

Perbandingan Kinerja Algoritma Naïve Bayes Model Multinomial dan Bernoulli pada Pengklasifikasian Komentar Cyberbullying

Windha Mega Pradnya Duhita^{1*}, Fritz Zone²

^{1,2}Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Amikom Yogyakarta
Jl. Padjajaran, Ringroad Utara, Kel. Condong Catur, Kec. Depok, Kab. Sleman, Prov. Daerah Istimewa
Yogyakarta, Indonesia 55283

*windha@amikom.ac.id

fritz@amikom.ac.id

(Naskah masuk: 22 Mei 2023; diterima untuk diterbitkan: 21 Agustus 2023)

ABSTRAK – Pada era sekarang, ditengah pesatnya perkembangan teknologi, ada banyak orang yang menyalahgunakan teknologi untuk melakukan tindakan kurang menyenangkan terhadap orang lain, salah satunya bullying yang dilakukan menggunakan media sosial yang disebut sebagai cyberbullying. Maka peneliti melakukan pengklasifikasian data komentar pada media sosial apakah termasuk komentar bullying. Penelitian ini dilakukan untuk melakukan pengklasifikasian data komentar pada sosial media apakah termasuk komentar cyberbullying dengan membandingkan terlebih dahulu kinerja antara algoritma Naïve Bayes Multinomial dan Bernoulli dalam mengklasifikasikan data komentar tersebut. Pada penelitian ini akan membandingkan algoritma Naïve Bayes Classifier model Multinomial dan Bernoulli untuk mendapatkan model terbaik. Pada penelitian ini juga membandingkan penggunaan metode feature extraction Bag of Words dan TF-IDF untuk meningkatkan akurasi dari algoritma yang digunakan. Dari penelitian yang dilakukan, diperoleh nilai akurasi tertinggi dan rata - rata waktu pemrosesan yang lebih cepat pada algoritma Naïve Bayes model Multinomial dengan nilai akurasi tertinggi yaitu 0.769. Penggunaan metode feture extraction Bag of Words juga dapat meningkatkan akurasi lebih signifikansi dibanding TF-IDF.

Kata Kunci – Bernoulli Naïve Bayes; Cyberbullying; Klasifikasi; Multinomial Naïve Bayes; Perbandingan.

Performance Comparison of Naive Bayes Multinomial and Bernoulli Models in Cyberbullying Comment Classification

ABSTRACT – In the present era, amidst the rapid development of technology, there are many individuals who misuse technology to engage in unpleasant activities towards others, one of which is bullying carried out through social media, known as cyberbullying. Therefore, researchers classify data of comments on social media to determine whether they fall under bullying comments. This research aims to classify data of comments on social media as cyberbullying comments by first comparing the performance of the Naive Bayes Multinomial and Bernoulli algorithms in classifying such comments. This study compares the Naive Bayes Classifier algorithms, namely Multinomial and Bernoulli models, to determine the best model. Additionally, the study compares the use of feature extraction methods such as Bag of Words and TF-IDF to enhance the accuracy of the algorithms used. From the conducted research, the highest accuracy value and a faster average processing time are obtained from the Naive Bayes Multinomial model, with the highest accuracy value being 0.769. The use of the Bag of Words feature extraction method also significantly improves accuracy compared to TF-IDF.

Keywords – Bernoulli Naïve Bayes; Classification; Comparison; Cyberbullying; Multinomial Naïve Bayes.

1. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan teknologi di era sekarang banyak membantu segala kegiatan manusia. Teknologi berperan penting dalam kehidupan manusia, salah satunya dalam bidang komunikasi. Dengan berkembang pesatnya teknologi, membuat setiap orang dapat berkomunikasi antar sesamanya dari berbagai penjuru dunia, dari mana dia berada dan kepada siapa saja. Hal ini merupakan salah satu manfaat dari teknologi, yaitu memudahkan segala urusan manusia.

Salah satu dampak dari teknologi pada bidang komunikasi yaitu adanya media sosial. Pada saat ini sudah ada banyak sekali platform media sosial yang dibuat untuk mendukung interaksi sosial setiap orang. Menurut[1], media sosial adalah suatu sarana media online yang digunakan oleh manusia agar dapat dengan mudah berpartisipasi, berbagi, menciptakan isi seperti blog, jejaring sosial, wiki, forum, dan dunia virtual. Jejaring sosial merupakan salah satu media sosial yang paling umum digunakan oleh masyarakat di seluruh dunia.

Selain untuk menyampaikan informasi, ada banyak orang yang menyalahgunakan kegunaan media sosial salah satunya dengan melakukan tindakan yang tidak menyenangkan terhadap orang lain seperti dalam bentuk intimidasi.

