



ISSN 2654-2757 (Online)

ESENSI: Jurnal Manajemen Bisnis

Vol. 27, Issue.1, April 2024

<https://esensijournal.com/index.php/esensi/index>

doi.org/ 10.56943/esensi.v27i1.32

Artificial Intelligence-Based Classification of Public Complaints to Enhance Public Service Efficiency

Gading Daniswara Wibowo^{1*}

¹gading.22084@mhs.unesa.ac.id

¹Universitas Negeri Surabaya

*Corresponding Author: Gading Daniswara Wibowo

Email: gading.22084@mhs.unesa.ac.id

ABSTRACT

Digital transformation has encouraged public sector organizations to enhance the quality and efficiency of public service delivery. One strategic service that plays a critical role in improving public governance is public complaint management. However, the high volume and diverse content of incoming complaints often require manual classification and routing, which may lead to processing delays, inconsistent categorization, and increased administrative workload. This study aims to analyze the application of Artificial Intelligence (AI) based on Natural Language Processing (NLP) to improve the operational efficiency of digital public complaint services from a business and managerial perspective. The research adopts the CRISP-DM framework, with particular emphasis on the business understanding and implementation phases. The dataset consists of textual public complaints analyzed using machine learning-based classification models. The findings indicate that the implementation of AI can accelerate the complaint classification process, improve decision consistency, and support operational efficiency in public service delivery. This study provides practical insights for public organizations seeking to adopt AI as a decision-support tool while maintaining the essential role of human oversight.

Keywords: *artificial intelligence, digital public services, public complaint management, operational efficiency, decision support system.*



ISSN 2654-2757 (Online)

ESENSI: Jurnal Manajemen Bisnis

Vol. 27, Issue.1, April 2024

<https://esensijournal.com/index.php/esensi/index>

doi.org/ 10.56943/esensi.v27i1.32

Penerapan Artificial Intelligence untuk Klasifikasi Pengaduan Masyarakat dalam Mendukung Efisiensi Layanan Publik

Gading Daniswara Wibowo^{1*}

¹gading.22084@mhs.unesa.ac.id

¹Universitas Negeri Surabaya

*Corresponding Author: Gading Daniswara Wibowo

Email: gading.22084@mhs.unesa.ac.id

ABSTRACT

Transformasi digital mendorong organisasi sektor publik untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi layanan kepada masyarakat. Salah satu layanan strategis yang berperan penting dalam meningkatkan kualitas tata kelola pemerintahan adalah layanan pengaduan masyarakat. Namun, tingginya volume pengaduan yang masuk serta beragamnya isi pengaduan menyebabkan proses klasifikasi dan penyaluran aduan sering kali dilakukan secara manual, sehingga berpotensi menimbulkan keterlambatan penanganan, ketidakkonsistenan pengelompokan, serta peningkatan beban kerja sumber daya manusia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) berbasis Natural Language Processing (NLP) dalam meningkatkan efisiensi layanan pengaduan masyarakat berbasis digital dari perspektif bisnis dan manajerial. Metode penelitian menggunakan pendekatan CRISP-DM dengan penekanan pada tahap business understanding dan implementation. Data penelitian berupa teks pengaduan masyarakat yang dianalisis menggunakan model klasifikasi berbasis machine learning. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan AI mampu mempercepat proses klasifikasi aduan, meningkatkan konsistensi pengambilan keputusan, serta mendukung efisiensi operasional layanan publik. Penelitian ini memberikan kontribusi praktis bagi organisasi publik dalam mengadopsi AI sebagai alat pendukung pengambilan keputusan tanpa menghilangkan peran manusia secara langsung.

Keywords: *artificial intelligence, layanan publik digital, pengaduan masyarakat, efisiensi bisnis, decision support system.*

INTRODUCTION

Layanan pengaduan masyarakat merupakan salah satu instrumen penting dalam sistem pelayanan publik di tingkat pemerintah daerah. Melalui layanan ini, masyarakat dapat menyampaikan keluhan, laporan, maupun permasalahan yang berkaitan dengan penyelenggaraan pelayanan publik. Keberadaan layanan pengaduan tidak hanya berfungsi sebagai saluran komunikasi antara masyarakat dan pemerintah, tetapi juga sebagai sumber informasi strategis bagi instansi pemerintah dalam mengevaluasi kinerja layanan dan mengidentifikasi permasalahan di lapangan (Adnan et al., 2022; Eom & Lee, 2022).

Dalam konteks transformasi digital sektor publik, pemanfaatan teknologi informasi, khususnya aplikasi digital, menjadi bagian dari implementasi *e-government* yang bertujuan meningkatkan efisiensi administrasi dan partisipasi Masyarakat (Sarafis & Karamitsios, 2024). Namun, pengelolaan pengaduan masyarakat memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan data administratif lainnya. Pengaduan umumnya disampaikan dalam bentuk narasi teks bebas yang bersifat tidak terstruktur, memiliki variasi bahasa, serta konteks permasalahan yang beragam. Kondisi ini menjadikan pengelolaan data pengaduan sebagai tantangan tersendiri bagi instansi pengelola layanan.

