JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)
Journal homepage: https://jurnal.stkippgritulungagung.ac.id/index.php/jipi
ISSN: 2540-8984
Vol. 11, No. 1, March 2026, Pp.165-177

IMPLEMENTASI PEMODELAN TOPIK BERTOPIC DAN ANALISIS SENTIMEN BERT TERHADAP ULASAN APLIKASI SATUSEHAT BERBASIS NATURAL LANGUAGE PROCESSING LANJUTAN

Jennieta Neysa Anggiyanti*[1)], Frederik Samuel Papilaya[2)]
1. Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana, Indonesia
2. Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana, Indonesia

Article Info
Kata Kunci: Analisis Sentimen; BERT; BERTopic; Pemodelan Topik; SATUSEHAT

Keywords: BERT; BERTopic; SATUSEHAT; *Sentiment Analysis*; *Topic Modeling*

Article history:
Received 29 March 2025
Revised 3 May 2025
Accepted 9 June 2025
Available online 1 March 2026

DOI :
https://doi.org/10.29100/jipi.v11i1.7633

* Corresponding author.
Corresponding Author
E-mail address:
neysajennieta@gmail.com

ABSTRAK
Aplikasi PeduliLindungi yang berubah menjadi Aplikasi SATUSEHAT, terus memiliki perkembangan fitur sebagai penyedia layanan kesehatan digital. Faktor utama aplikasi digunakan kembali yaitu adanya program pemerintah yaitu pemeriksaan kesehatan gratis tahunan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respons pengguna terhadap Aplikasi SATUSEHAT menggunakan BERT untuk analisis sentimen dan BERTopic untuk pemodelan topik berbasis NLP lanjutan. Analisis sentimen menggunakan BERT berfungsi untuk menganalisis kecenderungan sentimen positif dan negatif terhadap ulasan aplikasi, sedangkan BERTopic untuk untuk mengelompokkan dan mengidentifikasi topik pada ulasan pengguna. Hasil penelitian analisis sentimen dengan tingkat akurasi sebesar 95%, menunjukkan bahwa opini pengguna cenderung negatif yang berpusat pada topik kebergunaan dan aksesibilitas aplikasi berdasarkan hasil analisis pemodelan topik dengan nilai koherensi sebesar 0,6101. Pengalaman pengguna yang kurang optimal menandakan bahwa perlu adanya perbaikan dan peningkatan kualitas layanan pada Aplikasi SATUSEHAT. Selain itu, penelitian ini menunjukkan bahwa adanya efektivitas integrasi analisis sentimen menggunakan BERT dengan pemodelan topik menggunakan BERTopic dalam proses evaluasi respons masyarakat terhadap kebijakan teknologi di sektor kesehatan.

ABSTRACT
The PeduliLindungi application, which has changed to the SATUSEHAT application, continues to develop features as a digital health service provider. The main factor in the application to be reused is the government program, namely the annual free health check. This study aims to analyze user responses to the SATUSEHAT application using BERT for sentiment analysis and BERTopic for advanced NLP-based topic modeling. Sentiment analysis uses BERT functions to analyze the tendency of positive and negative sentiment toward application reviews, while BERTopic is used to group and identify topics in user reviews. The results of the sentiment analysis get an accuracy level of 95%, showing that user opinions tend to be negative centered on the topic of usability and accessibility of the application based on the results of the topic modeling analysis with a coherence value of 0.6101. The less-than-optimal user experience indicates that there needs to be improvement and enhancement of the quality of service in the SATUSEHAT application. In addition, this study shows the effectiveness of integrating sentiment analysis using BERT with topic modeling using BERTopic in evaluating public responses to technology policies in the health sector.

.

I. PENDAHULUAN

Kasus pertama positif COVID-19 di Indonesia ditemukan pada 2 Maret 2020, yang diketahui pada saat itu virus COVID-19 telah menyebar hingga lebih dari 60 negara [1]. *World Health Organization* (WHO) segera menghimbau masyarakat untuk meningkatkan respon darurat terhadap penyebaran virus COVID-19 yang telah menjadi pandemi global [2]. Menerapkan pendekatan berbasis teknologi, pemerintah segera menanggapi hal tersebut dengan mengembangkan aplikasi *mobile health* yaitu Aplikasi PeduliLindungi (kini

SATUSEHAT) guna membantu pencegahan penyebaran virus COVID-19 dengan memiliki fitur pelacakan kontak selama pandemi COVID-19 di sekitar masyarakat [1], [3]. Selain itu, pemerintah memberlakukan program vaksinasi COVID-19 dengan sasaran vaksinasi dosis I yaitu 86 dari 100 penduduk [4].

Pemerintah mengeluarkan sertifikat vaksinasi yang memuat Nomor Induk Kependudukan (NIK) dan nama lengkap melalui Aplikasi PeduliLindungi untuk tiap penduduk sebagai bukti masyarakat telah melakukan vaksinasi COVID-19. Tidak hanya sebagai sebagai kelengkapan administratif, sertifikat vaksin ini menjadi izin masuk masyarakat untuk masuk ke ruang publik seperti pusat perbelanjaan, tempat makan, gedung, lokasi wisata, hingga fasilitas umum. Menurut survei dari Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB), *e-government* Indonesia menduduki peringkat cukup baik yaitu peringkat 77 per tahun 2022, dimana peringkat ini terus mengalami peningkatan setiap tahunnya [5]. Namun, pada Desember 2021 dilaporkan terjadi penurunan pengguna Aplikasi PeduliLindungi yang cukup signifikan karena kasus aktif COVID-19 yang konsisten terus menurun [6]. Hal ini terjadi karena masyarakat tidak lagi menggunakan Aplikasi PeduliLindungi karena sertifikat vaksin sudah jarang digunakan dalam kegiatan sehari-hari.

Sejak status COVID-19 di Indonesia berubah menjadi endemi, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia kemudian mengubah Aplikasi PeduliLindungi menjadi Aplikasi SATUSEHAT pada tahun 2023. Aplikasi SATUSEHAT menjadi bukti keseriusan pemerintah Indonesia dalam memberikan layanan dan fasilitas publik dengan menerapkan Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE) yang terpercaya, transparan, efektif, dan bersih [5]. Kini Indonesia menduduki peringkat 64 per tahun 2024 di antara 193 negara anggota PBB dan peringkat 4 di antara negara anggota ASEAN setelah Singapura, Thailand, dan Malaysia [7]. Singapura sebagai peringkat 1 di negara anggota ASEAN, memiliki penerapan SPBE yang baik salah satunya dalam aplikasi kesehatan digital yaitu HealthHub. Aplikasi HealthHub telah ada sejak 2015 dan berfokus sejak awal untuk kebutuhan masyarakat dalam berobat dan edukasi kesehatan dengan cakupan aksesibilitas yang luas [8]. Berbeda dengan aplikasi kesehatan digital Singapura, SATUSEHAT memiliki fokus awal untuk kebutuhan COVID-19 serta bertransformasi menjadi lebih adaptif terhadap kondisi dan kebijakan nasional.

Terdapat perubahan fitur dalam Aplikasi SATUSEHAT yaitu tidak ada lagi fitur yang berkaitan dengan *tracing* COVID-19. Aplikasi SATUSEHAT memiliki fitur lebih lengkap dan terintegrasi dengan Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIMRS) yang memudahkan masyarakat dalam mengakses informasi rumah sakit, nakes, hingga obat. Adapun tantangan pada integrasi SIMRS yaitu pada tenaga kerja dari pihak rumah sakit yang mengalami kendala dalam mengoperasikan SIMRS karena kurangnya pelatihan dalam mengoperasikan sistem. Hal ini dapat memengaruhi kualitas pelayanan dan perawatan pada masyarakat [9]. Penerapan SPBE negara Singapura dapat menjadi contoh karena integrasi data yang terpusat dan aksesibilitas yang baik memungkinkan masyarakat mengakses riwayat medis dengan cepat, tepat, dan akurat.

