

# Perbandingan Kinerja IndoBERT, IndoRoBERTa dan NusaBERT dalam Analisis Sentimen Isu LGBT di Media Sosial X

Dani Ramdani<sup>1</sup>, Mohamad Irfan<sup>2</sup>, Nur Lukman<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Informatika, UIN Sunan Gunung Djati Bandung, Indonesia

[1217050030@student.uinsgd.ac.id](mailto:1217050030@student.uinsgd.ac.id)

---

## Info Artikel

### Sejarah artikel :

Diterima Oktober 2025

Direvisi November 2025

Disetujui November 2025

Diterbitkan Desember 2025

---

---

## ABSTRACT

*The issue of lesbian, gay, bisexual, and transgender in Indonesia remain largely taboo and often provoke various public reactions, particularly on social media platforms. This phenomenon highlights the need to map public opinion through sentiment analysis. This study aims to compare the performance of three Indonesian-language transformer models IndoBERT, IndoRoBERTa, and NusaBERT in analyzing sentiment related to LGBT issues on platform X. The research methodology follows the Cross Industry Standard Process for Data Mining approach. Testing was conducted using 6,000 preprocessed and automatically labeled data points, showing that the IndoBERT model achieved the best performance with an accuracy of 90.50% and an F1-score of 56.88%. This best-performing model was then used to classify 12,804 tweets, revealing that 92.80% expressed negative sentiment, 6.71% neutral, and only 0.49% positive. These findings confirm that negative public perceptions of LGBT issues remain highly dominant in Indonesia's digital space.*

**Keywords** : IndoBERT; IndoRoBERTa; LGBT; NusaBERT; Sentiment Analysis.

---

## ABSTRAK

Isu lesbian, gay, biseksual, dan transgender di Indonesia masih tergolong tabu dan sering memicu berbagai reaksi di masyarakat, terutama di media sosial. Fenomena ini mendorong perlunya pemetaan opini publik terhadap isu tersebut melalui analisis sentimen. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja tiga model *transformer* berbahasa Indonesia yaitu IndoBERT, IndoRoBERTa, dan NusaBERT dalam menganalisis sentimen terhadap isu LGBT pada platform X. Metode yang digunakan mengacu pada pendekatan Cross Industry Standard Process for Data Mining. Hasil pengujian dengan menggunakan 6.000 data yang sudah di proses dan dilabeli secara otomatis, menunjukkan bahwa model IndoBERT memberikan kinerja terbaik dengan akurasi 90,50% dan *F1-score* sebesar 56,88%. Dan model terbaik ini kemudian digunakan untuk mengklasifikasikan 12.804 *tweet*, dan ditemukan bahwa 92,80% mengandung sentimen negatif, 6,71% netral, dan hanya 0,49% positif. Temuan ini menegaskan bahwa persepsi negatif masyarakat Indonesia terhadap isu LGBT masih sangat dominan di ruang digital.

**Kata Kunci** : Analisis Sentimen; IndoBERT; IndoRoBERTa; LGBT; NusaBERT.

---

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah membawa perubahan signifikan dalam pola komunikasi dan interaksi masyarakat di era digital. Media sosial menjadi salah satu *platform* utama dalam mengekspresikan pendapat, emosi, dan sentimen publik terhadap berbagai isu sosial. Berdasarkan laporan Digital 2024

yang dirilis oleh *We Are Social*, jumlah pengguna aktif media sosial di Indonesia tercatat mencapai angka 139 juta orang [1], dengan platform X tercatat sebagai salah satu media sosial dengan tingkat penggunaan tertinggi di Indonesia, dengan total pengguna aktif bulanan mencapai 24,69 juta pada awal tahun 2024 [2]. Tingginya aktivitas masyarakat di platform ini menjadikan media sosial sebagai sumber data penting dalam memahami dinamika opini publik terhadap isu-isu sosial yang berkembang.

Salah satu isu sosial yang kerap menjadi perdebatan di media sosial adalah fenomena LGBT. Istilah LGBT secara khusus merujuk pada kelompok lesbian, yaitu perempuan yang memiliki ketertarikan emosional dan romantis terhadap sesama perempuan; *gay*, yaitu laki-laki yang memiliki ketertarikan terhadap sesama laki-laki; biseksual, yaitu individu yang menjalin hubungan asmara dengan baik laki-laki maupun perempuan; serta transgender, yaitu individu yang identitas gendernya tidak sesuai dengan jenis kelamin yang ditetapkan saat lahir [3]. Di Indonesia, isu LGBT masih dianggap tabu dan kontroversial, serta sering kali memunculkan sentimen negatif dari masyarakat luas. Survei menunjukkan bahwa sekitar 82% masyarakat Indonesia memandang LGBT sebagai ancaman terhadap norma sosial dan agama yang dianut [4]. Meskipun diskusi tentang hak-hak LGBT mulai meningkat di ruang publik dan media sosial, penerimaan terhadap komunitas ini masih sangat terbatas, diperburuk oleh kerangka hukum yang belum mendukung secara komprehensif serta pemberitaan media yang cenderung negatif [5]. Oleh karena itu, diperlukan analisis sentimen untuk mengidentifikasi dan memahami pola persepsi serta kecenderungan opini publik terhadap isu LGBT di ruang digital.

Sejalan dengan meningkatnya diskusi mengenai isu-isu sosial di media sosial, penelitian tentang analisis sentimen juga mengalami kemajuan yang cukup pesat dalam beberapa tahun terakhir. Berbagai pendekatan dan model telah digunakan untuk memahami opini publik terhadap berbagai topik. Salah satu penelitian dilakukan oleh Teddy Oswari, dkk. [6], yang menggunakan model IndoBERT untuk menganalisis sentimen terhadap isu LGBT berdasarkan komentar di YouTube, dengan akurasi mencapai 74% dan *F1-Score* sebesar 82% dalam klasifikasi pro dan kontra. Penelitian serupa dilakukan oleh Muhammad Ridwan, dkk. [3], yang memanfaatkan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) untuk menganalisis sentimen terkait komunitas LGBT di Indonesia berdasarkan data dari Twitter, dengan akurasi klasifikasi tertinggi sebesar 74%.

