Klasifikasi Sentimen Mobil Listrik di Indonesia Pada Media Sosial X Dengan Naïve Bayes dan Word2vec

1st Maria Augustine Putri Jelita Kristanti
Departemen Sistem Informasi
Telkom University
Surabaya, Indonesia
jelitaugustine@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Agus Sulistya
Departemen Sistem Informasi
Telkom University
Surabaya, Indonesia
sulistya@telkomuniversity.ac.id

3rd Berlian Rahmy Lidiawaty
Departemen Sistem Informasi
Telkom University
Surabaya, Indonesia
berlianerel@telkomuniversity.ac.id

***Abstrak* — Perkembangan kendaraan listrik di Indonesia terus didorong sebagai bagian dari transisi energi dan pengurangan emisi karbon. Meskipun demikian, persepsi masyarakat terhadap mobil listrik masih menunjukkan adanya pro dan kontra. Media sosial X menjadi salah satu platform yang banyak digunakan masyarakat untuk menyampaikan opini terkait isu tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan sentimen masyarakat Indonesia terhadap mobil listrik berdasarkan data teks dari media sosial X menggunakan algoritma Naïve Bayes dengan pendekatan Word2Vec. Metodologi penelitian mengacu pada kerangka kerja CRISP-DM yang meliputi tahap business understanding, data understanding, data preparation, modeling, evaluation, dan deployment. Data dikumpulkan melalui proses crawling tweet dengan kata kunci terkait mobil listrik pada periode Januari 2024 hingga Juni 2025. Tahapan prapemrosesan data meliputi case folding, cleansing, normalisasi, tokenisasi, stopword removal, dan stemming. Representasi fitur dilakukan menggunakan Word2Vec, sedangkan proses klasifikasi menerapkan Multinomial, Bernoulli, dan Gaussian Naïve Bayes. Evaluasi model dilakukan menggunakan confusion matrix dan k-fold cross-validation. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan Word2Vec dan Naïve Bayes mampu mengklasifikasikan sentimen masyarakat secara stabil.**

***Kata kunci*— Analisis Sentimen Mobil Listrik, Klasifikasi Teks Naïve Bayes, CRISP-DM, Word2vec**

I. PENDAHULUAN

Indonesia mendorong transisi menuju energi yang lebih bersih melalui adopsi kendaraan listrik sebagai alternatif kendaraan berbahan bakar fosil [1]. Pemerintah menargetkan peningkatan produksi mobil listrik melalui Rencana Umum Energi Nasional serta memberikan berbagai insentif dan regulasi pendukung, termasuk Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 [2]. Hingga April 2024, jumlah kendaraan listrik berbasis baterai yang terdaftar mencapai 133.225 unit dengan pertumbuhan signifikan dibandingkan tahun sebelumnya [3].

Meskipun demikian, adopsi mobil listrik masih diiringi berbagai kekhawatiran masyarakat, terutama terkait ketahanan baterai, jarak tempuh, dan keterbatasan fasilitas pendukung, yang memicu munculnya sentimen negatif [4]. Evaluasi opini publik melalui survei konvensional memiliki keterbatasan, sehingga media sosial X menjadi sumber data yang relevan untuk memperoleh persepsi masyarakat secara real-time dan berskala luas [5]. Untuk menganalisis opini tersebut, analisis sentimen berbasis text mining dan Natural Language Processing digunakan guna mengekstraksi sikap dan pandangan masyarakat dari data teks [6].

Penelitian ini menerapkan kombinasi Word2Vec sebagai metode representasi fitur dan algoritma Naïve Bayes untuk melakukan klasifikasi sentimen terhadap opini masyarakat Indonesia mengenai mobil listrik. Pendekatan ini dipilih untuk mengatasi keterbatasan representasi fitur konvensional dan meningkatkan kemampuan model dalam menangkap hubungan semantik antar kata [7]. Hasil analisis disajikan dalam bentuk evaluasi performa dan visualisasi berbasis web guna memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai persepsi masyarakat, serta diharapkan dapat menjadi dasar berbasis data bagi pemerintah dan industri dalam mendukung pengembangan ekosistem kendaraan listrik [8].

