

ANALISIS SENTIMEN PENGGUNA APLIKASI X TERHADAP TONCOIN MENGGUNAKAN METODE NAÏVE BAYES DENGAN PSO

Laras Rahmawati¹, Sofi Defianti², Adhi Rizal³

^{1,2,3}Universitas Singaperbangsa Karawang; Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361

Keywords:

Sentiment Analysis, Cryptocurrency, Naïve Bayes, Particle Swarm Optimization (PSO), Toncoin.

Correspondent Email:

larasrahmawati53@gmail.com

Abstrak. Perkembangan aset kripto yang pesat telah meningkatkan minat masyarakat terhadap berbagai jenis *cryptocurrency*, termasuk Toncoin. Opini pengguna media sosial, khususnya pada Aplikasi X, dapat mencerminkan sentimen publik terhadap Toncoin sehingga penting untuk dianalisis guna memahami persepsi masyarakat terhadap aset digital tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sentimen pengguna Aplikasi X terhadap Toncoin menggunakan algoritma *Multinomial Naïve Bayes* dan meningkatkan kinerjanya melalui optimasi *Particle Swarm Optimization* (PSO). Data penelitian diperoleh dari *tweet* yang berkaitan dengan Toncoin, kemudian dilakukan tahap prapemrosesan yang meliputi pembersihan data, *case folding*, tokenisasi, penghapusan *stopword*, dan *stemming*. Ekstraksi fitur dilakukan menggunakan TF-IDF, dengan pembagian data sebesar 70% sebagai data latih dan 30% sebagai data uji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *Naïve Bayes* tanpa optimasi menghasilkan akurasi sebesar 73% dan *weighted F1-score* sebesar 72,6%. Setelah dilakukan optimasi menggunakan PSO, diperoleh parameter *alpha* optimal sebesar 0,2356 yang meningkatkan performa model menjadi akurasi 73,9% dan *weighted F1-score* 73,5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa optimasi PSO mampu meningkatkan kinerja *Naïve Bayes* dalam mengklasifikasikan sentimen pengguna Aplikasi X terhadap Toncoin, meskipun peningkatan yang diperoleh relatif kecil.



Copyright © [JPI](#) (Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung).

Abstract. The rapid development of crypto assets has increased public interest in various types of cryptocurrencies, including Toncoin. Social media user opinions, especially on Application X, can reflect public sentiment towards Toncoin, making it important to understand public perception of this digital asset. This study aims to analyze Application X user sentiment towards Toncoin using the Multinomial Naïve Bayes algorithm and improve its performance through Particle Swarm Optimization (PSO) optimization. The research data was obtained from tweets related to Toncoin, then a preprocessing stage was carried out including data cleaning, case folding, tokenization, stopword removal, and stemming. Feature extraction was performed using TF-IDF, with a data division of 70% as training data and 30% as test data. The results showed that the Naïve Bayes model without optimization produced an accuracy of 73% and a weighted F1-score of 72.6%. After optimization using PSO, an optimal alpha parameter of 0.2356 was obtained, which increased the model's performance to 73.9% accuracy and a weighted F1-score of 73.5%. The results of the study show that PSO optimization is able to improve the performance of Naïve Bayes in classifying the sentiment of Application X users towards Toncoin, although the improvement obtained is relatively small.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah mendorong perubahan ruang diskusi publik ke ranah digital. Salah satu platform yang banyak digunakan untuk berbagi informasi dan opini adalah Aplikasi X, yang memungkinkan pengguna menyampaikan pendapat secara *real-time*. Aktivitas pengguna pada media sosial menghasilkan data dalam jumlah besar yang dapat dimanfaatkan untuk memahami persepsi masyarakat terhadap berbagai isu, termasuk aset kripto. Sentimen yang berkembang di media sosial diketahui memiliki pengaruh terhadap perilaku investor dan pergerakan pasar aset digital sehingga analisis sentimen menjadi salah satu pendekatan yang penting untuk mengidentifikasi kecenderungan opini publik.

Salah satu aset kripto yang saat ini memperoleh perhatian adalah Toncoin, yaitu aset kripto yang berjalan pada jaringan *The Open Network* (TON). Toncoin memiliki keterkaitan dengan ekosistem Telegram yang didukung oleh basis pengguna yang besar dan aktif. Tingginya aktivitas diskusi mengenai Toncoin di media sosial menjadikan aset ini menarik untuk dianalisis, terutama dalam memahami bagaimana persepsi pengguna terhadap perkembangan dan prospeknya.

Berbagai penelitian sebelumnya telah menerapkan metode *Naïve Bayes* untuk analisis sentimen karena memiliki tingkat efisiensi yang baik dalam klasifikasi teks. Penelitian oleh Alghifari dan Azis (2024) menunjukkan bahwa *Naïve Bayes* mampu memberikan hasil klasifikasi yang cukup baik pada data media sosial. Namun, performa algoritma tersebut sangat dipengaruhi oleh parameter yang digunakan sehingga diperlukan teknik optimasi untuk memperoleh hasil yang lebih optimal. Penelitian Fitriani *et al.* (2024) menunjukkan bahwa penerapan *Particle Swarm Optimization* (PSO) dapat meningkatkan performa model klasifikasi. Selain itu, Muhammad *et al.* (2025) membuktikan bahwa integrasi PSO pada model *Naïve Bayes* mampu meningkatkan akurasi analisis sentimen dari 66,14% menjadi 69,14%.

Meskipun demikian, penelitian yang mengkaji sentimen pengguna Aplikasi X terhadap Toncoin dengan pendekatan optimasi parameter menggunakan PSO masih relatif terbatas. Sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada aset kripto yang lebih populer seperti Bitcoin atau Ethereum, sehingga belum

banyak penelitian yang secara khusus mengevaluasi efektivitas kombinasi *Naïve Bayes* dan PSO pada data sentimen Toncoin. Kondisi ini menjadi celah penelitian (*research gap*) yang mendasari dilakukannya penelitian ini.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sentimen pengguna Aplikasi X terhadap Toncoin menggunakan algoritma *Multinomial Naïve Bayes* serta mengoptimalkan parameter model menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO). Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai persepsi publik terhadap Toncoin sekaligus mengevaluasi efektivitas PSO dalam meningkatkan kinerja model klasifikasi sentimen yang diukur menggunakan akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Sentimen

Analisis sentimen merupakan salah satu cabang *text mining* yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengekstraksi, dan mengklasifikasikan opini atau perasaan yang terkandung dalam suatu teks. Tujuan utama analisis sentimen adalah menentukan polaritas suatu opini ke dalam kategori positif, negatif, atau netral. Analisis sentimen banyak diterapkan pada data media sosial karena mampu memberikan gambaran mengenai persepsi masyarakat terhadap suatu topik tertentu.

