REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN
CIPTAAN

Dalam rangka pelindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan	:	EC00202303994, 13 Januari 2023
Pencipta		
Nama	:	**KURNIADI AHMAD WIJAYA, ADE ROMADHONY dkk**
Alamat	:	[redacted]
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Pemegang Hak Cipta		
Nama	:	**UNIVERSITAS TELKOM**
Alamat	:	JL. TELEKOMUNIKASI NO. 1 TERUSAN BUAHBATU - BOJONGSOANG SUKAPURA KEC. DAYEUHKOLOT KABUPATEN BANDUNG JAWA BARAT 40257, KABUPATEN BANDUNG, JAWA BARAT, 40257
Kewarganegaraan	:	Indonesia
Jenis Ciptaan	:	**Program Komputer**
Judul Ciptaan	:	**Aplikasi Sentiboard (Aplikasi Dashboard Sentimen Universitas Menggunakan Model IndoBERT)**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia	:	14 Desember 2022, di KABUPATEN BANDUNG
Jangka waktu pelindungan	:	Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.
Nomor pencatatan	:	000436916

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.
Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

[redacted]

a.n Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual
u.b.
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

[redacted]

Anggoro Dasananto

[redacted]

Disclaimer:
Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

Implementasi Model IndoBERT
Pada Dashboard Sentimen Media Sosial
(Studi Kasus Universitas XYZ)

Tugas Akhir

diajukan untuk memenuhi salah satu syarat

memperoleh gelar sarjana

dari Program Studi Informatika

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

[redacted]

Kurniadi Ahmad Wijaya



Program Studi Sarjana Informatika

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Bandung

2023

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI MODEL INDOBERT PADA DASHBOARD SENTIMEN MEDIA SOSIAL (STUDI KASUS UNIVERSITAS XYZ)

Implementation of the IndoBERT Model on the Social Media Sentiment Dashboard (XYZ University Case Study)

[redacted]

Kurniadi Ahmad Wijaya

Tugas akhir ini telah diterima dan disahkan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar pada Program Studi Sarjana Informatika
Fakultas Informatika
Universitas Telkom

Bandung, 10 Februari 2023
Menyetujui

Pembimbing I,	Pembimbing II,
[redacted]	[redacted]
Dr. Ade Romadhony, S.T., M.T.	Donni Richasdy, S.T., M.T.
[redacted]	[redacted]

Ketua Program Studi
Sarjana Informatika

Dr. Erwin Budi Setiawan, S.Si., M.T.
[redacted]

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya, Kurniadi Ahmad Wijaya, menyatakan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul Implementasi Model IndoBERT Pada Dashboard Sentimen Media Sosial (Studi Kasus Universitas XYZ),beserta dengan seluruh isinya adalah merupakan hasil karya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang belaku dalam masyarakat keilmuan. Saya siap menanggung resiko/sanksi yang diberikan jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam buku TA atau jika ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya,

Bandung, 10 Februari 2023

Yang Menyatakan



Kurniadi Ahmad Wijaya

Implementasi Model IndoBERT Pada Dashboard Sentimen Media Sosial (Studi Kasus Universitas XYZ)

Kurniadi Ahmad Wijaya[1], Ade Romadhony[2], Donni Richasdy[3]