II. KAJIAN TEORI

Kajian teori disusun sebagai landasan konseptual dalam mendukung pelaksanaan penelitian ini. Pembahasan teori difokuskan pada analisis sentimen, Word2Vec, algoritma Naïve Bayes, serta metodologi CRISP-DM.

A. Analisis Sentimen

Analisis sentimen merupakan teknik dalam Natural Language Processing (NLP) yang digunakan untuk mengidentifikasi opini, emosi, atau sikap seseorang terhadap suatu topik berdasarkan data teks. Sentimen umumnya diklasifikasikan ke dalam kategori positif dan negatif. Analisis sentimen banyak digunakan untuk memahami opini publik di media sosial karena mampu mengolah data teks dalam jumlah besar secara otomatis. [9].

B. Word2Vec

Word2Vec adalah metode word embedding yang merepresentasikan kata ke dalam bentuk vektor numerik berdasarkan konteks kemunculannya. Pendekatan ini mampu menangkap makna semantik dan hubungan antar kata, sehingga lebih efektif dibandingkan metode berbasis frekuensi seperti Bag of Words. Word2Vec menghasilkan fitur kontinu yang sesuai untuk digunakan pada algoritma klasifikasi berbasis probabilistik. [10].

C. Naïve Bayes

Naïve Bayes merupakan algoritma klasifikasi berbasis probabilitas yang menggunakan Teorema Bayes dengan asumsi independensi antar fitur. Algoritma ini banyak digunakan dalam klasifikasi teks karena memiliki performa

yang baik dan komputasi yang efisien. Penelitian ini menggunakan tiga varian Naïve Bayes, yaitu Multinomial, Bernoulli, dan Gaussian, untuk membandingkan performa klasifikasi sentimen. [11].

D. CRISP-DM

CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) merupakan metodologi standar dalam data mining yang terdiri dari enam tahapan utama. Penerapan CRISP-DM membantu memastikan bahwa proses analisis data dilakukan secara sistematis, terstruktur, dan sesuai dengan tujuan penelitian. [12].

E. K-Fold Cross-Validation

K-Fold Cross-Validation merupakan metode evaluasi yang digunakan untuk menilai kinerja model *machine learning* dengan membagi dataset ke dalam beberapa bagian (*fold*) yang berukuran relatif sama. Pada setiap iterasi, satu *fold* digunakan sebagai data uji dan *fold* lainnya sebagai data latih, sehingga setiap data digunakan secara bergantian dalam proses pelatihan dan pengujian. Metode ini bertujuan untuk menghasilkan estimasi performa model yang lebih stabil dan mengurangi bias evaluasi dibandingkan metode pembagian data tunggal. [13].

III. METODE

Metodologi penelitian ini mengacu pada kerangka kerja CRISP-DM yang terdiri dari enam tahapan utama. Alur metodologi penelitian memiliki enam tahap utama.



GAMBAR 1
(ALUR METODE CRISP-DM)

A. Business Understanding

Tahap business understanding dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan utama, yaitu belum optimalnya pemahaman terhadap sentimen masyarakat Indonesia terhadap mobil listrik. Tujuan penelitian ini adalah mengklasifikasikan sentimen masyarakat berdasarkan data media sosial X.

B. Data Understanding

Tahap data understanding meliputi pengenalan karakteristik dataset yang digunakan. Data berupa tweet berbahasa Indonesia yang mengandung kata kunci terkait mobil listrik dan dikumpulkan pada periode Januari 2024 hingga Juni 2025.

C. Data Preparation

Tahap data preparation mencakup pembersihan data teks melalui case folding, cleansing, normalisasi, tokenisasi, stopword removal, dan stemming. Tahap ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas data sebelum proses pemodelan.

D. Modeling

Tahap modeling dilakukan dengan merepresentasikan teks menggunakan Word2Vec dan menerapkan algoritma Naïve Bayes. Tiga varian Naïve Bayes digunakan untuk membandingkan hasil klasifikasi sentimen.

E. Modeling

Evaluasi model dilakukan menggunakan confusion matrix, accuracy, precision, recall, dan F1-score. Selain itu, digunakan k-fold cross-validation untuk menguji stabilitas dan kemampuan generalisasi model.