2.2 Toncoin

Toncoin merupakan aset kripto yang berjalan pada jaringan *The Open Network* (TON), yaitu platform *blockchain* yang dirancang untuk mendukung transaksi dengan kecepatan tinggi dan biaya rendah. Toncoin memiliki keterkaitan dengan ekosistem Telegram sehingga memperoleh perhatian yang cukup besar dari komunitas aset digital. Tingginya aktivitas diskusi mengenai Toncoin di media sosial menjadikannya objek yang relevan untuk penelitian analisis sentimen.

2.3 Text Mining

Text mining merupakan proses penggalian informasi dari data berbentuk teks yang tidak terstruktur menjadi informasi yang dapat dianalisis. Dalam penelitian ini, *text mining* digunakan untuk mengolah data *tweet* melalui

beberapa tahapan prapemrosesan, yaitu pembersihan data, *case folding*, tokenisasi, penghapusan *stopword*, dan *stemming*.

2.4 TF-IDF

Term Frequency-Inverse Document Frequency (TF-IDF) merupakan metode pembobotan kata yang digunakan untuk mengukur tingkat kepentingan suatu kata dalam dokumen. Nilai TF-IDF diperoleh dari kombinasi frekuensi kemunculan kata dalam dokumen (*term frequency*) dan tingkat kelangkaan kata dalam keseluruhan dokumen (*inverse document frequency*). Metode ini digunakan untuk mengubah data teks menjadi representasi numerik yang dapat diproses oleh algoritma klasifikasi.

2.5 Multinomial Naïve Bayes

Multinomial Naïve Bayes merupakan algoritma klasifikasi yang berdasarkan Teorema Bayes dengan asumsi bahwa setiap fitur bersifat independen. Algoritma ini banyak digunakan dalam klasifikasi teks karena memiliki proses komputasi yang sederhana, cepat, dan efektif untuk data berdimensi tinggi. Dalam penelitian ini, *Multinomial Naïve Bayes* digunakan untuk mengklasifikasikan sentimen pengguna Aplikasi X ke dalam kategori positif, negatif, dan netral.

2.6 Particle Swarm Optimization (PSO)

Particle Swarm Optimization (PSO) merupakan algoritma optimasi berbasis populasi yang terinspirasi dari perilaku sosial kawanan burung atau ikan dalam mencari sumber makanan. PSO bekerja dengan mencari solusi terbaik melalui pergerakan partikel dalam ruang pencarian berdasarkan pengalaman individu (*personal best*) dan pengalaman kelompok (*global best*). Pada penelitian ini, PSO digunakan untuk mengoptimalkan parameter *alpha* pada model *Multinomial Naïve Bayes* sehingga diperoleh performa klasifikasi yang lebih baik.

2.7 Evaluasi Model

Evaluasi model dilakukan menggunakan *confusion matrix* untuk mengukur performa klasifikasi. Metrik yang digunakan meliputi *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. *Accuracy* menunjukkan tingkat ketepatan prediksi secara keseluruhan, *precision* mengukur ketepatan prediksi pada setiap kelas, *recall* mengukur kemampuan model dalam menemukan data yang relevan, sedangkan *F1-score* merupakan rata-rata harmonis antara

precision dan *recall* yang digunakan untuk menilai keseimbangan performa model.

2.8 CRISP-DM

Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) merupakan metodologi standar dalam proyek *data mining* yang terdiri atas enam tahapan, yaitu pemahaman bisnis, pemahaman data, penyiapan data, pemodelan, evaluasi, dan penyebaran hasil. Metodologi ini digunakan sebagai kerangka kerja penelitian untuk memastikan proses analisis data dilakukan secara sistematis dan terstruktur.

2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian oleh Fitriani *et al.* (2024) menunjukkan bahwa penerapan PSO mampu meningkatkan performa model klasifikasi sentimen berbasis *Naïve Bayes*. Selain itu, Muhammad *et al.* (2025) melaporkan bahwa optimasi parameter menggunakan PSO meningkatkan akurasi model analisis sentimen dari 66,14% menjadi 69,14%. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, kombinasi *Multinomial Naïve Bayes* dan PSO dipilih dalam penelitian ini untuk menganalisis sentimen pengguna Aplikasi X terhadap Toncoin.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *text mining* dan *machine learning* untuk menganalisis sentimen pengguna Aplikasi X terhadap Toncoin. Kerangka kerja yang digunakan adalah *Cross-Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM) yang terdiri atas enam tahapan, yaitu *business understanding*, *data understanding*, *data preparation*, *modeling*, *evaluation*, dan *deployment*. Metode ini dipilih karena mampu memberikan alur kerja yang sistematis dalam proses pengolahan dan analisis data.

3.1 Desain Penelitian

Objek penelitian berupa unggahan publik pada Aplikasi X yang berkaitan dengan Toncoin. Data dikumpulkan menggunakan teknik *web scraping* dengan kata kunci “Toncoin”, “TON”, #Toncoin, dan #TON. Dataset yang diperoleh kemudian disaring untuk menghilangkan data yang tidak relevan, duplikasi, spam, dan unggahan yang tidak berhubungan dengan topik penelitian.

3.2 Pengumpulan dan Persiapan Data

Tahap persiapan data dilakukan melalui beberapa proses *preprocessing*, yaitu *cleaning*, *case folding*, *tokenization*, *stopword removal*, dan *stemming* menggunakan pustaka NLTK dan Sastrawi. Setelah proses pembersihan selesai, data diberikan label sentimen positif, netral, dan negatif. Selanjutnya dilakukan ekstraksi fitur menggunakan metode TF-IDF untuk mengubah data teks menjadi representasi numerik yang dapat diproses oleh algoritma klasifikasi.