[1,2,3]Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung
[1]kurniadiwijaya@student.telkomuniversity.ac.id, [2]aderomadhony@telkomuniversity.ac.id,
[3]donnir@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pelayanan yang diberikan perguruan tinggi menjadi tolak ukur untuk mendapatkan kepercayaan dari masyarakat sehingga perguruan tinggi dituntut untuk mengevaluasi standar pelayanan yang diberikan kepada mahasiswa. Saat ini evaluasi layanan akademik perguruan tinggi masih dilakukan secara manual melalui survei sehingga lingkup evaluasi hanya diperoleh melalui internal universitas dan belum diambil melalui unggahan publik di media sosial. Analisis sentimen merupakan salah satu metode lain yang dapat digunakan untuk mengevaluasi tanggapan melalui media sosial terkait perguruan tinggi. Saat ini perancangan *dashboard* analisis sentimen sebagai evaluasi perguruan tinggi cenderung baru dan belum banyak direalisasikan karena adanya keterbatasan sumber daya untuk melakukan perancangan aplikasi. Berdasarkan hal tersebut, tugas akhir ini menampilkan alur perancangan dan implementasi *dashboard* sentimen analisis media sosial sehingga dapat menjadi acuan pengembangan *dashboard* sentimen. Untuk mengimplementasikan aplikasi secara optimal, digunakan metodologi perancangan perangkat lunak *iterative incremental* sedangkan untuk memudahkan dalam merancang antarmuka *dashboard* dan memodifikasi data pada database digunakan *framework* Django. Dalam hal klasifikasi sentimen digunakan transformer IndoBERT untuk mendapatkan akurasi model yang maksimal.

Kata kunci : dashboard sentimen, sentimen universitas, indobert, iterative incremental

Abstract

University services are a benchmark for achieving the community's trust, so universities required to evaluate their standard of service that students receive. Currently, the evaluation of higher education academic services is still done manually via surveys, so the scope of the evaluation is only obtained through the university's internal channels and not from public uploads on social media. Another method for evaluating responses to higher education-related posts on social networks is sentiment analysis. Currently, the design of the sentiment analysis dashboard as a college evaluation is relatively new and has not been widely implemented due to limited design resources. Based on this, the flow of designing and implementing a sentiment dashboard for social media analysis is presented in this final project, which can be used as a reference for developing a sentiment dashboard. An iterative incremental software design methodology is used to optimize the application's implementation, while the Django framework is used to make it easier to design the dashboard interface and modify the data in the database. IndoBERT transformers were being used in sentiment classification to achieve maximum model accuracy.

Keywords: dashboard sentiment, university sentiment, indobert, iterative incremental

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Standar layanan yang diberikan oleh suatu perguruan tinggi menjadi faktor penting dalam mendapatkan kepercayaan dari masyarakat. Oleh karena itu, perguruan tinggi harus melakukan evaluasi terhadap standar layanan yang diberikan kepada mahasiswanya. Evaluasi ini sangat penting karena dapat membantu perguruan tinggi untuk meningkatkan program dan pelayanan akademik, serta membantu dalam pengambilan keputusan manajerial dalam lingkup perguruan tinggi. [1].

Evaluasi layanan akademik perguruan tinggi saat ini masih dilakukan secara manual melalui survei. Dengan cara ini, perguruan tinggi hanya dapat melihat tanggapan mahasiswa tanpa mengetahui seberapa besar hasil dari tanggapan tersebut yang postif, negatif, atau netral [2]. Selain itu, evaluasi yang dilakukan oleh perguruan tinggi hanya terbatas pada internal perguruan tinggi dan belum memasukkan tanggapan masyarakat dari media sosial. Analisis sentimen dapat menjadi metode yang dapat digunakan untuk mengevaluasi tanggapan dari media sosial terkait topik perguruan tinggi. Meskipun implementasi aplikasi *dashboard* analisis sentimen untuk evaluasi perguruan tinggi cenderung baru, hal ini masih jarang direalisasikan karena adanya keterbatasan sumber daya dan kesulitan dalam melakukan analisis secara otomatis melalui teks deskriptif. [3]. Padahal hal tersebut dapat menjadi salah satu acuan bagi perguruan tinggi untuk dapat meningkatkan mutu pelayanannya melalui ruang publik.

Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk merancang sebuah dashboard sentimen terkait perguruan tinggi yang dapat menjadi acuan dalam implementasi aplikasi dashboard sentimen. Data yang digunakan untuk mendapatkan opini masyarakat adalah teks unggahan pada media sosial twitter sehingga sebuah crawler media sosial dirancang untuk mengumpulkan data tersebut. Pada tugas akhir ini juga dilakukan prediksi sentimen terhadap teks unggahan media sosial menggunakan *fine-tuned* model IndoBERT. Berdasarkan penelitian sebelumnya, model IndoBERT dipilih karena menghasilkan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan model machine learning dan deep learning lainnya sehingga cocok digunakan untuk implementasi prediksi data sentimen [4]. Untuk mengimplementasikan aplikasi secara maksimal digunakan metodologi perangkat lunak iterative incremental. Metode ini digunakan karena cocok diimplementasikan proyek pembuatan sistem baru dan sistem berskala besar secara fleksibel. Untuk mempermudah perancangan antarmuka *dashboard* dan modifikasi data pada basis data, digunakan *framework* Django dengan basis pemrograman Python. *Framework* tersebut digunakan karena dapat membantu dalam menghubungkan aplikasi dengan model sentimen yang telah dirancang yang keduanya menggunakan basis bahasa pemrograman python.

1.2. Topik dan Batasannya

Dataset yang digunakan untuk sentimen berasal dari unggahan media sosial seperti Instagram, Facebook dan Twitter dengan pencarian kata kunci Universitas XYZ dan *hashtag* Universitas XYZ. *Dataset* yang digunakan untuk melatih model IndoBERT adalah *dataset* terkait sentimen perkuliahan *online* dengan total 7500 *dataset* yang masing-masing memiliki sentimen negatif, netral dan positif sebanyak 2500 data. Dalam pengimplementasian aplikasi digunakan metode perancangan perangkagt lunak *iterative incremental* dengan bahasa pemrograman python dan *framework* aplikasi web Django untuk perancangan aplikasi.

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan *dashboard* sentimen pada unggahan media sosial terhadap Universitas XYZ dengan *transformer* IndoBERT dan metode *iterative incremental serta m*engetahui hasil sentimen yang diberikan terhadap Universitas XYZ pada unggahan media sosial twitter. Aplikasi ini menyediakan fitur berupa halaman *crawler* media sosial, statistik, dan pengelolaan data sentimen. Setelah aplikasi selesai diimplementasikan, dilakukan pengujian *black box testing* berupa UAT untuk menguji fungsionalitas aplikasi sesuai dengan tabel spesifikasi yang telah didefinisikan. Hasil dari pengujian ini digunakan sebagai evaluasi fungsionalitas aplikasi yang telah dirancang.

Tabel 1: Keterkaitan antara tujuan, pengujian dan kesimpulan

No	Tujuan	Pengujian	Kesimpulan
1	Merancang aplikasi dashboard sentimen pada unggahan media sosial terhadap Universitas XYZ dengan transformer IndoBERT dan metode *iterative incremental*	Produk ini dihasilkan melalui proses iteratif sampai fase integrasi, di mana fokusnya adalah pada proses perancangan produk.	Dilakukan 2 kali proses iteratif pada perancangan perangkat lunak metode *iterative incremental*. Hasil pengujian digunakan sebagai evaluasi fungsionalitas aplikasi yang telah dirancang
2	Melakukan pengujian fungsional dan UAT pada aplikasi yang telah selesai dirancang sesuai dengan kebutuhan perangkat lunak hingga keseluruhan hasil pengujian diterima	Pengujian fungsional melalui UAT yang merupakan pengujian *blackbox* dilakukan sesuai proses metode *iterative incremental* pada fase pengujian	Proses pengujian aplikasi dengan mengikuti metode *iterative incremental* dilakukan dalam dua tahap saat masuk ke fase implementasi hingga diterima oleh semua pengguna. Pada tahap iterasi pertama, dilakukan perancangan bagian antarmuka aplikasi untuk keseluruhan fitur dan pada iterasi kedua dirancang fungsionalitas keseluruhan fitur aplikasi

1.4. Organisasi Tulisan

Pada jurnal ini berisi bagian abstrak, pendahuluan, studi terkait, sistem yang dibangun, evaluasi, kesimpulan serta daftar pustaka.