Permasalahan utama dalam pengelolaan pengaduan masyarakat terletak pada proses klasifikasi laporan. Klasifikasi diperlukan untuk menentukan kategori permasalahan serta instansi atau unit kerja yang bertanggung jawab dalam menindaklanjuti laporan. Pada banyak instansi pemerintah daerah, proses ini masih dilakukan secara manual oleh petugas layanan. Petugas harus membaca isi laporan satu per satu, memahami konteks permasalahan, dan menentukan kategori aduan berdasarkan pengalaman serta pemahaman subjektif. Proses manual tersebut berpotensi menimbulkan keterlambatan, ketidakkonsistenan hasil klasifikasi, serta peningkatan beban kerja petugas layanan.

Keterbatasan sumber daya manusia semakin memperparah permasalahan tersebut, terutama ketika volume laporan meningkat. Akibatnya, proses klasifikasi dan penyaluran pengaduan dapat mengalami keterlambatan yang berdampak pada efektivitas layanan dan tingkat kepuasan masyarakat. Selain itu, kesalahan penentuan kategori aduan dapat menyebabkan laporan tidak ditangani oleh instansi yang tepat, sehingga memperpanjang waktu penanganan dan menurunkan kepercayaan masyarakat terhadap system (Ariawantara et al., 2020; Mellouli et al., 2024).

Di sisi lain, data pengaduan masyarakat sebenarnya memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber informasi dalam analisis pola permasalahan layanan publik. Data tersebut dapat digunakan untuk mengidentifikasi tren permasalahan, jenis aduan dominan, serta dinamika kualitas layanan dalam periode tertentu. Namun, potensi ini sulit dimanfaatkan secara optimal apabila proses pengelolaan data masih dilakukan secara manual dan tidak terstruktur.

Artificial Intelligence (AI) menawarkan pendekatan alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut. AI memungkinkan sistem komputer mempelajari pola dari data historis dan melakukan tugas tertentu secara otomatis. Dalam konteks pengelolaan pengaduan masyarakat, AI dapat digunakan untuk mengotomatisasi proses klasifikasi teks laporan berdasarkan pola yang dipelajari dari data sebelumnya. Melalui pendekatan *Natural Language Processing* (NLP), teks pengaduan yang tidak terstruktur dapat diproses dan dianalisis sehingga sistem mampu mengenali karakteristik linguistik yang merepresentasikan kategori permasalahan tertentu (Medaglia et al., 2023; Mellouli et al., 2024).

Pemanfaatan AI dalam klasifikasi pengaduan tidak dimaksudkan untuk menggantikan peran petugas layanan, melainkan sebagai alat bantu pada tahap awal klasifikasi laporan. Dengan adanya sistem klasifikasi otomatis, petugas dapat lebih fokus pada verifikasi hasil, penanganan laporan yang kompleks, serta koordinasi tindak lanjut dengan instansi terkait. Pendekatan ini sejalan dengan upaya peningkatan efisiensi dan konsistensi proses pelayanan publik berbasis data.

Agar pengembangan model AI dapat dilakukan secara sistematis dan sesuai dengan kebutuhan operasional, diperlukan kerangka kerja yang terstruktur. *Cross-Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM) merupakan salah satu kerangka kerja yang banyak digunakan dalam pengembangan solusi berbasis data. CRISP-DM menekankan keterkaitan antara pemahaman permasalahan bisnis, pengolahan data, pengembangan model, serta evaluasi hasil yang diperoleh (Abasova et al., 2021; Martinez-Plumed et al., 2021). Kerangka ini juga relevan untuk pengolahan data yang kompleks dan tidak terstruktur serta mendukung interpretabilitas hasil model pembelajaran mesin (Ayele, 2020; Kolyshkina & Simoff, 2021).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa permasalahan utama dalam layanan pengaduan masyarakat terletak pada proses klasifikasi laporan yang masih bersifat manual, tidak konsisten, dan memerlukan waktu yang relatif lama. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada analisis penerapan *Artificial Intelligence* berbasis *Natural Language Processing* dengan kerangka CRISP-DM

untuk mendukung proses klasifikasi pengaduan masyarakat. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi dan konsistensi pengelolaan laporan pengaduan sebagai bagian dari upaya peningkatan kualitas pelayanan publik di tingkat pemerintah daerah.

LITERATURE REVIEW

Artificial Intelligence dan Transformasi Layanan Publik

Artificial Intelligence (AI) merujuk pada sistem komputasi yang mampu melakukan tugas yang umumnya memerlukan kecerdasan manusia, seperti pembelajaran, penalaran, dan pengambilan keputusan (Haenlein & Kaplan, 2019). Dalam konteks sistem informasi dan organisasi, AI tidak hanya dipahami sebagai inovasi teknologi, tetapi sebagai instrumen strategis untuk meningkatkan efisiensi, konsistensi, dan kualitas proses bisnis.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan AI memungkinkan organisasi memproses data dalam skala besar dan mengekstraksi pola yang sulit diidentifikasi secara manual (Ergen, 2019). Dalam sektor publik, pemanfaatan AI semakin relevan seiring meningkatnya volume data layanan dan tuntutan respons yang cepat. Namun, sebagian besar studi masih berfokus pada kemampuan teknis sistem dalam meningkatkan akurasi atau performa prediktif, tanpa secara eksplisit mengaitkannya dengan perbaikan proses operasional layanan.

Dalam konteks layanan pengaduan masyarakat, AI berpotensi mengotomatisasi proses klasifikasi laporan sehingga mengurangi ketergantungan pada proses manual yang memerlukan waktu dan rentan terhadap inkonsistensi. (Mukhamediev et al., 2022) serta (Seshia et al., 2022) menekankan bahwa sistem berbasis AI mampu mengenali pola linguistik dan karakteristik teks yang merepresentasikan kategori tertentu. Meskipun demikian, integrasi AI dengan kebutuhan manajerial layanan publik masih memerlukan pendekatan yang lebih sistematis agar implementasinya tidak hanya akurat secara teknis, tetapi juga relevan secara operasional.