Tindakan seperti ini dilakukan pada jejaring sosial dan disebut sebagai *cyberbullying*. *Cyberbullying* dapat berdampak pada mental korbannya, sehingga korban mengalami depresi, emosional, dan merasa tidak percaya diri yang dapat mengakibatkan percobaan pembunuhan bahkan bunuh diri.[2] Pada saat ini *cyberbullying* sudah sangat sering kita jumpai di media sosial, seperti pada akun artis atau orang - orang terkenal. *Cyberbullying* juga dapat berbentuk pujian namun dalam konteks menyindir seseorang tersebut bukan untuk memujinya.

Dari uraian tersebut, maka diperlukan suatu pengklasifikasian data komentar apakah termasuk komentar *cyberbullying* atau tidak. Ada banyak algoritma pengklasifikasian data teks yang dapat digunakan, namun pengklasifikasian data yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan algoritma Naïve Bayes Classifier karena menurut [3] algoritma Naïve Bayes hanya membutuhkan jumlah data pelatihan yang kecil untuk menentukan estimasi parameter yang diperlukan dalam proses pengklasifikasian dan sering bekerja jauh lebih baik dalam kebanyakan situasi dunia nyata yang kompleks.

Klasifikasi Naïve Bayes dibangun oleh data pelatihan untuk memperkirakan probabilitas dari setiap kategori yang terdapat pada ciri dokumen

yang diuji. Sistem akan dilatih dengan menggunakan data baru (data latih dan data uji) dan selanjutnya diberi tugas untuk menebak nilai fungsi target dari data tersebut [4]. Ada dua model klasifikasi dari algoritma Naïve Bayes Classifier yaitu model Multinomial dan Bernoulli.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Singh dkk, melakukan prediksi sentimen artikel berita positif atau negatif menggunakan dua model populer klasifikasi teks Naïve Bayes, yaitu klasifikasi Naïve Bayes Bernoulli Multivariate dan klasifikasi Naïve Bayes Multinomial. Penelitian tersebut juga bertujuan untuk mengidentifikasi model mana dari kedua pendekatan yang diberikan yang lebih baik dalam dataset yang diberikan. Hasil dari penelitian tersebut yaitu Naive Bayes Multinomial sedikit lebih baik dibandingkan Bernoulli Naive Bayes pada dataset dengan jumlah catatan yang lebih sedikit. Hasil akurasi yang didapatkan dari Multinomial Naive Bayes yaitu 73% dan Bernoulli Naive Bayes memperoleh akurasi 69%.[5] Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Wardani dkk, melakukan analisis sentimen menggunakan 2 metode yaitu Multinomial Naive Bayes dan Bernoulli Naive Bayes. Klasifikasi menggunakan Bernoulli Naive Bayes menghasilkan performa dengan tingkat sensitifitas 90,19% sementara Multinomial Naive bayes menghasilkan peforma dengan tingkat sensitifitas 93,45%.[6] Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Pardede dkk, berfokus pada pembuatan model untuk mendeteksi komentar *cyberbullying* menggunakan algoritma Naive Bayes Classification. Penelitian tersebut menghasilkan model untuk mendeteksi komentar *cyberbullying* berdasarkan teks dan kategori. Dari pengujian yang dilakukan memperoleh akurasi sebesar 80% dengan nilai rata - rata menghasilkan precision 81%, recall 80%, dan f1-score 80% [7]. Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh Ashari dkk, berfokus pada pengujian kinerja dari 3 algoritma yang berbeda yaitu Multinomial Naive Bayes, Multivariate Bernoulli dan Rocchio Algorithm. Pengujian dilakukan terhadap dataset yang mempunyai 2 label dimana label tersebut adalah berita hoax dan berita benar. Hasil dari penelitian tersebut adalah didapatkannya hasil evaluasi dari setiap algoritma yaitu Multinomial Naive Bayes memperoleh hasil akurasi sebesar 74%, presisi 83,33%, dan recall 60%. Pada algoritma Multivariate Bernoulli mendapatkan hasil akurasi sebesar 70%, presisi 62,50%, dan recall 100%. Pada algoritma Rocchio mendapatkan hasil akurasi sebesar 76% presisi 88,24%, dan recall 60% [8]. Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Rahma dkk, akan membandingkan dua metode yaitu Multinomial Naive Bayes dan Bernoulli Naive Bayes sebelum melakukan pemodelan. Hasil dari penelitian tersebut adalah perbandingan 2 metode yang

