**SISTEM KLASIFIKASI KERUSAKAN JALAN MENGGUNAKAN METODE MACHINE LEARNING DENGAN ALGORITMA**

## **Nama Tidak Ditemukan**

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR 2024

e-mail: xxxx@xxxx.xxx\*

***Abstract***

*MUHAMMAD MAS’UD MASSIR. Road Damage Classification System Using Machine Learning with K-Nearest Neighbors Algorithm (Case Study in Tompobulu District), (supervised by Titin Wahyuni, S.Pd., M.T. and Fahrim Irhamna Rachman, S.Kom., M.T.).*

*This study aims to classify road damage based on field survey data using the K- Nearest Neighbors (K-NN) algorithm. The K-NN method was chosen for its effectiveness in categorizing data based on the proximity of samples. The data used includes measurements of road conditions, such as the length of roads in good, moderate, damaged, and severely damaged states. Features were selected to represent the levels of road damage suitable for the K-NN algorithm. The research begins with data preprocessing, including handling missing values and feature standardization, followed by the implementation of the K-NN algorithm for classification. The model’s performance is evaluated using a confusion matrix and classification report, which show that K-NN can classify road damage with pinpoint accuracy. The prediction results are then validated and saved for further analysis. The impact of this research is the development of a classification model that supports decision-making related to road maintenance and repair more effectively and efficiently. This study highlights the importance of selecting the right features to improve classification accuracy and validates the K-NN method as a potential tool for road condition monitoring. The conclusion of this research indicates that the K-NN algorithm is a good solution for road damage classification, contributing significantly to better road infrastructure management.*

*Keywords: : Road Damage Classification, K-Nearest Neighbors Algorithm, Machine Learning, Feature Selection, Tompobulu.*

**Abstrak**

MUHAMMAD MAS’UD MASSIR. Sistem Klasifikasi Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Machine Learning dengan Algoritma K-Nearest Neighbors (Studi Kasus di Kecamatan Tompobulu), (dibimbing oleh Titin Wahyuni, S.Pd., M.T. dan Fahrim Irhamna Rachman, S.Kom., M.T.).

Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan kerusakan jalan berdasarkan data survei lapangan menggunakan algoritma K-Nearest Neighbors (K-NN). Metode K- NN dipilih karena kemampuannya yang efektif dalam mengelompokkan data berdasarkan kedekatan jarak antara sampel. Data yang digunakan meliputi pengukuran kondisi jalan, seperti panjang jalan dalam kondisi baik, sedang, rusak, dan rusak berat. Fitur-fitur dipilih untuk merepresentasikan tingkat kerusakan jalan yang sesuai untuk algoritma K-NN. Penelitian dimulai dengan pra-pemrosesan data, termasuk penanganan nilai yang hilang dan standarisasi fitur, diikuti oleh implementasi algoritma K-NN untuk klasifikasi. Kinerja model dievaluasi menggunakan confusion matrix dan classification report, yang menunjukkan bahwa K-NN mampu mengklasifikasikan kerusakan jalan dengan akurasi yang tepat. Hasil prediksi kemudian divalidasi dan disimpan untuk analisis lebih lanjut. Dampak dari penelitian ini adalah pengembangan model klasifikasi yang mendukung pengambilan keputusan terkait pemeliharaan dan perbaikan jalan secara lebih efektif dan efisien. Penelitian ini menekankan pentingnya pemilihan fitur yang tepat untuk meningkatkan akurasi klasifikasi dan validitas metode K-NN sebagai alat dalam pemantauan kondisi jalan. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma K-NN adalah solusi yang baik untuk klasifikasi kerusakan jalan, memberikan kontribusi signifikan terhadap pengelolaan infrastruktur jalan yang lebih baik.

Kata Kunci: : Klasifikasi Kerusakan Jalan, Algoritma K-Nearest Neighbors, Machine Learning, Pemilihan Fitur, Tompobulu.

**1. Pendahuluan**

Jalan adalah infrastruktur yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Namun, jalan yang rusak dapat menyebabkan berbagai masalah, seperti kecelakaan, keterlambatan, dan biaya yang tinggi untuk perawatan. Kerusakan jalan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti retak, retak lelah dan deformasi, lubang- lubang, kegemukan, stripping dan lain-lain. Dalam beberapa tahun terakhir, kerusakan jalan telah menjadi masalah yang semakin parah di Indonesia, terutama di daerah-daerah yang memiliki intensitas penggunaan jalan yang sangat tinggi (Widyastuti, 2018).