Machine Learning dan Natural Language Processing dalam Klasifikasi Teks

Machine learning merupakan cabang AI yang memungkinkan sistem membangun model prediktif berdasarkan data historis tanpa pemrograman eksplisit (Mullainathan & Spiess, 2017). Dalam *supervised learning*, model dilatih menggunakan data berlabel untuk mempelajari hubungan antara fitur dan kategori tertentu (Zhou et al., 2017). Pendekatan ini terbukti efektif dalam berbagai aplikasi

klasifikasi teks dan pengolahan dokumen dalam jumlah besar (Gambella et al., 2021).

Pada data berbasis teks, *machine learning* umumnya diintegrasikan dengan *Natural Language Processing* (NLP). NLP memungkinkan komputer memahami dan memproses bahasa alami melalui tahapan seperti pembersihan data, normalisasi, tokenisasi, serta transformasi teks menjadi representasi numerik (Sarafis and Karamitsios (2024); Shankar & Parsana, 2022). Proses ini penting karena laporan pengaduan masyarakat umumnya bersifat tidak terstruktur, memiliki variasi bahasa, serta mengandung perbedaan gaya penulisan.

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa kombinasi *machine learning* dan NLP efektif dalam meningkatkan akurasi klasifikasi teks (Ning, 2022; Mellouli et al., 2024). Namun demikian, banyak studi masih berorientasi pada perbandingan performa algoritma atau optimasi model semata. Aspek keterkaitan antara performa klasifikasi dengan efisiensi proses layanan publik belum banyak dibahas secara mendalam. Dengan kata lain, keberhasilan teknis model belum selalu dikaitkan dengan dampaknya terhadap proses kerja organisasi.

Dalam konteks layanan pengaduan masyarakat, *text classification* sebagai teknik *supervised learning* berperan dalam mengelompokkan laporan berdasarkan karakteristik linguistik dan statistik (Mullainathan & Spiess, 2017). Penggunaan pendekatan ini dapat mempercepat proses distribusi laporan ke unit terkait dan mengurangi potensi kesalahan klasifikasi manual (Zhou et al., 2017). Meski demikian, penelitian sebelumnya cenderung menempatkan klasifikasi teks sebagai tujuan akhir, bukan sebagai bagian dari sistem layanan yang lebih luas.

CRISP-DM sebagai Kerangka Pengembangan Sistem Berbasis AI

Pengembangan solusi berbasis AI memerlukan kerangka kerja yang sistematis agar implementasinya selaras dengan kebutuhan organisasi. *Cross-Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM) merupakan salah satu kerangka kerja yang banyak digunakan dalam proyek data mining dan pembelajaran mesin (Abasova et al., 2021; Martinez-Plumed et al., 2021). Kerangka ini mencakup enam tahapan utama yaitu business understanding, data understanding, data preparation, modeling, evaluation, dan deployment.

Keunggulan CRISP-DM terletak pada penekanannya terhadap tahap business understanding, yang memastikan bahwa pengembangan model tidak terlepas dari tujuan organisasi. Dalam konteks layanan pengaduan masyarakat, pendekatan ini

memungkinkan integrasi antara kebutuhan operasional seperti percepatan proses klasifikasi dengan pengembangan model *machine learning*.

Keberhasilan implementasi data mining tidak hanya ditentukan oleh performa model, tetapi juga oleh kesesuaian proses pengembangan dengan kebutuhan bisnis. Meskipun demikian, penerapan CRISP-DM dalam sistem klasifikasi pengaduan masyarakat masih relatif terbatas dalam literatur. Sebagian penelitian berfokus pada aspek teknis modeling tanpa menguraikan tahapan bisnis dan implementasi secara komprehensif (Kolyshkina & Simoff, 2021).

Berdasarkan studi literatur, dapat disimpulkan bahwa AI, *machine learning*, dan NLP telah terbukti efektif dalam klasifikasi teks pada berbagai domain. Namun, terdapat dua keterbatasan utama dalam penelitian sebelumnya. Pertama, sebagian besar studi berfokus pada evaluasi performa algoritma tanpa mengaitkannya secara eksplisit dengan efisiensi proses layanan publik. Kedua, integrasi antara pendekatan teknis klasifikasi teks dan kerangka pengembangan sistem seperti CRISP-DM masih belum banyak dibahas dalam konteks layanan pengaduan masyarakat.

Oleh karena itu, penelitian ini memposisikan diri pada integrasi antara pendekatan klasifikasi teks berbasis *machine learning* dan kerangka CRISP-DM untuk memastikan bahwa pengembangan model tidak hanya berorientasi pada akurasi, tetapi juga pada relevansi operasional dan efisiensi layanan publik. Dengan demikian, kontribusi penelitian ini tidak hanya terletak pada aspek teknis klasifikasi, tetapi juga pada penyelarasan antara solusi berbasis AI dan kebutuhan manajerial dalam sistem layanan pengaduan masyarakat.

