

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian sentimen tentang pelayanan BMKG Nasional (Darwis dkk., 2021) pada media sosial X . Metode yang digunakan adalah *Naive Bayes Classifier (NBC)*, dengan sistem yang memanfaatkan data dari X untuk mengklasifikasikan opini menjadi positif, netral, atau negatif. Proses ini menggunakan aplikasi Python versi 3.7.4. Penelitian ini termasuk dalam kategori *fine-grained sentiment analysis*, yaitu analisis yang dilakukan pada level kalimat dalam sebuah komentar. Data kemudian diproses menggunakan *text mining* untuk mengklasifikasikan *tweet* ke dalam tiga kelas: positif, negatif, dan netral. Klasifikasi ini memudahkan pengguna dalam melihat opini dengan kategori yang jelas. Hasil uji akurasi metode Naive Bayes untuk klasifikasi ini adalah 69.97%.

Penelitian sentimen tentang ulasan produk (Gunawan dkk., 2018) pada media sosial X dilakukan dengan tahapan *crawling*, *pre-processing*, pembobotan kata, pembentukan model dan klasifikasi sentimen. Pada pembobotan kata digunakan metode TF-IDF (Term Frequency – Inverse Document Frequency). Data yang ada akan diklasifikasikan ke dalam 5 (lima) kelas, yaitu sangat negatif, negatif, netral, positif dan sangat positif. Data tersebut kemudian akan dievaluasi menggunakan pengujian *confusion matrix* dengan parameter akurasi, *recall*, dan *precision*. Hasil pengujian menunjukkan pada pengujian 3 kelas (negatif, netral dan positif) hasil terbaik didapatkan pada 90% data latih dan 10% data uji dengan nilai akurasi 77.78%, *recall* 93.33% dan *precision* 77.78% dan pada pengujian 5 kelas hasil terbaik didapatkan pada 90% data latih dan 10% data uji dengan nilai akurasi 59.33 %, *recall* 58.33 % dan *precision* 59.33 %. Hasil prediksi kelas data uji yang relevan dibandingkan antara kelas sentimen yang ditandai *supervisor* dan kelas sentimen yang dihasilkan oleh sistem analisis sentimen walaupun belum sepenuhnya akurat.

Penelitian sentimen tentang pemerintahan Ridwan Kamil sebagai Gubernur Jawa Barat (Soer, 2023). Penelitian ini menggunakan algoritma Naive Bayes untuk melakukan klasifikasi sentimen dan mencari nilai *preference value* dikarenakan algoritma tersebut memiliki akurasi yang cukup baik. Dari hasil pengujian yang dilakukan menggunakan teknik *cross validation* dan pengukuran akurasi menggunakan *confusion matrix* dengan dilakukan 10 kali pengujian akurasi terbaik yang diperoleh adalah 84,38 %. Sentimen positif masyarakat terhadap kepemimpinan Ridwan Kamil yang didapatkan dari hasil penghitungan *preference value* adalah 49%. Sedangkan nilai sentimen positif tersebut dapat berubah-ubah, dikarenakan sentimen masyarakat dan data yang diperoleh dapat berubah sewaktu-waktu. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa algoritma Naive Bayes dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi dengan cukup baik dan dapat mengukur sentimen masyarakat terhadap pemimpin daerah.

Penelitian sentimen menggunakan data dari X dengan kata kunci "nadiem makariem", "kemendikbud", dan "pak nadiem". *Tools Rapid Miner* digunakan dalam tahap *pre-processing* dan klasifikasi, dengan menerapkan dua metode: *Naive Bayes* dan *Support Vector Machine*, serta evaluasi menggunakan *k-fold cross-validation*. Hasil uji coba menunjukkan bahwa metode Naive Bayes memberikan kinerja yang lebih baik, dengan akurasi sebesar 91,48%, *precision* 89,28%, dan *recall* 91,58. (Widowati, 2020).