Dalam penelitian ini akan fokus pada pengembangan sistem klasifikasi kerusakan jalan menggunakan metode Machine learning dengan algoritma KNN. Sistem ini diharapkan dapat membantu dalam mendeteksi dan mengklasifikasi kerusakan jalan lebih cepat dan lebih akurat, sehingga dapat membantu dalam mengurangi biaya perawatan dan meningkatkan keselamatan pengguna jalan (Kumar, 2018).

Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi Machine learning telah berkembang pesat dan telah digunakan dalam berbagai bidang, termasuk dalam klasifikasi kerusakan jalan. Machine learning adalah suatu metode yang memungkinkan sistem untuk belajar dari data dan meningkatkan performanya secara otomatis. Salah satu algoritma Machine learning yang paling populer adalah algoritma K-Nearest Neighbors (KNN). Algoritma KNN bekerja dengan cara mencari jarak terdekat antara data yang baru dengan data yang telah diketahui, dan kemudian membuat prediksi berdasarkan data-data yang paling dekat (Hastie, Tibshirani, & Friedman, 2022).

Machine learning, khususnya algoritma K-Nearest Neighbors (KNN), memiliki potensi besar dalam memecahkan masalah klasifikasi kerusakan jalan. Algoritma KNN dikenal karena kesederhanaannya dan kemampuannya dalam melakukan klasifikasi dengan akurasi tinggi, terutama dalam situasi di mana data terstruktur dengan baik. Algoritma ini bekerja dengan mengidentifikasi data yang paling mirip dengan data baru berdasarkan jarak dalam ruang fitur, yang membuatnya sangat efektif untuk tugas-tugas klasifikasi berbasis gambar.

Dengan memanfaatkan algoritma KNN, sistem klasifikasi kerusakan jalan dapat dikembangkan untuk mengidentifikasi dan mengkategorikan jenis kerusakan berdasarkan citra jalan yang diambil melalui kamera atau drone. Citra tersebut kemudian diproses dan dianalisis oleh model Machine learning untuk menentukan jenis kerusakan, seperti retak, lubang, atau deformasi. Implementasi sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam pemeliharaan jalan, mengurangi biaya operasional, dan meningkatkan keselamatan pengguna jalan.

Metode tradisional dalam inspeksi dan deteksi kerusakan jalan sering kali melibatkan survei manual yang membutuhkan banyak tenaga kerja, waktu, dan biaya. Proses ini biasanya dilakukan oleh tim teknis yang berjalan sepanjang jalan untuk mengidentifikasi dan mencatat kerusakan yang ditemukan. Selain memakan waktu, metode ini cenderung subjektif dan rawan kesalahan manusia. Berbagai faktor seperti kelelahan dan kurangnya pengalaman dapat mempengaruhi akurasi dan konsistensi hasil inspeksi. Dalam konteks ini, teknologi Machine learning menawarkan solusi yang lebih efisien dan akurat.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem klasifikasi kerusakan jalan menggunakan metode Machine learning dengan algoritma KNN. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam manajemen pemeliharaan jalan dan infrastruktur transportasi,

serta meningkatkan kualitas layanan kepada masyarakat. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya akan memberikan solusi teknis yang inovatif, tetapi juga akan memberikan dampak positif terhadap efisiensi operasional dan keselamatan jalan

Berdasarkan latar belakang maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana algoritma KNN dapat digunakan untuk mengklasifikasikan kerusakan jalan berdasarkan data yang dikumpulkan dari survei lapangan dan analisis faktor-faktor penyebab kerusakan jalan?

2. Bagaimana cara memilih dan menerapkan fitur yang tepat dari data kerusakan jalan agar dapat digunakan oleh algoritma KNN untuk klasifikasi?

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka dapat disimpulkan tujuan penelitian adalah:

1. Untuk Mengetahui model klasifikasi kerusakan jalan menggunakan algoritma KNN berdasarkan data yang dikumpulkan dari survei lapangan dan analisis faktor-faktor penyebab kerusakan jalan.

2. Untuk Menentukan dan menerapkan fitur-fitur yang tepat dari data kerusakan jalan untuk digunakan dalam implementasi algoritma KNN, guna mencapai klasifikasi yang akurat dan efisien dalam mengidentifikasi jenis kerusakan jalan.