3.3 Pemodelan

Dataset dibagi menjadi 70% data latih dan 30% data uji. Model klasifikasi dibangun menggunakan algoritma *Multinomial Naïve Bayes*. Pemilihan algoritma ini didasarkan pada kemampuannya dalam menangani data teks dan efisiensi komputasi yang baik pada proses klasifikasi sentimen.

Untuk meningkatkan performa model, dilakukan optimasi parameter *alpha* menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO). Setiap partikel pada PSO merepresentasikan kandidat nilai *alpha* yang akan dievaluasi menggunakan *Stratified 5-Fold Cross Validation*. Fungsi objektif yang digunakan adalah *weighted F1-score*, sehingga nilai parameter terbaik diperoleh berdasarkan performa klasifikasi tertinggi.

3.4 Evaluasi Model

Evaluasi dilakukan dengan membandingkan model *Naïve Bayes* tanpa optimasi dan model *Naïve Bayes* yang telah dioptimasi menggunakan PSO. Pengukuran performa dilakukan menggunakan *confusion matrix* dengan metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-score*. Nilai-nilai tersebut digunakan untuk menilai kemampuan model dalam mengklasifikasikan sentimen pengguna Aplikasi X terhadap Toncoin.

3.5 Perangkat Penelitian

Penelitian ini menggunakan bahasa pemrograman Python sebagai lingkungan pengembangan utama. Pustaka Pandas dan NumPy digunakan untuk pengolahan data, Scikit-learn digunakan untuk implementasi TF-IDF, *Multinomial Naïve Bayes*, dan evaluasi model, sedangkan NLTK dan Sastrawi digunakan pada tahap pemrosesan teks bahasa Indonesia. Proses pengambilan data dilakukan menggunakan pustaka Harvest untuk memperoleh data unggahan Aplikasi X berdasarkan kata kunci yang telah ditentukan.

3.6 Alur Penelitian

Tahapan penelitian dimulai dari pengumpulan data unggahan Aplikasi X terkait Toncoin, dilanjutkan dengan proses *preprocessing*, pelabelan sentimen, ekstraksi fitur menggunakan TF-IDF, pembagian data menjadi data latih dan data uji, pembangunan model *Multinomial Naïve Bayes*, optimasi parameter menggunakan PSO, serta evaluasi performa model menggunakan *confusion matrix*. Hasil evaluasi kemudian dianalisis untuk mengetahui efektivitas optimasi PSO dalam meningkatkan kinerja klasifikasi sentimen.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sentimen pengguna platform X terhadap aset kripto Toncoin menggunakan algoritma *Naïve Bayes* dan optimasi *Particle Swarm Optimization* (PSO). Proses penelitian dilakukan berdasarkan tahapan CRISP-DM yang meliputi Business Understanding, Data Understanding, Data Preparation, Modeling, Evaluation, dan Deployment.

4.1.1 Hasil Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui proses crawling pada platform X menggunakan kata kunci "Toncoin" dengan filter bahasa Indonesia selama periode tahun 2025. Hasil crawling memperoleh sebanyak 1.166 tweet yang selanjutnya digunakan sebagai data awal penelitian.

Gambar 4.1 Jumlah Data Hasil Crawling

```
import pandas as pd
from google.colab import files

# path file hasil
file_path = f"tweets-data/{filename}"
df = pd.read_csv(file_path, delimiter=",")

# display hasil crawling
display(df)

# cek jumlah data yang didapatkan
num_tweets = len(df)
print(f"Jumlah tweet dalam dataframe adalah {num_tweets}.")

# download file hasil crawling
files.download(file_path)
```

Gambar menunjukkan jumlah tweet yang berhasil diperoleh dari platform X sebelum dilakukan proses pembersihan data.

Berdasarkan hasil pengumpulan data, diperoleh berbagai jenis tweet yang membahas Toncoin, baik berupa opini, berita, promosi,

maupun informasi lainnya. Namun tidak seluruh data dapat digunakan karena masih ditemukan data duplikat, data tidak relevan, dan tweet yang tidak sesuai dengan tujuan penelitian.

4.1.2 Hasil Data Preparation

Tahap data preparation dilakukan untuk meningkatkan kualitas data sebelum digunakan dalam proses klasifikasi. Tahapan yang dilakukan meliputi penghapusan data duplikat, filter bahasa Indonesia, penghapusan data yang tidak relevan, serta preprocessing teks.

Tabel 4.1 Tampilan Output Data Mentah (Raw Data) Hasil Scraping dari Platform X

id	text	created_at	retweet_count	reply_count	is_retweeted	is_replied	is_retweeted_and_replied
1	Perusahaan publik yang terdaftar di Nasdaq siap mengalokasikan Rp9 triliun	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
2	TONCOIN update singkat: Harga: \$3.13 Market cap: \$8.05B 2.10M transaksi/1	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
3	Investasi Gila \$400 juta di Toncoin: TON Mau Jadi Bos DeFi dan Gaming di Tel	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
4	Mau cari #Altcoins murah dengan potensi gede? Nih 3 koin kece di bawah \$4	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
5	Bitunix Sekarang Mendukung TON sebagai Aset Margin! Bitunix sekarang me	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
6	CR7 USA Toncoin	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
7	https://t.co/r5LLStaM4L wata manhaja ce ta hada-hadar kudi ta zamani [DeF	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
8	Toncoin resmi kerja sama dengan Uni Emirat Arab (UEA) buat ngasih golden	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
9	#Shibainu (SHIB) #Toncoin (TON) #Pepe Coin (PEPE) Fiat Tahmini - 24 Hazira	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
10	Crypto Breaking News Amilar ku! --aE--en da aka kulle a cikin Sei Network (	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
11	Toncoin (+0.1%) Notcoin (-3.9%) LAMBO (+6.1%) Sahara AI (-38.0%) Cross Th	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
12	Top 5 Best Performers vs. Bitcoin \$BTC (24Hrs) Top 100 December 16 2023 A	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
13	Telegram kampanye endi bir nechta kriptovalyutalami jumladan Ethereum Bito	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
14	Toncoin (TON) adalah salah satu aset kripto yang sedang naik daun terutama	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
15	PILIHAN TERPANAS HARI INI Futures: 1) \$E #FARTCOIN 2) \$E SVINE 3) \$E #T	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
16	LABARI: Verb Technology (wanda nan gaba zai zama Ton Strategy Company)	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
17	BULLISH BENERHIA! Toncoin resmi gendeng UAE (Uni Emirat Arab) dan sia	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
18	Cryptomonedas Perdedoras: SPI PI -9.36% (USD \$0.517.6) SBERA Berachain -8	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True