Penelitian sentimen melalui *tweet* dari masyarakat Indonesia terhadap sejumlah perusahaan publik dengan menggunakan *Deep Neural Network* (DNN). Data yang digunakan berjumlah 5.504 *tweet*, diperoleh melalui *crawling* menggunakan *Application Programming Interface* (API) X dan selanjutnya diproses melalui tahap *pre-processing* (*cleansing*, *case folding*, *formalisasi*, *stemming*, dan tokenisasi). Proses pelabelan dilakukan pada 3.902 *tweet* dengan memanfaatkan aplikasi *Sentiment Strength Detection*. Model dilatih menggunakan algoritma DNN dengan variasi jumlah *hidden layer*, susunan *node*, dan nilai *learning rate*. Eksperimen dengan proporsi data *training* dan *testing* sebesar 90:10 memberikan hasil performa terbaik, dengan model yang terdiri dari 3 *hidden layer*

dengan susunan node masing-masing 128, 256, dan 128, serta learning rate 0,005, yang menghasilkan akurasi mencapai 88,72%. (Hidayat, 2021)

Penelitian sentimen pada kebijakan Merdeka Belajar berdasarkan opini publik pada X, menerapkan proses *text mining* menggunakan algoritma *Naive Bayes Classifier* untuk mengklasifikasi sentimen secara otomatis dengan menggunakan 180 data *tweet* dengan sentimen terhadap program tersebut. Data tersebut diklasifikasi secara manual menjadi sentimen positif dan negatif. Kemudian data tersebut dibagi menjadi data *training* dan data *testing*. Akurasi yang paling baik didapatkan sebesar 80.55%, dengan nilai *f1 – score* sebesar 89% serta nilai *precision* dan *recall* masing-masing sebesar 81% dan 100% dengan data latih sebesar 80% dan data uji sebesar 20%, serta mayoritas sentimen terhadap kebijakan tersebut adalah positif (Prasetyo, 2021)

Menurut (Hartono, 2023) pada penelitian tentang penerapan Naive Bayes pada untuk klasifikasi judul berita. Naive Bayes adalah metode klasifikasi dengan melakukan *preprocessing* pada judul berita kemudian menghitung probabilitas setiap kelasnya. Kelas yang dipakai dalam metode ini adalah kategori berita. Kategori berita meliputi, Olahraga, Hiburan, Kesehatan, Politik, dan Teknologi. Dari 500 data latih yang dijadikan acuan untuk menghitung probabilitas, setelah data uji dimasukkan maka akan dihitung probabilitas setiap kata yang digunakan dan akan menghasilkan suatu kategori, dari 50 data yang diuji sebanyak 43 dokumen yang berhasil sesuai dengan kategori yang tepat yaitu sebesar 86% dan sebanyak 7 dokumen dengan kesalahan kategori sebesar 14%.

Penelitian sentimen opini film pada X (Ratnawati, 2018) menggunakan algoritma Naive Bayes. Banyaknya opini yang dituliskan di X membutuhkan pengklasifikasian sesuai sentimen yang dimiliki agar mudah untuk mendapatkan kecenderungan opini tersebut terhadap film apakah cenderung beropini positif atau negatif. Algoritma yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Algoritma Naive Bayes. Berdasarkan hasil eksperimen, analisis sentimen yang dapat dilakukan oleh sistem dengan akurasi yang didapat adalah 90 % dengan rincian nilai *precision* 92%, *recall* 90% dan *f-measure* 90%.

Tabel 2.1 Perbandingan Tinjauan Pustaka

Peneliti	Topik	Objek	Metode	Hasil
Dedi Darwis, Nery Siskawati, dan Zaenal Abidin, 2021	Penerapan Algoritma Naive Bayes Untuk Analisis Sentimen Review Data Twitter BMKG Nasional	BMKG Nasional	Naive Bayes	Klasifikasi ini menggunakan algoritma naive bayes. Klasifikasi dapat memberikan kemudahan bagi pengguna untuk melihat opini positif, negatif, dan netral. Hasil uji akurasi pada metode naive bayes untuk klasifikasi yaitu 69.97%.
Billy Gunawan, Helen Sastypratiwi, dan Enda Esyudha Pratama, 2018	Sistem Analisis Sentimen Pada Ulasan Menggunakan Metode Naive Bayes	Produk	Naive Bayes	Hasil pengujian menunjukkan pada pengujian 3 kelas (negatif, netral dan positif) hasil terbaik didapatkan pada 90% data latih dan 10% data uji dengan nilai akurasi 77.78%, <i>recall</i> 93.33% dan <i>precision</i> 77.78% dan pada pengujian 5 kelas hasil terbaik didapatkan pada 90% data latih dan 10% data uji dengan nilai akurasi