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini:

1. Bagi Pengguna

Meningkatkan kualitas infrastruktur jalan dalam membantu pertumbuhan ekonomi serta Mengurangi biaya perbaikan secara berkala yang seringkali biayanya mahal.

1. Bagi Peneliti

Untuk menjadikan penelitian ini sebagai kesempatan dalam menerapkan ilmu-ilmu yang diperoleh selama perkuliahan serta Untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam menyelesaikan program S1.

1. Bagi Universitas

Menjadi bahan referensi untuk penelitian yang selanjutnya serta Sebagai tolak ukur dalam mengevaluasi kemampuan mahasiswa dalam menerapkan ilmu-ilmu yang didapat selama perkuliahan.

Ruang lingkup penelitian adalah batasan atau ruang lingkup yang dijadikan fokus penilitian. Dengan bantuan daerah penelitian, wilayah atau bidang yang akan dipelajari ditentukan dan batas-batas objek atau fenomena yang diamati ditentukan.

1. Penelitian ini memakai data kerusakan jalan dari Dinas PU Bina Marga pada Kel. Banyorang di Kec.Tompobulu.

2. Penelitian ini menggunakan algoritma K-Nearest Neighbors dan metode Machine learning sebagai klasifikasi pada data yang telah diperoleh dari dinas PU.

Untuk memberikan gambaran umum dari seluruh penelitian ini berdasarkan sistematika penulisan yaitu:

**2. Metode Penelitian**

Untuk melakukan penelitian ini dengan mendapatkan data yang di butuhakan berdasarkan latar belakang yang di ajukan, maka penulis akan melakukan penelitian di Kel. Banyorang Kec. Tompobulu Kab. Bantaeng provinsi Sulawesi Selatan. Penelitian ini dilakukan kurang lebih selama 2 bulan.

Alat dari penelitian ini berupa penggunaan laptop dan camera handphone yang akan digunakan untuk mengembangkan sistem cerdas dalam pembuatan sistem pendukung keputusan. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak.

1. Perangkat keras(pengembang)

2. laptop lenovo 82c6 CPU @ (2CPUs),~1.2GHz AMD 3020e With Radeon Graphics

3. Besar memory Ram 8 GB

4. Kapasitas 512 GB

5. System type 64 bit operation system

6. Perangkat Lunak

7. Windows home

8. Text editor Visual Studio code

9. Python sebagai bahasa programming

10. Google chrome sebagai browser

Bahan kajian peneliti akan terdiri dari hasil survey dan observasi yang telah dilakukan yaitu data kerusakan jalan yang telah diambil yang sebelumnya sudah

didata dan dijadikan sebagai acuan untuk menjadi bahan pengujian di Kel. Banyorang Kab. Bantaeng.

1. Flowchart

Pada pembuatan sistem klasifikasi kerusakan jalan menggunakan metode Machine learning dengan algortima k-neaest neighbors di Kel. Banyorang Kab. Bantaeng, dibutuhkan beberapa tahapan yang harus dilalui untuk dapat menghasilkan sistem yang berguna untuk mempermudah petugas jalan dalam menentukan kerusakan jalan dengan jangka waktu perbaikan.

Adapun yang menjadi uraian dari setiap kerangka kerja penelitian dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis Masalah

Berdasarkan hasil identifikasi masalah dan perumusan masalah, dilakukan penetapan tujuan peneliian yaitu membuat sistem klasifikasi kerusakan jalan metode Machine learning dengan algoritma k-nearest neighbors. Perancangan tersebut dilakukan karena memiliki relevansi yang tinggi dengan kebutuhan aktual di lapangan, memanfaatkan teknologi terbaru untuk mengatasi masalah klasik

dalam pemeliharaan jalan, dan menawarkan solusi yang dapat diimplementasikan secara luas. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan kualitas infrastruktur jalan dan mendukung pengelolaan yang lebih efektif dan efisien.

1. Metode pengumpulan data

Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan berbagai metode untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan akurat, lengkap, dan representatif. Survei lapangan, pengumpulan data sekunder dan semuanya berkontribusi pada pemahaman yang komprehensif mengenai kondisi kerusakan jalan di Kelurahan Banyorang.