Saat ini pemerintah mewajibkan kembali masyarakat menggunakan Aplikasi SATUSEHAT untuk mengakses kebijakan pemerintah yang baru yaitu Program Pemeriksaan Kesehatan Gratis. Program ini bertujuan agar masyarakat dapat mendeteksi suatu penyakit sejak dini. Program ini telah dilaksanakan secara bertahap dengan target menjangkau 60 juta orang pada tahun 2025. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia berharap program ini dapat melayani 200 juta warga Indonesia dalam kurun waktu lima tahun ke depan [10]. Sebagai bagian dari upaya transformasi pelayanan kesehatan, perlu dilakukan analisis kepuasan pengguna untuk mengetahui persepsi masyarakat terhadap Aplikasi SATUSEHAT. Penelitian ini dilakukan melalui ulasan Aplikasi SATUSEHAT di *Google Play Store* untuk mengetahui topik apa yang berisi ulasan positif atau negatif.

Hasil analisis nantinya dapat dijadikan evaluasi dalam mengembangkan Aplikasi SATUSEHAT dengan melewati beberapa tahapan *data mining* [11]. Penulis berpendapat bahwa proses *data mining* dapat digunakan untuk melakukan ekstraksi data dan informasi dari *dataset* yang besar sehingga mustahil untuk dilakukan ekstraksi data secara manual. Penelitian oleh Doloksaribu H, Samuel Y [12] terkait komparasi *data mining* tahun 2022, menunjukkan bahwa pemanfaatan *data mining* yaitu komparasi algoritma *Naive Bayes* dan *Support Vector Machine* menunjukkan hasil akurasi yang tinggi dengan *value* lebih dari 80%. Adapun tingkat akurasi terus meningkat jika jumlah *dataset* yang diolah semakin besar. Hal tersebut menjadikan penulis untuk menggunakan *data mining* dalam mengolah ribuan *dataset* ulasan Aplikasi SATUSEHAT.

Penerapan *Natural Language Processing* (NLP) lanjutan pada tahapan *data mining* terdapat pendekatan *classification* studi *deep learning* yaitu analisis sentimen menggunakan *Bidirectional Encoder Representations from Transformers* (BERT). Melalui daftar topik, dilakukan analisis sentimen dengan mengklasifikasikan ulasan Aplikasi SATUSEHAT ke dalam sentimen positif dan negatif. Penulis berpendapat bahwa implementasi model BERT dalam proses analisis sentimen dapat menghasilkan hasil yang akurat. Penelitian oleh Junita E, Suryono R

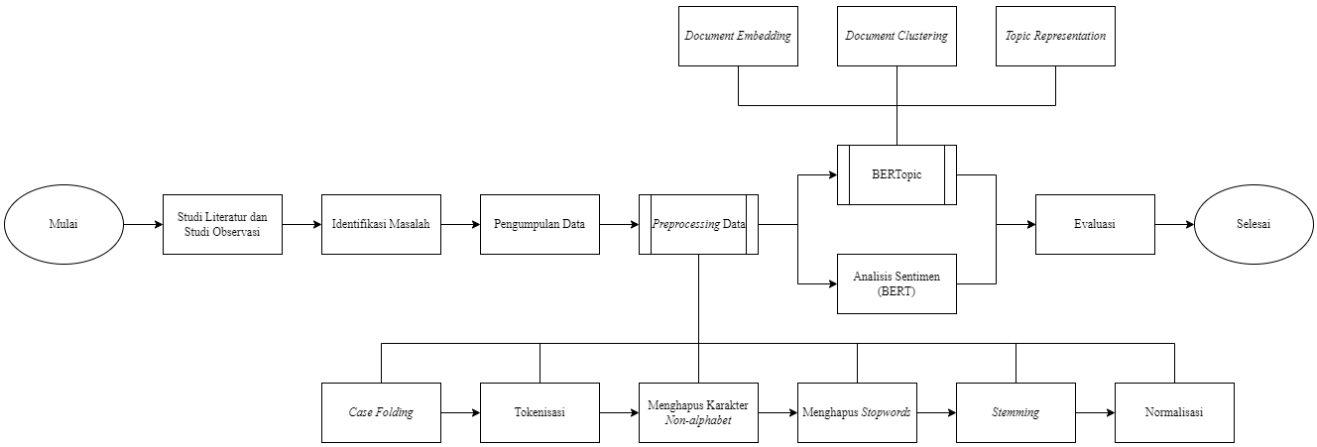
[13] terkait analisis sentimen *hate speech* menggunakan BERT pada tahun 2024, ditemukan bahwa sebanyak 2689 *testing* data mendapatkan hasil sempurna pada *accuracy, precision, recall*, dan *f1-score* mencapai 100% untuk calon wakil presiden Gibran dan Mahfud, sedangkan hasil untuk calon wakil presiden Muhaimin memiliki tingkat akurasi sebesar 98,17% dan 100% untuk matrik lainnya. Hasil tersebut menjadi pertimbangan penulis dalam melakukan analisis Aplikasi SATUSEHAT menggunakan metode BERT karena *value* matrik penelitian sebelumnya yang sangat tinggi.

Penerapan NLP lanjutan selanjutnya yang masuk dalam pendekatan *clustering* studi *machine learning* yaitu pemodelan topik. Pemodelan topik akan menggunakan model yang telah disediakan dalam bahasa pemrograman Python salah satunya BERTopic yang dibuat berdasarkan BERT. Teknik ini banyak di terapkan dalam NLP lanjutan untuk menemukan topik abstrak dari sebuah dokumen dengan mendeteksi pola, frasa, dan kumpulan-kumpulan data [14]. Penulis berpendapat bahwa penggunaan model BERTopic lebih akurat dalam mengetahui gambaran besar mengenai apa saja yang menjadi pembahasan data melalui daftar topik. Penelitian yang dilakukan oleh Detricia Pratiwi M, Ditha Tania K [14] menggunakan metode BERTopic, LDA, dan NMF terhadap ulasan pengguna pada aplikasi GoPartner pada tahun 2025, ditemukan 8 topik menggunakan metode BERTopic dengan *coherence score* sebesar 0.69047. Adapun kesimpulan hasil penelitian tersebut yaitu penggunaan metode BERTopic mencapai *value* evaluasi terbaik dibandingkan metode LDA dan NMF pada *tokenizing data*. Penggunaan metode LDA dan NMF mengakibatkan hubungan semantik antar kata diabaikan karena penggunaan *bag-of-words* [15]. *Bag-of-words* menyebabkan kegagalan dalam merepresentasikan data teks dengan akurat karena hanya melihat frekuensi kata, sehingga kurang efektif dalam menganalisis ulasan Aplikasi SATUSEHAT yang mengandung bahasa informal. Penelitian yang dilakukan oleh Hardiyanti L, Anggraini D, Kurniawati A [16] menggunakan metode LDA pada ulasan Aplikasi PeduliLindungi menunjukkan *coherence score* terbesar yaitu 0,47 dan tergolong cukup dengan 10 representasi topik. Mempertimbangkan hasil tersebut, proses penelitian menggunakan BERTopic dilakukan dalam proses analisis Aplikasi SATUSEHAT. Sampai dengan waktu penelitian ini dilakukan, belum banyak yang menggunakan model BERTopic dalam proses penelitian karena model ini baru dikembangkan Maarten Grootendorst tahun 2020 dan dipublikasikan melalui jurnal tahun 2022 [11], [15].

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis akan melakukan penelitian terhadap ulasan Aplikasi SATUSEHAT untuk menemukan apa yang harus diperbaiki dan apa yang harus ditingkatkan dalam aplikasi. Penelitian akan berfokus pada topik dalam tiap sentimen. Proses penelitian analisis sentimen dengan BERT dan pemodelan topik menggunakan BERTopic diharapkan dapat berguna bagi pengembang Aplikasi SATUSEHAT agar tercipta layanan kesehatan digital yang cepat, tepat, dan tertelusur.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan penyusunan sistematis yang digunakan guna menyusun, mengeksekusi, serta melakukan analisis terhadap proses penelitian. Adapun penelitian ini disusun dengan analisis sentimen dan pemodelan topik terhadap ulasan Aplikasi SATUSEHAT di *Google Play Store*. Penelitian menggunakan konsep *data mining* khususnya dengan penerapan NLP lanjutan untuk proses analisis data teks. Proses analisis mencakup analisis sentimen dengan BERT dan pemodelan topik menggunakan metode BERTopic dengan metode kuantitatif. Adapun penelitian dilakukan dengan tahapan-tahapan yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

A. *Studi Literatur dan Studi Observasi*

Studi literatur dan studi observasi merupakan tahapan proses pencarian jurnal artikel, *webpage*, dan referensi lainnya yang memiliki korelasi dengan topik yaitu analisis sentimen dengan BERT dan pemodelan topik dengan BERTopic serta objek penelitian yaitu Aplikasi SATUSEHAT. Studi observasi yaitu suatu proses penunjang studi literatur dengan mengamati isi ulasan Aplikasi SATUSEHAT serta melakukan akses pada objek penelitian secara langsung yaitu Aplikasi SATUSEHAT.

B. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada objek penelitian Aplikasi SATUSEHAT, dilakukan setelah tahapan studi literatur dan studi observasi. Aplikasi SATUSEHAT penting diimplementasikan dalam kehidupan sehari-hari masyarakat dengan memanfaatkan fitur-fitur yang berfokus pada kesehatan terutama sebagai penyedia layanan kesehatan digital. Semenjak mengalami perubahan fitur dari sebelumnya yaitu Aplikasi PeduliLindungi yang hanya berfokus pada *tracking* COVID-19, Aplikasi SATUSEHAT sudah jarang diakses oleh masyarakat. Pemanfaatan Aplikasi SATUSEHAT kini mulai digunakan kembali untuk mendukung program pemerintah tahunan yaitu pemeriksaan kesehatan gratis. Hasil pemeriksaan gratis nantinya dapat diakses masyarakat melalui Aplikasi SATUSEHAT.

C. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan data sekunder dengan mengunduh data dari *website Kaggle* [17]. Data merupakan hasil *scraping* melalui *Google Play Store* dengan ulasan sebanyak 7172 data, berasal dari data selama satu tahun yaitu periode September 2023 sampai dengan September 2024. Penggunaan data sekunder melalui *Kaggle* sudah cukup karena jumlah data yang cukup besar dan terstruktur sehingga dapat dianalisis menggunakan *BERT* dan BERTopic tanpa memerlukan data primer. Namun terdapat tantangan potensi bias pada *dataset* yaitu salah satu sentimen ulasan lebih dominan daripada sentimen ulasan lainnya yang dipicu akibat pengguna terpengaruh ulasan pengguna lainnya. Selain itu potensi bias dapat terjadi karena pengguna cenderung fokus pada kondisi spesifik pada periode tertentu bukan secara menyeluruh. Data yang diperoleh terdiri dari empat kolom yaitu *username*, *score, at,* dan *content.* Proses penelitian akan menggunakan kolom *score, at,* dan *content* untuk diolah. Hasil *dataset* yang digunakan dan siap diolah dapat dilihat pada tabel 1.

TABEL I
PREVIEW DATASET ULASAN APLIKASI SATUSEHAT

score	at	content
1	2024-09-07 08:46:10	Aplikasi cacat, tidak bisa download sertifikat vaksin, disuruh refresh berkali kali aja tetap tidak bisa
5	2024-09-07 07:31:16	aplikasi pada hp android selalu gagl login dengan keteranganakun sudah terpakai padahal akun baru dibuat
1	2024-09-07 05:06:48	Aplikasi nggak jelas Laporin aja mencurigakan
5	2024-09-07 01:43:20	Sangat baik
1	2024-09-07 00:01:10	Aplikasi ga jelas, sudah diperbaharui malah keluar sendiri aplikasinya"

D. *Data Preprocessing*

Data Preprocessing disini merupakan suatu pemrosesan data sebelum data diproses untuk dilakukan analisis topik dan analisis sentimen. Adapun proses *data preprocessing* memuat proses menghapus non-alfabet, *case folding*, tokenisasi, *stopwords, stemming,* dan normalisasi. Tahap menghapus non-alfabet dilakukan dengan menghapus karakter selain alfabet untuk menyamakan format data teks. Hasil penghapusan non-alfabet dapat dilihat pada tabel 2.

TABEL II
HASIL PENGHAPUSAN NON-ALFABET

Sebelum	Sesudah
Saat sangat dibutuhkan ga bisa login. Sekarang apa" harus pakai sertifikat vaksin tapi susah untuk mengunduh dan login. Padahal ini aplikasi pemerintah tapi kenapa gini sih ðŸ˜“	Saat sangat dibutuhkan ga bisa login Sekarang apa harus pakai sertifikat vaksin tapi susah untuk mengunduh dan login Padahal ini aplikasi pemerintah tapi kenapa gini sih

Tahap *case folding* merupakan mengubah huruf yang mengandung *uppercase* menjadi *lowercase* untuk mengatasi ketidakkonsistenan penggunaan *uppercase* pada data teks [13]. Hasil *case folding* dapat dilihat pada tabel 3.

TABEL III
HASIL *CASE FOLDING*

Sebelum	Sesudah
Saat sangat dibutuhkan ga bisa login Sekarang apa harus pakai sertifikat vaksin tapi susah untuk mengunduh dan login Padahal ini aplikasi pemerintah tapi kenapa gini sih	saat sangat dibutuhkan ga bisa login sekarang apa harus pakai sertifikat vaksin tapi susah untuk mengunduh dan login padahal ini aplikasi pemerintah tapi kenapa gini sih

Tahap tokenisasi merupakan pemecahan data teks menjadi potongan kata. Potongan kata atau token yaitu unit paling kecil dalam memproses data teks yang memiliki definisi [13]. Hasil tokenisasi dapat dilihat pada tabel 4.

TABEL IV
HASIL TOKENISASI

Sebelum	Sesudah
saat sangat dibutuhkan ga bisa login sekarang apa harus pakai sertifikat vaksin tapi susah untuk mengunduh dan login padahal ini aplikasi pemerintah tapi kenapa gini sih	‘saat’, ‘sangat’, ‘dibutuhkan’, ‘ga’, ‘bisa’, ‘login’, ‘sekarang’, ‘apa’, ‘harus’, ‘pakai’, ‘sertifikat’, ‘vaksin’, ‘tapi’, ‘susah’, ‘untuk’, ‘mengunduh’, ‘dan’, ‘login’, ‘padahal’, ‘ini’, ‘aplikasi’, ‘pemerintah’, ‘tapi’, ‘kenapa’, ‘gini’, ‘sih’.

Tahap *stopwords* merupakan penghapusan kata-kata umum yang tidak memiliki makna penting seperti “yang”, “di”, “dan”, “pada”, “dengan”, “yaitu”, dan sejenisnya dan mempertahankan kata-kata yang memiliki makna signifikan [11]. Hasil *stopwords* dapat dilihat pada tabel 5.

TABEL V
HASIL *STOPWORDS*

Sebelum	Sesudah
‘saat’, ‘sangat’, ‘dibutuhkan’, ‘ga’, ‘bisa’, ‘login’, ‘sekarang’, ‘apa’, ‘harus’, ‘pakai’, ‘sertifikat’, ‘vaksin’, ‘tapi’, ‘susah’, ‘untuk’, ‘mengunduh’, ‘dan’, ‘login’, ‘padahal’, ‘ini’, ‘aplikasi’, ‘pemerintah’, ‘tapi’, ‘kenapa’, ‘gini’, ‘sih’.	‘dibutuhkan’, ‘ga’, ‘bisa’, ‘login’, ‘sekarang’, ‘sertifikat’, ‘vaksin’, ‘susah’, ‘mengunduh’, ‘login’, ‘aplikasi’, ‘pemerintah’.

Tahap selanjutnya yaitu *stemming* merupakan proses mengubah kata menjadi bentuk dasarnya dengan cara mengahapus konjungsi [18]. Hasil *stemming* dapat dilihat pada tabel 6.

TABEL VI
HASIL *STEMMING*

Sebelum	Sesudah
‘dibutuhkan’, ‘ga’, ‘bisa’, ‘login’, ‘sekarang’, ‘sertifikat’, ‘vaksin’, ‘susah’, ‘mengunduh’, ‘login’, ‘aplikasi’, ‘pemerintah’.	‘butuh’, ‘ga’, ‘bisa’, ‘login’, ‘sekarang’, ‘sertifikat’, ‘vaksin’, ‘susah’, ‘unduh’, ‘login’, ‘aplikasi’, ‘pemerintah’.

Tahap normalisasi yaitu proses mengubah kata yang disingkat atau tidak baku menjadi kata baku serta mengubah singkatan menjadi kata asal [19]. Hasil normalisasi dapat dilihat pada tabel 7.

TABEL VII
HASIL NORMALISASI

Sebelum	Sesudah
‘butuh’, ‘ga’, ‘bisa’, ‘login’, ‘sekarang’, ‘sertifikat’, ‘vaksin’, ‘susah’, ‘unduh’, ‘login’, ‘aplikasi’, ‘pemerintah’.	‘butuh’, ‘tidak’, ‘bisa’, ‘login’, ‘sekarang’, ‘sertifikat’, ‘vaksin’, ‘susah’, ‘unduh’, ‘login’, ‘aplikasi’, ‘pemerintah’.