F. Deployment

Tahap deployment dilakukan dengan menyajikan hasil analisis sentimen dalam bentuk dashboard interaktif berbasis Streamlit untuk memudahkan interpretasi hasil.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Modelling

Penelitian ini menghasilkan model klasifikasi sentimen terhadap opini masyarakat mengenai mobil listrik di Indonesia dengan memanfaatkan representasi fitur Word2Vec dan algoritma Naïve Bayes. Data tweet yang telah melalui tahap praproses direpresentasikan ke dalam vektor numerik berdimensi 100 ~~menggunakan Word2Vec,~~ di mana setiap tweet dipetakan ke dalam ruang vektor yang merepresentasikan hubungan semantik antar kata berdasarkan konteks kemunculannya. Nilai vektor yang dihasilkan berupa bilangan desimal positif dan negatif yang tidak diinterpretasikan secara individual, melainkan digunakan secara keseluruhan sebagai fitur input pada proses klasifikasi sentimen.

TABEL 1
(HASIL VEKTORISASI MENGGUNAKAN WORD2VEC)

clean_text	w2v_1	w2v_2	w2v_3	...	w2v_100
mobil listrik akselerasi kencang	-0.10522413 2537841	0.1248981 35662078	0.1717564 16559219	...	-0.0316713 079810142

Pengujian model dilakukan menggunakan skema 5-Fold Cross Validation untuk memastikan performa model stabil dan tidak bergantung pada satu pembagian data tertentu. Dataset yang digunakan terdiri dari 2.395 data dengan dua kelas sentimen, yaitu positif dan negatif, yang memiliki distribusi tidak seimbang. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diterapkan teknik undersampling pada data latih di setiap fold sehingga jumlah data pada masing-masing kelas menjadi lebih seimbang, sementara data uji dibiarkan dalam kondisi asli agar evaluasi mencerminkan kondisi data sebenarnya.

TABEL 2
(PEMBAGIAN DATA K-FOLD CROSS-VALIDATION)

Fold	Data Latih	Data Uji
Fold 1	(1374, 102)	(479, 102)
Fold 2	(1392, 102)	(479, 102)
Fold 3	(1402, 102)	(479, 102)
Fold 4	(1374, 102)	(479, 102)
Fold 5	(1402, 102)	(479, 102)

B. Evaluation

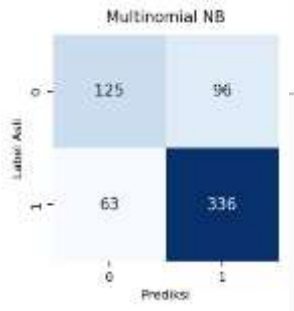
Tiga varian algoritma Naïve Bayes digunakan dalam penelitian ini, yaitu Gaussian Naïve Bayes, Multinomial

Naïve Bayes, dan Bernoulli Naïve Bayes. Hasil evaluasi menunjukkan adanya perbedaan performa yang cukup signifikan antar model. Gaussian Naïve Bayes memperoleh nilai accuracy sebesar 0,6484 dan F1-score sebesar 0,6727. Meskipun model ini memiliki nilai precision yang relatif tinggi, nilai recall yang rendah menunjukkan bahwa model masih sering gagal mengidentifikasi sentimen positif, yang mengindikasikan bahwa asumsi distribusi normal kurang sesuai dengan karakteristik fitur Word2Vec.

TABEL 3
(PERBANDINGAN HASIL EVALUASI TIGA MODEL NAÏVE BAYES)

Model	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
Gaussian NB	0.6484	0.8390	0.5614	0.6727
Multinomial NB	**0.7435**	0.7778	**0.8421**	**0.8087**
Bernoulli NB	0.6887	**0.8411**	0.6366	0.7247

Bernoulli Naïve Bayes menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan Gaussian Naïve Bayes dengan nilai accuracy sebesar 0,6887 dan F1-score sebesar 0,7247. Model ini cukup stabil dalam mengenali sentimen negatif, namun masih menghasilkan jumlah kesalahan yang tinggi pada kelas positif, yang tercermin dari nilai false negative yang cukup besar. Hal ini menunjukkan bahwa representasi biner kurang optimal dalam menangkap variasi informasi pada vektor Word2Vec.