Selain itu, penelitian oleh Alwi Jaya [7] menggunakan model RoBERTa Base Sentiment Classifier Indonesia untuk menganalisis sentimen terhadap profesi Pegawai Negeri Sipil (PNS) di Twitter, yang memperoleh tingkat akurasi sebesar 93,2% serta nilai *F1-Score* makro sebesar 91,02%. Studi lain oleh Nisrina Akbar Rizky Putri, dkk. [8] membandingkan model IndoBERT dan IndoRoBERTa dalam menganalisis sentimen terkait kemajuan kecerdasan buatan (AI) di Indonesia berdasarkan komentar YouTube. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa IndoBERT mengungguli IndoRoBERTa dengan akurasi pengujian masing-masing sebesar 84% dan 83%, serta 83% dan 84% pada skema yang berbeda. Penelitian oleh Taufiq Dwi Purnomo, dkk. [9] juga memberikan kontribusi dengan membandingkan delapan

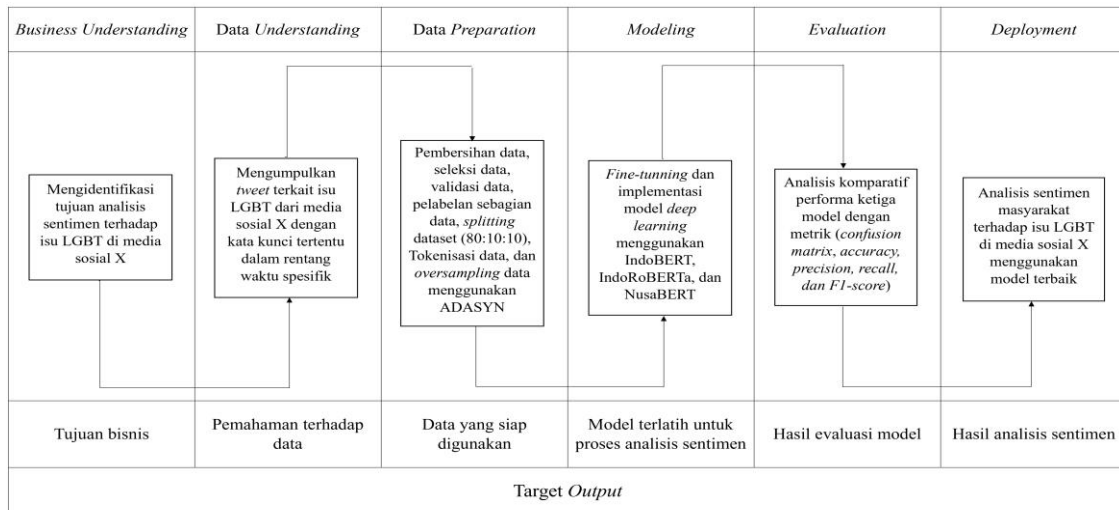
model berbasis BERT dalam analisis sentimen multibahasa menggunakan dataset NusaX, di mana model IndoBERT-base (IndoNLU) mencatatkan kinerja dengan rata-rata *F1-Score* sebesar 0,93190, sedangkan untuk model NusaBERT-base mencapai 0,88878.

Berdasarkan tinjauan dari penelitian sebelumnya, dapat diidentifikasi bahwa masih terbatas penelitian yang secara spesifik menganalisis sentimen masyarakat Indonesia terhadap isu LGBT di *platform X* menggunakan pendekatan *deep learning* berbasis *Transformer* seperti IndoBERT, IndoRoBERTa, dan NusaBERT. Beberapa metode NLP yang dikembangkan dari model BERT dan secara khusus dilatih dalam korpus bahasa Indonesia seperti IndoBERT, IndoRoBERTa, dan NusaBERT telah memberikan kemajuan penting dalam analisis sentimen. IndoBERT merupakan varian dari model BERT yang secara khusus dikembangkan untuk menangani teks dalam bahasa Indonesia [10]. IndoRoBERTa adalah pengembangan dari model RoBERTa yang diadaptasi khusus untuk bahasa Indonesia [11]. Model ini melakukan sejumlah modifikasi pada proses *pre-training*, di antaranya menerapkan *dynamic masking*, menghilangkan fitur *Next Sentence Prediction* (NSP), menggunakan data dengan panjang kalimat yang lebih besar selama proses pelatihan [8]. Sementara itu, NusaBERT merupakan model bahasa yang dikembangkan dari IndoBERT untuk menangani keberagaman bahasa Indonesia [9]. Model ini dilatih menggunakan korpus multibahasa yang mencakup berbagai bahasa daerah di Indonesia [12].

Ketiga model tersebut dibangun berdasarkan arsitektur BERT dan dirancang untuk memahami bahasa Indonesia secara mendalam, namun masing-masing memiliki pendekatan dan karakteristik pelatihan yang berbeda. Dengan demikian, penting untuk melakukan studi komparatif guna mengetahui kinerja terbaik di antara ketiganya, khususnya dalam konteks analisis sentimen terhadap isu-isu kompleks. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada perbandingan kinerja tiga model *Transformer* sekaligus implementasi model terbaik dalam menganalisis sentimen masyarakat Indonesia terhadap isu LGBT di media sosial X. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan model analisis sentimen berbasis *Transformer* yang lebih mendalam terhadap opini publik masyarakat Indonesia mengenai isu LGBT di media sosial X, serta menunjukkan efektivitas dan kinerja masing-masing model dalam analisis sentimen pada ranah media sosial berbahasa Indonesia.

## METODE

Penelitian ini menerapkan pendekatan *Cross-Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM) sebagai metodologi utama [13]. Secara garis besar, CRISP-DM terdiri dari enam tahap utama, yaitu *business understanding*, *data understanding*, *data preparation*, *modelling*, *evaluation*, serta *deployment* [14]. Ilustrasi alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Metodologi Penelitian

### Business Understanding

Isu LGBT menjadi topik yang sensitif dan kontroversial di masyarakat, terutama di media sosial X yang merupakan ruang publik digital tempat masyarakat mengekspresikan opini secara bebas. Topik ini memunculkan berbagai reaksi, mulai dari dukungan hingga penolakan, yang dipengaruhi oleh nilai-nilai budaya, agama, dan sosial. Memahami persepsi publik terhadap isu ini menjadi penting, karena dapat memberikan wawasan yang dapat berdampak pada kebijakan sosial, dan strategi komunikasi publik.

Namun demikian, studi-studi terdahulu masih menunjukkan keterbatasan, terutama dalam pendekatan metodologis yang cenderung menggunakan satu model analisis sentimen tanpa membandingkan performa antar model. Hal ini menyebabkan belum diperolehnya gambaran komprehensif mengenai efektivitas berbagai arsitektur *Transformer* yang dikembangkan khusus untuk bahasa Indonesia. Selain itu, pemanfaatan data dalam skala besar dari media sosial sebagai representasi opini publik masih belum dioptimalkan secara maksimal.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja tiga model bahasa Indonesia berbasis *transformer*, yaitu IndoBERT, IndoRoBERTa, dan NusaBERT, dalam melakukan analisis sentimen terhadap isu LGBT. Model yang memiliki kinerja terbaik berdasarkan evaluasi metrik akan digunakan untuk mengklasifikasikan sentimen dari dataset utama yang telah dikumpulkan melalui *scraping* media sosial X. Dengan demikian, hasilnya diharapkan mampu mencerminkan opini publik secara lebih akurat dan representatif terhadap isu LGBT di Indonesia.