Total yang diperoleh setelah dilakukan *data preprocessing* sebanyak 4435 data. Pengurangan data teks dalam jumlah besar terjadi karena sejumlah ulasan hanya berisi emotikon sehingga tidak dapat dianalisis dan tidak mengandung informasi tekstual. Proses *data preprocessing* pada data teks yang telah diselesaikan disebut korpus teks dan akan disimpan untuk diolah.

JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)
Journal homepage: https://jurnal.stkippgritulungagung.ac.id/index.php/jipi
ISSN: 2540-8984
Vol. 11, No. 1, March 2026, Pp.165-177

E. Analisis Sentimen BERT

Analisis sentimen merupakan bidang yang melakukan ekstraksi dan pengenalan topik opini ke bentuk teks dengan pendekatan *classification* [18]. Proses analisis sentimen diawali dengan *labeling* yaitu menggolongkan klasifikasi ulasan menjadi positif dan negatif. Proses labeling dilakukan dengan mengasumsikan *score* 5-4 tergolong positif dan 3-1 tergolong negatif berdasarkan isi ulasan. Langkah selanjutnya dilakukan visualisasi data menggunakan *wordcloud* untuk melihat kata yang mengandung sentimen positif dan negatif [20]. Tahap selanjutnya yaitu penggunaan BERT. BERT merupakan model untuk memproses korpus teks dengan arsitektur *transformer* berisi *encoder layers* yang terhubung. Keunggulan BERT yaitu dapat memahami kata yang memiliki makna ganda bergantung atau ambigu pada suatu konteks tertentu [13].

F. *Topic Modeling* BERTopic

Topic modeling atau pemodelan topik BERTopic merupakan sebuah *library* di *Python* yang menggunakan pendekatan *clustering* untuk mengelompokkan *embeddings* dari teks dengan metode TF-IDF berbasis kelas untuk membuat representasi topik [15][1. Dalam proses BERTopic terbagi menjadi tiga tahap, yang pertama *document embeddings* yaitu mengubah dokumen atau data teks ke dalam representasi vektor menggunakan kerangka *Sentence*-BERT (SBERT). Tahap kedua yaitu *document clustering* yaitu dokumen dikelompokkan dengan melakukan pengurangan dimensi atau *dimensionality reduction* menggunakan *Uniform Manifold Approximation Projection* (UMAP). UMAP digunakan karena tidak memiliki batasan komputasi pada *embedding dimensions,* sehingga dapat digunakan dalam berbagai language models dengan *dimensional space* yang berbeda. *Dimensionality reduction* dilakukan untuk mengurang dimensi dokumen yang meningkat akibat proses *document embeddings.* Setelah *dimensionality reduction* selesai dilakukan, *clustering* dilanjutkan menggunakan *Hierarchical Density-Based Spatial Clustering of Application* (HDBSCAN). HDBSCAN merupakan model pengelompokkan lunak yang mencegah dokumen yang tidak berhubungan dikelompokkan di *cluster* lain dan diharapkan mampu meningkatkan representasi topik [11].

Tahap ketiga yaitu *topic representation* atau representasi topik. *Topic representation* merupakan proses penentuan kata atau kalimat dari tiap *cluster* untuk dijadikan perwakilan akan didapatkan nama topik. Penentuan kata atau kalimat dari tiap cluster yaitu dengan metode *Term Frequency-Inverse Document Frequency* (TF-IDF). Pertama, dokumen dari tiap *cluster* akan dikumpulkan sebagai dokumen tunggal dan disesuaikan menggunakan TF-IDF untuk memperhitungkan representasi topik dengan menerjemahkan dokumen ke dalam *cluster*.

$$W_{t,c} = tf_{t,c} \cdot \log(1 + \frac{A}{tf_t}) \quad (1)$$

Persamaan (1) memodelkan *frequency* istilah *t* dalam kelas *c* yaitu kumpulan dokumen dalam dokumen tunggal untuk tiap *cluster*. *Inverse document frequency* selanjutkan digantikan dengan *inverse class frequency* guna mengukur banyaknya informasi yang disediakan sebuah istilah untuk kelas. Frekuensi dihitung menggunakan *logarithm* dari rata-rata kata tiap kelas *A* dan dibagi dengan *frequency* istilah *t* di semua kelas. Hasil diatur agar bernilai positif menggunakan 1 dalam *logarithm*. TF-IDF berbasis kelas (*c*-TF-IDF) yang mementingkan kata dalam *cluster* dapat menghasilkan distribusi topik untuk setiap *cluster* dokumen [11], [15].

G. Evaluasi

Tahap ini merupakan proses integrasi analisis sentimen menggunakan model BERT dan BERTopic sebagai pemodelan topik. Tahap pertama yaitu dengan menghitung *accuracy*, *precision*, *recall,* dan *F1-score* untuk evaluasi hasil klasifikasi dengan *validation set* sebasar 20%. *Accuracy* merupakan rasio klasifikasi yang benar dari semua data yang digunakan (2). *Precision* merupakan persentase jumlah klasifikasi yang benar dari semua data kelas asli yang sama (3). *Recall* merupakan persentase klasifikasi yang benar dari semua data pada kelas prediksi (4). *F1-score* merupakan pengukuran yang menggabungkan *precision* dan *recall* (5).

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN} \quad (2)$$

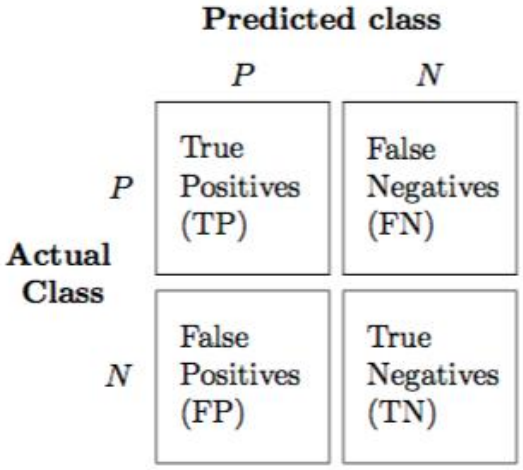
$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (3)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (4)$$

JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)
Journal homepage: https://jurnal.stkippgritulungagung.ac.id/index.php/jipi
ISSN: 2540-8984
Vol. 11, No. 1, March 2026, Pp.165-177

$$F1 = \frac{2 \times precision \times recall}{precision + recall} \quad (5)$$

Selanjutnya dilakukan evaluasi model dengan *confusion matrix* untuk mengevaluasi kesalahan dalam proses klasifikasi kelas [21]. Perhitungan *confusion matrix* didapatkan melalui *value True Positive (TP), True Negative (TN), False Positive (FP), dan False Negative (FN).* Ilustrasi *confusion matrix* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Ilustrasi *Confusion Matrix*

Tahap kedua yaitu evaluasi pemodelan topik menggunakan BERTopic yang menggunakan matrik *coherence score* untuk mengukur kualitas topik yang dihasilkan oleh model [14]. Proses akan dilakukan dengan *library* dari *python* yaitu *gensim*. Setelah dilakukan kedua tahap tersebut, akan dilakukan integrasi untuk menentukan sentimen yang terkandung dalam teks berdasarkan topiknya. Tahapan ini memungkinkan pemahaman terhadap persepsi pengguna terhadap topik ulasan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan berisi pemaparan data teks yang diperoleh dari *Kaggle* [17] dan diolah dengan konsep *data mining*. Data teks yang telah melewati proses *data preprocessing* disebut dengan korpus teks, selanjutnya dianalisis berbasis NLP lanjutan dengan analisis sentimen menggunakan BERT dan pemodelan topik menggunakan BERTopic.