GAMBAR 2
(CONFUSION MATRIX MULTINOMIAL NAIVE BAYES)

Model Multinomial Naïve Bayes memberikan hasil terbaik dengan nilai accuracy sebesar 0,7435 dan F1-score tertinggi yaitu 0,8087. Nilai recall yang tinggi menunjukkan bahwa model mampu mengenali sebagian besar data positif dengan baik, sehingga lebih sesuai dalam memanfaatkan distribusi fitur hasil Word2Vec.

Analisis confusion matrix memperkuat hasil evaluasi, di mana Multinomial Naïve Bayes menunjukkan jumlah prediksi benar yang lebih seimbang pada kedua kelas sentimen dibandingkan dua model lainnya. Selain itu, hasil K-Fold Cross Validation menunjukkan bahwa model ini memiliki performa rata-rata tertinggi dengan variasi antar fold yang relatif kecil, menandakan stabilitas model yang baik dan kemampuan generalisasi yang memadai terhadap data baru.

C. Deployment

Tahap deployment dilakukan dengan mengimplementasikan model terbaik, yaitu Multinomial Naïve Bayes, ke dalam sebuah aplikasi berbasis web menggunakan Streamlit. Pemilihan model ini didasarkan pada hasil evaluasi komprehensif yang menunjukkan bahwa Multinomial Naïve Bayes memperoleh nilai accuracy dan F1-score tertinggi dibandingkan Gaussian dan Bernoulli Naïve Bayes, serta memiliki tingkat stabilitas yang lebih baik berdasarkan hasil K-Fold Cross Validation dengan variasi performa yang rendah. Model ini kemudian digunakan sebagai inti sistem untuk melakukan klasifikasi sentimen terhadap opini masyarakat mengenai mobil listrik.



GAMBAR 3
(VISUALISAI DASHBOARD HALAMAN DASHBOARD)

Aplikasi yang dikembangkan menyediakan beberapa fitur utama, yaitu halaman dashboard yang menyajikan ringkasan distribusi sentimen positif dan negatif, visualisasi kata yang sering muncul, serta data hasil klasifikasi secara keseluruhan. Selain itu, sistem juga menyediakan halaman evaluasi yang menampilkan perbandingan performa ketiga model klasifikasi serta hasil validasi K-Fold Cross Validation.



GAMBAR 4
(HALAMAN VISUALISASI EVALUASI MODEL)

Pada halaman klasifikasi, pengguna dapat memasukkan teks opini secara langsung dan memperoleh hasil prediksi sentimen secara real-time, yang disertai dengan riwayat analisis. Dengan adanya aplikasi ini, hasil penelitian tidak hanya bersifat analitis, tetapi juga dapat dimanfaatkan secara praktis sebagai alat bantu dalam memahami persepsi masyarakat terhadap mobil listrik di Indonesia.



GAMBAR 5
(HALAMAN KLASIFIKASI SENTIMEN MOBIL LISTRIK)

I. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi Word2Vec dan algoritma Naïve Bayes mampu digunakan secara efektif untuk mengklasifikasikan sentimen masyarakat terhadap mobil listrik di media sosial X. Berdasarkan hasil evaluasi

menggunakan 5-Fold Cross Validation, Multinomial Naïve Bayes menghasilkan performa terbaik dengan nilai accuracy dan F1-score tertinggi serta stabilitas yang lebih baik dibandingkan Gaussian dan Bernoulli Naïve Bayes. Model terbaik tersebut berhasil diimplementasikan ke dalam sistem visualisasi berbasis web sehingga hasil analisis sentimen dapat disajikan secara interaktif dan mudah dipahami. Hasil penelitian ini memberikan gambaran berbasis data mengenai persepsi publik terhadap mobil listrik serta dapat dijadikan referensi untuk pengembangan penelitian analisis sentimen selanjutnya.