1. Proses Metode Machine Learning

Proses Metode Machine learning dengan Algoritma K-Nearest Neighbors (KNN) Algoritma K-Nearest Neighbors (KNN) adalah salah satu algoritma Machine learning yang sederhana namun efektif untuk tugas klasifikasi. Berikut ini adalah langkah-langkah rinci dalam proses penerapan metode Machine learning menggunakan algoritma K-Nearest Neighbors untuk klasifikasi kerusakan jalan di Kelurahan Banyorang.

1. Pengumpulan dan Persiapan Data

Sebelum memulai proses pelatihan model KNN, data yang telah dikumpulkan melalui survei lapangan dan sumber data sekunder perlu dipersiapkan. Langkah-langkah ini meliputi:

1. Pengumpulan Data : Mengumpulkan semua data yang relevan mengenai kerusakan jalan, deskripsi kerusakan, lokasi, dan kategori kerusakan.

2. Pra-pemrosesan Data: Melakukan pembersihan data untuk menghilangkan data yang tidak lengkap atau duplikat. Data juga dinormalisasi jika diperlukan.

3. Pilih Kolom untuk Clustering

Setelah memuat data, langkah berikutnya adalah memilih kolom yang relevan untuk proses klasterisasi. Kolom-kolom yang dipilih adalah yang terkait langsung dengan kondisi jalan, termasuk panjang jalan dalam kondisi baik, sedang, rusak, dan rusak berat. Dengan mengisolasi kolom-kolom ini, kita dapat fokus pada fitur yang berhubungan langsung dengan tujuan klasterisasi. Subset data yang berisi kolom-kolom ini kemudian disiapkan untuk langkah klasterisasi.

1. Tambahkan Label Kluster ke Data

Setelah mendapatkan hasil klasterisasi, langkah berikutnya adalah memberikan label deskriptif pada setiap kluster yang dihasilkan. Label ini menggantikan nilai numerik kluster dengan deskripsi yang lebih mudah dipahami, seperti 'Baik-Baik Saja', 'Rusak Kecil', 'Rusak Sedang', dan 'Rusak Parah'. Pemetaan ini membantu dalam interpretasi hasil klasterisasi dan membuat data lebih informatif. Kolom baru yang berisi label kluster ini ditambahkan ke DataFrame.

1. Klasifikasi

Untuk proses klasifikasi, hanya kolom-kolom yang relevan yang akan digunakan. Langkah ini melibatkan pemilihan fitur yang akan dipertimbangkan dalam model klasifikasi, sementara kolom-kolom yang tidak diperlukan dihapus. Kolom seperti ‘NO RUAS’, ‘NAMA RUAS JALAN’, dan lainnya yang tidak relevan untuk klasifikasi dikeluarkan dari Data Frame. Fitur yang dipilih merupakan variabel yang digunakan untuk membangun model klasifikasi.

1. Pembagian Data

Data dibagi menjadi dua set utama: data latih (training set) dan data uji (test set). Data dibagi menjadi dua set: set pelatihan dan set pengujian, dengan rasio 80% untuk pelatihan dan 20% untuk pengujian. Pembagian ini dilakukan menggunakan fungsi train\_test\_split() untuk memastikan bahwa model klasifikasi dapat diuji dan divalidasi secara efektif. Set pelatihan digunakan untuk melatih model KNN, sementara set pengujian digunakan untuk mengevaluasi kinerja model yang telah dilatih. Pembagian ini umumnya dilakukan dengan perbandingan 80:20 atau 70:30:

1. Data Latih: Digunakan untuk melatih model KNN.

2. Data Uji: Digunakan untuk menguji kinerja model yang telah dilatih.

3. Standarisasi Fitur

Fitur-fitur yang relevan perlu diekstraksi dari data untuk digunakan dalam pelatihan model KNN. Sebelum melatih model KNN, fitur-fitur perlu distandarisasi untuk memastikan bahwa semua fitur berada pada skala yang sama. Ini dilakukan dengan menggunakan StandardScaler dari pustaka sklearn. Standarisasi fitur membantu dalam meningkatkan kinerja model KNN, karena algoritma ini sensitif terhadap skala fitur. Dengan standarisasi, setiap fitur memiliki mean = 0 dan varians = 1, memastikan konsistensi dalam pemrosesan data.