A. Analisis Sentimen BERT

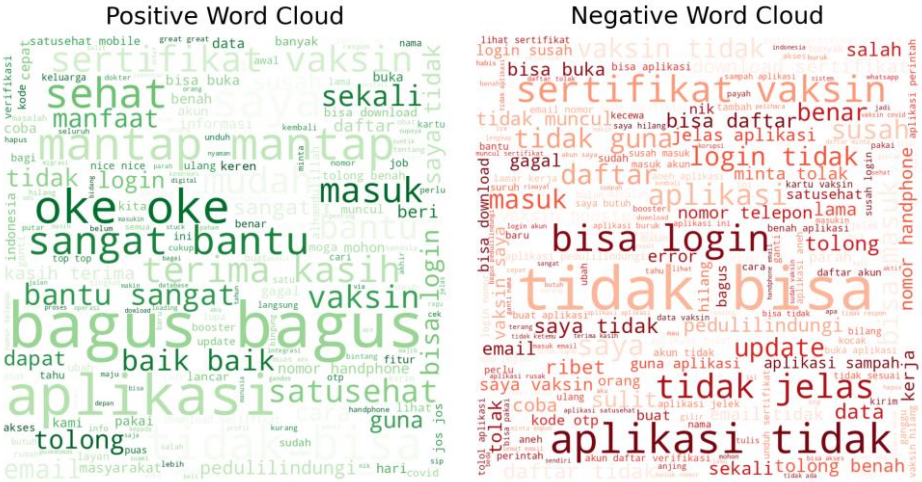
Korpus teks sebanyak 4435 terbagi menjadi 778 sentimen positif dan 3657 sentimen negatif. Pembagian *labeling* dilakukan berdasarkan *score*. Tabel 8 menunjukkan hasil teks yang telah diberi label sentimen positif dan negatif.

TABEL VIII
LABELING DATA

Sentimen	Total
Positif	778
Negatif	3657

Penggunaan *wordcloud* dengan *library matploptlib* pada *python* terkait sentimen positif dan negatif memberikan visualisasi yang jelas dalam mengidentifikasi kata yang paling sering muncul dalam data teks. Ukuran kata yang lebih besar memiliki frekuensi kemunculan yang tinggi dalam korpus teks.

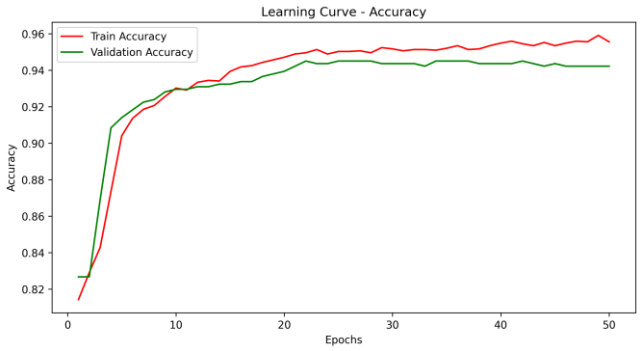
JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)
Journal homepage: https://jurnal.stkippgritulungagung.ac.id/index.php/jipi
ISSN: 2540-8984
Vol. 11, No. 1, March 2026, Pp.165-177



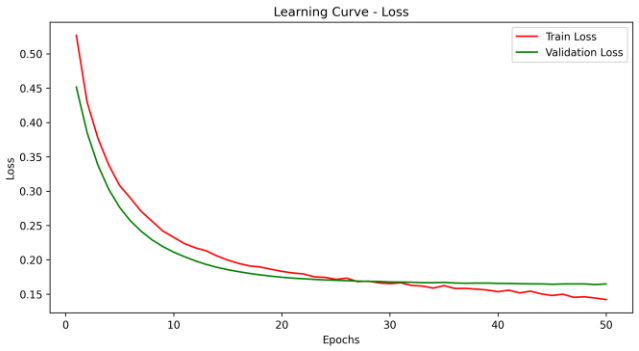
Gambar 3 Visualisasi *wordcloud* sentimen positif dan negatif

Gambar 3 menunjukkan visualisasi *wordcloud* sentimen positif dan negatif pada korpus teks ulasan Aplikasi SATUSEHAT. Pada *wordcloud* sentimen positif menunjukkan bahwa kata "bagus" dan "aplikasi" paling dominan kemudian diikuti kata "oke", "bantu", "mantap", dan terima kasih. Dapat diasumsikan bahwa pengguna merasa puas terhadap Aplikasi SATUSEHAT. Selain itu, pada *wordcloud* negatif menunjukkan bahwa kata "tidak bisa" paling dominan dan diikuti kata "tidak jelas", "susah", "tolong", dan "tidak guna". Melalui hal tersebut dapat di-asumsikan bahwa terdapat pengguna yang merasa kesulitan dalam menggunakan Aplikasi SATUSEHAT.

Proses analisis sentimen menggunakan BERT selanjutnya dilakukan guna memahami serta mengolah teks dengan arsitektur *transformer* berisi *encoder layers* yang saling terhubung untuk mempelajari representasi teks [13]. Data train (*epoch*) yang digunakan sebanyak 50 *epochs* dengan *patience* = 5 agar model BERT dapat cukup belajar memahami teks yang memiliki pola yang kompleks.



Gambar 4 Hasil grafik *accuracy*



Gambar 5 Hasil grafik *loss*

Gambar 3 dan 4 menunjukkan performa *accuracy* dan *loss* setiap *epoch* proses *training* pada model BERT. Terlihat terdapat peningkatan *train accuracy* secara signifikan pada *epoch* 5 yaitu dari grafik *accuracy* naik hingga 90% dan grafik *loss* yang terus menurun hingga 30%. Grafik *loss* pada *epoch* 14 menunjukkan penurunan stabil yaitu 20% dan terus mengalami penurunan hingga 15% untuk grafik *train loss*. Grafik *loss* yang terus menurun menandakan model baik dan meminamalisir kesalahan prediksi. *Validation accuracy* pada *epoch* 20 terus menunjukkan kestabilan yaitu 94% dan *train accuracy* mulai menunjukkan kestabilan yaitu 95 % pada *epoch* 25 hingga seterusnya. Grafik *accuracy* terus meningkat secara bertahap menjukkan bahwa model semakin terlatih serta mampu memprediksi dengan baik dan benar. Meskipun demikian, tidak terlihat tanda-tanda *ovefitting* walau terdapat sedikit perbedaan atau *gap* pada grafik *train* dan *validation*. Adapun penggunaan *early stopping patience* = 5 meminimalisir terjadi *overfitting* pada saat proses *data training* sehingga model tetap seimbang.

JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)
Journal homepage: https://jurnal.stkippgritulungagung.ac.id/index.php/jipi
ISSN: 2540-8984
Vol. 11, No. 1, March 2026, Pp.165-177

```
Evaluating on Test Data: 100%|██████████| 56/56 [00:06<00:00,  8.49it/s]

              precision    recall  f1-score   support

    Negative       0.95      0.98      0.97       727
    Positive       0.92      0.77      0.84       160

    accuracy                           0.95       887
   macro avg       0.93      0.88      0.90       887
weighted avg       0.94      0.95      0.94       887
```

Gambar 6 Evaluasi *data training* model BERT

Hasil evaluasi proses analisis sentimen menggunakan BERT pada gambar 6 menunjukkan performa model yang sangat baik secara keseluruhan dengan nilai *accuracy* sebesar 95%. Kelas positif menunjukkan nilai *precision* sebesar 92% yang berarti dari keseluruhan teks yang diprediksi sebagai kelas positif, terdapat 92% yang benar. Nilai *recall* sebesar 77% memiliki arti bahwa dari keseluruhan teks kelas positif, terdapat 23% kelas positif yang salah dan diprediksi sebagai kelas negatif. Dengan demikian nilai *F1-score* untuk kelas positif diperoleh nilai sebesar 84% masih tergolong baik. Kemudian, untuk kelas negatif menunjukkan nilai *precision* sebesar 95%, *recall* sebesar 98%, dan *F1-score* sebesar 97%. Jika dibandingkan dengan metode *classification* tradisional yaitu *Naive Bayes* terhadap ulasan Aplikasi SATUSEHAT yang digunakan pada penelitian sebelumnya oleh Ardianto R, Marhoon H [22], didapatkan nilai *accuracy* sebesar 92% serta nilai *F1-score* untuk kelas negatif sebesar 96% dan kelas positif sebesar 36%. Hal ini menunjukkan bahwa performa BERT memiliki potensi keunggulan dalam analisis ulasan Aplikasi SATUSEHAT. Meskipun dataset yang digunakan memiliki potensi perbedaan, namun hasil ini sejalan dengan literatur yang dilakukan oleh Koto F, Rahimi A, Lau J, Baldwin T [23] yaitu model BERT lebih unggul dalam proses analisis sentimen. Pada hasil analisis menggunakan model BERT, nilai untuk kelas negatif tergolong sangat baik sehingga model dapat menganalisis kelas negatif dengan benar dan sedikit kesalahan dibandingkan dengan kelas positif. Hasil testing ulasan positif dapat dilihat pada gambar 7 dan hasil testing ulasan negatif dapat dilihat pada gambar 8.

```
Masukkan teks untuk diklasifikasikan: Aplikasi ini sudah bagus dan mudah dioperasikan, semoga kedepannya lebih bermanfaat

Hasil Klasifikasi Sentimen:
Aplikasi ini sudah bagus dan mudah dioperasikan, semoga kedepannya lebih bermanfaat | Positive
```