### Data Understanding

Peneliti mengumpulkan data opini publik terkait isu LGBT dari media sosial X menggunakan teknik *scraping* dengan kata kunci yang relevan [15]. Data dikumpulkan dengan bantuan alat pihak ketiga bernama *Tweet-Harvest*, yang bekerja menggunakan token autentikasi sesi pengguna. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan kata kunci "LGBT" dalam periode waktu Januari

hingga Desember 2024. Proses ini dilakukan secara bertahap setiap bulan guna memastikan kontinuitas dan keterwakilan temporal yang merata. Dataset yang diperoleh terdiri dari 27.863 *tweet* serta mencakup elemen seperti teks, tanggal publikasi, dan metadata lainnya. Proses pengumpulan data dapat dilihat pada Gambar 2.

```
Opening twitter search page...

-- Scrolling... (1)
Filling in keywords: lgbt since:2024-01-01 until:2024-02-01 lang:id

(2) (3)Created new directory: /content/tweets-data

Your tweets saved to: /content/tweets-data/januari.csv
Total tweets saved: 7

Your tweets saved to: /content/tweets-data/januari.csv
Total tweets saved: 11

Your tweets saved to: /content/tweets-data/januari.csv
Total tweets saved: 19
```

**Gambar 2. Proses Pengumpulan Data**

### Data Preparation

Tahap ini merupakan fondasi yang sangat penting dalam proses analisis data teks, karena kualitas hasil model sangat bergantung pada kebersihan data *input* [16]. Tujuan utama dari tahap *Data Preparation* adalah untuk mengubah data mentah hasil *scraping* ke dalam format yang lebih terstruktur, guna menghasilkan informasi yang berkualitas dan siap digunakan pada tahap berikutnya [17]. Beberapa proses yang dilakukan pada tahap ini antara lain:

#### a. Pembersihan Data

Data yang diperoleh dari platform media sosial X dilakukan proses pembersihan terhadap komponen-komponen yang tidak relevan untuk analisis, seperti URL, *mention*, *hashtag*, tanda baca, angka, emoji, karakter khusus, serta spasi berlebih [18]. Selain itu, dilakukan normalisasi teks melalui penerapan *case folding* untuk mengubah seluruh huruf besar menjadi huruf kecil guna menyamakan format teks [19]. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa data yang digunakan bebas dari gangguan (*noise*) yang dapat mempengaruhi klasifikasi model [20].

**Tabel 1. Hasil Pembersihan Data**

Original Tweet	Lang	Cleaned Tweet
@Nekareanemesis kl ga setuju sm lgbt yaudah sebatas itu aja gausah berlebihan sampe bully org emang yg kena hiv lgbt doang ? <a href="https://t.co/CwllVm9maK">https://t.co/CwllVm9maK</a>	in	kl ga setuju sm lgbt yaudah sebatas itu aja gausah berlebihan sampe bully org emang yg kena hiv lgbt doang

Tabel 1 menunjukkan hasil salah satu *tweet* yang telah melalui proses pembersihan. *Tweet* pertama mengalami penghapusan *mention* pengguna dan

spasi berlebih, sementara *tweet* kedua dihilangkan tautan URL yang tidak relevan.

#### b. Seleksi Data

Setelah proses pembersihan data, dilakukan tahap seleksi data untuk memilih *tweet* yang sesuai dengan kriteria penelitian [21].

**Tabel 2. Hasil Seleksi Data**

Tweet	Lang	Keterangan
nanti disuruh memberkati pernikahan pasangan lgbt bingung kau	in	Lulus
yang salah adalah kalian yang mengira ini propaganda lgbt	en	Tidak Lulus
sprei mu lgbt	in	Tidak Lulus
klo tentara honorer boleh ikut perang gak ya	in	Tidak Lulus

Tabel 2 menyajikan hasil seleksi data berdasarkan kriteria relevansi topik, bahasa, dan panjang karakter. *Tweet* pertama dinyatakan lolos seleksi karena menggunakan bahasa Indonesia dan memiliki panjang karakter lebih dari 25, serta secara eksplisit menyinggung isu LGBT. *Tweet* kedua tidak lolos karena menggunakan bahasa Inggris, sementara *tweet* ketiga meskipun berbahasa Indonesia, tidak memenuhi ambang panjang karakter minimum yang telah ditetapkan. Begitu pula *tweet* keempat, yang meskipun sesuai dari segi bahasa dan panjang karakter, dinilai tidak relevan dengan isu LGBT yang menjadi fokus kajian.

#### c. Validasi Data

Data diperiksa ulang untuk mengidentifikasi dan memastikan bahwa tidak ada data yang ganda [22]. Selain itu, dilakukan pengecekan terhadap nilai kosong pada kolom penting.

1537	lgbt lelaki garut berusia tujuh puluh
1547	lgbt lelaki garut berusia tujuh puluh
1567	lgbt lelaki garut berusia tujuh puluh

**Gambar 3. Duplikasi Data**

Berdasarkan Gambar 3, ditemukan sejumlah *tweet* yang memiliki kemiripan identik dan terdeteksi sebagai duplikasi. Seluruh entri yang teridentifikasi sebagai data duplikat, kemudian dihapus guna menghindari bias dan memastikan bahwa setiap data bersifat unik. Setelah melalui serangkaian tahapan *preprocessing*, jumlah data yang siap digunakan berjumlah 18.408 entri.

#### d. Pelabelan Data

Pelabelan data dilakukan secara manual dan otomatis menggunakan model IndoBERT yang telah melalui proses *fine-tuning* untuk tugas analisis sentimen terhadap data berbasis *tweet*. Model ini memanfaatkan arsitektur *Transformer* untuk menangkap konteks dalam kalimat dan menghasilkan representasi yang bermakna bagi setiap kata [23]. Model IndoBERT yang digunakan dalam

pelabelan yaitu indobertweet-base-Indonesian-sentiment-analysis, yang dikembangkan oleh Aardiiiy. Proses pelabelan ini diterapkan pada sebagian data sebanyak 6.000 *tweet* yang dipilih secara acak dari keseluruhan dataset. Setiap *tweet* diklasifikasikan ke dalam salah satu dari tiga kelas sentimen, yakni positif, netral, dan negatif.

**Tabel 3. Hasil Pelabelan Data**

Tweet	Sentimen	Label
musnah aja kalian kaum lgbt	negatif	0
lu calon ketua lgbt ke berapa	netral	1
semnagt sekali semoga sy diterima univ lgbt tersebut	positif	2

Tabel 3 menyajikan contoh hasil pelabelan sentimen terhadap beberapa *tweet* yang telah diproses menggunakan model. Tiap *tweet* diberikan label numerik yang merepresentasikan kategori sentimen, dengan 0 menunjukkan sentimen negatif, 1 untuk netral, dan 2 untuk positif, yang ditentukan berdasarkan pemahaman konteks dari isi *tweet* tersebut.

e. *Splitting Data*

Dataset yang telah dilabeli kemudian dibagi kedalam tiga bagian utama dengan rasio 80:10:10, yaitu 80% sebagai data pelatihan (*training*), 10% sebagai data validasi (*validation*), dan 10% sebagai data pengujian (*testing*). Hasil pembagian data ditunjukkan pada tabel 4.