1. Pelatihan Model KNN

Setelah nilai K yang optimal dipilih, model KNN dilatih menggunakan data latih:

1. Algoritma KNN: Menghitung jarak (misalnya Euclidean distance) antara sampel data baru dengan semua sampel data latih.

2. Klasifikasi: Menentukan kelas dari sampel data baru berdasarkan mayoritas kelas dari K tetangga terdekat.

3. Prediksi dan Evaluasi

Setelah model dilatih, dilakukan prediksi pada data pengujian untuk menilai kinerja model. Hasil prediksi dibandingkan dengan label asli dari data pengujian untuk menghasilkan confusion matrix dan classification report. Evaluasi ini memberikan gambaran tentang akurasi model, serta metrik lainnya seperti presisi, recall, dan f1-score, yang menunjukkan seberapa baik model dalam mengklasifikasikan kondisi jalan.

1. Simpan Hasil Validasi ke Excel

Hasil validasi, yang mencakup prediksi model dan label asli dari data pengujian, disimpan ke dalam file Excel baru bernama Hasil Validasi.xlsx. Ini dilakukan untuk mendokumentasikan hasil evaluasi model dan menyediakan data yang dapat dianalisis lebih lanjut. Menyimpan hasil validasi memungkinkan review hasil yang lebih mudah dan memberikan referensi untuk perbaikan model di masa mendatang.

1. Simpan Hasil dengan Kolom Tambahan

Untuk memperluas hasil validasi, informasi tambahan seperti ‘NO RUAS’, ‘NAMA RUAS JALAN’, dan lainnya ditambahkan ke hasil validasi dan disimpan dalam file Excel ‘Hasil Validasi2.xlsx’. Langkah ini mencakup penggabungan data hasil validasi dengan kolom tambahan dari data asli untuk memberikan konteks lebih lanjut pada hasil klasifikasi. Dengan cara ini, informasi tambahan yang relevan tetap tersedia bersama dengan hasil prediksi model.

1. Implementasi dan Integrasi Sistem

Setelah model KNN menunjukkan kinerja yang memuaskan, langkah berikutnya adalah implementasi dan integrasi sistem klasifikasi ke dalam aplikasi yang dirancang:

1. Mengetahui sisem klasifikasi kerusakan jalan menggunakan model KNN untuk klasifikasi kerusakan jalan.

2. Integrasi Sistem: Mengintegrasikan sistem klasifikasi dan sistem informasi yang ada di Kecamatan Tompobulu.

Teknik pengujian bertujuan untuk mengevaluasi kinerja model klasifikasi kerusakan jalan yang menggunakan algoritma K-Nearest Neighbors (KNN). Berikut adalah langkah-langkah dan metrik yang digunakan dalam teknik pengujian:

1. Pembagian Data untuk Pengujian

Pembagian data menjadi data latih (training set) dan data uji (test set) dilakukan untuk menguji generalisasi model:

1. Data Latih (Training Set):Digunakan untuk melatih model KNN.

2. Data Uji (Test Set): Digunakan untuk menguji model yang telah dilatih. Rasio umum yang digunakan adalah 80:20 atau 70:30.

3. K-Fold Cross-Validation

Untuk memilih parameter K yang optimal dan untuk mengurangi overfitting, teknik K-Fold Cross-Validation digunakan adalah dengan Membagi data latih menjadi K bagian (folds). Model dilatih sebanyak K kali dengan menggunakan K-1 folds untuk pelatihan dan 1 fold untuk pengujian secara bergantian.

1. Evaluasi Model dengan Data Uji

Setelah menemukan nilai K yang optimal, model dilatih kembali menggunakan seluruh data latih dan dievaluasi menggunakan data uji

1. Metrik Evaluasi

Beberapa metrik evaluasi yang digunakan untuk mengukur kinerja model

adalah:

1. Confusion Matrix: Matriks yang menunjukkan jumlah prediksi benar dan salah untuk setiap kelas.

2. Accuracy: Persentase prediksi yang benar dari total prediksi.

3. Precision, Recall, dan F1-Score: Metrik yang mempertimbangkan keseimbangan antara prediksi positif benar dan kesalahan prediksi.

4. Tuning Hyperparameter (Jika diperlukan) Lakukan tuning hyperparameter

jika akurasi model belum memuaskan.

1. ROC Curve dan AUC

Untuk masalah klasifikasi dengan lebih dari dua kelas, ROC Curve dan AUC

juga dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja model

Teknik pengujian model klasifikasi kerusakan jalan menggunakan algoritma KNN mencakup pembagian data, cross-validation, evaluasi dengan metrik standar, dan analisis dengan ROC Curve dan AUC. Dengan menerapkan teknik pengujian ini secara sistematis, diharapkan dapat memberikan penilaian yang akurat terhadap kinerja model KNN dalam mengklasifikasikan kerusakan jalan.