Gambar 7 Hasil *testing* analisis ulasan positif

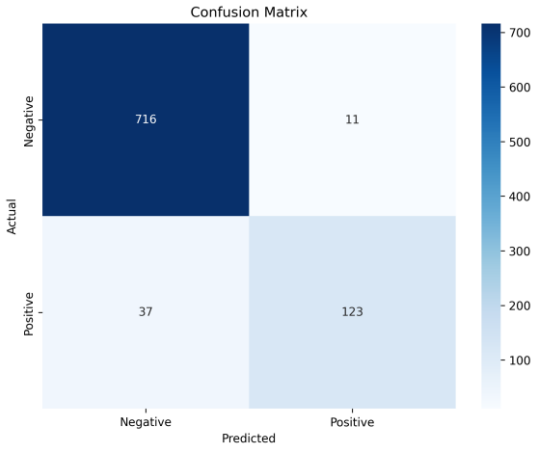
```
Masukkan teks untuk diklasifikasikan: Masih sulit dipahami pengguna, terdapat kendala pada saat verifikasi

Hasil Klasifikasi Sentimen:
Masih sulit dipahami pengguna, terdapat kendala pada saat verifikasi | Negative
```

Gambar 8 Hasil *testing* analisis ulasan negatif

Proses training dilakukan dengan melakukan *splitting data* yaitu 80% *training set* sebesar 4435 data dan 20% *validation set* sebesar 887 data. Dalam proses evaluasi, dilakukan dengan 20% *validation set* dan diperoleh 716 data kelas negatif tergolong benar negatif dan 11 data kelas negatif seharusnya tergolong kelas positif. Selain itu, 123 data kelas positif tergolong benar positif dan 37 data kelas positif seharusnya tergolong kelas negatif. Hasil klasifikasi kelas dapat dilihat pada gambar 9.

JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)
Journal homepage: https://jurnal.stkippgritulungagung.ac.id/index.php/jipi
ISSN: 2540-8984
Vol. 11, No. 1, March 2026, Pp.165-177



Gambar 9 *Confusion matrix* ulasan Aplikasi SATUSEHAT

B. *Topic Modeling BERTopic*

BERTopic merupakan salah satu model *topic modeling* atau pemodelan topik dengan memanfaatkan BERT dan TF-IDF untuk merepresentasikan teks ke dalam topik [14]. Pemodelan topik dengan BERTopic melalui tiga tahapan utama yaitu *document embedding* dengan S-BERT, *document clustering* dengan UMAP dan HDBSCAN, dan *topic representation* dengan *c*-TF-IDF.

Ketiga tahap kemudian dilakukan evaluasi untuk mengetahui kombinasi parameter yang menunjukkan hasil *clustering* paling baik. Berdasarkan serangkaian hasil kombinasi parameter pada algoritma UMAP dan HDBSCAN, diperoleh konfigurasi *parameter tuning* terbaik dengan hasil evaluasi *coherence score* sebesar 0,6101. Pada algoritma UMAP menggunakan parameter *n_neighbors*=250, *n_components*=5, *min_dist*=0.0, *metric*='*cosine*', dan *random_state*=42. Parameter *n_neighbors*=250 untuk struktur lokal yang luas agar hasil representasi lebih terstruktur dan stabil. Parameter *n_components*=5 untuk menentukan jumlah dimensi output setelah proses reduksi. Penggunaan parameter *min_dist*=0.0 untuk mentukan jarak minimum data yang diproyeksikan dalam ruang hasil reduksi. Kemudian penggunaan *metric cosine* karena sesuai untuk menangani data vektor teks, dan *random_state*=42 untuk menjaga konsistensi *output*. Selain itu, konfigurasi terbaik pada algoritma HDBSCAN, menggunakan parameter *min_cluster_size*=35, *min_samples*=5, *metric='euclidean', cluster_selection_method='leaf',* dan *prediction_data=True*. Parameter *min_cluster_size*=35 digunakan untuk menentukan minimal *cluster* dan mengurangi *noise*. Parameter *min_samples*=5 merupakan nilai umum untuk menentukan inti *cluster*. Selanjutnya penggunaan *metric euclidean* untuk menentukan metrik jarak antar titik dalam *clustering* dan metode seleksi *cluster leaf* dipilih karena hasilnya yang lebih stabil serta memiliki batas *cluster* yang jelas. *Nilai prediction_data=True* untuk menyimpan hasil prediksi. *Coherence score* sebesar 0,6101 menunjukkan hasil yang sudah baik jika dibandingkan dengan proses penelitian terdahulu dengan model dan algoritma yang sama. Berdasarkan hasil analisis menggunakan BERTopic, diperoleh representasi 10 topik yang mencerminkan pola tematik sehingga dapat memahami distribusi topik dalam teks.

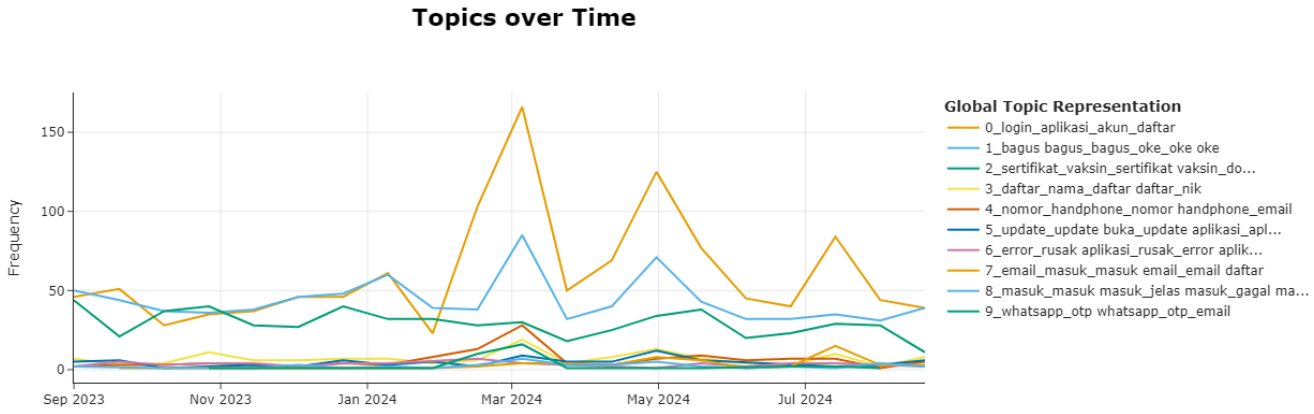
Hasil representasi topik pada tabel 9 menunjukkan bahwa topik ulasan terkait proses *login* dan daftar akun

TABEL IX
HASIL TOPIK ULASAN APLIKASI SATUSEHAT

Topik	Total	Nama	Representasi
0	1215	0_login_aplikasi_akun_daftar	login, aplikasi, akun, daftar
1	876	1_bagus bagus_bagus_oke_oke oke	bagus bagus, bagus, oke, oke oke
2	585	2_sertifikat_vaksin_sertifikat vaksin_download	sertifikat, vaksin, sertifikat vaksin, download
3	139	3_daftar_nama_daftar daftar_nik	daftar, nama, daftar daftar, NIK
4	114	4_nomor_handphone_nomor handphone_email	nomor, handphone, nomor handphone, email
5	83	5_update_update buka_update aplikasi_aplikasi buka	update, update buka, update aplikasi
6	61	6_error_rusak aplikasi_rusak_error aplikasi	error, rusak aplikasi, rusak, error aplikasi
7	57	7_email_masuk_masuk email_email daftar	email, masuk, masuk email, email daftar
8	44	8_masuk_masuk masuk_jelas masuk_gagal masuk	masuk, masuk masuk, jelas masuk, gagal masuk
9	35	9_whatsapp_otp whatsapp_otp_email	WhatsApp, OTP WhatsApp, OTP, email