2. Studi Terkait

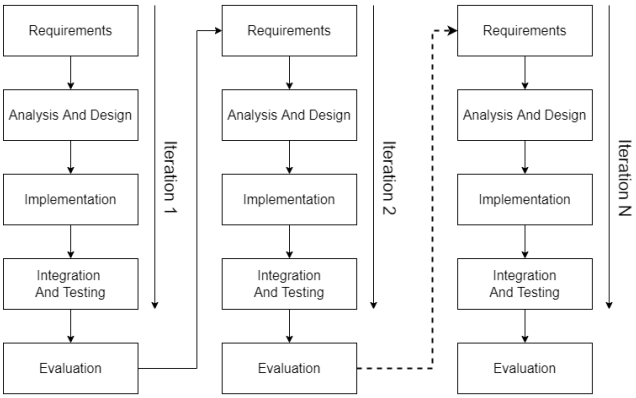
2.1. Analisis Sentimen

Analisis sentimen merupakan salah satu contoh implementasi bidang pemrosesan bahasa alami yang mempelajari opini dan emosi yang diekspresikan dalam suatu teks. Tugas dasar dalam analisis sentimen adalah melakukan pengelompokkan data teks dalam suatu kalimat kedalam kategori atau polaritas tertentu. Polaritas sendiri memiliki artian apakah suatu teks memiliki aspek positif atau negatif [2]. Teks dan opini yang ditentukan

polaritasnya dapat kita ambil melalui unggahan pengguna media sosial seperti Twitter dan Facebook. Tujuan akhir dari metode ini adalah untuk membantu para staf dalam menghasilkan informasi baru melalui analisis tanggapan publik pada layanan akademik sehingga dapat membantu dalam mengevaluasi data secara otomatis [5]. Untuk mendapatkan hasil model yang akurat pada analisis sentimen dibutuhkan metode dan algoritma yang tepat, sehingga tidak membuang waktu saat melakukan proses pengklasifikasian data tersebut [6].

2.2. *Iterative Incremental*

Metode *iterative incremental* merupakan salah satu metodologi perancangan perangkat lunak yang memiliki kesamaan seperti metode *waterfall* pada setiap tahapannya. Keduanya memiliki tahap pendefinisian kebutuhan sistem, desain sistem, implementasi, integrasi dan pengujian serta evaluasi. Perbedaan antara metode *waterfall* dan *iterative incremental* adalah metode *waterfall* tidak memiliki iterasi pengembangan fitur karena fokus dari metode *iterative incremental* adalah hasil perancangan aplikasi yang dilakukan secara bertahap dan berulang. Hal ini memungkinkan peningkatkan kualitas dalam perancangan aplikasi dan menyelesaikan masalah yang mungkin terjadi dalam setiap iterasi. Selain itu, metode iterative incremental juga memungkinkan untuk memperbarui dan memodifikasi desain sistem sesuai dengan kebutuhan yang muncul selama pengembangan aplikasi. [7].



Gambar 1: Metode Iterative Incremental

Berdasarkan gambar 1, tahapan metode *iterative incremental* memiliki beberapa tahapan yaitu:

1. Mendefinisikan kebutuhan sistem, pada tahap ini fitur sistem, dan tujuan dari pembangunan perangkat lunak didefinisikan secara rinci dan berfungsi sebagai spesifikasi lengkap dari sistem yang dibangun.
2. Desain sistem, proses desain sistem membahas terkait perangkat keras atau perangkat lunak sistem secara keseluruhan arsitekturnya. Desain perangkat lunak diidentifikasi dan digambarkan secara abstrak.
3. Implementasi sistem, pada tahap implementasi sistem, desain perangkat lunak yang telah didefinisikan diwujudkan sebagai satu set program atau unit program. Implementasi sistem dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman atau alat tertentu untuk memudahkan perancangan perangkat lunak.
4. Integrasi dan pengujian sistem, Setiap unit program diintegrasikan lalu diuji sebagai kesatuan sistem yang lengkap sehingga dapat dipastikan pemenuhan seluruh persyaratan.
5. Evaluasi, evaluasi perangkat lunak dilakukan untuk melakukan koreksi kesalahan yang tidak ditemukan sebelumnya sehingga perangkat lunak dapat berjalan dengan maksimal sesuai dengan kebutuhan pengguna.