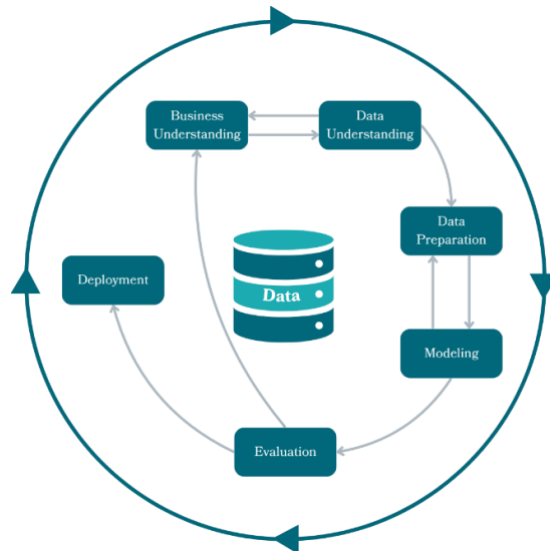
RESEARCH METHODOLOGY

Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan menerapkan model *Artificial Intelligence* (AI) untuk mendukung proses kategorisasi awal pengaduan masyarakat secara otomatis. Pendekatan yang digunakan adalah *Cross-Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM) karena kerangka ini menekankan keselarasan antara kebutuhan operasional organisasi dan pengembangan solusi berbasis data. Fokus utama penelitian bukan pada otomatisasi penuh proses layanan, melainkan pada peningkatan kualitas dan konsistensi penentuan kategori laporan pada tahap awal pelaporan.

Kerangka Metodologi Penelitian

CRISP-DM digunakan sebagai panduan pengembangan model yang mencakup enam tahapan utama, yaitu business understanding, data understanding,

data preparation, modeling, evaluation, dan deployment. Setiap tahapan diimplementasikan secara kontekstual sesuai dengan kebutuhan layanan pengaduan masyarakat Kabupaten Kudus.



Gambar 1 Kerangka Penelitian Berbasis CRISP-DM

Sumber: (Martinez-Plumed et al., 2021)

Business Understanding

Permasalahan utama yang dihadapi layanan pengaduan masyarakat adalah ketidaktepatan penentuan kategori laporan pada tahap awal pelaporan. Kesalahan kategori berdampak pada bertambahnya waktu disposisi serta meningkatnya beban kerja petugas akibat perlunya koreksi dan pemindahan kategori sebelum laporan diteruskan ke instansi yang berwenang.

Berdasarkan permasalahan tersebut, tujuan pengembangan model AI adalah membantu menentukan satu kategori utama laporan secara otomatis berdasarkan isi teks pengaduan. Model dirancang sebagai alat bantu operasional untuk meningkatkan konsistensi dan ketepatan kategorisasi awal, sehingga proses penanganan laporan dapat berlangsung lebih cepat dan seragam meskipun terdapat variasi gaya penulisan pelapor.

Data Understanding

Data penelitian ini bersumber dari arsip laporan pengaduan masyarakat yang dikelola oleh Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Kudus dan telah melalui proses anonimisasi. Data berbentuk teks bebas berupa narasi laporan masyarakat yang selanjutnya dilabeli ke dalam 42 kategori pengaduan

menggunakan skema single-label, di mana setiap laporan hanya memiliki satu kategori utama.

Dataset laporan asli yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah sekitar ± 390 laporan. Analisis awal menunjukkan bahwa data memiliki karakteristik bahasa yang beragam, termasuk penggunaan bahasa Indonesia nonbaku, singkatan, istilah lokal, serta kesalahan pengetikan. Panjang teks laporan juga bervariasi, mulai dari laporan singkat hingga deskriptif. Selain itu, distribusi jumlah laporan antar kategori bersifat tidak seimbang, di mana beberapa kategori memiliki jumlah data yang dominan, sementara sebagian kategori lain memiliki jumlah laporan yang sangat terbatas.

Kondisi distribusi data yang tidak seimbang tersebut menjadi tantangan dalam proses pelatihan model klasifikasi. Oleh karena itu, penelitian ini menambahkan data sintesis secara terbatas sebagai data pendukung untuk meningkatkan variasi contoh pada kategori dengan jumlah data yang rendah. Penggunaan data sintesis dibatasi hanya pada subset data pelatihan, sedangkan data validasi dan data uji tetap menggunakan laporan asli. Pendekatan ini bertujuan untuk menjaga objektivitas evaluasi model sekaligus memastikan bahwa hasil pengujian mencerminkan kondisi operasional layanan pengaduan masyarakat yang sebenarnya.

Tabel 1 Karakteristik Dataset Laporan Pengaduan Masyarakat

Sumber: Data penelitian

No	Aspek	Keterangan
1	Sumber data	Arsip laporan pengaduan masyarakat yang dikelola oleh Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Kudus
2	Bentuk data	Data teks bebas berupa narasi laporan masyarakat
3	Jumlah laporan asli	± 390 laporan
4	Jumlah kategori pengaduan	42 kategori
5	Skema pelabelan	Setiap laporan memiliki satu kategori utama (single-label classification)