**Tabel 4. Hasil *Splitting Data***

Training (80%)	Validation (10%)	Testing (10%)
4800	600	600

f. *Tokenisasi Data*

Seluruh data melalui proses tokenisasi untuk mengubah teks menjadi representasi token [24]. Proses tokenisasi ini dilakukan menggunakan *tokenizer* bawaan dari masing-masing model yang akan digunakan dalam pemodelan, yaitu IndoBERT, IndoRoBERTa, dan NusaBERT.

**Tabel 5. Hasil Tokenisasi**

Tweet	Input IDs	Attention Mask
iya aku lgbt lelaki gelap berwajah tampan	[2, 4043, 304, 4713, 19290, 5626, 5156, 24324, 13498, 3, 0, 0, 0, 0, 0]	[1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, ]

Tabel 5 menunjukkan hasil konversi teks menjadi format numerik melalui proses *tokenisasi*. Setiap *tweet* diubah menjadi deretan angka yang disebut *input IDs*, yang mewakili indeks token dalam kosakata *tokenizer* model. Sementara itu, *attention mask* digunakan untuk membedakan token yang bermakna (bernilai 1) dengan *padding* (bernilai 0), yang ditambahkan untuk menyamakan panjang *input*.

g. *Balancing Data*

Ketidakeimbangan kelas terjadi ketika beberapa kelas sentimen memiliki jumlah data jauh lebih sedikit, sehingga model cenderung memprediksi kelas mayoritas dan mengabaikan kelas minoritas [25]. Untuk mengatasinya, diterapkan oversampling menggunakan metode ADASYN yang menghasilkan data sintetis pada kelas minoritas guna menyeimbangkan distribusi kelas. Oversampling hanya dilakukan pada data pelatihan untuk mencegah bias pada tahap validasi dan pengujian model.

**Tabel 6. Hasil Oversampling Data Training**

Model	Skema Data	Negatif	Netral	Positif	Jumlah
IndoBERT, IndoRoBERTa, NusaBERT	Sebelum <i>Oversampling</i>	4195	459	146	4800
IndoBERT	Setelah <i>Oversampling</i>	4195	4099	4200	12494
IndoRoBERTa	Setelah <i>Oversampling</i>	4195	4126	4139	12460
NusaBERT	Setelah <i>Oversampling</i>	4195	4117	4248	12560

Tabel 6 menunjukkan bahwa setelah proses *oversampling*, distribusi data pelatihan menjadi lebih seimbang antar kategori sentimen.

### Modeling

Pada tahap ini, dilakukan pemodelan menggunakan tiga model berbasis *Transformer*, yaitu *indobert-base-p2* yang dikembangkan oleh *indobenchmark*, *indonesian-roberta-base* yang dikembangkan oleh *flax-community*, dan *NusaBERT-base* yang dikembangkan oleh *LazarusNLP*. Setiap model dimuat dan kemudian dilakukan proses *fine-tuning* menggunakan data pelatihan (*training*) dan data validasi (*validation*). *Fine-tuning* dilakukan dengan menyesuaikan *hyperparameter* untuk mengoptimalkan kinerja masing-masing model dalam klasifikasi sentimen, sehingga diperoleh model yang mampu menghasilkan prediksi dengan optimal.

**Tabel 7. Hyperparameter Fine-Tuning**

Hyperparameter	Nilai
<i>Epoch</i>	5
<i>Batch Size</i>	32
<i>Learning Rate</i>	3e-5
<i>Weight Decay</i>	0.01
<i>Warmup Steps</i>	150

Tabel 7 menunjukkan konfigurasi *hyperparameter* yang digunakan selama proses *fine-tuning* pada ketiga model.

IndoBERT				IndoRoBERTa				NusaBERT			
Epoch	Training Loss	Validation Loss	Accuracy	Epoch	Training Loss	Validation Loss	Accuracy	Epoch	Training Loss	Validation Loss	Accuracy
1	0.499900	0.285227	0.908333	1	0.551800	0.414313	0.876667	1	0.761900	0.483012	0.860000
2	0.479500	0.341843	0.910000	2	0.579400	0.330487	0.895000	2	0.627600	0.427929	0.876667
3	0.362000	0.362036	0.908333	3	0.425200	0.417774	0.870000	3	0.557900	0.321008	0.886667
4	0.226800	0.348192	0.913333	4	0.289900	0.451668	0.866667	4	0.543100	0.305642	0.896667
5	0.102100	0.382581	0.915000	5	0.141000	0.498856	0.848333	5	0.452500	0.308706	0.903333

Gambar 4. Proses *Fine-Tuning* Model IndoBERT, IndoRoBERTa, dan NusaBERT

Gambar 4 menunjukkan tren metrik kinerja utama, yaitu nilai *training loss*, *validation loss*, dan *accuracy* pada setiap *epoch*. Penurunan nilai *training loss* dan *validation loss* secara bertahap mengindikasikan bahwa model mampu mempelajari pola dari data secara efektif tanpa mengalami *overfitting*. Sementara itu, peningkatan nilai *accuracy* pada data validasi menunjukkan perbaikan kinerja model dalam mengklasifikasikan sentimen secara akurat.

### Evaluation

Tahap ini mengukur kinerja model setelah seluruh proses pelatihan selesai dilakukan. Evaluasi dilakukan secara bertahap untuk setiap model (IndoBERT, IndoRoBERTa, dan NusaBERT), dan hasilnya akan dibandingkan untuk memilih model dengan kinerja terbaik. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa model yang dipilih dapat menghasilkan prediksi yang akurat, dan dapat diandalkan ketika diterapkan pada data dunia nyata.

Metode evaluasi yang digunakan mencakup analisis menggunakan *confusion matrix* untuk mengetahui seberapa akurat model [26]. *Confusion matrix* merupakan sebuah matriks yang dipakai untuk menggambarkan total prediksi yang tepat maupun keliru dalam klasifikasi data uji, dengan membandingkan hasil prediksi model terhadap label aktual dari data [27]. Selain itu, digunakan pula metrik evaluasi seperti akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score* sebagai indikator performa klasifikasi [28]. Adapun rumus perhitungan metrik evaluasi yang digunakan adalah sebagai berikut [23]:

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FN} \quad (1)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (3)$$

$$F1-Score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (4)$$

### Deployment

Pada tahap ini, dilakukan implementasi model dengan kinerja terbaik dari hasil evaluasi untuk mengklasifikasikan sentimen terhadap isu LGBT. Model digunakan untuk mengklasifikasikan data yang sebelumnya belum diberi label,

dengan mengelompokkan ke dalam salah satu dari tiga kelas sentimen, yaitu positif, netral, atau negatif. Hal ini bertujuan untuk memperoleh distribusi sentimen terhadap isu LGBT berdasarkan data yang didapatkan dari platform media sosial X. Dengan demikian, dapat diketahui proporsi masing-masing kategori sentimen, yang dapat memberikan gambaran umum mengenai persepsi publik terhadap isu tersebut di ranah digital.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Evaluasi Kinerja Model

Evaluasi kinerja dilakukan terhadap tiga model arsitektur *transformer*, yaitu IndoBERT, IndoRoBERTa, dan NusaBERT, untuk mengidentifikasi model yang paling efektif dalam mengklasifikasikan sentimen terkait isu LGBT di platform media sosial X. Seluruh proses pengujian dilakukan berdasarkan skema pembagian data sebesar 10% untuk pengujian.

