T. Selaku Dosen Pembimbing 1 ;
4. Bapak Joko Siswanto, S.kom., M.kom. Selaku Dosen Pembimbing 2 ;
5. Seluruh Dosen Program Studi Rekayasa Sistem Transportasi Jalan di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan atas ilmu yang telah diberikan dan diajarkan ;
6. Orang tua dan keluarga besar yang telah memberikan doa dan motivasi, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik;
7. Kakak senior, rekan-rekan dan adik-adik junior yang telah mendukung dan membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap hasil dari skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi seluruh masyarakat dan sebagai bahan referensi untuk penelitian-penelitian berikutnya.

Tegal, 29 Juni 2024

Yang Menyatakan,



Aulia Fatma Cahya Dini

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
INTISARI	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah	4
I.3. Batasan Masalah	4
I.4. Tujuan.....	4
I.5. Manfaat	5
I.6. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1. Kecelakaan Lalu Lintas	6
II.2. Jalan	8
II.3. Jenis Perkerasan Jalan	10
II.4. Penanganan Kerusakan Jalan	13
II.5. Kerjasama Kontraktor	16
II.6. Data Mining	17

II.7.	Pembelajaran Mesin (<i>Machine Learning</i>).....	18
II.8.	<i>Preprocessing</i>	19
II.9.	<i>SMOTE</i>	20
II.10.	Metode <i>Random Forest</i>	20
II.11.	Bahasa Pemrograman Python.....	23
BAB III	METODE PENELITIAN	25
III.1.	Lokasi Penelitian	25
III.2.	Jenis Penelitian	25
III.3.	Metodologi Penelitian.....	26
III.4.	Alat dan Bahan	27
III.5.	Teknik Pengumpulan Data	28
III.6.	Teknik Analisis Data	28
III.1.1.	Input Data	28
III.2.1.	<i>Preprocessing</i>	30
III.3.1.	<i>SMOTE</i>	33
III.4.1.	<i>Clasification Random Forest</i>	34
III.5.1.	<i>Classification Final</i>	35
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	37
IV.1.	Hasil.....	37
IV.1.1.	Dataset	37
IV.2.1.	Label Data.....	38
IV.3.1.	Evaluasi Model Klasifikasi.....	42
IV.4.1.	Confusion Matrix.....	44
IV.5.1.	<i>Permutation Feature Importance</i>	45
IV.2.	Pembahasan	46
BAB V	KESIMPULAN.....	64
V.1.	Kesimpulan	64

V.2. Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Lapisan Perkerasan Aspal (Fakhli, 2023).....	11
Gambar II.2 Lapisan Perkerasan Beton (Reza, 2020).....	13
Gambar II.3 Algoritma Sederhana Random Forest (Sanjaya et al., 2020)	21
Gambar III.1 Peta Jalan Tol Cikopo-Palimanan (Maulana et al., 2021).....	25
Gambar III.2 Metode Penelitian	27
Gambar III.3 Tahap Random Forest.....	28
Gambar III.4 Google Colaboration.....	28
Gambar III.5 Menyambungkan <i>Google Colaboration</i>	29
Gambar III.6 Instal Library pada Google Colaboration.....	29
Gambar III.7 Input Dataset	30
Gambar III.8 Missing Value	30
Gambar III.9 Hasil Missing Value	30
Gambar III.10 Pemisahan Fitur dan Tabel	31
Gambar III.11 Kode Split Data.....	31
Gambar III.12 Standar Scaler	32
Gambar III.13 Hasil setelah Standard Scaler	33
Gambar III.14 Import SMOTE.....	33
Gambar III.15 Hasil setelah di SMOTE.....	34
Gambar III.16 Random Forest.....	34
Gambar III.17 Proses Pipeline	35
Gambar III.18 Pipelinefit.....	35
Gambar IV.1 Dataset Penanganan Jalan.....	38
Gambar IV.2 Laporan Klasifikasi	43
Gambar IV.3 Confusion Matrix.....	45
Gambar IV.4 Permutation Feature Importance.....	46
Gambar IV.5 Klasifikasi Perbaikan Jalan dengan Fitur Jenis Perkerasan	47
Gambar IV.6 Perkerasan Jalan Tol (Astra Toll Road, 2024)	48
Gambar IV.7 Nilai IRI Tol Cipali (Rifqi et al., 2024).....	49
Gambar IV.8 Standar Nilai IRI (Rifqi et al., 2024).....	49
Gambar IV.9 Nilai Kecepatan (Rifqi et al., 2024).....	50
Gambar IV.10 Klasifikasi Perbaikan Jalan dengan Fitur Lajur.....	50
Gambar IV.11 Klasifikasi Perbaikan Jalan dengan Fitur Tahun Perbaikan.....	53

Gambar IV.12	Klasifikasi Perbaikan Jalan dengan Fitur Lebar Segmen	55
Gambar IV.13	Klasifikasi Perbaikan Jalan dengan Fitur Kontraktor.....	56
Gambar IV.14	Klasifikasi Perbaikan Jalan dengan Fitur Jalur	58
Gambar IV.15	Klasifikasi Perbaikan Jalan dengan Fitur Panjang Segmen.....	60
Gambar IV.16	Heatmap Korelasi Fitur	62