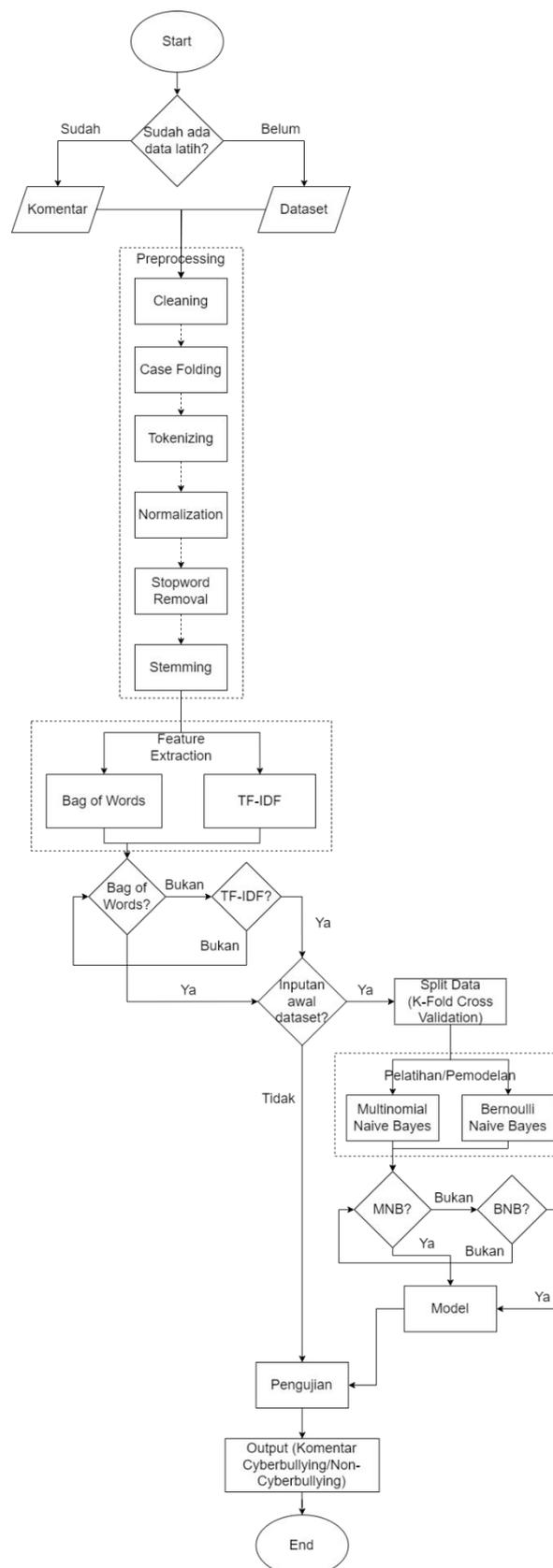
digunakan pada proses klasifikasi, didapatkan hasil bahwa nilai akurasi yang lebih tinggi adalah Multinomial Naive Bayes. Hasil pemodelan terbaik adalah Multinomial Naive Bayes pada skenario 1 dengan akurasi 0.71, rata-rata precision 0.80, rata-rata recall 0.53 dan rata-rata f-score 0.53.[9] Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Janah dkk, melakukan deteksi emosi berdasarkan analisis emosi dari fitur google play yang berisi ulasan dari para penggunanya. Deteksi emosi yang dianalisis berupa emosi senang, sedih, terkejut, dan marah. Dilakukan perbandingan menggunakan 3 metode Naive Bayes yaitu Multinomial Naive Bayes, Bernoulli Naive Bayes dan Gaussian Naive Bayes dengan tujuan untuk mendapatkan nilai akurasi yang terbaik dan memiliki sebaran nilai F1 score yang merata. Hasil akurasi terbaik didapatkan dengan menggunakan metode Multinomial Naive Bayes dan pembagian data *Hold Out* sebanyak 20% data test dengan akurasi sebesar 86% sedangkan metode Bernoulli Naive Bayes akurasinya sebesar 69% dan Gaussian Naive Bayes akurasinya sebesar 44%.[10]

Dari beberapa penelitian sebelumnya, pada penelitian ini akan mengklasifikasikan data komentar dari sosial media Instagram apakah termasuk komentar *cyberbullying* atau tidak. Dataset yang digunakan akan terbagi menjadi dua label yaitu *Bullying* dan *Non-Bullying*. Algoritma yang digunakan adalah Naive Bayes Classifier model Multinomial dan Bernoulli. Pada penelitian yang dilakukan akan membandingkan kinerja 2 model algoritma Naive Bayes tersebut untuk menentukan model terbaik. Pada penelitian yang dilakukan juga membandingkan 2 metode *Feature Extraction* yaitu *Bag of Words* dan TF-IDF dalam meningkatkan akurasi model yang digunakan.

2. METODE DAN BAHAN

Tahapan Penelitian

Beberapa tahap dalam penelitian ini, diantaranya adalah mulai dari pengumpulan data, input data, pembagian data atau validasi model, pembuatan model dan melakukan pengujian model. Alur penelitian seperti terlihat pada Gambar 1. Alur Penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian

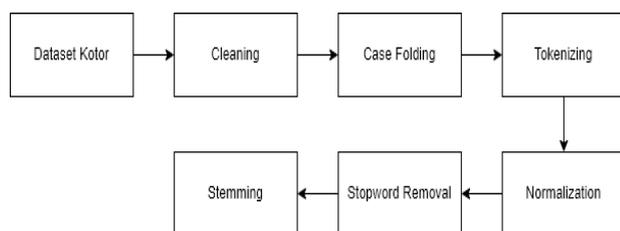
Input Data

Pada proses input data, data yang diinputkan ada 2, yang pertama berupa data dengan jumlah banyak yang sering disebut dengan dataset. Dataset

yang diinputkan harus memiliki label dari setiap kategori atau kelas yang telah ditentukan yaitu Komentar Bullying dan Komentar Non-Bullying. Pada penelitian yang dilakukan, dataset yang digunakan diambil dari website Kaggle [11] dan sudah memiliki label. Data yang diinputkan kedua adalah data tunggal yang belum memiliki label. Data yang diinputkan nantinya akan diproses menggunakan model yang sudah dibuat dan akan diprediksi termasuk kedalam kelas Komentar Bullying atau Non-Bullying.

Preprocessing

Pada tahap ini, mencakup proses mempersiapkan data untuk *text mining* sehingga dataset menjadi bersih dan siap digunakan [12]. Ada beberapa tahapan yang dilakukan pada tahap *preprocessing* ini, yaitu *cleaning*, *case folding*, *tokenizing*, *normalization*, *stopword removal* dan *stemming*. Untuk alur pemrosesannya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur *Preprocessing*

Feature Extraction

Feature Extraction adalah teknik pengambilan ciri / feature dari suatu bentuk yang nantinya nilai yang didapatkan akan dianalisis untuk proses selanjutnya. Metode yang digunakan pada tahap feature extraction adalah *Bag of Words*(BoW) dan TF-IDF.

- Bag of words* akan memodelkan setiap dokumen dengan menghitung jumlah kemunculan setiap katanya. Model *Bag of Words* merepresentasikan setiap dokumen dengan mengabaikan urutan dari kata-kata dalam dokumen serta struktur sintaxis dari dokumen dan kalimat [13].
- TF-IDF (*Term Frequency-Inverse Document Frequency*) merupakan suatu metode yang menilai seberapa pentingnya sebuah kata pada dokumen dengan cara memberikan bobot terhadap teks. TF adalah frekuensi suatu kata muncul dalam dokumen, sedangkan IDF adalah nilai invers dari dokumen yang mengandung kata tersebut. TF dan IDF akan dikalikan sehingga menghasilkan nilai bobot dari kata tersebut [14].

Penggunaan 2 metode *feature extraction* pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan

model terbaik berdasarkan metode *feature extraction* yang digunakan dalam meningkatkan akurasi algoritma yang digunakan. Sebelum melakukan tahap *feature extraction*, data harus diproses terlebih dahulu melalui tahap *preprocessing*.

Pembagian Data/Validasi Model

Pembagian data pada penelitian ini menggunakan metode *K-fold Cross Validation* yang sekaligus digunakan sebagai validasi model untuk menguji performa dari algoritma yang digunakan. Pada metode *K-Fold Cross Validation*, data akan dibagi menjadi beberapa bagian yaitu data latih dan data uji [15] dan melakukan pemodelan sesuai banyak *fold* yang ditentukan. Pada penelitian ini akan menggunakan *fold 5, 10, 13*.

Pemodelan Naïve Bayes

Pemodelan dilakukan menggunakan algoritma Naïve Bayes. Naïve Bayes merupakan salah satu metode dalam data mining yang menggunakan konsep peluang *Bayes*. [16] Pemodelan akan menggunakan 2 model dari algoritma Naïve Bayes yaitu Multinomial dan Bernoulli.

- Bernoulli Naïve Bayes, pembobotan dilakukan dengan menggunakan binary (0 dan 1) dalam pembobotan tiap term, hal ini berbeda dengan perhitungan term frekuensi yang melakukan pembobotan pada setiap term. [17] Persamaan Bernoulli Naïve Bayes dapat dilihat pada persamaan 1. [18]

$$P(x_i|y) = P(i|y)x_i + (1 - P(i|y))(1 - x_i) \quad (1)$$

- Multinomial Naïve Bayes mengasumsikan independensi diantara kemunculan kata-kata dalam dokumen, tanpa memperhitungkan urutan kata dan konteks informasi dalam kalimat. Multinomial Naïve Bayes juga memperhitungkan jumlah kemunculan kata dalam dokumen. [17] Persamaan Multinomial dapat dilihat pada persamaan 2. [19]

$$P(c) = \frac{N_c}{N_{doc}} \quad (2)$$

Pada proses ini dilakukan klasifikasi data ke dalam kelas yang telah ditentukan. Ketika proses klasifikasi selesai, maka akan menghasilkan model disertai nilai akurasinya.

Evaluasi Model

Evaluasi model dilakukan menggunakan metode *Confusion Matrix*. Pada proses ini akan dilakukan perhitungan akurasi, *precision*, *recall*, dan *f1-score*.