**Tabel 8. Evaluasi Kinerja Model IndoBERT, IndoRoBERTa, dan NusaBERT**

Model	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
IndoBERT	90,50%	85,76%	52,19%	56,88%
IndoRoBERTa	88,80%	47,55%	39,08%	40,45%
NusaBERT	87,50%	57,45%	51,32%	53,53%

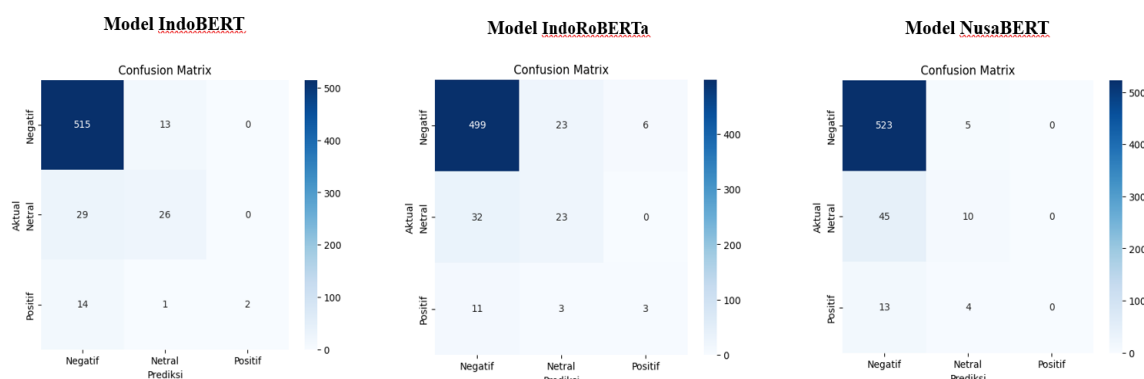
Berdasarkan hasil evaluasi kinerja model yang disajikan pada Tabel 8, IndoBERT menunjukkan kinerja terbaik dalam klasifikasi sentimen terhadap isu LGBT di media sosial X. Model ini berhasil mencapai akurasi tertinggi sebesar 90,50%, dengan nilai *precision* sebesar 85,76% dan *F1-score* sebesar 56,88%. Nilai *precision* yang tinggi menandakan bahwa prediksi sentimen yang dilakukan IndoBERT cenderung tepat, sedangkan nilai *recall* yang lebih rendah menunjukkan bahwa model ini belum sepenuhnya mampu mendeteksi seluruh *instance* dari masing-masing kelas sentimen. Meskipun demikian, nilai *F1-score* yang merupakan harmoni antara *precision* dan *recall* tetap menjadi yang tertinggi di antara ketiga model, menjadikan IndoBERT unggul dalam menghasilkan klasifikasi yang seimbang dan akurat.

Namun, hasil ini sedikit mengejutkan karena IndoRoBERTa yang merupakan model lanjutan dan optimasi dari BERT, justru menunjukkan kinerja yang lebih rendah dibandingkan IndoBERT. Model IndoRoBERTa mencatatkan akurasi sebesar 88,80%, yang secara umum menunjukkan tingkat prediksi yang cukup tinggi. Namun, nilai *precision* (47,55%), *recall* (39,08%), dan *F1-score* (40,45%) yang dicapai oleh model ini jauh lebih rendah dibandingkan dua model lainnya. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa meskipun IndoRoBERTa mampu menghasilkan prediksi yang secara keseluruhan akurat (mengingat dominasi kelas mayoritas dalam data), namun model ini kurang efektif dalam mengidentifikasi dan mengklasifikasikan kelas minoritas dengan benar, sehingga menurunkan kinerja metrik evaluasi yang lebih sensitif terhadap distribusi kelas.

Hal yang serupa juga terjadi pada NusaBERT, yang meskipun merupakan hasil pengembangan dari IndoBERT, model ini memiliki kinerja yang sedikit lebih rendah dalam hal akurasi (87,50%) dibandingkan IndoBERT. Namun, nilai *precision* (57,45%), *recall* (51,32%), dan *F1-score* (53,53%) dari NusaBERT lebih tinggi dibandingkan IndoRoBERTa, menunjukkan bahwa meskipun akurasi keseluruhan NusaBERT lebih rendah, model ini lebih konsisten dalam mengklasifikasikan kelas-kelas sentimen minoritas secara lebih akurat dan seimbang. Hal ini mengindikasikan bahwa NusaBERT lebih sensitif dalam menangani variasi dalam data, meskipun tidak mencapai kinerja setinggi IndoBERT.

Secara keseluruhan, IndoBERT merupakan model dengan kinerja terbaik karena berhasil mencapai nilai tertinggi pada seluruh metrik utama, terutama *F1-score*, yang menjadi indikator penting dalam tugas klasifikasi dengan distribusi kelas yang tidak seimbang. Hal ini menunjukkan bahwa IndoBERT memiliki kapabilitas yang lebih unggul dalam memahami nuansa bahasa dan konteks sentimen dalam bahasa Indonesia, khususnya dalam isu sensitif seperti LGBT di media sosial X.

Untuk memperjelas pola klasifikasi dan mengidentifikasi kesalahan prediksi yang dilakukan oleh masing-masing model, dilakukan visualisasi *confusion matrix*, untuk menampilkan distribusi hasil prediksi model terhadap label sebenarnya secara lebih detail, sehingga dapat mengungkap potensi pola kesalahan pada tiap kelas sentimen.



Gambar 5. *Confusion Matrix* Model IndoBERT, IndoRoBERTa, dan NusaBERT

Berdasarkan hasil visualisasi *confusion matrix* pada Gambar 5, ketiga model menunjukkan performa klasifikasi yang sangat baik pada kelas negatif, dengan jumlah prediksi benar yang mendominasi dibandingkan dua kelas lainnya. Model IndoBERT mampu mengklasifikasikan 515 data negatif dengan benar dari total data yang tersedia. Namun, sebagian data dengan sentimen netral masih diklasifikasikan sebagai negatif (29 kasus), serta sejumlah data dengan sentimen positif juga mengalami kekeliruan klasifikasi, dengan 14 kasus diprediksi sebagai negatif. Meski terjadi kesalahan, distribusi kesalahan relatif lebih proporsional dibandingkan model lainnya, sehingga menunjukkan bahwa IndoBERT mampu mengenali ketiga kelas dengan baik, termasuk kelas minoritas.