Dalam penelitian ini, teknik analisis data bertujuan untuk mengolah, memahami, dan mengevaluasi data kerusakan jalan serta kinerja model K-Nearest Neighbors (KNN) dalam mengklasifikasikan kerusakan tersebut.

Teknik analisis data yang komprehensif meliputi analisis deskriptif, pra- pemrosesan data, analisis korelasi, evaluasi model machine learning, dan analisis kesalahan. Dengan menggunakan langkah-langkah ini, penelitian dapat mengidentifikasi dan memahami karakteristik data kerusakan jalan, memastikan data berkualitas tinggi untuk pelatihan model, serta mengevaluasi dan meningkatkan kinerja model K-Nearest Neighbors dalam mengklasifikasikan kerusakan jalan di Kelurahan Banyorang.

**3. Hasil dan diskusi**

**4. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai klasifikasi kerusakan jalan menggunakan algoritma K-Nearest Neighbors (KNN), beberapa kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Algoritma K-NN berhasil digunakan untuk mengklasifikasikan kerusakan jalan berdasarkan data yang dikumpulkan dari survei lapangan. Melalui evaluasi kinerja model menggunakan confusion matrix dan classification report, model K-NN mampu mengidentifikasi kategori kerusakan jalan seperti "Baik-Baik Saja", "Rusak Kecil", "Rusak Sedang", dan "Rusak Parah" dengan tingkat akurasi yang baik.

2. Pemilihan fitur yang tepat dari data kerusakan jalan merupakan faktor kunci dalam meningkatkan akurasi klasifikasi oleh algoritma K-NN. Dalam penelitian ini, fitur-fitur yang dipilih berdasarkan kondisi jalan seperti "panjang tiap kondisi baik (km)", "panjang tiap kondisi sedang (km)", "panjang tiap kondisi rusak (km)" dan "panjang tiap kondisi rusak berat (km)" telah memberikan representasi yang jelas mengenai tingkat kerusakan jalan. Proses standarisasi fitur menggunakan StandardScaler juga berperan penting dalam memastikan bahwa setiap fitur memiliki skala yang sama, sehingga menghindari bias dalam penentuan jarak antara sampel. Selain itu, penanganan nilai yang hilang dengan pengisian nilai 0 memastikan integritas data dan mencegah kesalahan dalam klasifikasi.

Penelitian lebih lanjut dapat mengeksplorasi metode lain yang mungkin lebih efektif atau menggabungkan K-NN dengan algoritma lain untuk meningkatkan kinerja. Peningkatan dalam pra-pemrosesan data dan fitur engineering juga dapat membantu meningkatkan performa model.

**Referensi**

[1] M Ismail. (n.d.). Cara Kerja Algoritma kNearest Neighbor (k-NN).

[2] C, P. (2019). Klasifikasi Jeruk Nipis Terhadap Tingkat Kematangan Buah Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan K-Nearest Neighbor. Jurnal Pengembangan IT (JPIT), 04(1), 1–6.

[3] DARMA. (2020). Analisis Dan Implementasi Klasifikasi K-Nearest Neighbor Telapak Kaki Manusia. In e-Proceeding of Engineering. 2, 287.

[4] Darwis, A. P. Y. and S. (2021). Penerapan Metode K-Nearest Neighbors (kNN) pada Bearing. Ris. Stat, 1(1), 10–18.

[5] Farokhah, L., & Korespondensi, P. (2020). IMPLEMENTASI K-NEAREST NEIGHBOR UNTUK KLASIFIKASI BUNGA IMPLEMENTATION OF K- NEAREST NEIGHBOR FOR FLOWER CLASSIFICATION WITH EXTRACTION OF RGB COLOR FEATURES. 7(6), 1129–1136.

[6] https://doi.org/10.25126/jtiik.202072608

[7] Firdaus, A. (2022). Aplikasi Algoritma K-Nearest Neighbor pada Analisis Sentimen Omicron Covid-19. 85–92.

[8] Fitrianah, D., Dwiasnati, S., H, H. H., Baihaqi, K. A., Komputer, I., Informatika, T., & Buana, U. M. (2021). Penerapan Metode Machine learning untuk Prediksi Nasabah Potensial menggunakan Algoritma Klasifikasi Naïve Bayes. 14(2), 92–99.