Pengujian

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian dengan menginputkan data tunggal berupa komentar yang akan diprediksikan kelasnya menggunakan model yang telah dibuat. Data yang diinputkan akan melewati tahap *preprocessing* dan *feature extraction* terlebih dahulu agar mempermudah sistem dalam memproses data.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi *Preprocessing*

Pada tahap ini, dataset yang diinputkan akan diolah dari data mentah menjadi data yang siap digunakan untuk tahap selanjutnya. Dataset yang akan diproses berjumlah 650 data yang terbagi menjadi dua label/kelas yaitu kelas *Bullying* dan *Non-Bullying*. Masing – masing kelas mempunyai 325 data. Dataset tersebut akan diproses melalui beberapa tahap *preprocessing*, kemudian didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil *Preprocessing*

Dataset Asal	Hasil <i>Preprocessing</i>
""Makin jelek aja anaknya, padahal ibu ayahnya cakep2""	['jelek', 'anak', 'ayah', 'cakap']
""Kok anaknya kayak udah tua gitu ya mukanya kk tasya""	['anak', 'tua', 'muka', 'kakak', 'tasya']
""Ancur hidup lu kalau sama dia€ Sumpah..""	['hancur', 'hidup', 'sumpah']

Implementasi *Feature Extraction*

Pada tahap ini, akan dilakukan 2 skenario implementasi *feature extraction* yaitu menggunakan metode *Bag of Words* dan TF-IDF. Data yang sudah diproses melewati tahap *pre-processing* akan dilakukan *feature extraction* menggunakan modul *CountVectorizer* untuk metode *Bag of Words* dan *TfidfVectorizer* untuk metode TF-IDF. Hasil dari proses ini berupa matrik dari kumpulan kata yang telah diubah menjadi angka menggunakan perhitungan metode *Bag of Words* dan TF-IDF.

Implementasi *K-Fold Cross Validation*

Pada tahap ini, *K-Fold Cross Validation* diimplementasikan menggunakan modul *KFold*. Tidak ada aturan dalam pemilihan *fold* yang digunakan, maka pada penelitian ini, data akan dibagi menjadi beberapa bagian berdasarkan *fold* yang ditentukan yaitu 5, 10 dan 13 karena *fold* tersebut dapat membagi habis jumlah dataset.

Implementasi Algoritma Naïve Bayes

Pada tahap ini, klasifikasi data komentar dilakukan menggunakan model Naïve Bayes Classifier. Algoritma Naïve Bayes Classifier diimplementasikan untuk melatih model data train. Algoritma Naïve Bayes Classifier yang diimplementasikan adalah model Multinomial dan Bernoulli.

Implementasi *Confusion Matrix*

Confusion matrix yang dibuat berdasarkan hasil prediksi dari proses pemodelan menggunakan algoritma Naïve Bayes Classifier. Pada tahap ini dilakukan pembuatan *confusion matrix* dari data hasil *K-Fold Cross Validation*. Pembuatan *confusion matrix* diimplementasikan menggunakan modul *confusion_matrix*.

Implementasi Pengujian

Pada penelitian ini, dilakukan beberapa skenario pelatihan model yaitu skenario pertama menggunakan metode *feature extraction Bag of Words* dan skenario kedua menggunakan metode TF-IDF yang digabungkan dengan algoritma Naïve Bayes model Multinomial dan Bernoulli dengan validasi data menggunakan *K-Fold Cross Validation* dan *fold* yang digunakan yaitu *fold* 5, 10 dan 13. Hasil pelatihan yang akan diukur meliputi akurasi, *precision*, *recall*, *f1-score* dan lama waktu pemrosesan. Hasil pelatihan Multinomial Naïve Bayes pada skenario 1 dan 2 dapat dilihat pada Tabel 2, 3, 4, 5, dan 6.

Tabel 2. Hasil Akurasi Skenario 1 dan 2 MNB

Metode Feature Extraction	Multinomial Naïve Bayes		
	Fold 5	Fold 10	Fold 13
Bag Of Words	0.700	0.769	0.760
TFIDF	0.431	0.646	0.660

Tabel 3. Hasil *Precision* Skenario 1 dan 2 MNB

Metode Feature Extraction	Multinomial Naïve Bayes		
	Fold 5	Fold 10	Fold 13
Bag Of Words	0.542	0.583	0.600
TFIDF	0.532	0.558	0.575

Tabel 4. Hasil *Recall* Skenario 1 dan 2 MNB

Metode Feature Extraction	Multinomial Naïve Bayes		
	Fold 5	Fold 10	Fold 13
Bag Of	0.748	0.879	0.872
Words			
TFIDF	0.704	0.815	0.819

Tabel 5. Hasil *f1-Score* Skenario 1 dan 2 MNB

Metode Feature Extraction	Multinomial Naïve Bayes		
	Fold 5	Fold 10	Fold 13
Bag Of	0.494	0.574	0.593
Words			
TFIDF	0.349	0.490	0.520