REFERENSI

[1] U. Priyambodo, "Transisi Energi adalah Kunci Mengatasi Krisis Energi dan Krisis Iklim," Nationalgeographic.co.id. [Daring]. Tersedia pada: https://nationalgeographic.grid.id/read/133514213/transisi-energi-adalah-kunci-mengatasi-krisis-energi-dan-krisis-iklim

[2] E. Arianto *et al.*, "OPTIMALISASI KENDARAAN BERMOTOR LISTRIK BERBASIS BATERAI DI INDONESIA (Optimization of Battery Based Electric Motorized Vehicles in Indonesia)," vol. 54, no. 79, 2024.

[3] A. H. Pandyaswargo, A. D. Wibowo, M. F. N. Maghfiroh, A. Rezqita, dan H. Onoda, "The emerging electric vehicle and battery industry in Indonesia: Actions around the nickel ore export ban and a SWOT analysis," *Batteries*, vol. 7, no. 4, 2021, doi: 10.3390/batteries7040080.

[4] R. Arifin, "Hasil Survei Kecemasan Orang Indonesia Soal Kendaraan Listrik," detikOto. [Daring]. Tersedia pada: https://oto.detik.com/mobil-listrik/d-7377941/hasil-survei-kecemasan-orang-indonesia-soal-kendaraan-listrik

[5] C. A. Ramapiutra, M. H. Z. Al Faroby, dan B. R. Lidiawaty, "Sentiment Analysis of User Reviews on Cryptocurrency Application: Evaluating the Impact of Dataset Split Scenarios Using Multinomial Naive Bayes," vol. 13, no. 4, hal. 4523–4535, 2024, [Daring]. Tersedia pada: https://www.researchgate.net/publication/383452276_Sentiment_Analysis_of_User_Reviews_on_Cryptocurrency_Application_Evaluating_the_Impact_of_Dataset_Split_Scenarios_Using_Multinomial_Naive_Bayes

[6] N. Munasatya dan S. Novianto, "Natural Language Processing untuk Sentimen Analisis Presiden Jokowi Menggunakan Multi Layer Perceptron," *Techno.Com*, vol. 19, no. 3, hal. 237–244, 2020, doi: 10.33633/tc.v19i3.3630.

[7] A. P. Ardhana dan R. R. Santika, "ANALISIS SENTIMEN PADA APLIKASI X TERHADAP KENDARAAN LISTRIK DI INDONESIA MENGGUNAKAN ALGORITMA NAÏVE SENTIMENT ANALYSIS ON X APP ABOUT ELECTRIC VEHICLES IN INDONESIA USING NAÏVE BAYES ALGORITHM," vol. 3, no. September, hal. 435–442, 2024.

[8] Azhar, S. U. Masruroh, L. K. Wardhani, dan Okfalisa, "Performance comparison of the Naive Bayes algorithm and the k-NN lexicon approach on Twitter media sentiment analysis," vol. 3, no. 2, hal. 35–40, 2023, doi: 10.59190/stc.v3i2.229.

[9] T. Joseph, "Natural Language Processing (NLP) for Sentiment Analysis in Social Media," *Int. J. Comput. Eng.*, vol. 6, no. 2, hal. 35–48, 2024, doi: 10.47941/ijce.2135.

[10] A. K. Dede Iskandar, "A COMPARATIVE ANALYSIS OF WORD2VEC AND DOC2VEC TECHNIQUES IN," vol. 12, no. 1, hal. 133–144, 2025, doi: 10.25126/jtiik.2025129143.

[11] O. Peretz, M. Koren, dan O. Koren, "Naive Bayes classifier – An ensemble procedure for recall and precision enrichment," *Eng. Appl. Artif. Intell.*, vol. 136, no. PB, hal. 108972, 2024, doi: 10.1016/j.engappai.2024.108972.

[12] D. Kurniawan dan M. Yasir, "Optimization Sentimen Analysis using CRISP-DM and Naive Bayes Methods Implemented on Social Media," *Cybersp. J. Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 6, no. 2, hal. 74, 2022, doi: 10.22373/cj.v6i2.12793.

[13] J. M. Gorriz, F. Segovia, J. Ramirez, A. Ortiz, dan J. Suckling, "Is K-fold cross validation the best model selection method for Machine Learning?," 2024, [Daring]. Tersedia pada: http://arxiv.org/abs/2401.16407