id	text	created_at	retweet_count	reply_count	is_retweeted	is_replied	is_retweeted_and_replied
1	Perusahaan publik yang terdaftar di Nasdaq siap mengalokasikan Rp9 triliun	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
2	TONCOIN update singkat: Harga: \$3.13 Market cap: \$8.05B 2.10M transaksi/1	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
3	Investasi Gila \$400 juta di Toncoin: TON Mau Jadi Bos DeFi dan Gaming di Tel	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
4	Mau cari #Altcoins murah dengan potensi gede? Nih 3 koin kece di bawah \$4	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
5	Bitunix Sekarang Mendukung TON sebagai Aset Margin! Bitunix sekarang me	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
6	CR7 USA Toncoin	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
7	https://t.co/r5LLStaM4L wata manhaja ce ta hada-hadar kudi ta zamani [DeF	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
8	Toncoin resmi kerja sama dengan Uni Emirat Arab (UEA) buat ngasih golden	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
9	#Shibainu (SHIB) #Toncoin (TON) #Pepe Coin (PEPE) Fiat Tahmini - 24 Hazira	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
10	Crypto Breaking News Amilar ku! --aE--en da aka kulle a cikin Sei Network (	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
11	Toncoin (+0.1%) Notcoin (-3.9%) LAMBO (+6.1%) Sahara AI (-38.0%) Cross Th	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
12	Top 5 Best Performers vs. Bitcoin \$BTC (24Hrs) Top 100 December 16 2023 A	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
13	Telegram kampanye endi bir nechta kriptovalyutalami jumladan Ethereum Bito	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
14	Toncoin (TON) adalah salah satu aset kripto yang sedang naik daun terutama	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
15	PILIHAN TERPANAS HARI INI Futures: 1) \$E #FARTCOIN 2) \$E SVINE 3) \$E #T	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
16	LABARI: Verb Technology (wanda nan gaba zai zama Ton Strategy Company)	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
17	BULLISH BENERHIA! Toncoin resmi gendeng UAE (Uni Emirat Arab) dan sia	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True
18	Cryptomonedas Perdedoras: SPI PI -9.36% (USD \$0.517.6) SBERA Berachain -8	2023-12-15T08:00:00.000Z	1400000	100000	True	True	True

Tabel menunjukkan perubahan teks dari kondisi awal hingga menjadi teks bersih setelah melalui seluruh tahapan preprocessing.

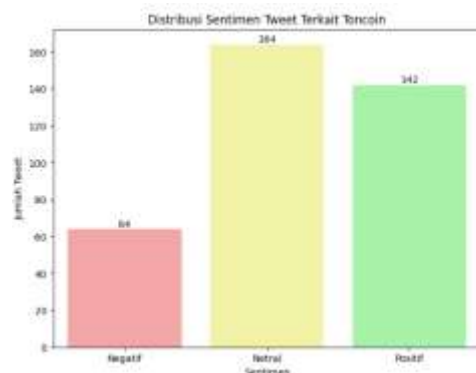
4.1.3 Hasil Pelabelan Data

Setelah preprocessing selesai dilakukan, data kemudian diberi label sentimen yang terdiri atas tiga kategori, yaitu sentimen positif, sentimen negatif, dan sentimen netral. Proses pelabelan dilakukan secara manual dan telah divalidasi oleh ahli bahasa untuk meningkatkan kualitas label.

Gambar 4.2 Implementasi Fungsi Objektif pada PSO untuk Optimasi Model Naïve Bayes



Grafik 4.3 Hasil Visualisasi Distribusi Sentimen Tweet Terkait Toncoin



Grafik menunjukkan proporsi jumlah data pada masing-masing kelas sentimen.

Berdasarkan hasil pelabelan, diperoleh distribusi data yang menunjukkan bahwa kelas

Tabel menunjukkan jumlah data pada setiap tahapan pembersihan data hingga diperoleh dataset akhir yang siap digunakan dalam proses klasifikasi.

Berdasarkan hasil data preparation, jumlah data berkurang dari 1.166 tweet menjadi 370 tweet yang layak digunakan. Pengurangan jumlah data menunjukkan bahwa sebagian besar data awal mengandung noise yang dapat mempengaruhi performa model apabila tidak dihilangkan.

Tahapan preprocessing yang dilakukan meliputi:

1. Case Folding
2. Cleaning
3. Tokenizing
4. Stopword Removal
5. Stemming

Tabel 4.2 Tampilan Data Sebelum Melewati Tahapan Preprocessing

sentimen netral memiliki jumlah data paling banyak dibandingkan sentimen positif dan negatif. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar pengguna platform X cenderung memberikan informasi atau berita terkait Toncoin dibandingkan menyampaikan opini yang bersifat mendukung maupun menolak.

4.1.4 Hasil Pembagian Data dan Ekstraksi Fitur

Dataset yang telah diberi label kemudian dibagi menjadi data latih dan data uji menggunakan metode stratified split dengan rasio 70:30. Metode stratifikasi digunakan untuk menjaga proporsi distribusi kelas agar tetap seimbang pada data latih maupun data uji.