Peneliti	Topik	Objek	Metode	Hasil
				59.33 %, <i>recall</i> 58.33 % dan <i>precision</i> 59.33 %.
U. Darmanto Soer, 2023	Analisis Sentimen Terhadap Pemerintahan Ridwan Kamil Sebagai Gubernur Jawa Barat Menggunakan Algoritma Naive Bayes	Ridwan Kamil	Naive Bayes	Dari hasil pengujian yang dilakukan menggunakan teknik <i>cross validation</i> dan pengukuran akurasi menggunakan <i>confusion matrix</i> dengan dilakukan 10 kali pengujian akurasi terbaik yang diperoleh adalah 84,38 %. Respon positif masyarakat terhadap kepemimpinan Ridwan Kamil yang didapatkan dari hasil penghitungan <i>preference value</i> adalah 49%.
Tanthya Tawaqalia Widowati dan Mujiono Sadikin (2020)	Analisis Sentimen Twitter terhadap Tokoh Publik dengan Algoritma Naive	Tokoh Publik	Naive Bayes dan Support Vector Machine	Dari hasil uji coba diketahui bahwa untuk kasus yang diteliti, metode Naive Bayes menghasilkan kinerja yang lebih baik dengan <i>accuracy</i> 91.48%, <i>precision</i> 89.28% dan <i>recall</i> 91.58%

Peneliti	Topik	Objek	Metode	Hasil
	Bayes dan Support Vector Machine			
Erwin Yudi Hidayat (2021)	Analisis Sentimen Twitter untuk Menilai Opini Terhadap Perusahaan Publik Menggunakan Algoritma Deep Neural Network	Perusahaan publik	Deep Neural Network	Hasil penelitian ini adalah dengan proporsi data training dan testing sebesar 90:10 memberikan hasil performa terbaik. Model tersusun dengan 3 <i>hidden layer</i> dengan susunan <i>node</i> tiap <i>layer</i> pada model tersebut yaitu 128, 256, 128 <i>node</i> dan menggunakan <i>learning rate</i> sebesar 0.005, model mampu menghasilkan nilai akurasi mencapai 88.72%.
Herlambang Dwi Prasetyo, Titin Pramiyati, Ika	Sentimen Analisis Pengguna Twitter terhadap Kebijakan	Kebijakan n Merdeka Belajar	Naive Bayes	Hasil penelitian ini ialah Akurasi yang paling baik didapatkan sebesar 80.55%, dengan nilai <i>f1 - score</i> sebesar 89% serta

Peneliti	Topik	Objek	Metode	Hasil
Nurlaili Isnainiya h (2021)	Merdeka Belajar Mengguna kan Algoritma Naive Bayes			nilai <i>precision</i> dan <i>recall</i> masing-masing sebesar 81% dan 100% dengan data latih sebesar 80% dan data uji sebesar 20%, serta mayoritas sentimen adalah positif.
Hendri Hartono, Alyauma Hajjah, Yulvia Nora Marlim (2023)	Penerapan Metode Naive Bayes Classifier Untuk Klasifikasi Judul Berita	Judul Berita	Naive Bayes	Hasil penelitian ini dari 50 data yang diuji sebanyak 43 dokumen yang berhasil sesuai dengan kategori yang tepat yaitu sebesar 86% dan sebanyak 7 dokumen dengan kesalahan kategori sebesar 14%.
Fajar Ratnawati (2018)	Implementasi Algoritma Naive Bayes Terhadap Analisis Sentimen Opini Film Pada Twitter	Film	Naive Bayes	Hasil penelitian ini ialah sistem dengan akurasi 90 % dengan rincian nilai <i>precision</i> 92%, <i>recall</i> 90% dan <i>f-measure</i> 90% . .

2.2 Dasar Teori

2.1.1 Analisis Sentimen

Sistem analisis sentimen merupakan sistem yang digunakan untuk melakukan proses analisis otomatis pada ulasan produk *online* bahasa Indonesia untuk memperoleh informasi meliputi informasi sentimen yang merupakan bagian dari ulasan *online* (Gunawan, 2018).

Analisis sentimen adalah proses untuk menilai emosi yang terkandung dalam teks, yang terbagi menjadi tiga kategori utama: positif, negatif, dan netral. Dalam konteks media sosial, analisis ini digunakan untuk memahami persepsi publik terhadap suatu isu atau tokoh. Algoritma Naive Bayes dipilih untuk analisis sentimen dalam penelitian ini karena kesederhanaannya dalam mengelola data teks yang kompleks serta ketepatannya dalam klasifikasi. Naive Bayes efektif untuk menangani data teks yang cenderung besar, seperti data dari X, dan dapat menghasilkan akurasi yang memadai dalam waktu singkat (Wulandari dkk., 2019).