6	Karakteristik bahasa	Bahasa Indonesia nonbaku, mengandung singkatan, istilah lokal, dan kesalahan pengetikan
7	Panjang laporan	Bervariasi, dari laporan singkat hingga deskriptif
8	Distribusi kategori	Tidak seimbang; sebagian kategori memiliki jumlah laporan dominan, sementara kategori lain relatif sedikit
9	Pemeriksaan kualitas data	Pengecekan duplikasi, laporan kosong, laporan terlalu singkat, dan konsistensi label
10	Aspek privasi dan etika	Data tidak memuat identitas pribadi pelapor secara terstruktur; informasi lokasi dan instansi diperlakukan sebagai bagian dari narasi laporan
11	Data tambahan	Data sintetis untuk kategori dengan jumlah data sangat sedikit
12	Penggunaan data sintetis	Digunakan terbatas pada data pelatihan; data validasi dan data uji tetap menggunakan data asli
13	Tujuan penambahan data	Menambah variasi contoh pada kategori minoritas untuk mendukung proses pelatihan model klasifikasi

Data Preparation

Tahap data preparation dilakukan untuk menyiapkan dataset laporan pengaduan agar siap digunakan dalam proses pelatihan dan evaluasi model klasifikasi berbasis *Artificial Intelligence*. Tahapan ini mencakup pembersihan data, penggabungan elemen laporan, preprocessing teks, penanganan ketimpangan distribusi kategori, serta pembagian dataset ke dalam subset pelatihan, validasi, dan pengujian.

Pada tahap awal, dilakukan pembersihan data laporan untuk memastikan kelayakan dataset. Proses ini meliputi penghapusan laporan yang tidak memiliki teks atau kategori, laporan yang sangat singkat dan tidak informatif, serta penyamaan format data antara laporan asli dan data sintetis. Selain itu, judul dan isi laporan digabungkan ke dalam satu kolom teks agar konteks laporan dapat terbaca secara utuh oleh model, mengingat informasi penting sering tersebar pada kedua bagian tersebut.

Selanjutnya, dilakukan preprocessing teks untuk menyeragamkan bentuk bahasa laporan. Tahapan ini meliputi *lowercasing*, penghapusan elemen yang tidak

relevan seperti URL dan karakter tertentu, normalisasi spasi, serta penghapusan stopword Bahasa Indonesia. Preprocessing dilakukan secara hati-hati agar tidak menghilangkan makna utama laporan, mengingat karakteristik bahasa laporan pengaduan yang cenderung tidak baku dan bervariasi.

Berdasarkan hasil analisis pada tahap sebelumnya, distribusi jumlah laporan antar kategori diketahui tidak seimbang. Beberapa kategori memiliki jumlah data yang sangat terbatas dan dikategorikan sebagai *rare class*. Seluruh laporan asli dari kategori *rare class* tetap dimasukkan ke dalam subset pelatihan agar model memperoleh representasi seluruh kategori pengaduan. Selain itu, data sintetis ditambahkan secara terbatas hanya pada subset pelatihan untuk memperkaya variasi contoh pada kategori dengan jumlah data rendah, sedangkan subset validasi dan subset uji tetap menggunakan data laporan asli.

Proporsi data sintetis pada subset pelatihan relatif dominan dibandingkan data asli. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan jumlah laporan asli pada sebagian besar kategori, terutama pada kategori *rare class* yang memiliki jumlah data sangat terbatas. Tanpa penambahan data sintetis, model berisiko mengalami kesulitan dalam mempelajari representasi pola pada kategori tersebut dan cenderung menghasilkan bias terhadap kategori dengan jumlah data besar.

Penggunaan data sintetis dalam penelitian ini bertujuan untuk memperkaya variasi representasi teks pada tahap pelatihan, bukan untuk menggantikan data asli. Untuk menjaga validitas evaluasi, data sintetis tidak digunakan pada subset validasi dan subset uji. Seluruh proses evaluasi performa model dilakukan menggunakan data laporan asli, sehingga pengukuran akurasi dan metrik lainnya tetap merefleksikan kemampuan model dalam menggeneralisasi pada data nyata.

Pendekatan ini dilakukan dengan mempertimbangkan prinsip bahwa data sintetis berfungsi sebagai mekanisme augmentasi pada fase pembelajaran, sementara validasi dan pengujian tetap mengandalkan data asli guna meminimalkan risiko bias dan overfitting terhadap pola sintetis.

Dataset kemudian dibagi menjadi tiga subset, yaitu data pelatihan, data validasi, dan data uji. Pembagian dilakukan dengan prinsip bahwa data validasi dan data uji hanya berasal dari kategori dengan jumlah data memadai (*common classes*), sehingga proses evaluasi model tetap stabil dan representatif. Hasil pembagian data menunjukkan bahwa subset pelatihan mencakup seluruh kategori pengaduan, sedangkan subset validasi dan subset uji hanya mencakup kategori umum yang memiliki jumlah data cukup untuk evaluasi.

Tabel 2 Komposisi Dataset Hasil Pembagian Data

Sumber: Hasil pengolahan data

Subset Data	Jumlah Data	Komposisi Data	Persentase Data Sintetis	Keterangan
Data Pelatihan (Train)	3333 data	309 data asli + 3024 data sintetis	90,72%	42 kategori (termasuk rare class)
Data Validasi (Validation)	37 data	Semua data asli	0%	Kategori umum (common classes)
Data Uji (Test)	38 data	Semua data asli	0%	Kategori umum (common classes)
Total Dataset	3408 data	Data asli + data sintetis	-	Data sintetis hanya digunakan pada subset pelatihan

Modeling

Pada tahap modeling, teks laporan direpresentasikan ke dalam bentuk numerik dan diuji menggunakan beberapa algoritma klasifikasi teks. Penelitian ini membandingkan empat model, yaitu Multinomial Naive Bayes, Linear Support Vector Machine, Logistic Regression, dan SGDClassifier.