Gambar 4.3 Proses Pembagian Data (Data Splitting) dan Ekstraksi Fitur TF-IDF

```
from sklearn.model_selection import train_test_split

# membagi data
df_sorted = df_label.sort_values(by='labelled')[['token_text', 'labelled']]
X = df_sorted['token_text']
y = df_sorted['labelled']

# split data menjadi train dan test
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.3, random_state=000, stratify=y)

# menghitung label untuk setiap split
train_counts = y_train.value_counts()
test_counts = y_test.value_counts()
print("berikan pada training:", train_counts)
print("berikan pada testing:", test_counts)

# TF-IDF
from sklearn.feature_extraction.text import TfidfVectorizer
tfidf_vectorizer = TfidfVectorizer(use_idf=True)
X_train_vectors_tfidf = tfidf_vectorizer.fit_transform(X_train)
X_test_vectors_tfidf = tfidf_vectorizer.transform(X_test)

print("Ekstraksi fitur dengan TF-IDF berhasil!")
```

Gambar Menunjukkan jumlah data pada masing-masing kelas sentimen setelah dilakukan pembagian data.

Setelah proses pembagian data selesai, dilakukan ekstraksi fitur menggunakan metode *Term Frequency-Inverse Document Frequency* (TF-IDF). Metode ini digunakan untuk mengubah data teks menjadi representasi numerik yang dapat diproses oleh algoritma machine learning.

4.1.5 Hasil Pemodelan Naïve Bayes

Model pertama yang digunakan dalam penelitian ini adalah Multinomial Naïve Bayes. Pengujian dilakukan dengan mencoba beberapa nilai parameter alpha untuk memperoleh parameter terbaik.

Gambar 4.4 Hasil Pengujian Parameter Alpha Naïve Bayes

```
# model
y_pred_train_nb = best_nb_model.predict(X_train_vectors_tfidf)
f1_nb_model = f1_score(y_train, y_pred_train_nb_model, average='weighted', zero_division=0)
accuracy_nb_model_train = accuracy_score(y_train, y_pred_train_nb_model)
precision_nb_model_train = precision_score(y_train, y_pred_train_nb_model, average='weighted', zero_division=0)
recall_nb_model_train = recall_score(y_train, y_pred_train_nb_model, average='weighted', zero_division=0)

print("parameter terbaik (alpha) dari 100 (best_alpha_nb_100)")
print("F1 score weighted model terbaik dari 100 (10 internal 100): (conf-01)")
print("")

2024-06-17 17:20:03.200 - pywms.slog: global best - 200 - OPTIMIZE for 100 (10) with (1) 0.0, (2) 0.0, (3) 0.0, (4) 0.0

--- Nilai yang akan dicari melalui proses optimasi PSO ---
pywms.slog: global best - 0.2356 - OPTIMIZE for 100 (10) with (1) 0.0, (2) 0.0, (3) 0.0, (4) 0.0
2024-06-17 17:20:13.200 - pywms.slog: global best - 200 - OPTIMIZE for 100 (10) with (1) 0.0, (2) 0.0, (3) 0.0, (4) 0.0

Parameter terbaik (alpha) dari 100: 0.100
F1 score weighted Model terbaik dari 100 (10 internal 100): 0.700
```

Gambar menunjukkan hasil pengujian beberapa nilai alpha yang digunakan pada model Naïve Bayes.

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai alpha terbaik sebesar 0,1 yang menghasilkan performa klasifikasi paling baik dibandingkan parameter lainnya.

4.1.6 Hasil Optimasi Menggunakan Particle Swarm Optimization (PSO)

Untuk meningkatkan performa model, dilakukan optimasi parameter alpha menggunakan metode Particle Swarm Optimization (PSO). Proses optimasi menggunakan Stratified 5-Fold Cross Validation sebagai fungsi evaluasi.

Gambar 4.5 Hasil Optimasi Parameter Menggunakan PSO

```
# model
y_pred_train_pso = best_pso_model.predict(X_train_vectors_tfidf)
f1_pso_model = f1_score(y_train, y_pred_train_pso_model, average='weighted', zero_division=0)
accuracy_pso_model_train = accuracy_score(y_train, y_pred_train_pso_model)
precision_pso_model_train = precision_score(y_train, y_pred_train_pso_model, average='weighted', zero_division=0)
recall_pso_model_train = recall_score(y_train, y_pred_train_pso_model, average='weighted', zero_division=0)

print("parameter terbaik (alpha) dari 100 (best_alpha_pso_100)")
print("F1 score weighted model terbaik dari 100 (10 internal 100): (conf-01)")
print("")

2024-06-17 17:20:03.200 - pywms.slog: global best - 200 - OPTIMIZE for 100 (10) with (1) 0.0, (2) 0.0, (3) 0.0, (4) 0.0

--- Nilai yang akan dicari melalui proses optimasi PSO ---
pywms.slog: global best - 0.7586 - OPTIMIZE for 100 (10) with (1) 0.0, (2) 0.0, (3) 0.0, (4) 0.0
2024-06-17 17:20:13.200 - pywms.slog: global best - 200 - OPTIMIZE for 100 (10) with (1) 0.0, (2) 0.0, (3) 0.0, (4) 0.0

Parameter terbaik (alpha) dari 100: 0.100
F1 score weighted Model terbaik dari 100 (10 internal 100): 0.700
```

Gambar menunjukkan parameter terbaik yang diperoleh melalui proses optimasi PSO.

Hasil optimasi menunjukkan bahwa PSO berhasil menemukan nilai alpha optimal sebesar 0,2356 dengan weighted F1-score sebesar 0,7586 pada tahap cross validation.

4.1.7 Hasil Evaluasi Model

Evaluasi dilakukan menggunakan confusion matrix, accuracy, precision, recall, dan F1-score.