2.2.2 X

X merupakan media sosial yang hadir dengan format yang berbeda, di mana X memiliki konsep yaitu menyebarkan informasi pesan secara singkat, padat dan *real time* dengan kalimat yang kurang dari 140 karakter kepada pembacanya di seluruh dunia yang bisa digunakan sebagai sarana penyebar informasi kepada semua orang baik yang dikenal maupun tidak, untuk memberitahukan keberadaan penggunaanya (Bara, 2022).

X merupakan jenis media sosial *microblogging* yang memfasilitasi pengguna untuk menulis dan memublikasikan aktivitas serta pendapatnya (Husnusyifa, 2019). Dengan lebih dari 20 juta pengguna aktif di Indonesia, X berperan penting dalam memberikan data mentah untuk analisis sentimen. Melalui fitur *retweet*, *like*, dan penggunaan *hashtag*, persebaran dan kekuatan sentimen dapat dipetakan dengan baik (Suhadi & Junaidi, 2023). X juga memungkinkan peneliti untuk memantau respons publik terhadap peristiwa besar secara cepat dan efektif, karena pesan yang diunggah biasanya *real-time* dan tidak terlalu panjang (Kusnadi, 2020).

2.2.3 Python

Python adalah bahasa pemrograman yang sangat fleksibel dan mudah digunakan untuk analisis data. Dalam penelitian ini, Python akan digunakan bersama dengan beberapa *library*, seperti *NLTK* dan *Scikit-Learn*, yang mendukung pemrosesan bahasa alami dan analisis sentimen (Oktavia et al., 2020). Python memiliki kelebihan dalam menangani sejumlah besar data teks karena mampu berintegrasi dengan berbagai *library* yang dirancang khusus untuk analisis data dan klasifikasi teks, menjadikannya pilihan yang efisien dalam penelitian akademis dan proyek industri (Kusuma, 2021).

2.2.4 Google Colab

Google Colab adalah layanan cloud computing yang memungkinkan pengguna untuk menjalankan kode Python dan mengakses GPU tanpa biaya tambahan. Platform ini memudahkan para peneliti dalam melakukan analisis data yang membutuhkan daya komputasi besar, termasuk analisis sentimen dalam skala besar. *Google Colab* mendukung integrasi dengan *Google Drive* dan memungkinkan pengembangan proyek secara kolaboratif, sehingga sangat bermanfaat dalam penelitian yang melibatkan pemrosesan data besar dari media sosial (Setiawan & Wijaya, 2021).

2.2.5 Tweet Harvest (X Crawler)

Tweet-harvest merupakan *tools* yang digunakan untuk melakukan *crawling* data pada media sosial X dengan menggunakan *Application Programming Interface (API)* (Putra,2023). Keunggulan Tweet Harvest adalah dapat dijalankan melalui *Command Line Interface (CLI)*, seperti *Command Prompt* atau Terminal, dan hanya memerlukan *user valid auth token* (Deandra,2023).

2.2.6 Preprocessing

Pre-processing adalah tahapan yang paling penting dalam proses *text mining*, tahapan ini adalah tahap pertama dalam pemrosesan *text*. Pada tahapan ini teks akan dinormalisasikan sehingga nantinya dapat memudahkan pada tahap pembobotan. *Preprocessing* dilakukan untuk menghindari data yang kurang sempurna atau cacat, atau data-data yang tidak konsisten (Muzaki & Witanti, 2021).