Tabel 6. Hasil Waktu Pemrosesan Skenario 1 dan 2 MNB

Metode Feature Extraction	Multinomial Naïve Bayes		
	Fold 5	Fold 10	Fold 13
Bag Of	0.53s	0.6s	0.95s
Words			
TFIDF	0.33s	0.35s	0.36s

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa pada skenario 1, algoritma Multinomial Naïve Bayes memperoleh akurasi lebih tinggi daripada skenario 2. Nilai akurasi dan recall tertinggi dari algoritma Multinomial Naïve Bayes diperoleh pada *fold* 10 dan nilai *precision* dan *f1-score* pada fold 13 dengan metode *feature extraction Bag of Words*. Kemudian hasil pelatihan Bernoulli Naïve Bayes dapat dilihat pada tabel 7, 8, 9, 10, dan 11.

Tabel 7. Hasil Akurasi Skenario 1 dan 2 BNB

Metode Feature Extraction	Bernoulli Naïve Bayes		
	Fold 5	Fold 10	Fold 13
Bag Of	0.492	0.662	0.660
Words			
TFIDF	0.492	0.662	0.660

Tabel 8. Hasil *Precision* Skenario 1 dan 2 BNB

Metode Feature Extraction	Bernoulli Naïve Bayes		
	Fold 5	Fold 10	Fold 13
Bag Of	0.521	0.560	0.575
Words			
TFIDF	0.521	0.560	0.575

Tabel 9. Hasil *Recall* Skenario 1 dan 2 BNB

Metode Feature Extraction	Bernoulli Naïve Bayes		
	Fold 5	Fold 10	Fold 13
Bag Of	0.640	0.823	0.819
Words			
TFIDF	0.640	0.823	0.819

Tabel 10. Hasil *f1-Score* Skenario 1 dan 2 BNB

Metode Feature Extraction	Bernoulli Naïve Bayes		
	Fold 5	Fold 10	Fold 13
Bag Of	0.377	0.499	0.520
Words			
TFIDF	0.377	0.499	0.520

Tabel 11. Hasil Waktu Pemrosesan Skenario 1 dan 2 BNB

Metode Feature Extraction	Bernoulli Naïve Bayes		
	Fold 5	Fold 10	Fold 13
Bag Of	0.8s	0.98s	1s
Words			
TFIDF	0.86s	0.95s	1.22s

Dari hasil pengujian pada algoritma Bernoulli Naïve Bayes, dapat dilihat bahwa akurasi, *precision*, *recall* dan *f1-score* memperoleh hasil yang sama pada metode *feature extraction Bag of Words* dan TF-IDF. Waktu pemrosesan yang diperoleh juga tidak jauh berbeda.

Dari pelatihan model yang dilakukan, maka dilakukan tahap pengujian pada model terbaik dari setiap algoritma dan metode *feature extraction* yang digunakan menggunakan 10 data uji yang sudah dilabeli manual. Model terbaik dari skenario 1 adalah Multinomial dan Bernoulli Naïve Bayes pada *fold* 10. Sedangkan model terbaik dari skenario 2 adalah Multinomial Naïve Bayes pada *fold* 13 dan Bernoulli Naïve Bayes pada *fold* 10. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 12 dan 13.

Tabel 12. Pengujian Model Terbaik Skenario 1

Komentar	Label	Prediksi	Prediksi
	asli	MNB	BNB
menurut gw ya. ya biarin aja mau si mbak gita dengan hidupnya dan dia merasa nyaman dengan hal itu ya udah. kalo ada orang yg komen ini itu ini itu ya itu	1	1	1

mah cuman orang yg shirik tidak bisa menikmati kebebasan dia saat sudah berumah tangga. atau bisa jadi sirik karena mbak gita jalan jalan mulu sama suaminya 😂😂			
kadang susah kak kita membahas masalah itu dipemikiran warga indo yg bgtu ☐☐ semangat kak gita ☐☐	1	1	1
Ini misal yaa, kalo suami lu meninggal duluan, terus yg jaga lu dan yg lu ajak curhat siapa ? Temen ? Pasti temen lu juga bakal sibuk sama kehidupannya, gitupun keluarga lu yg lain. Jadi lu ngomong atau curhat sama siapa ? Tembok ?	0	0	0
Tetiba baca komen, langsung banyak komentar orang2 yang mendadak beretika. Semangat lah Bang Jer! Namanya juga komentar netijen, sekalnya berlaku hal buruk, seakan lupa hal baik yang sdh dilakukan sebelumnya. Kocak kan Netijen +62? Hahaha	1	1	1
Orang aneh so pling iyeh udah ga ganteng bayak tingkah.	0	0	0
Ini mah lele nya selena	0	0	0
Haus pujian bngst!	0	0	0
Tapi jujur dia cakep banget lo	1	1	0

Sehat terus aa dan bahagia selalu 🥰	1	1	1
-------------------------------------	---	---	---