Model IndoRoBERTa menunjukkan pola serupa, dengan klasifikasi yang cukup akurat pada kelas negatif dengan 499 prediksi benar. Namun terjadi lebih

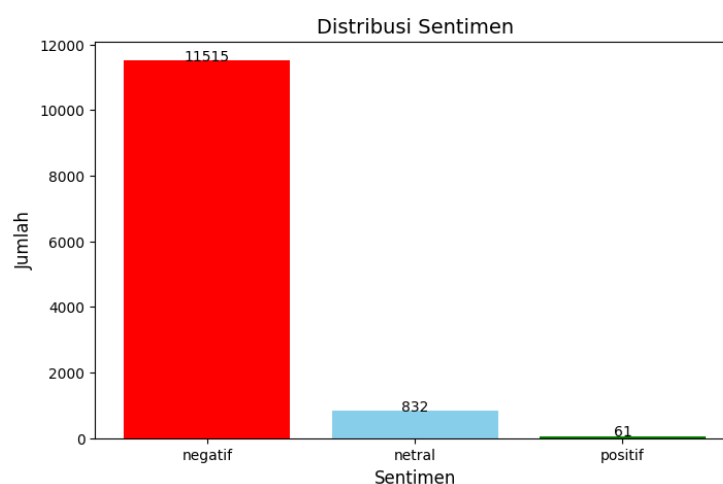
banyak kesalahan pada kelas netral dan positif, di mana beberapa data netral diprediksi sebagai negatif (32 kasus) dan penyebaran yang kurang tepat pada kelas positif. Hal ini menunjukkan bahwa IndoRoBERTa sedikit kurang stabil dalam menangani distribusi data yang tidak seimbang, khususnya dalam membedakan kelas minoritas dari kelas mayoritas.

Sementara itu, model NusaBERT menunjukkan kinerja yang sangat kuat dalam mengklasifikasikan kelas negatif dengan 523 prediksi benar, tertinggi di antara ketiga model. Namun, model ini mengalami penurunan kinerja yang signifikan pada kelas netral dan positif. Seluruh data positif salah diklasifikasikan, dan sebagian besar data netral juga tidak dikenali dengan tepat. Hal ini mengindikasikan bahwa NusaBERT memiliki kecenderungan yang tinggi untuk memprediksi data ke dalam kelas mayoritas (negatif).

Secara keseluruhan, dari ketiga *confusion matrix* tersebut, dapat disimpulkan bahwa IndoBERT merupakan model yang menunjukkan performa klasifikasi paling seimbang dan akurat, terutama dalam mengenali kelas sentimen netral dan positif yang secara umum lebih sulit dikenali akibat jumlah data yang lebih sedikit. Kemampuan IndoBERT dalam menjaga presisi dan akurasi pada seluruh kelas menjadikannya kandidat model terbaik dalam tugas analisis sentimen terhadap isu LGBT di media sosial X.

### Analisis Sentimen

Setelah diperoleh model terbaik, yaitu IndoBERT, langkah selanjutnya adalah menerapkan model tersebut untuk melakukan klasifikasi sentimen terhadap seluruh data yang tidak dilabeli, yaitu berjumlah 12.804 *tweet*. Data ini merepresentasikan pandangan masyarakat terhadap isu LGBT berdasarkan unggahan mereka di media sosial X. Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai kecenderungan opini publik terhadap isu tersebut, dilakukan analisis sentimen berdasarkan klasifikasi yang dihasilkan oleh model IndoBERT.



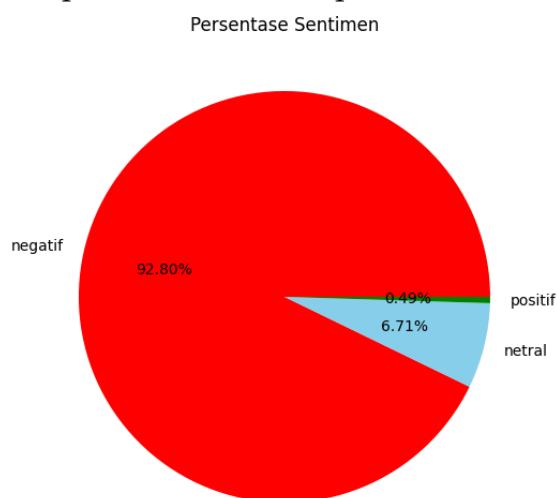
Gambar 6. Distribusi Sentimen

Berdasarkan hasil klasifikasi yang divisualisasikan pada Gambar 6, dapat diketahui bahwa persepsi publik terhadap isu LGBT di Indonesia melalui platform media sosial X cenderung lebih banyak mengandung sentimen negatif. Dari

keseluruhan 12.804 *tweet* yang dianalisis, sebanyak 11.515 *tweet* dikategorikan sebagai sentimen negatif. Sementara itu, *tweet* yang mengandung sentimen netral tercatat sebanyak 832 *tweet*, serta hanya 61 *tweet* yang menunjukkan sentimen positif terhadap isu ini.

Distribusi ini menunjukkan bahwa mayoritas masyarakat yang mengekspresikan opininya di media sosial X memiliki pandangan yang kurang menerima atau menolak keberadaan isu LGBT. Kesenjangan yang signifikan antara sentimen negatif dan positif juga menunjukkan bahwa topik ini masih menjadi isu yang sangat sensitif dan kontroversial di kalangan masyarakat pengguna media sosial.

Untuk memperjelas proporsi dari masing-masing kategori sentimen, dilakukan visualisasi tambahan dalam bentuk diagram lingkaran yang menyajikan persentase dominasi setiap sentimen terhadap isu LGBT.



**Gambar 7. Persentase Sentimen**

Gambar 7 menunjukkan bahwa dalam persebaran sentimen terhadap isu LGBT di media sosial X, sentimen negatif mendominasi secara signifikan dengan persentase sebesar 92,80%. Sementara itu, sentimen netral hanya mencakup 6,71%, dan sentimen positif tercatat sangat kecil yaitu 0,49% dari total *tweet* yang dianalisis. Perbedaan proporsi ini dapat mencerminkan pengaruh nilai-nilai sosial dan budaya lokal yang masih sangat konservatif terhadap isu-isu gender dan orientasi seksual.