Gambar 4.6 Hasil Evaluasi Naïve Bayes

```
# prediksi data test dengan model Naive Bayes
y_pred_test_nb = best_nb_model.predict(X_test_vectors_tfidf)

# evaluasi pada data test
print("Classification Report for best Naive Bayes Model:")
print(classification_report(y_test, y_pred_test_nb, zero_division=0, digits=5))
print("Confusion Matrix for best Naive Bayes Model:")
print(confusion_matrix(y_test, y_pred_test_nb))

Classification Report for best Naive Bayes Model:
precision    recall    f1-score   support

0       0.957       0.613       0.727        18
1       0.000       0.000       0.000         0
2       0.750       0.625       0.688        16

accuracy          0.700
macro avg       0.705       0.706       0.725
weighted avg    0.701       0.710       0.720

Confusion Matrix for best Naive Bayes Model:
[[15  0  3]
 [ 0  0  0]
 [ 0 16  0]]
```

Tabel 4.7 Hasil Evaluasi Naïve Bayes + PSO

```

# predict data test dengan model naive bayes + PSO
y_predict_pso_nb = best_nb_pso_model.predict(x_test, verbose=True)

# evaluasi pada data test
print("Classification report for naive bayes model with PSO optimization:")
print(classification_report(y_test, y_predict_pso_nb, zero_division=0))
print("Confusion matrix for naive bayes model with PSO optimization:", confusion_matrix(y_test, y_predict_pso_nb))

Classification report for naive bayes model with PSO optimization:
precision    recall  F1-score   support
0           0.880    0.979    0.930        19
1           0.712    0.407    0.530        49
2           0.344    0.004    0.007        41

accuracy: 0.807   0.794   0.794       111
weighted avg: 0.747   0.710   0.715       111

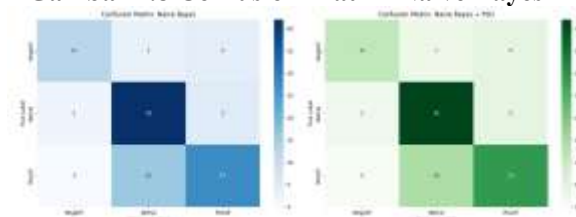
Confusion matrix for naive bayes model with PSO optimization:
[[11  1  0]
 [ 4 13  0]
 [ 0 14 26]]

```

Gamabar menunjukkan hasil pengukuran performa model sebelum dan sesudah dilakukan optimasi menggunakan PSO.

Berdasarkan hasil evaluasi, model Naïve Bayes memperoleh nilai akurasi sebesar 73,0%, sedangkan model Naïve Bayes yang telah dioptimasi menggunakan PSO memperoleh nilai akurasi sebesar 73,9%. Dengan demikian, terjadi peningkatan akurasi sebesar 0,9% setelah proses optimasi dilakukan.

Gambar 4.8 Confusion Matrix Naïve Bayes



Gambar 4.9 Confusion Matrix Naïve Bayes + PSO

```

# gunakan model terbaik naive bayes + PSO untuk memprediksi tweet baru

tweet_baru = input("Masukkan tweet baru: ")
# contoh: "Toscoin hari ini megalat", "Siapa mau beli Toscoin?", "Toscoin adalah scam!"

# 1. Preprocessing tweet baru
tweet_baru = preprocess(tweet_baru)
tweet_baru = tokenisasi(tweet_baru)
tweet_baru = stemming(tweet_baru)
tweet_baru = remove_stopwords(tweet_baru)
tweet_baru = ' '.join(tweet_baru)

# 2. Ekstraksi feature tweet baru menggunakan TF-IDF
x_new_tweet_tfidf = tfidf_vectorizer.transform([tweet_baru])

# 3. Prediksi sentimen menggunakan model terbaik Naive Bayes + PSO
sentimen_tweet_baru = best_nb_pso_model.predict(x_new_tweet_tfidf)[0]

# 4. Tentukan kode sentimen ke label yang mudah dibaca
sentimen_map = {0: 'Negatif', 1: 'Netral', 2: 'Positif'}
label_sentimen_baru = sentimen_map.get(sentimen_tweet_baru, 'Tidak Dikenali')

print(f"Sentimen prediksi: {label_sentimen_baru}")

Masukkan tweet baru: toscoin megalat hari ini
Sentimen prediksi: Positif

```

Gambar menunjukkan hasil klasifikasi masing-masing model terhadap data uji berdasarkan confusion matrix.

Hasil confusion matrix menunjukkan bahwa kelas sentimen netral memiliki tingkat pengenalan terbaik, sedangkan kelas sentimen negatif masih menjadi kelas yang paling sulit dikenali oleh model. Meskipun demikian, penerapan PSO mampu mengurangi beberapa kesalahan klasifikasi sehingga meningkatkan performa model secara keseluruhan.

4.2 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma Naïve Bayes mampu melakukan klasifikasi sentimen pengguna platform X terhadap Toncoin ke dalam tiga kategori sentimen, yaitu positif, negatif, dan netral dengan tingkat akurasi sebesar 73,0%. Setelah dilakukan optimasi parameter menggunakan Particle Swarm Optimization (PSO), akurasi model meningkat menjadi 73,9%. Peningkatan sebesar 0,9% tersebut menunjukkan bahwa optimasi parameter memberikan kontribusi positif terhadap performa model meskipun tidak terlalu signifikan.

Distribusi sentimen yang diperoleh menunjukkan bahwa sentimen netral mendominasi percakapan mengenai Toncoin pada platform X. Dominasi sentimen netral mengindikasikan bahwa sebagian besar pengguna lebih banyak membagikan informasi, berita, maupun perkembangan terkait Toncoin dibandingkan memberikan opini yang bersifat mendukung ataupun menolak. Temuan ini menunjukkan bahwa diskusi mengenai aset kripto pada media sosial tidak selalu didominasi oleh ekspresi emosional, tetapi juga berfungsi sebagai media pertukaran informasi antar pengguna.

Hasil evaluasi memperlihatkan bahwa model memiliki kemampuan terbaik dalam mengenali kelas sentimen netral dengan nilai recall sebesar 0,857. Tingginya kemampuan model dalam mengenali kelas netral diduga dipengaruhi oleh jumlah data yang lebih banyak dibandingkan kelas lainnya. Semakin banyak data yang tersedia pada suatu kelas, semakin banyak pula pola kata yang dapat dipelajari oleh model sehingga meningkatkan kemampuan klasifikasi. Sebaliknya, kelas sentimen negatif menjadi kelas yang paling sulit dikenali. Nilai recall pada kelas negatif mengalami penurunan dari 0,632 pada model Naïve Bayes menjadi 0,579 setelah optimasi PSO. Hasil tersebut menunjukkan bahwa meskipun performa model secara keseluruhan meningkat, kemampuan dalam mendeteksi seluruh sentimen negatif masih menjadi tantangan.