Pemilihan model terbaik dilakukan berdasarkan kinerja pada data validasi dengan mempertimbangkan kondisi distribusi kategori yang tidak seimbang. Oleh karena itu, metrik evaluasi yang digunakan tidak hanya akurasi, tetapi juga Macro-F1 untuk menilai keseimbangan performa antar kategori.

Evaluation

Evaluasi model dilakukan menggunakan data uji (test set) yang sepenuhnya terpisah dari data pelatihan dan data validasi untuk memastikan bahwa pengukuran kinerja merefleksikan kemampuan generalisasi model pada data baru. Kinerja model diukur menggunakan metrik Accuracy dan Macro-F1, dengan Macro-F1 digunakan sebagai indikator utama karena distribusi kategori laporan yang tidak

seimbang. Hasil evaluasi kinerja model selanjutnya disajikan dan dianalisis pada bagian Hasil dan Pembahasan.

Deployment

Tahap *deployment* dalam penelitian ini dipahami sebagai penerapan konseptual model klasifikasi ke dalam alur kerja layanan pengaduan masyarakat. Model *Artificial Intelligence* yang dikembangkan diposisikan sebagai komponen pendukung pengambilan keputusan pada tahap awal penanganan laporan, khususnya dalam proses penentuan kategori pengaduan.

Pada tahap ini, fokus utama bukan pada implementasi teknis sistem, melainkan pada kesiapan model untuk digunakan secara operasional sebagai alat bantu kategorisasi awal. Model dinilai layak diterapkan apabila mampu memberikan hasil klasifikasi yang konsisten, stabil, dan relevan dengan kebutuhan layanan. Dengan pendekatan ini, deployment dipandang sebagai tahap validasi kesiapan model untuk mendukung proses bisnis layanan pengaduan, bukan sebagai pembangunan atau pengujian sistem aplikasi secara penuh..

RESULT AND DISCUSSION

Bagian ini menyajikan hasil pengujian model klasifikasi pengaduan masyarakat serta membahas implikasinya terhadap pengelolaan layanan publik. Pembahasan difokuskan pada kontribusi model dalam meningkatkan akurasi kategorisasi awal dan efisiensi proses penanganan pengaduan.

Hasil Evaluasi Performa Model Klasifikasi

Evaluasi performa model dilakukan menggunakan data uji (test set) yang sepenuhnya terpisah dari data pelatihan dan data validasi. Penggunaan data uji yang terpisah bertujuan untuk menilai kemampuan model dalam melakukan generalisasi terhadap laporan pengaduan baru yang belum pernah dilihat sebelumnya, sehingga hasil evaluasi lebih merepresentasikan kondisi penggunaan nyata di lingkungan layanan pengaduan masyarakat.

Empat model klasifikasi teks diuji dan dibandingkan pada tahap evaluasi akhir, yaitu TF-IDF + Multinomial Naive Bayes, TF-IDF + Linear Support Vector Machine, TF-IDF + SGDClassifier, dan TF-IDF + Logistic Regression. Kinerja model diukur menggunakan metrik Accuracy dan Macro-F1, dengan Macro-F1 dijadikan indikator utama karena distribusi kategori pengaduan tidak seimbang.

Tabel 3 Perbandingan Performa Model Klasifikasi pada Data Uji

Sumber: Hasil pengolahan data penelitian

Model	Accuracy (%)	Macro-F1 (%)
TF-IDF + Naive Bayes	78.95	79.58
TF-IDF + Linear SVM	75.32	73.10
TF-IDF + Logistic Regression	70.45	68.20
TF-IDF + SGDClassifier	73.80	71.50

Berdasarkan hasil evaluasi pada data uji, model TF-IDF + Multinomial Naive Bayes menunjukkan kinerja terbaik dengan nilai Macro-F1 sebesar 79,58%, serta nilai akurasi yang setara atau lebih tinggi dibandingkan model lainnya. Hasil ini menunjukkan bahwa model tersebut memiliki keseimbangan yang lebih baik antara precision dan recall pada berbagai kategori pengaduan.

Analisis Perbandingan Kinerja Model

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa tidak semua model menghasilkan kinerja yang setara meskipun menggunakan representasi fitur teks yang sama. Model Multinomial Naive Bayes mampu memberikan performa yang lebih stabil dibandingkan model linier lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan probabilistik pada Multinomial Naive Bayes lebih sesuai untuk karakteristik data pengaduan masyarakat yang umumnya berbentuk teks relatif pendek, kosakata beragam, dan jumlah data terbatas.

Model Linear Support Vector Machine dan SGDClassifier menunjukkan performa yang cukup baik, namun memiliki nilai Macro-F1 yang lebih rendah. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa meskipun model linier mampu membentuk batas pemisah antar kategori, performanya cenderung kurang stabil pada kondisi distribusi kategori yang tidak seimbang dan jumlah data per kategori yang bervariasi.

Sementara itu, Logistic Regression menunjukkan performa paling rendah di antara keempat model yang diuji. Hal ini mengindikasikan bahwa pendekatan tersebut kurang optimal dalam menangkap pola klasifikasi laporan pengaduan dengan jumlah kategori yang banyak dan variasi bahasa yang tinggi.

Dari sudut pandang operasional layanan, perbedaan performa ini penting karena berdampak langsung pada kualitas kategorisasi awal laporan. Model dengan Macro-F1 yang lebih tinggi cenderung lebih andal dalam mengelompokkan laporan ke kategori yang tepat secara konsisten, sehingga mengurangi potensi kesalahan kategorisasi pada tahap awal pelaporan.