Adapun tahapan proses *preprocessing* yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. *Case folding* merupakan tahapan untuk mengubah semua huruf dalam dokumen menjadi huruf kecil (lowercase)(Andika, dkk.,2019). *Case folding* dilakukan agar file teks yang dimasukkan dapat dideteksi atau diproses oleh sistem, jika ada kalimat yang memiliki huruf kapital maka sistem tidak dapat mendeteksi dan memproses file teks tersebut. *Case folding* merupakan tahap awal dalam proses pra-pemrosesan teks (Togatorop, dkk., 2021).
2. *Tokenizing*
Tokenizing merupakan tahap pemotongan *string input* untuk memisah kalimat menjadi kata dan penghapusan karakter tanda baca (Herwijayanti, dkk., 2018). *Tokenizing* merupakan tahap untuk pemilihan jumlah unit yang akan digunakan saat pemecahan data dan *tokenize* merupakan tahap pembagian atau pemecahan terhadap data pada teks (Rahmadhani & Wahyudin, 2022).
3. *Filtering*
Tahapan *filtering* merupakan salah satu tahap yang digunakan untuk pengambilan kalimat atau kata-kata yang penting dari hasil *crawling* data. Kalimat umum yang biasa muncul dan tidak mempunyai arti maka sering disebut dengan istilah *stopword*. *Stopword* membantu mengurangi ukuran *index* pada waktu pemrosesan (Rahmadhani & Wahyudin, 2022).
4. Normalisasi
Normalisasi merupakan salah satu tahap dalam *preprocessing* citra yang dilakukan sebelum masuk ke proses pengenalan. Proses ini dilakukan dengan tujuan untuk menyesuaikan data citra masukan dengan data citra pada basis data. Proses normalisasi disesuaikan dengan kebutuhan pada proses pengenalan yang digunakan (Hartanto, dkk., 2012).
5. *Stemming*
Stemming merupakan tahapan yang melakukan proses untuk mengubah kata turunan menjadi kata dasar (Herwijayanti, dkk., 2018). *Stemming*

merupakan suatu proses yang terdapat dalam sistem IR yang mentransformasi kata-kata yang terdapat dalam suatu dokumen ke kata-kata akarnya (*root word*) dengan menggunakan aturan-aturan tertentu. Sebagai contoh, kata bersama, kebersamaan, menyamai, akan distem ke kata-kata akarnya yaitu “sama”. Proses *stemming* pada teks berbahasa Indonesia berbeda dengan *stemming* pada teks berbahasa Inggris. Pada teks berbahasa Inggris, proses yang diperlukan hanya proses menghilangkan sufiks. Sedangkan pada teks berbahasa Indonesia, selain sufiks, prefiks, dan konfiks juga dihilangkan (Agusta, 2009). *Stemming* adalah proses yang sangat penting untuk mencari kata dasar dari sebuah kata derivatif. Inti dari proses *stemming* adalah menghilangkan imbuhan pada suatu kata.(Gutteres, dkk., 2019).

2.2.7 Metode *Lexicon-Based*

Lexicon based ialah fitur atau kata yang telah diberi bobot berdasarkan kamus atau *lexicon*. Pemberian bobot dilakukan untuk setiap kata yang termasuk sentimen positif atau termasuk sentimen negatif. Tujuan penggunaan *lexicon based features* yaitu untuk menentukan orientasi sentimen suatu kata (Kurniawan dkk., 2019).

2.2.8 Klasifikasi Naive Bayes

Naive bayes merupakan metode klasifikasi analisis sentimen yang banyak digunakan karena ketangguhan, sederhana dan akurasi yang tinggi dalam mengklasifikasi data. Pada penelitian ini menganalisis data dari X dengan pencarian merk mobil yang terlaris berdasarkan data dari GAIKINDO (Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia). Dengan menggunakan tiga kelas maka dapat menghasilkan nilai akurasi sebesar 93%, dan tingkat *precision* positif sebesar 90%, *precision* negatif sebesar 90% dan sentimen yang netral 100% sehingga naive bayes mampu menganalisis dengan akurasi yang tinggi (Rustiana, 2017).

Naive Bayes merupakan metode yang digunakan untuk memprediksi probabilitas dan memiliki beberapa karakteristik yang secara statistik sesuai dengan cara berpikir seorang pakar serta disertai dengan dasar matematika yang

kuat. Dari pengujian yang dilakukan dengan diagnosa yang diperoleh dari perbandingan antara hasil diagnosa pakar dengan diagnosa sistem untuk mendiagnosa penyakit dan hama pada tanaman jagung adalah 90% (Suherman, 2021).

Naive Bayes Classifier memberikan proses penyeleksian yang cepat dan algoritmanya mudah dimengerti. Dalam beberapa penelitian, pendekatan dengan menggunakan Naive Bayes memiliki kinerja yang cukup tinggi untuk mengklasifikasikan data metode *Naive Bayes Classifier* memiliki keunggulan yaitu kesederhanaan dalam komputasinya. Penelitian ini berfokus pada penerapan algoritma klasifikasi Naive Bayes sebagai pendukung keputusan pemilihan beasiswa Bidikmisi bagi calon mahasiswa untuk klasifikasi pemilihan beasiswa agar mempercepat proses penyeleksian dan tidak terjadi kesalahan dalam penentuan calon penerima beasiswa. Pengujian dilakukan dengan menggunakan teknik pengukuran akurasi dan melihat dari matriks konfusi. Hasil menunjukkan bahwa dengan menggunakan algoritma naive bayes, nilai akurasi mencapai 80% (Sulistiani dkk., 2018). Algoritma ini juga fleksibel dalam menangani data yang besar, sehingga cocok digunakan dalam analisis sentimen terhadap *tweet* terkait Prabowo-Gibran. Adapun persamaan dari Teorema Bayes dapat dilihat di bawah ini.