[9] Hidayat, M. (2022). Implementasi Machine learning dalam Deteksi Kerusakan Jalan Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbors. Jurnal Sistem Dan Informatika, 120–130.

[10] Kasus, S., Pemuda, D., Bengkulu, P., T, A. J., Yanosma, D., & Anggriani, K. (2016). IMPLEMENTASI METODE K-NEAREST NEIGHBOR ( KNN ) DAN SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING ( SAW ) DALAM PENGAMBILAN KEPUTUSAN SELEKSI PENERIMAAN ANGGOTA PASKIBRAKA. 0065, 98–112.

[11] Keputusan, S. P., Pendahuluan, I., Prediksi, S., Kelulusan, T., & Data, A. (n.d.).

[12] PENERAPAN ALGORITMA K-NEAREST NEIGHBORS UNTUK. 27–31.

[13] Khairi, A. (2021). UNTUK KLASIFIKASI MASYARAKAT PRA SEJAHTERA DESA SAPIKEREP KECAMATAN SUKAPURA 1 Pendahuluan. 2(3), 319–323.

[14] Mardhiyah, A., & Sugiyarto, A. (2017). Penggunaan Algoritma K-Means dalam Pengelompokan Data Penjualan. Jurnal Teknologi Informasi, 13(2), 50-57.

[15] Nugroho, B. (2023). Sistem Deteksi Kerusakan Jalan Berbasis Machine learning di Kota Semarang. Jurnal Informatika, 13(3), 235.

[16] Pawening, R. E. (2020). “Klasifikasi Kualitas Jeruk Lokal Berdasarkan Tekstur Dan Bentuk Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (K-NN).” 1(1), 10– 17.

[17] Penjelasan cara kerja algoritmamk-neares neighbor. (n.d.). Retrieved June 4, 2024, from http://labdas.si.fti.unand.ac.id/2022/03/20/

[18] Prasetyo, A. (2024). Pengembangan Sistem Monitoring Kondisi Jalan Menggunakan Teknologi IoT dan Algoritma K-Nearest Neighbors. Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi, 18(2), 145–160.

[19] Putra, A. R. (2023). Studi Komparatif Algoritma K-Nearest Neighbors dan Support Vector Machine dalam Klasifikasi Kerusakan Jalan. Jurnal Teknologi Informasi Dan Terapan, 15(2), 189–200.

[20] S.Rachmawati. (2022). Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbors untuk Klasifikasi Kerusakan Jalan pada Kota Bandung. Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer, 9(1), 55–65.

[21] Sakti, O., Prakasa, Y., Lhaksamana, K. M., Informatika, F., Telkom, U., Mining, T., Classifier, K. N., & Distance, E. (2018). KLASIFIKASI TEKS DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA K-NEAREST. 5(3), 8237–8248.

[22] Setiawan, I., & Prasetyo, E. (2018). Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor untuk Klasifikasi Tingkat Kerusakan Jalan Raya. Jurnal Sistem Informasi, 14(3), 165-173.

[23] Supriana, W. I. (2019). Implementasi K-Nearest Neigbor Pada Penentuan Keluarga Miskin Bagi Dinas Sosial Kabupaten Tabanan. 120–129.

[24] Widia, Untuk, K. N. N., Seleksi, K., & Beasiswa, P. (2021). Implementasi Algoritma Klasifikasi K-Nearest Neighbor. 6(2), 118–127.

[25] Widodo, S. (2024). Penggunaan Algoritma K-Nearest Neighbors untuk Deteksi Kerusakan Jalan di Daerah Pedesaan. Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi, 20(1), 75–88.

[26] Yuliati, I. F., & Sihombing, P. R. (2021). Penerapan Metode Machine learning dalam Klasifikasi Risiko Kejadian Berat Badan Lahir Rendah di Indonesia Implementation of Machine learning Method in Risk Classification on Low Birth weight in Indonesia. 20(2), 417–426. https://doi.org/10.30812/matrik.v20i2.1174

[27] zainal Arifin, jafar shudiq wali. (2019). Penerapan Metode Knn (K-Nearest Neighbor) Dalam Sistem Pendukung Keputusan Pen-Erimaan KIP (Kartu Indonesia Pintar) Berbasis Web Dan MySQL. 27–34.