Tabel 13. Pengujian Model Terbaik Skenario 2

Komentar	Label asli	Prediksi MNB	Prediksi BNB
menurut gw ya. ya biarin aja mau si mbak gita dengan hidupnya dan dia merasa nyaman dengan hal itu ya udah. kalo ada orang yg komen ini itu ini itu ya itu mah cuman orang yg shirik tidak bisa menikmati kebebasan dia saat sudah berumah tangga. atau bisa jadi sirik karena mbak gita jalan jalan mulu sama suaminya 😂😂	1	1	1
kadang susah kak kita membahas masalah itu dipemikiran warga indo yg bgtu ☐☐ semangat kak gita ☐☐	1	1	1
Ini misal yaa, kalo suami lu meninggal duluan, terus yg jaga lu dan yg lu ajak curhat siapa ? Temen ? Pasti temen lu juga bakal sibuk sama kehidupannya, gitupun keluarga lu yg lain. Jadi lu ngomong atau curhat sama siapa ? Tembok ?	0	0	0
Tetiba baca komen, langsung banyak komentar orang2 yang mendadak beretika. Semangat lah Bang Jer! Namanya juga komentar netijen, sekalnya berlaku hal buruk, seakan	1	1	1

lupa hal baik yang sdh dilakukan sebelumnya. Kocakan Netijen +62?			
Hahaha			
Orang aneh so	0	0	0
pling iyeh			
udah ga ganteng banyak tingkah.	0	0	0
Ini mah lele nya selena	0	0	0
Haus pujian bngst!	0	0	0
Tapi jujur dia cakep banget lo	1	1	0
Sehat terus aa dan bahagia selalu 🍻	1	1	1

Dari pengujian diatas diperoleh hasil pada Multinomial Naïve Bayes skenario 1 dan 2 dapat memprediksi 10 dari 10 data uji sedangkan Bernoulli Naïve Bayes dapat memprediksi 9 dari 10 data uji.

Pada penelitian yang dilakukan akan berfokus pada nilai akurasi karena distribusi label pada dataset yang digunakan seimbang yaitu 325 data berlabel bullying dan 325 data berlabel non-bullying. Dari hasil pengujian di atas, Multinomial Naïve Bayes pada skenario 1 dengan fold 10 memperoleh nilai akurasi tertinggi yaitu 0,769. Pada skenario 1, Multinomial Naïve Bayes juga memperoleh waktu pemrosesan tercepat yaitu dengan mendapatkan rata - rata pemrosesan 0,69 detik dan pada skenario 2, Multinomial Naïve Bayes juga memperoleh waktu pemrosesan tercepat dengan rata - rata pemrosesan 0,35 detik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dari perbandingan kinerja algoritma Naïve Bayes model Multinomial dan Bernoulli dalam mengklasifikasikan data komentar cyberbullying, maka diambil kesimpulan bahwa pada pengklasifikasian data komentar cyberbullying menggunakan algoritma Naïve Bayes model Multinomial mendapatkan akurasi lebih tinggi dibandingkan model Bernoulli. Lama proses klasifikasi algoritma Naïve Bayes model Multinomial juga memperoleh rata - rata waktu pemrosesan yang lebih cepat dibandingkan model Bernoulli.

Penggunaan metode *Feature Extraction* yang tepat dapat meningkatkan akurasi dari algoritma yang digunakan. Algoritma Naïve Bayes model Multinomial saat menggunakan metode *Feature Extraction Bag of Word* menghasilkan nilai akurasi tertinggi pada *fold* 10 dengan nilai akurasi yang diperoleh adalah 0,769.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Yusi Kamhar and E. Lestari, "Pemanfaat Sosial Media Youtube Sebagai Media Pembelajaran Bahasa Indonesia DI Perguruan Tinggi," *Jurnal Ilmu Pendidikan*, vol. 1, no. 2, 2019.
- [2] Y. Oktaviani, "Perundungan Dunia Maya (Cyber Bullying) Menurut Undang-Undang RI No. 19 Tahun 2016 Tentang Informasi Transaksi Elektronik dan Hukum Islam," Universitas Islam Negeri Raden Fatah, Palembang, 2017.
- [3] M. Farid Rifai, H. Jatnika, and B. Valentino, "Penerapan Algoritma Naïve Bayes Pada Sistem Prediksi Tingkat Kelulusan Peserta Sertifikasi Microsoft Office Specialist (MOS)," *Jurnal Pengkajian dan Penerapan Teknik Informatika (PETIR)*, vol. 12, no. 2, 2019.
- [4] L. A. Andika, P. A. N. Azizah, and Respatiwulan, "Analisis Sentimen Masyarakat terhadap Hasil Quick Count Pemilihan Presiden Indonesia 2019 pada Media Sosial Twitter Menggunakan Metode Naive Bayes Classifier," *Indonesian Journal of Applied Statistics*, vol. 2, no. 1, 2019.
- [5] G. Singh, B. Kumar, L. Gaur, and A. Tyagi, "Comparison between Multinomial and Bernoulli Naïve Bayes for Text Classification," in *2019 International Conference on Automation, Computational and Technology Management, ICACTM 2019*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Apr. 2019, pp. 593–596. doi: 10.1109/ICACTM.2019.8776800.
- [6] N. S. Wardani, A. Prahutama, and P. Kartikasari, "Analisis Sentimen Pemindahan Ibu Kota Negara Dengan Klasifikasi Naïve Bayes untuk Model Bernoulli dan Multinomial," *Jurnal Gaussian*, vol. 9, no. 3, pp. 237–246, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/>
- [7] J. Pardede, Y. Miftahuddin, and W. Kahar, "Deteksi Komentar Cyberbullying Pada Media Sosial Berbahasa Inggris Menggunakan Naïve Bayes Classification," *JURNAL INFORMATIKA*, vol. 7, no. 1, 2020, [Online]. Available: <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/ji>
- [8] H. Ashari, D. Arifianto, and H. Azizah Al Faruq, "Perbandingan Kinerja Algoritma