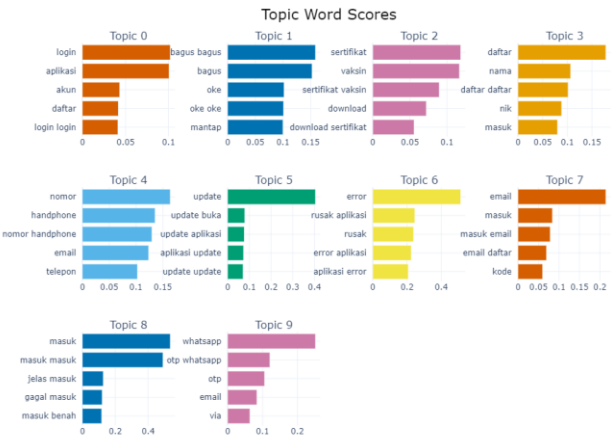
JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)
Journal homepage: https://jurnal.stkippgritulungagung.ac.id/index.php/jipi
ISSN: 2540-8984
Vol. 11, No. 1, March 2026, Pp.165-177

menjadi yang paling dominan dibahas. Guna mengetahui lebih dalam seberapa sering topik dibahas, perlu dilakukan analisis terkait tren topik. Pemantauan terhadap tren topik dari waktu ke waktu dapat membantu dan menambah wawasan terkait distribusi topik dalam periode tertentu [24]. Hasil tren topik dari waktu ke waktu dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10 Tren topik ulasan Aplikasi SATUSEHAT dari waktu ke waktu

Visualisasi hasil tren menunjukkan bahwa fluktuasi topik yang mengalami lonjakan paling tinggi terjadi pada bulan Maret dan Mei tahun 2024. Hasil topik menunjukkan bahwa topik terkait *login* dan daftar akun lebih dominan serta menghasilkan topik terbanyak dari waktu ke waktu dibandingkan dengan yang lainnya. Dalam memahami masing-masing tren topik, diperlukan identifikasi topik untuk mengetahui perbedaan pada masing-masing topik. Identifikasi topik dapat dilakukan dengan menganalisis kata yang dihasilkan tiap topik [24]. Dengan grafik bar *word scores*, proses dapat lebih mudah dengan mengetahui nilai tiap kata dan seberapa besar keterkaitannya dengan topik tersebut. Hasil identifikasi topik dapat dilihat pada gambar 11.

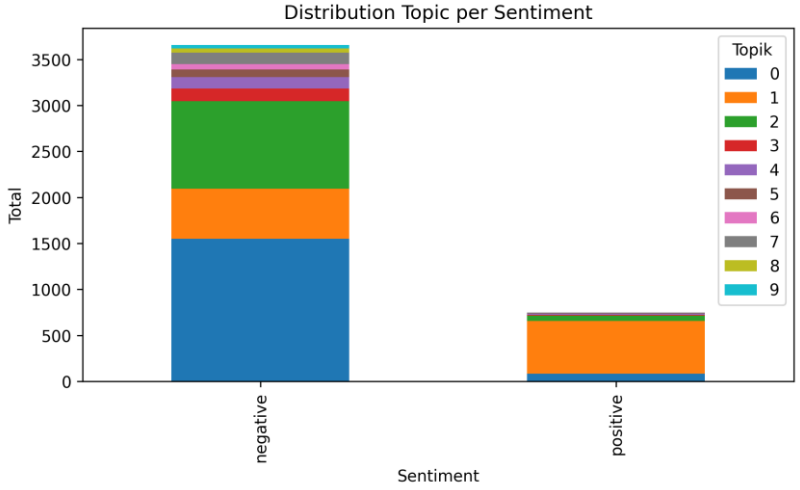


Gambar 11 Identifikasi topik Aplikasi SATUSEHAT

C. Evaluasi

Evaluasi terhadap analisis sentimen aplikasi SATUSSEHAT menggunakan BERT mendapatkan hasil yang sangat baik pada nilai *accuracy* sebesar 95%. Kemampuan model BERT dalam mengklasifikasi kelas positif tergolong baik dan kelas negatif tergolong sangat baik. Selain itu, pemodelan topik menggunakan BERTopic menunjukkan hasil yang baik dengan *coherence score* sebesar 0,6101. Dengan hasil analisis sentimen menggunakan BERT dan pemodelan topik menggunakan BERTopic yang baik, penulis mengintegrasikan kedua metode tersebut sehingga memungkinkan eksplorasi pola sentimen dengan topik. Proses ini mampu mengevaluasi distribusi topik dalam pola sentimen, sehingga dapat lebih baik dalam memahami topik, baik dari sentimen positif maupun sentimen negatif. Hasil distribusi topik dalam pola sentimen dapat dilihat pada gambar 12.

JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)
Journal homepage: https://jurnal.stkippgritulungagung.ac.id/index.php/jipi
ISSN: 2540-8984
Vol. 11, No. 1, March 2026, Pp.165-177



Gambar 12 Distribusi topik per sentimen

Distribusi topik per sentimen menunjukkan bahwa terdapat ketidakseimbangan jumlah data tiap sentimen. Pada sentimen positif didominasi oleh topik "bagus" yang menandakan bahwa pengguna merasa puas dalam menggunakan aplikasi secara keseluruhan baik dari segi fitur, performa, hingga *user experience.* Adapun ulasan dengan sentimen negatif yang dominan mencerminkan masalah aktual dalam aplikasi merupakan masalah teknis. Data ulasan yang diambil merupakan data ulasan setelah enam bulan Aplikasi SATUSEHAT resmi diperbarui hingga September 2024. Dalam periode tersebut, sebagian besar pengguna merasa kesulitan pada proses *login* dan daftar akun serta dalam mengakses sertifikat vaksin akibat sistem yang kurang responsif. Namun hal tersebut juga dapat menjadi penyebab adanya bias dalam proses pengumpulan data karena data diambil pada periode tertentu dengan intensitas masalah pada aplikasi yang sedang tinggi.

Masalah teknis pada Aplikasi SATUSEHAT, paling banyak terjadi akibat kompleksitas pada proses login dan daftar akun. Proses login umumnya menjadi masalah karena adanya *session timeout* yang terbatas untuk keamanan, sehingga pengguna harus berulang kali masuk di waktu yang berbeda mengakibatkan pengguna merasa kesulitan. Selain itu, keluhan pengguna terkait proses registrasi, menandakan adanya kegagalan dalam proses autentikasi dan verifikasi akun yaitu kode One-Time Password (OTP) gagal terkirim akibat sinyal atau kesalahan sistem. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi dan perbaikan lebih lanjut terhadap faktor-faktor yang menyebabkan ketidakpuasan pengguna terhadap Aplikasi SATUSEHAT.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap sentimen ulasan Aplikasi SATUSEHAT menggunakan BERT, diperoleh hasil bahwa dari 4435 data terdapat 3657 ulasan dengan sentimen negatif dan 778 ulasan dengan sentimen positif. Nilai precision sebesar 98% dan recall sebesar 95% pada kelas negatif menunjukkan bahwa model dapat mengklasifikasikan kelas negatif dengan sangat baik. Adapun recall sebesar 77% pada sentimen positif, mengindikasikan bahwa terdapat 23% ulasan bersentimen positif salah diklasifikasikan sebagai ulasan positif. Hal ini menunjukkan bahwa analisis sentimen pada teks memiliki keunggulan dalam memprediksi sentimen sehingga lebih akurat daripada hanya mengandalkan *score.* Selain itu, hasil pemodelan topik menggunakan BERTopic menunjukkan bahwa model sudah baik dalam klasterisasi topik dan diperoleh 10 representasi topik dengan *coherence score* sebesar 0,6101. Hasil ini tidak jauh beda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Listyawan B, Setiawan N, Saputra M [11] yaitu menunjukkan nilai *coherence score* sebesar 0,6250 dengan algoritma yang sama. Hasil analisis Aplikasi SATUSEHAT sudah baik, namun sebagian besar topik masih mengalami *overlap* atau tumpang tindih sehingga tidak dapat terdeteksi.

Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, secara keseluruhan proses analisis efektif dalam menganalisis topik apa saja yang perlu menjadi fokus evaluasi dan perbaikan pengembang. Proses integrasi kedua metode menunjukkan bahwa tiap topik memiliki jumlah sentimen negatif lebih besar dibandingkan dengan sentimen positif. Sebagian besar sentimen negatif berisi keluhan pengguna terkait masalah teknis pada aplikasi. Adapun pada topik 2 berisi representasi kata sifat yaitu "bagus" yang menunjukkan kepuasan pengguna terhadap Aplikasi SATUSEHAT. Namun terjadi keseimbangan jumlah topik 2 pada masing-masing sentimen sehingga terindikasi bahwa terjadi ketidaksesuaian isi ulasan dengan *score*. Oleh karena itu, analisis perlu berfokus pada teks isi ulasan dibandingkan hanya mengandalkan *score* sehingga hasil dapat lebih komprehensif dalam menganalisis faktor ketidakpuasan pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Shahmirul Hafizullah Imanuddin, Kusworo Adi, and Rahmat Gernowo, "Sentiment Analysis on Satusehat Application Using Support Vector Machine Method," *Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, vol. 5, no. 3, pp. 143–149, Jul. 2023, doi: 10.35882/jeemi.v5i3.304.

[2] A. Fastyaningsih, "KEBERHASILAN APLIKASI PEDULI LINDUNGI TERHADAP KEBIJAKAN PERCEPATAN VAKSINASI DAN AKSES PELAYANAN PUBLIK DI INDONESIA," *GEMA PUBLICA*, vol. 6, no. 2, pp. 95–109, Dec. 2021, doi: 10.14710/gp.6.2.2021.95-109.

[3] N. R. Shantika, T. L. M. Suryanto, and A. Pratama, "Analisis Faktor Pendorong Niat Menggunakan Aplikasi PeduliLindungi Menggunakan Model UTAUT Modifikasi," *JURNAL TEKNIK INFORMATIKA DAN SISTEM INFORMASI*, vol. 8, no. 2, Aug. 2022, doi: 10.28932/jutisi.v8i2.4929.

[4] K. K. R. Indonesia, "Dashboard Vaksinasi COVID-19 Nasional," Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Accessed: Jan. 29, 2025. [Online]. Available: https://vaksin.kemkes.go.id/#/vaccines

[5] A. Albantani, "Analisis Faktor-faktor yang Memengaruhi Niat Masyarakat untuk Terus Menggunakan Aplikasi Satu Sehat," *JURA : JURNAL RISET AKUNTANSI*, vol. 1, no. 3, pp. 298–311, 2023, doi: 10.54066/jura-itb.v1i2.

[6] R. N. Priyansyah *et al.*, "Penilaian Publik terhadap Aplikasi Peduli Lindungi (Analisis Komparasi terhadap Aspek Demografi) Public View on the Peduli Lindungi Application (A Comparative Analysis of Demographic Aspects)," *JURNAL ILMU PENGETAHUAN DAN TEKNOLOGI KOMUNIKASI*, vol. 25, no. 1, pp. 151–170, Jun. 2023, doi: 10.17933/iptekkom.25.1.2023.151-170.

[7] "UN E-Government Knowledgebase," United Nattions. Accessed: Apr. 07, 2025. [Online]. Available: https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Data/Country-Information/id/78-Indonesia

[8] K. F. Nisa, T. Dompak, and K. T. Lodan, "Perbandingan Sistem Pelayanan Kesehatan Di Indonesia Dan Di Singapura," *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Sosial dan Teknologi (SNISTEK)*, vol. 6, pp. 72–77, Sep. 2024, [Online]. Available: https://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/prosiding/article/view/9310

[9] Savina Talitha Jasmine, T. S. Matondang, M. R. Pratama, and S. Hajijah, "Tren, Tantangan, dan Solusi Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit di Jakarta," *Surya Medika: Jurnal Ilmiah Ilmu Keperawatan dan Ilmu Kesehatan Masyarakat*, vol. 20, no. 1, pp. 62–70, Jan. 2025, doi: 10.32504/sm.v20i1.1227.

[10] Biro Komunikasi dan Pelayanan Publik, "Langkah Awal Program Pemeriksaan Kesehatan Gratis: Unduh SATUSEHAT Mobile," Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Accessed: Jan. 19, 2025. [Online]. Available: https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/umum/20250110/4747238/langkah-awal-program-pemeriksaan-kesehatan-gratis-unduh-satusehat-mobile/

[11] B. R. N. Listyawan, N. Y. Setiawan, and M. C. Saputra, "Topic Modelling Pada Aktivitas Pengembangan Perangkat Lunak Menggunakan BERTopic," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 8, no. 8, Aug. 2024, [Online]. Available: https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/14051

[12] H. P. Doloksaribu and Y. T. Samuel, "KOMPARASI ALGORITMA DATA MINING UNTUK ANALISIS SENTIMEN APLIKASI PEDULILINDUNGI," *Jurnal Teknologi Informasi: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Bidang Teknik Informatika*, vol. 16, no. 1, pp. 1–11, Jan. 2022, doi: 10.47111/jti.v16i1.3747.

[13] E. A. Junita and R. R. Suryono, "ANALISIS SENTIMEN HATE SPEECH MENGENAI CALON WAKIL PRESIDEN INDONESIA MENGGUNAKAN ALGORITMA BERT," *JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, vol. 9, no. 4, pp. 2042–2053, Nov. 2024, doi: 10.29100/jipi.v9i4.5625.

[14] M. Detricia Pratiwi and K. Ditha Tania, "Knowledge Discovery Through Topic Modeling on GoPartner User Reviews Using BERTopic, LDA, and NMF," 2025. [Online]. Available: http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JAIC

[15] M. Grootendorst, "BERTopic: Neural topic modeling with a class-based TF-IDF procedure," Mar. 2022.

[16] L. Hardiyanti, D. Anggraini, and A. Kurniawati, "Identify Reviews of Pedulilindungi Applications using Topic Modeling with Latent Dirichlet Allocation Method," *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, vol. 17, no. 4, p. 441, Oct. 2023, doi: 10.22146/ijccs.86025.

[17] N. Cahyono, "Review Aplikasi SATU SEHAT Mobile," Kaggle. Accessed: Jan. 28, 2025. [Online]. Available: https://www.kaggle.com/datasets/nuricahyono/satusehat

[18] N. P. V. D. Saraswati, N. Yudistira, and P. P. Adikara, "Analisis Sentimen terhadap Perundungan Siber pada Twitter menggunakan Algoritma Bidirectional Encoder Representations from Transformer (BERT)," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 7, no. 2, pp. 909–916, Mar. 2023, [Online]. Available: https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/12345

[19] S. Khairunnisa, A. Adiwijaya, and S. Al Faraby, "Pengaruh Text Preprocessing terhadap Analisis Sentimen Komentar Masyarakat pada Media Sosial Twitter (Studi Kasus Pandemi COVID-19)," *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 5, no. 2, p. 406, Apr. 2021, doi: 10.30865/mib.v5i2.2835.

[20] R. Mas, R. W. Panca, K. Atmaja, and W. Yustanti, "Analisis Sentimen Customer Review Aplikasi Ruang Guru dengan Metode BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers)," *JEISBI*, vol. 02, 2021.

[21] J. C. Setiawan, K. M. Lhaksmana, and B. Bunyamin, "Sentiment Analysis of Indonesian TikTok Review Using LSTM and IndoBERTweet Algorithm," *JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, vol. 8, no. 3, pp. 774–780, Aug. 2023, doi: 10.29100/jipi.v8i3.3911.

[22] R. Ardianto and H. M. Marhoon, "Understanding User Sentiment: Analysis of SATUSEHAT Application Reviews on Google Play Store," *Journal of Advanced Health Informatics Research*, vol. 1, no. 2, pp. 83–94, Aug. 2023, doi: 10.59247/jahir.v1i2.44.

[23] F. Koto, A. Rahimi, J. H. Lau, and T. Baldwin, "IndoLEM and IndoBERT: A Benchmark Dataset and Pre-trained Language Model for Indonesian NLP," in *Proceedings of the 28th International Conference on Computational Linguistics*, Stroudsburg, PA, USA: International Committee on Computational Linguistics, 2020, pp. 757–770. doi: 10.18653/v1/2020.coling-main.66.

[24] I. Nura Nugraha and E. Utami, "Evaluation of Creative Economy and Tourism Industry Trends based on LDA Analysis with BERTopic," *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 15, no. 2, pp. 182–195, Nov. 2024, doi: 10.31849/digitalzone.v15i2.23796.