Pemilihan Model Terbaik dan Implikasi Operasional

Berdasarkan hasil evaluasi, model TF-IDF + Multinomial Naive Bayes dipilih sebagai model terbaik untuk digunakan sebagai model pendukung dalam proses layanan pengaduan masyarakat. Pemilihan ini tidak hanya didasarkan pada nilai Macro-F1 tertinggi, tetapi juga mempertimbangkan stabilitas kinerja dan efisiensi komputasi model.

Dalam konteks operasional layanan pengaduan masyarakat Kabupaten Kudus, model terpilih berperan sebagai alat bantu untuk menentukan kategori awal laporan secara otomatis. Dengan adanya klasifikasi awal yang lebih akurat dan konsisten, proses penerusan laporan ke instansi yang berwenang dapat dilakukan lebih cepat tanpa perlu koreksi kategori berulang oleh petugas.

Dari sisi efisiensi proses bisnis, hasil ini menunjukkan bahwa penerapan AI mampu mengurangi aktivitas non-nilai tambah (non-value added activities), seperti koreksi dan pemindahan kategori laporan. Petugas layanan dapat mengalihkan fokus kerja dari kegiatan administratif korektif ke aktivitas yang lebih bernilai, seperti verifikasi substansi laporan dan koordinasi tindak lanjut dengan instansi terkait.

Dampak Penerapan Model terhadap Proses Layanan Pengaduan

Penerapan model klasifikasi berbasis AI memberikan dampak positif terhadap konsistensi layanan pengaduan. Penentuan kategori tidak lagi sepenuhnya bergantung pada persepsi individu petugas atau pemahaman pelapor terhadap struktur kategori layanan. Sistem AI membantu menstandarkan proses kategorisasi awal meskipun laporan ditulis dengan gaya bahasa yang berbeda-beda.

Selain itu, penerapan model juga mendukung percepatan alur kerja pada tahap awal penanganan laporan. Laporan yang telah dikategorikan secara otomatis dapat langsung diteruskan ke instansi terkait, sehingga mengurangi waktu tunggu akibat proses klarifikasi atau koreksi kategori. Dampak ini menjadi penting dalam konteks pelayanan publik, di mana kecepatan respons sering kali memengaruhi persepsi masyarakat terhadap kualitas layanan.

Namun demikian, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa peran petugas layanan tetap diperlukan. Model AI digunakan sebagai pendukung pengambilan keputusan, bukan sebagai pengganti penuh peran manusia. Petugas masih bertanggung jawab melakukan verifikasi hasil klasifikasi, terutama pada laporan dengan konteks kompleks atau ambigu.

CONCLUSION

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan *Artificial Intelligence* dalam mendukung proses kategorisasi awal pengaduan masyarakat guna meningkatkan efisiensi operasional layanan pengaduan. Dengan menggunakan kerangka CRISP-DM, penelitian ini mengembangkan model klasifikasi teks berbasis *Natural Language Processing* yang disesuaikan dengan kebutuhan operasional layanan pengaduan masyarakat Kabupaten Kudus.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model klasifikasi teks berbasis AI mampu meningkatkan konsistensi dan akurasi penentuan kategori awal laporan pengaduan. Dari beberapa model yang diuji, kombinasi TF-IDF dan Multinomial Naive Bayes menghasilkan kinerja terbaik dengan nilai Accuracy sebesar 78,95% dan Macro-F1 sebesar 79,58%, serta menunjukkan performa yang relatif stabil pada kondisi distribusi kategori yang tidak seimbang. Peningkatan kualitas dalam penelitian ini merujuk pada kemampuan model untuk mengurangi potensi kesalahan kategorisasi awal serta meningkatkan keseragaman hasil klasifikasi dibandingkan pendekatan manual yang rentan terhadap variasi penilaian antar petugas.

Dari perspektif operasional layanan, efisiensi yang dimaksud dalam penelitian ini mencakup potensi pengurangan waktu yang dibutuhkan untuk menentukan kategori awal laporan, percepatan proses distribusi laporan kepada instansi terkait, serta pengurangan kebutuhan koreksi ulang kategori oleh petugas. Dengan adanya sistem klasifikasi otomatis pada tahap awal, petugas layanan dapat lebih fokus pada verifikasi dan tindak lanjut laporan yang bersifat substantif. Dalam konteks ini, *Artificial Intelligence* berperan sebagai alat bantu pengambilan keputusan yang mendukung proses kerja, bukan sebagai pengganti peran manusia secara penuh.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, jumlah data laporan asli yang tersedia relatif terbatas dan sebagian besar kategori memiliki distribusi data yang tidak seimbang, sehingga diperlukan penambahan data sintetis pada tahap pelatihan. Proporsi data sintetis yang dominan berpotensi memengaruhi pola

pembelajaran model meskipun proses evaluasi dilakukan sepenuhnya menggunakan data asli. Kedua, evaluasi kinerja model masih terbatas pada metrik klasifikasi dan belum mengukur secara langsung dampak implementasi terhadap waktu proses layanan secara aktual di lingkungan operasional. Ketiga, penelitian ini dilakukan pada satu konteks daerah sehingga generalisasi hasil ke wilayah lain perlu dilakukan dengan kehati-hatian.