Kondisi ini menggambarkan bagaimana media sosial menjadi ruang yang merefleksikan nilai sosial dan budaya yang berkembang di masyarakat. Jumlah sentimen negatif yang sangat besar berpotensi memperkuat stigma dan pandangan diskriminatif, terutama ketika opini yang muncul terus berulang dan tersebar luas. Oleh karena itu, hasil klasifikasi sentimen tidak dapat dipahami hanya sebagai data statistik, tetapi juga sebagai gambaran dinamika opini publik yang dapat memengaruhi cara masyarakat memandang kelompok tertentu. Oleh karena itu, hasil analisis sentimen ini perlu dipahami secara hati-hati dan tidak dimaknai sebagai membenaran terhadap pandangan mayoritas. Temuan penelitian ini sebaiknya digunakan sebagai bahan evaluasi sosial dan dasar penyusunan strategi edukasi publik agar pemanfaatan teknologi analisis sentimen dapat mendukung pemahaman sosial yang lebih adil dan bertanggung jawab terhadap isu sensitif.

## PENUTUP

IndoBERT menunjukkan kinerja terbaik dengan nilai akurasi tertinggi sebesar 90,50%, *precision* 85,76%, *recall* 52,19%, dan *F1-score* 56,88%. Nilai *F1-score* yang relatif tinggi mengindikasikan kemampuan IndoBERT dalam menjaga keseimbangan antara *precision* dan *recall*, sehingga IndoBERT paling efektif dalam mengklasifikasikan sentimen minoritas meski data tidak seimbang. Hal ini menunjukkan bahwa IndoBERT memiliki keunggulan dalam memahami konteks bahasa Indonesia serta karakteristik isu yang sensitif.

Sebaliknya, model IndoRoBERTa yang secara arsitektural merupakan optimalisasi dari BERT justru menunjukkan kinerja yang lebih rendah, dengan akurasi mencapai 88,80% dan *F1-score* hanya 40,45%. Sementara itu, NusaBERT yang merupakan model pengembangan dari IndoBERT mencatat akurasi 87,50% dan *F1-score* 53,53%, lebih baik daripada IndoRoBERTa, namun masih di bawah IndoBERT. Dengan demikian, kedua model tersebut belum mampu melampaui kinerja IndoBERT, terutama dalam mengidentifikasi sentimen minoritas secara optimal.

Analisis terhadap 12.804 *tweet* menggunakan model terbaik berupa IndoBERT, mengungkapkan bahwa sentimen negatif mendominasi opini publik terkait isu LGBT di Indonesia, dengan proporsi sebesar 92,80%. Sentimen netral dan positif masing-masing hanya mencakup 6,71% dan 0,49% dari total data. Temuan ini mencerminkan kecenderungan penolakan yang kuat terhadap isu LGBT di kalangan pengguna X di Indonesia, yang dipengaruhi oleh nilai sosial dan budaya konservatif serta representasi isu di media.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar dilakukan seleksi lebih lanjut terhadap data yang kurang jelas, seperti data yang bersifat ambigu dan tidak memiliki konteks yang memadai. Selain itu, dalam upaya penyeimbangan distribusi data, peneliti dapat mempertimbangkan penggunaan metode *balancing* alternatif yang lebih adaptif dan sesuai dengan karakteristik data. Akan lebih optimal jika dataset yang digunakan telah memiliki distribusi data yang seimbang sejak awal, tanpa perlu dilakukan proses *balancing* tambahan, sehingga model dapat belajar dari data yang merepresentasikan kondisi nyata. Di samping itu, pelabelan data sebaiknya dilakukan secara manual oleh pakar atau ahli di bidang bahasa dan analisis sentimen, agar validitas label meningkat dan model memperoleh pembelajaran dari data yang telah tervalidasi dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Kemp, "Digital 2024," We Are Social. Accessed: Feb. 07, 2025. [Online]. Available: <https://wearesocial.com/id/blog/2024/01/digital-2024/>
- [2] S. Kemp, "Digital 2024: Indonesia," Datareportal - Global Digital Insights. Accessed: Feb. 07, 2025. [Online]. Available: <https://datareportal.com/reports/digital-2024-indonesia>
- [3] M. Mustakim, M. Ridwan, And N. T. Luchia, "Implementasi Algoritma Support Vector Machine Untuk Analisis Sentimen Lgbt Di Indonesia," *Bull. Artif. Intell.*, Vol. 1, No. 2, Pp. 36-42, 2022, Doi: 10.62866/Buai.V1i2.31.
- [4] S. Safinah, "Dinamika Gender Dalam Kontroversi Lgbt Di Indonesia: Analisis Budaya, Agama, Dan Kebijakan," *Harakat An-Nisa J. Stud. Gend. Dan Anak*,

- Vol. 8, No. 1, Pp. 1–10, 2024, Doi: 10.30631/81.1-10.
- [5] K. K. Verdianto, A. Ferdianti, C. Liem, K. Nabila, And S. F. Pramono, "Analisis Kesetaraan Hak Warga Negara Kaum Lgbt Di Indonesia," *J. Huk. Dan Ham Wara Sains*, Vol. 2, No. 05, Pp. 358–366, 2023, Doi: 10.58812/Jhhws.V2i05.311.
- [6] T. Oswari, M. Murniyati, T. Yusnitasari, N. Nurasih, And S. Wijay, "Sentiment Analysis Of Indonesian Youtube Reviews About Lesbian, Guy, Bisexual And Transgender (Lgbt) Using Indobert Fine Tuning," *Lontar Komput. J. Ilm. Teknol. Inf.*, Vol. 15, No. 1, P. 26, 2024, Doi: 10.24843//Lkjiti.2024.V15.I01.P03.
- [7] A. Jaya, "Analisis Sentimen Pandangan Public Profesi Pns (Pegawai Negeri Sipil) Dari Twiter Menerapkan Indonesian Roberta Base Sentiment Classifier," *Indones. J. Data Sci.*, Vol. 4, No. 1, Pp. 38–44, 2023, Doi: 10.56705/Ijodas.V4i1.66.
- [8] N. A. R. Putri And Ardiansyah, "Analisis Sentimen Terhadap Kemajuan Kecerdasan Buatan Di Indonesia Menggunakan Bert Dan Roberta," *J. Sains Dan Inform.*, Vol. 9, No. 2, Pp. 136–145, 2023, Doi: 10.34128/Jsi.V9i2.649.
- [9] T. D. Purnomo And J. Sutopo, "Comparison Of Pre-Trained Bert-Based Transformer Models For Regional Language Text Sentiment Analysis In Indonesia," *Int. J. Sci. Technol.*, Vol. 3, No. 3, Pp. 11–21, 2024, Doi: <https://doi.org/10.56127/ijst.V3i3.1739>.
- [10] F. Indriani, R. A. Nugroho, M. R. Faisal, And D. Kartini, "Comparative Evaluation Of Indobert, Indobertweet, And Mbert For Multilabel Student Feedback Classification," *J. Resti*, Vol. 8, No. 6, Pp. 748–757, 2024, Doi: 10.29207/Resti.V8i6.6100.
- [11] G. Z. Nabiilah, S. Y. Prasetyo, Z. N. Izdihar, And A. S. Girsang, "Bert Base Model For Toxic Comment Analysis On Indonesian Social Media," *Procedia Comput. Sci.*, Vol. 216, No. 2022, Pp. 714–721, 2022, Doi: 10.1016/J.Procs.2022.12.188.
- [12] W. Wongso, D. S. Setiawan, S. Limcorn, And A. Joyoadikusumo, "Nusabert: Teaching Indobert To Be Multilingual And Multicultural," Pp. 10–26, 2024, Doi: <https://doi.org/10.48550/Arxiv.2403.01817>.
- [13] J. W. Iskandar And Y. Nataliani, "Perbandingan Naïve Bayes, Svm, Dan K-Nn Untuk Analisis Sentimen Gadget Berbasis Aspek," *J. Resti (Rekayasa Sist. Dan Teknol. Informasi)*, Vol. 5, No. 6, Pp. 1120–1126, 2021, Doi: 10.29207/Resti.V5i6.3588.
- [14] S. L. Afyra Ar'bah Lailany, "Analisis Sentimen Publik Terhadap Penurunan Jumlah Pernikahan Di Indonesia Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbors (Knn)," *J. Indones. Manaj. Inform. Dan Komun.*, Vol. 5, No. 3, Pp. 3043–3053, 2024, Doi: <https://doi.org/10.35870/Jimik.V5i3.1000>.
- [15] A. Anjani, A. Chamid, And A. Murti, "Analisis Sentimen Kaum Lgbt Pada Media Sosial Twitter Menggunakan Algoritma Naïve Bayes," *Jtinfo J. Tek. Inform.*, Vol. 1, No. 2, Pp. 1–8, 2022, Doi: <https://doi.org/10.02220/Jtinfo.V1i2.259>.
- [16] N. V. S. Sihombing, Yogie Oktavianus, "Prediksi Sentimen Pada Teks Media