Berdasarkan hasil confusion matrix, kesalahan klasifikasi masih sering terjadi antara kelas sentimen positif dan netral. Beberapa tweet yang seharusnya termasuk kategori positif diprediksi sebagai sentimen netral. Kondisi ini menunjukkan adanya kemiripan penggunaan kata dan konteks kalimat pada

kedua kelas tersebut. Pada data media sosial, pengguna sering menyampaikan opini positif dengan bahasa yang informatif sehingga sulit dibedakan dari tweet yang benar-benar bersifat netral. Keterbatasan ini berkaitan dengan karakteristik metode TF-IDF yang hanya mempertimbangkan frekuensi kemunculan kata tanpa memahami makna dan konteks kalimat secara mendalam.

Optimasi menggunakan PSO berhasil menemukan nilai parameter alpha terbaik sebesar 0,2356 dengan weighted F1-score sebesar 0,7586 pada proses cross validation. Hasil ini menunjukkan bahwa PSO mampu melakukan pencarian parameter secara efektif dalam ruang solusi yang tersedia. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa PSO dapat meningkatkan performa algoritma klasifikasi melalui proses pencarian parameter optimal secara otomatis. Namun demikian, peningkatan yang diperoleh dalam penelitian ini relatif kecil karena algoritma Naïve Bayes hanya memiliki sedikit parameter yang dapat dioptimalkan sehingga ruang pencarian solusi menjadi terbatas.

Selain itu, ukuran dataset yang relatif kecil, yaitu sebanyak 370 data setelah proses pembersihan data, juga menjadi faktor yang memengaruhi performa model. Jumlah data yang terbatas menyebabkan variasi pola bahasa yang dapat dipelajari model menjadi lebih sedikit. Distribusi kelas yang tidak seimbang turut memengaruhi kemampuan model dalam mengenali seluruh kategori sentimen secara merata. Kondisi tersebut menyebabkan model lebih mudah mengenali kelas yang dominan dibandingkan kelas yang memiliki jumlah data lebih sedikit.

Dari sisi teoritis, hasil penelitian ini memperkuat konsep bahwa optimasi parameter dapat meningkatkan performa algoritma machine learning dalam klasifikasi teks. Kombinasi Naïve Bayes dan Particle Swarm Optimization terbukti mampu menghasilkan performa yang lebih baik dibandingkan penggunaan Naïve Bayes tanpa optimasi. Temuan ini juga menunjukkan bahwa kualitas data, keseimbangan distribusi kelas, serta metode ekstraksi fitur memiliki pengaruh yang besar terhadap keberhasilan proses klasifikasi sentimen.

Dari sisi praktis, model yang dihasilkan dapat digunakan sebagai alat bantu untuk memantau persepsi masyarakat terhadap aset kripto Toncoin melalui media sosial. Informasi sentimen yang diperoleh dapat dimanfaatkan oleh investor, analis pasar, maupun peneliti untuk memahami kecenderungan opini publik terhadap perkembangan aset kripto tersebut. Dengan demikian, analisis sentimen dapat menjadi salah satu sumber informasi tambahan yang mendukung proses pengambilan keputusan di bidang investasi dan pasar aset digital.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan Particle Swarm Optimization pada algoritma Naïve Bayes mampu meningkatkan performa klasifikasi sentimen Toncoin di platform X. Meskipun peningkatan yang diperoleh masih relatif kecil, kombinasi kedua metode tersebut terbukti memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan model dasar Naïve Bayes dan dapat dijadikan alternatif dalam pengembangan sistem analisis sentimen berbasis media sosial.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian analisis sentimen pengguna Aplikasi X terhadap Toncoin menggunakan algoritma Naïve Bayes dan optimasi Particle Swarm Optimization (PSO), diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Penelitian berhasil membangun model klasifikasi sentimen yang mampu mengelompokkan data ke dalam tiga kategori sentimen, yaitu positif, netral, dan negatif menggunakan algoritma Naïve Bayes. Model terbaik menghasilkan nilai accuracy sebesar 73%, weighted precision sebesar 74,1%, weighted recall sebesar 73%, dan weighted F1-score sebesar 72,6%.
- Penerapan Particle Swarm Optimization (PSO) berhasil digunakan untuk mengoptimalkan parameter alpha pada algoritma Naïve Bayes. Hasil optimasi memperoleh nilai alpha terbaik sebesar 0,2356 dengan weighted F1-score cross validation sebesar 0,7586.
- Penggabungan Naïve Bayes dan PSO mampu meningkatkan performa model klasifikasi sentimen. Setelah optimasi, nilai accuracy meningkat menjadi 73,9%,

- weighted precision menjadi 74,7%, weighted recall menjadi 73,9%, dan weighted F1-score menjadi 73,5%. Hal ini menunjukkan bahwa PSO memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kinerja model.
- d. Kelebihan penelitian ini adalah penggunaan framework CRISP-DM yang sistematis, penerapan metode optimasi PSO dalam pencarian parameter terbaik, serta kemampuan model untuk diimplementasikan dalam melakukan prediksi sentimen terhadap data baru secara otomatis.
 - e. Kekurangan penelitian ini terletak pada jumlah dataset yang relatif terbatas, distribusi kelas sentimen yang tidak seimbang, serta penggunaan fitur TF-IDF yang belum mampu menangkap konteks bahasa secara mendalam. Kondisi tersebut menyebabkan peningkatan performa model setelah optimasi PSO masih relatif kecil.
 - f. Penelitian ini memiliki peluang untuk dikembangkan lebih lanjut melalui penambahan jumlah dataset, penerapan teknik penanganan data tidak seimbang, penggunaan metode ekstraksi fitur yang lebih modern seperti Word2Vec, FastText, BERT atau IndoBERT, serta perbandingan dengan algoritma klasifikasi lain guna memperoleh performa yang lebih optimal.
 - g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis sentimen berbasis machine learning dapat digunakan sebagai salah satu pendekatan untuk memahami persepsi masyarakat terhadap aset kripto Toncoin dan berpotensi dikembangkan menjadi sistem pemantauan sentimen secara real-time pada media sosial.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan kontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing, institusi terkait, serta seluruh pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Syahrul, A. I. Purnamasari, and I. Ali, "Analisis Sentimen Twitter Terhadap Cryptocurrency