Dengan mempertimbangkan keterbatasan tersebut, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan dataset dengan proporsi data asli yang lebih besar, menguji model pada konteks layanan publik yang berbeda, serta melakukan evaluasi eksperimental terhadap dampak implementasi model terhadap indikator efisiensi layanan secara nyata. Meskipun demikian, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi pendekatan klasifikasi teks berbasis Artificial Intelligence dengan kerangka CRISP-DM memiliki potensi untuk mendukung peningkatan konsistensi kategorisasi dan efisiensi proses awal penanganan pengaduan masyarakat.

REFERENCES

- Abasova, J., Tanuska, P., & Rydzi, S. (2021). Big data—knowledge discovery in production industry data storages—implementation of best practices. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(16). <https://doi.org/10.3390/app11167648>
- Adnan, M., Ghazali, M., & Othman, N. Z. S. (2022). E-participation within the context of e-government initiatives: A comprehensive systematic review. In *Telematics and Informatics Reports* (Vol. 8). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.teler.2022.100015>
- Ariawantara, P. A. F., Asmorowati, S., & Setijaningrum, E. (2020). Sosialisasi Sistem Layanan Aspirasi Dan Pengaduan Online Rakyat Pada Masyarakat Desa Semanding, Kabupaten Tuban. *Jurnal Layanan Masyarakat (Journal of Public Services)*, 4(1), 141. <https://doi.org/10.20473/jlm.v4i1.2020.141-151>
- Ayele, W. Y. (2020). Adapting CRISP-DM for Idea Mining A Data Mining Process for Generating Ideas Using a Textual Dataset. In *IJACSA International Journal of Advanced Computer Science and Applications* (Vol. 11, Number 6). www.ijacsa.thesai.org
- Eom, S. J., & Lee, J. (2022). Digital government transformation in turbulent times: Responses, challenges, and future direction. In *Government Information Quarterly* (Vol. 39, Number 2). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2022.101690>

- Ergen, M. (2019). What is Artificial Intelligence? Technical Considerations and Future Perception. In *Anatolian Journal of Cardiology* (Vol. 22, pp. 5–7). Turkish Society of Cardiology. <https://doi.org/10.14744/AnatolJCardiol.2019.79091>
- Gambella, C., Ghaddar, B., & Naoum-Sawaya, J. (2021). Optimization problems for machine learning: A survey. In *European Journal of Operational Research* (Vol. 290, Number 3, pp. 807–828). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.08.045>
- Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence. *California Management Review*, 61(4), 5–14. <https://doi.org/10.1177/0008125619864925>
- Kolyshkina, I., & Simoff, S. (2021). Interpretability of Machine Learning Solutions in Public Healthcare: The CRISP-ML Approach. *Frontiers in Big Data*, 4. <https://doi.org/10.3389/fdata.2021.660206>
- Martinez-Plumed, F., Contreras-Ochando, L., Ferri, C., Hernandez-Orallo, J., Kull, M., Lachiche, N., Ramirez-Quintana, M. J., & Flach, P. (2021). CRISP-DM Twenty Years Later: From Data Mining Processes to Data Science Trajectories. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 33(8), 3048–3061. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2019.2962680>
- Medaglia, R., Gil-Garcia, J. R., & Pardo, T. A. (2023). Artificial Intelligence in Government: Taking Stock and Moving Forward. *Social Science Computer Review*, 41(1), 123–140. <https://doi.org/10.1177/08944393211034087>
- Mellouli, S., Janssen, M., & Ojo, A. (2024). Introduction to the Issue on Artificial Intelligence in the Public Sector: Risks and Benefits of AI for Governments. *Digital Government: Research and Practice*, 5(1). <https://doi.org/10.1145/3636550>
- Mukhamediev, R. I., Popova, Y., Kuchin, Y., Zaitseva, E., Kalimoldayev, A., Symagulov, A., Levashenko, V., Abdoldina, F., Gopejenko, V., Yakunin, K., Muhamedijeva, E., & Yelis, M. (2022). Review of Artificial Intelligence and Machine Learning Technologies: Classification, Restrictions, Opportunities and Challenges. In *Mathematics* (Vol. 10, Number 15). MDPI. <https://doi.org/10.3390/math10152552>
- Mullainathan, S., & Spiess, J. (2017). Machine learning: An applied econometric approach. *Journal of Economic Perspectives*, 31(2), 87–106. <https://doi.org/10.1257/jep.31.2.87>
- Ning, J. (2022). Natural Language Processing Technology Used in Artificial Intelligence Scene of Law for Human Behavior. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/6606588>

- Sarafis, D., & Karamitsios, K. (2024). A Technological Survey on Citizen Complaint Management Systems and Future Advances. In 2024 14th International Conference on Electrical Engineering (ICEENG) (pp. 265–269). IEEE.
- Seshia, S. A., Sadigh, D., & Sastry, S. S. (2022). Toward verified artificial intelligence. *Communications of the ACM*, 65(7), 46–55. <https://doi.org/10.1145/3503914>
- Shankar, V., & Parsana, S. (2022). An overview and empirical comparison of natural language processing (NLP) models and an introduction to and empirical application of autoencoder models in marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 50(6), 1324–1350. <https://doi.org/10.1007/s11747-022-00840-3>
- Zhou, L., Pan, S., Wang, J., & Vasilakos, A. V. (2017). Machine learning on big data: Opportunities and challenges. *Neurocomputing*, 237, 350–361. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2017.01.026>