- Sosial Corporate University Menggunakan Roberta," *Pros. Pitnas Widyaiswara*, Vol. 1, Pp. 302-316, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal.iwi.or.id/ojs/index.php/pitnas2024/article/view/316>
- [17] M. A. A, M. Alamsyah, And M. F. Arif, "Analisis Sentimen Twitter Tentang Pinjaman Online Di Indonesia Menggunakan Metode Random Forest," *Jutisi J. Ilm. Tek. Inform. Dan Sist. Inf.*, Vol. 13, No. 2, Pp. 1410-1421, 2024, Doi: 10.35889/Jutisi.V13i2.2215.
- [18] N. Smairi, H. Abadlia, H. Brahim, And W. L. Chaari, "Fine-Tune Bert Based On Machine Learning Models For Sentiment Analysis," *Procedia Comput. Sci.*, Vol. 246, No. C, Pp. 2390-2399, 2024, Doi: 10.1016/J.Procs.2024.09.531.
- [19] Merinda Lestandy, Abdurrahim Abdurrahim, And Lailis Syafa'ah, "Analisis Sentimen Tweet Vaksin Covid-19 Menggunakan Recurrent Neural Network Dan Naïve Bayes," *J. Resti (Rekayasa Sist. Dan Teknol. Informasi)*, Vol. 5, No. 4, Pp. 802-808, 2021, Doi: 10.29207/Resti.V5i4.3308.
- [20] N. L. P. M. Putu, Ahmad Zuli Amrullah, And Ismarmiaty, "Analisis Sentimen Dan Pemodelan Topik Pariwisata Lombok Menggunakan Algoritma Naive Bayes Dan Latent Dirichlet Allocation," *J. Resti (Rekayasa Sist. Dan Teknol. Informasi)*, Vol. 5, No. 1, Pp. 123-131, 2021, Doi: 10.29207/Resti.V5i1.2587.
- [21] B. Setiadi, E. Purwanto, And H. Permatasari, "Optimisasi Klasifikasi Sentimen Pada Review Hotel Bahasa Inggris Dengan Model Roberta Twitter," *Sintech (Science Inf. Technol. J.)*, Vol. 7, No. 2, Pp. 70-79, 2024, Doi: 10.31598/Sintechjournal.V7i2.1547.
- [22] P. Arsi, R. Wahyudi, And R. Waluyo, "Optimasi Svm Berbasis Pso Pada Analisis Sentimen Wacana Pindah Ibu Kota Indonesia," *J. Resti (Rekayasa Sist. Dan Teknol. Informasi)*, Vol. 5, No. 2, Pp. 231-237, 2021, Doi: 10.29207/Resti.V5i2.2698.
- [23] A. Pratama And M. Rosyda, "Analisis Sentimen Dalam Aplikasi X Terhadap Pengungsi Rohingya Dengan Lstm," *Skanika Sist. Komput. Dan Tek. Inform.*, Vol. 8, No. 1, Pp. 95-105, 2025, Doi: <https://doi.org/10.36080/Skanika.V8i1.3329>.
- [24] T. Sugihartono And R. R. C. Putra, "Penerapan Metode Support Vector Machine Dalam Classifikasi Ulasan Pengguna Aplikasi Mobile Jkn," *Skanika Sist. Komput. Dan Tek. Inform.*, Vol. 7, No. 2, Pp. 144-153, 2024, Doi: 10.36080/Skanika.V7i2.3193.
- [25] F. N. Salsabilla And A. Witanti, "Analisis Sentimen Akhir Masa Jabatan Presiden Jokowi Pada Media Sosial X Menggunakan Naïve Bayes," *Skanika Sist. Komput. Dan Tek. Inform.*, Vol. 8, No. 1, Pp. 106-115, 2025, Doi: <https://doi.org/10.36080/Skanika.V8i1.3331>.
- [26] A. N. W. Zain, M. Muafi, And A. Tholib, "Klasifikasi Data Mining Di Tingkat Kepuasan Mahasiswa Terhadap Pelayanan Sistem Informasi Fakultas Teknik Universitas Nurul Jadid," *Skanika Sist. Komput. Dan Tek. Inform.*, Vol. 7, No. 2, Pp. 204-213, 2024, Doi: 10.36080/Skanika.V7i2.3200.
- [27] D. Normawati And S. A. Prayogi, "Implementasi Naïve Bayes Classifier Dan Confusion Matrix Pada Analisis Sentimen Berbasis Teks Pada Twitter," *J. Sains Komput. Inform. (J-Sakti)*, Vol. 5, No. 2, Pp. 697-711, 2021, Doi:

- [Http://Dx.Doi.Org/10.30645/J-Sakti.V5i2.369](http://dx.doi.org/10.30645/J-Sakti.V5i2.369).
- [28] N. Arifin, U. Enri, And N. Sulistiyowati, "Penerapan Algoritma Support Vector Machine (Svm) Dengan Tf-Idf N-Gram Untuk Text Classification," *String (Satuan Tulisan Ris. Dan Inov. Teknol.*, Vol. 6, No. 2, P. 129, 2021, Doi: 10.30998/String.V6i2.10133.