DAFTAR TABEL

Tabel III.1 Hasil Split Data	31
Tabel IV.1 Label Panjang Segmen	39
Tabel IV.2 Label Lebar Segmen.....	39
Tabel IV.3 Label Jalur	40
Tabel IV.4 Label Lajur	40
Tabel IV.5 Label Jenis Perkerasan	40
Tabel IV.6 Label Tahun Perbaikan	40
Tabel IV.7 Label Kontraktor	41
Tabel IV.8 Label Jenis Perbaikan	41
Tabel IV.10 Data Lajur (Astra Toll Road, 2024)	51
Tabel IV.11 Spesifikasi Perkerasan (Astra Toll Road, 2024)	51
Tabel IV.9 Lajur (Rifqi et al., 2024)	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Dataset Penanganan Kerusakan Jalan Tol Cipali.....	72
Lampiran 2	Dataset Penanganan Kerusakan Jalan Tol Cipali.....	74
Lampiran 3	Dataset Penanganan Kerusakan Jalan Tol Cipali.....	75
Lampiran 4	Surat Permohonan Izin Penelitian dan Permintaan Data	76
Lampiran 5	Dokumentasi Pengambilan Data	77

INTISARI

Klasifikasi perbaikan kerusakan jalan sangat penting untuk menentukan ketepatan metode perbaikan yang paling sesuai. Data kerusakan jalan sering kali terbatas, tidak tersedia, tidak lengkap, penuh kesalahan, tidak cukup representatif, dan pelabelannya memakan waktu serta biaya yang mahal. Klasifikasi perbaikan kerusakan jalan tol dengan fitur lebar segmen, panjang segmen, lajur, jalur, tipe perkerasan, tahun perbaikan, kontraktor, dan jenis perbaikan dibutuhkan untuk melakukan pemeliharaan dan pengelolaan infrastruktur jalan tol. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat model klasifikasi penanganan kerusakan jalan dengan algoritma *Random Forest*, mengevaluasi hasil pengujian klasifikasi penanganan kerusakan jalan menggunakan *accuracy*, *precision*, *recall*, *f1-score*, dan mengklasifikasi penanganan kerusakan jalan menggunakan Algoritma *Random Forest*. Metode yang digunakan yaitu metode *machine learning* dengan pengolahan data menggunakan *Random Forest*. Hasil penelitian yaitu model klasifikasi penanganan kerusakan jalan menggunakan algoritma *Random Forest* dengan 9 kelas penanganan kerusakan jalan dilihat dari 7 fitur yang menghasilkan penyajian keterkaitan atau korelasi antara klasifikasi dengan masing-masing fitur. Kemudian melakukan standarisasi pada fitur-fitur dengan teknik *Synthetic Minority Over-Sampling* (SMOTE). Model klasifikasi perbaikan kerusakan jalan ditemukan menggunakan algoritma RF dengan nilai akurasi 82%, *precision* 81%, *recall* 82%, dan *f1-Score* 81% yang berarti kinerja model klasifikasi cukup handal dan konsisten. Jenis penanganan tertinggi dari hasil klasifikasi adalah rekonstruksi rigid atau beton pada semua fitur yang ada. Model ini juga menunjukkan bahwa panjang segmen, jalur, lajur, tahun perbaikan, dan kontraktor memiliki korelasi negatif dengan jenis perbaikan, sementara lebar segmen dan jenis perkerasan memiliki korelasi positif yang tidak signifikan. Temuan ini sangat bermanfaat bagi pengelola jalan tol untuk merencanakan dan melaksanakan pemeliharaan jalan secara lebih efektif.

Kata kunci: *Machine Learning*, *Random Forest*, Penanganan Kerusakan Jalan

ABSTRAK

In order to choose the best restoration techniques, road damage repair must be classified. Road damage data is frequently hard to get by, inaccurate, imprecise, and unrepresentative, and labeling it takes money and effort. For the infrastructure of toll roads to be maintained and managed effectively, it is necessary to classify damage repairs made to them using parameters such as segment width, segment length, lane, path, pavement type, repair year, contractor, and repair type. The objective of this research is to create a Random Forest algorithm-based road damage repair classification model, assess the classification performance through the use of accuracy, precision, recall, and F1-score, and classify road damage repair using the Random Forest Algorithm. Machine learning using Random Forest data processing is the technique used. The study's findings show that the road damage repair classification model with nine classes of road damage repair and seven features which employs the Random Forest algorithm presents the correlation between each feature and categorization. Furthermore, the Synthetic Minority Over-Sampling Technique (SMOTE) is used to standardize characteristics. The RF method was used to construct a road damage repair classification model. The model's performance is quite reliable and consistent, as seen by its 82% accuracy, 81% precision, 82% recall, and 81% F1-Score. According to the classification results, concrete rebuilding that is rigid across all aspects is the highest type of repair. The model also demonstrates that segment width and pavement type have a positive but negligible association with the type of repair, while segment length, path, lane, repair year, and contractor have a negative link. Toll road managers can better plan and carry out road maintenance with the help of these data.

Keywords: Machine Learning, Random Forest, Road Damage Handling