- Multinomial Naïve Bayes (MNB), Multivariate Bernoulli dan Rocchio Algorithm dalam Klasifikasi Konten Berita Hoax Berbahasa Indonesia Pada Media Sosial," Thesis, Universitas Muhammadiyah Jember, Jember, 2020. Accessed: Feb. 27, 2023. [Online]. Available: <http://repository.unmuhjember.ac.id/id/eprint/5387>
- [9] A. F. Rahma, Agussalim, and D. S. Y. Kartika, "Analisis Sentimen Hashtag Kuliner di Indonesia Menggunakan Naive Bayes," *Jurnal Informatika dan Sistem Informasi (JIFoSI)*, vol. 2, no. 1, 2021.
- [10] A. K. Janah, E. D. Wahyuni, and A. A. Arifiyanti, "Klasifikasi Emosi Ulasan Aplikasi Traveloka pada Google Play Menggunakan Naïve Bayes," *Jurnal Informatika dan Sistem Informasi (JIFoSI)*, vol. 1, no. 3, 2020.
- [11] Cita Tiara Hanni, "Cyberbullying Bahasa Indonesia," *kaggle.com*, 2021. <https://www.kaggle.com/datasets/cttrhnn/cyberbullying-bahasa-indonesia> (accessed Nov. 04, 2022).
- [12] R. Kurniawan and A. Apriliani, "Analisis Sentimen Masyarakat Terhadap Virus Corona Berdasarkan Opini Dari Twitter Berbasis Web Scrapper," *JURNAL INSTEK Informatika Sains dan Teknologi*, vol. 5, no. 1, 2020, Accessed: May 18, 2023. [Online]. Available: <https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/instek/index>
- [13] A. Iffan Alfanzar and I. Sudanawati Rozas, "Topic Modelling Skripsi Menggunakan Metode Latent Dirichlet Allocation," *Jurnal Sistem Informasi (JSil)*, vol. 7, no. 1, pp. 7-13, 2020.
- [14] B. K. Hananto, A. Pinandito, and A. P. Kharisma, "Penerapan Maximum TF-IDF Normalization Terhadap Metode KNN Untuk Klasifikasi Dataset Multiclass Panichella Pada Review Aplikasi Mobile," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 12, pp. 6812-6823, 2018, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [15] D. A. Nasution, H. H. Khotimah, and N. Chamidah, "Perbandingan Normalisasi Data Untuk Klasifikasi Wine Menggunakan Algoritma K-NN," *Journal of Computer Engineering System and Science(CESS)*, vol. 4, no. 1, 2019.
- [16] A. Muzakir, A. Desiani, and A. Amran, "Klasifikasi Penyakit Kanker Prostat Menggunakan Algoritma Naïve Bayes dan K-Nearest Neighbor," *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, vol. 12, no. 1, pp. 73-79, May 2023, doi: 10.34010/komputika.v12i1.9629.
- [17] B. Kurniawan, M. A. Fauzi, and A. W. Widodo, "Klasifikasi Berita Twitter Menggunakan Metode Improved Naïve Bayes," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 1, no. 10, 2017, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [18] H. K. C. A. Pratama, W. Suharso, and Q. A'yun, "Pengklasifikasian Kanker Payudara Dan Kanker Paru-Paru Dengan Metode Gaussian Naïve Bayes, Multinomial Naïve Bayes, Dan Bernoulli Naïve Bayes," *Jurnal Smart Teknologi*, vol. 3, no. 4, pp. 350-355, 2022, [Online]. Available: <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/JST>
- [19] F. Hadaina and U. Budiyanto, "Implementasi Metode Multinomial Naïve Bayes Untuk Sentiment Analysis Terhadap Data Ulasan Produk Colearn Pada Google Play Store," *Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI) Jakarta-Indonesia, 2022*, [Online]. Available: <https://senafti.budiluhur.ac.id/index.php>