$P(A B) = \frac{P(B A)P(A)}{P(B)}$	(2.1)
------------------------------------	-------

B = Data dengan kelas yang belum diketahui

A = Hipotesis data B merupakan kelas spesifik

$P(A|B)$ = Probabilitas hipotesis A berdasarkan kondisi B (*posterior probability*)

$P(A)$ = Probabilitas hipotesis A (*prior probability*)

$P(B|A)$ = Probabilitas B berdasarkan kondisi hipotesis A

$P(B)$ = Probabilitas B

2.2.9 Confusion Matrix

Confusion matrix adalah tabel yang menyatakan klasifikasi jumlah data uji yang benar dan jumlah data uji yang salah (Normawati & Prayogi, 2021). *Confusion matrix* merupakan metode yang digunakan untuk mengukur atau melakukan perhitungan akurasi pada konsep *data mining*. *Confusion matrix* terdiri dari baris data uji yang diprediksi benar dan tidak benar suatu data oleh model klasifikasi. Berikut pada tabel 2.2 di bawah ini sebuah *confusion matrix* untuk pengklasifikasikan ke dalam dua kelas.

Tabel 2.2 Klasifikasi Confusion Matrix

Kelas Sebenarnya	Prediksi Positif	Prediksi Negatif	Prediksi Netral
1 (Positif)	True Positif (TP)	False Negatif (FN)	False Netral (FNet)
0 (Negatif)	False Positif (FP)	True Negatif (TN)	False Netral (FNet)
2 (Netral)	False Positif (FP)	False Negatif (FN)	True Netral (TNet)

Keterangan:

- True Positif (TP) = Jumlah data dari kelas 1 yang benar diklasifikasikan sebagai 1.
- False Negatif (FN): = Jumlah data dari kelas 1 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 0
- False Netral (FNet) = Jumlah data dari kelas 1 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 2
- False Positif (FP) = Jumlah data dari kelas 0 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 1
- True Positif (TP) = Jumlah data dari kelas 0 yang benar diklasifikasikan sebagai 0

False Netral (FNet)	=	Jumlah data dari kelas 0 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 2
False Positif (FP)	=	Jumlah data dari kelas 2 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 1
False Negatif (FN)	=	Jumlah data dari kelas 2 yang salah diklasifikasikan sebagai kelas 0.
True Netral (TP)	=	Jumlah data dari kelas 2 yang benar diklasifikasikan sebagai 2.

Confusion Matrix adalah metode evaluasi yang umum digunakan untuk mengukur kinerja model klasifikasi. Matriks ini memberikan beberapa metrik penting:

a. Akurasi

Akurasi adalah proporsi prediksi yang benar dari keseluruhan data dan sering menjadi tolok ukur utama untuk kinerja model (Chowdhury, 2020).

$$\text{Akurasi} = \frac{TP + TN + TNet}{Total\ Data} \times 100\% \quad (2.2)$$

b. Precision

Precision adalah ukuran ketepatan antara respons sistem dengan informasi yang diinginkan oleh pengguna. *Recall* adalah ukuran keberhasilan sistem dalam menemukan kembali informasi yang relevan. (Hudayah dan Dodiman, 2024).

$$\text{Presisi} = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\% \quad (2.3)$$

c. Recall

Recall mengukur seberapa baik model mendeteksi semua kasus positif yang ada dalam data, dan penting dalam kasus di mana kesalahan pada prediksi negatif perlu dikurangi (Badr, 2021).

$$\text{Presisi} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FP}} \times 100\% \quad (2.4)$$

d. *F1-Score*

F1-Score adalah rata-rata harmonis antara *precision* dan *recall*, memberikan evaluasi kinerja model yang seimbang, terutama bila data tidak seimbang. *F1-Score* sangat relevan dalam analisis sentimen karena membantu memahami kinerja model pada data yang beragam (Ahmad, 2021).

$$F1 - Score = 2 \times \frac{\text{Presisi} \times \text{Recall}}{\text{Presisi} + \text{Recall}} \quad (2.5)$$