- Menggunakan Algoritma Naive Bayes Dan Decision Tree," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 8, no. 2, pp. 2213–2220, 2024.
- [2] R. A. Muhammad, E. Haerani, F. Wulandari, and L. Oktavia, "Penerapan Metode Naive Bayes dengan PSO pada Analisis Sentimen Pengguna Aplikasi X terhadap Bitcoin," vol. 14, pp. 1990–2003, 2025.
 - [3] A. A. Corrs, A. Syam, and V. Aris, "Analisis Sentimen Tren Cryptocurrency Menggunakan Machine Learning," *Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, vol. 3, no. 4, pp. 59–66, 2025.
 - [4] S. Li and J. Ma, "The Impact of Sentiment and Engagement of Twitter Posts on Cryptocurrency Price Movement," vol. 65, p. 105598, 2024.
 - [5] M. Murugesapandian, "Sentiment Analysis on Cryptocurrency Tweets Using Machine Learning," *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management*, vol. 7, no. 10, pp. 1–11, 2023.
 - [6] N. Merlina, A. Chandra, and N. A. Mayangky, "Penerapan PSO untuk Sentiment Analisis pada Review Mata Uang Kripto Menggunakan Metode Naive Bayes," *INTI*, vol. 18, no. 2, 2024.
 - [7] Y. Septiawan, A. Aglasia, and D. A. Muktiawan, "Peningkatan Performa Analisis Sentimen Ulasan Pelanggan terhadap Layanan Pengiriman Menggunakan Model Naive Bayes yang Dioptimalkan dengan PSO," *Review Teknologi*, vol. 3, no. 1, pp. 10–19, 2025.
 - [8] U. Surapati, V. Arinal, T. Wahyudi, and A. Fauzan, "Sentiment Analysis of the Trending Topic #IndonesiaGelap on X Using a Naive Bayes Algorithm Based on Particle Swarm Optimization," *International Journal of Applied Mathematics and Computing*, vol. 2, no. 2, pp. 24–32, 2025.
 - [9] A. Gerliandeva, Y. H. Chrisnanto, and H. Ashaury, "Optimasi Klasifikasi Sentimen pada Komentar Online Menggunakan Multinomial Naive Bayes dan Ekstraksi Fitur TF-IDF serta N-Grams," *Jurnal Pekommas*, vol. 9, no. 2, pp. 259–272, 2024.
 - [10] V. I. Fitriani, O. Herdiana, and R. G. Guntara, "Sentiment Analysis for User Review Classification on Jenius Application Using Naive Bayes Algorithm Based on Particle Swarm Optimization," *Indonesian Journal of Digital Business*, vol. 4, no. 2, 2024.
 - [11] E. A. Elly, "Optimasi Naive Bayes Berbasis PSO untuk Analisa Sentimen Perkembangan Artificial Intelligence di Twitter," *INTI Nusa Mandiri*, pp. 65–70, 2023.
 - [12] N. C. Mulyani, Y. H. Agustin, and W. S. Prasetya, "Analisis Sentimen Opini Publik Menggunakan Algoritma Naive Bayes," vol. 22, pp. 1373–1384, 2025.
 - [13] J. Sutrisno and G. Eka, "Analisis Sentimen Pada Aplikasi Livin' by Mandiri Menggunakan Metode TF-IDF dan Naive Bayes," vol. 17, no. 1, 2024.
 - [14] D. Septiani and I. Isabela, "Analisis Term Frequency Inverse Document Frequency (TF-IDF) dalam Temu Kembali Informasi pada Dokumen Teks," *SINTESIA: Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi Indonesia*, vol. 1, no. 2, 2022.

- [15] W. A. Firmansyach, U. Hayati, and Y. A. Wijaya, "Analisa Terjadinya Overfitting dan Underfitting pada Algoritma Naive Bayes dan Decision Tree dengan Teknik Cross Validation," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 1, pp. 262–269, 2023.
- [16] A. N. Alghifari and M. A. Azis, "Analisis Sentimen Masyarakat terhadap Kebijakan Efisiensi Anggaran Pemerintah Menggunakan Metode Naive Bayes," *Jurnal Jawara Sistem Informasi*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2025.
- [17] T. A. Anastasya, A. Diani, P. Saka, M. J. Deke, and A. M. Rizki, "Optimasi Algoritma SVM dengan PSO untuk Analisis Sentimen pada Media Sosial X terhadap Kinerja Timnas di Era Shin Tae-Yong," vol. 9, no. 1, pp. 384–391, 2025.
- [18] S. Devi, W. Pratama, F. Panjaitan, M. I. Herdiansyah, S. D. Purnamasari, N. Adha, and O. Saputri, "Penerapan Metode Machine Learning Naïve Bayes pada Twitter terhadap Sentimen Pembelajaran Daring di Indonesia," vol. 8, no. 6, pp. 11684–11688, 2024.
- [19] A. Y. Pawestri, B. Kurniawan, M. S. R. Ubbadurrohman, and C. Aprilia, "Analisa Legalitas dan Potensi Kejahatan Finansial pada Penggunaan Cryptocurrency di Indonesia," *National Multidisciplinary Sciences*, vol. 4, no. 3, pp. 111–112, 2025.
- [20] N. Blesyova and F. N. Hasan, "Analisis Sentimen Terhadap Bea Cukai Menggunakan Support Vector Machine dan K-Fold Cross Validation," vol. 8, no. 6, pp. 12051–12056, 2024.
- [21] A. Ruslan, *Pavel Durov: Rise of Telegram and Ecosystem of TON Coin*. Jakarta: Penerbit Digital, 2024.
- [22] A. Susanto *et al.*, *Cryptocurrency Era 5.0: Revolusi Keuangan Digital*. Jakarta: SIEGA Publisher, 2025.
- [23] N. Suarna, W. Prihartono, and T. Informatika, "Penerapan NLP (Natural Language Processing) dalam Analisis Sentimen," vol. 8, no. 2, pp. 1841–1846, 2024.
- [24] A. S. Muis, *Data Mining: Konsep, Metode, dan Aplikasi*. Jakarta: Faaslib Serambi Media, 2025.
- [25] N. Umar, *Data Mining: Konsep dan Penerapannya*. Jakarta: PT Sonpedia Publishing Indonesia, 2025.