2.3. *Web Framework*

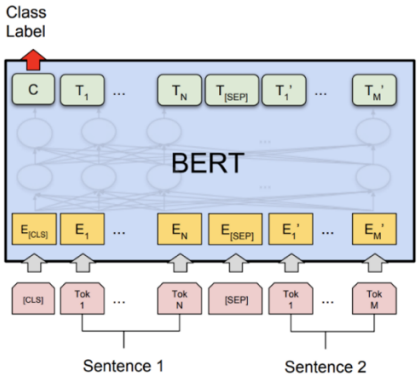
Web framework pada umumnya merupakan sebuah alat yang membantu untuk membangun sebuah aplikasi web dengan tujuan untuk menghindari kesalahan dan mengurangi waktu pembuatan aplikasi [8]. Dalam mengimplementasikan aplikasi *dashboard* sentimen digunakan *web framework* Django yang memiliki basis dasar bahasa pemrograman python.

2.4. Django

Django adalah sebuah kerangka kerja (*framework*) pengembangan situs yang bersifat *open source* dan gratis. Saat ini, Django banyak digunakan oleh para *developer* untuk membangun situs. Kerangka kerja ini menyediakan banyak fitur yang memungkinkan pengembangan dilakukan dengan cepat. Walaupun situs dibuat dengan cepat, situs yang dihasilkan oleh Django tetap aman, skalabel dan mudah dalam hal maintenance. Disamping performa, *framework* Django juga digunakan karena dapat memudahkan menghubungkan model sentimen IndoBERT karena memiliki basis bahasa pemrograman yang sama yaitu python. Dari segi arsitektur sistem Django menggunakan arsitektur MVT (Model, View, Template), di mana model berfungsi sebagai penghubung dengan *database*, *view* berperan dalam mengontrol tampilan, dan *template* menyediakan interaksi pengguna dengan aplikasi [9].

2.5. IndoBERT

IndoBERT adalah *pre-trained* model berbasis transformer dengan arsitektur BERT yang dilatih sebagai model bahasa *masked* dengan menggunakan *framework* Huggingface. Secara keseluruhan transformer IndoBERT dilatih dengan lebih dari 220 juta kata-kata berba yang berasal dari 3 sumber utama yaitu Wikipedia Indonesia (74 juta kata-kata), artikel berita seperti Kompas, Tempo, dan Liputan 6 (total 55 Juta kata-kata); dan Web Corpus Indonesia (90 juta kata-kata) [10]. Transformer IndoBERT memiliki arsitektur yang sama dengan model BERT sehingga dapat dilakukan proses *fine-tuning* atau melatih data baru untuk menciptakan suatu model dari dataset yang spesifik. Selama fase tersebut model menggabungkan dua kalimat *input* secara acak pada korpus yang digunakan. Model kemudian harus memprediksi apakah dua kalimat yang terpisah dengan token [SEP] tersebut saling berelasi atau tidak [11]. Ilustrasi dari proses *fine-tuning* untuk model klasifikasi pada metode BERT ditampilkan pada Gambar 2. Berdasarkan studi sebelumnya, model IndoBERT digunakan pada kasus analisis sentimen karena menghasilkan akurasi yang baik untuk melakukan proses klasifikasi pada sosial media [12].



Gambar 2: Arsitektur Model BERT

2.6. *Unified Modelling Language* (UML)

Unified Modelling Language (UML) merupakan metode standar *modelling language* yang berorientasi pada grafik dalam perancangan perangkat lunak [13]. Pada umumnya UML digunakan pada perancangan perangkat lunak yang memiliki arsitektur berbasis objek. Tujuan utama dari UML adalah untuk mendefinisikan scenario kebutuhan perangkat lunak yang akan dirancang berdasarkan bagaimana pengguna menggunakan sistem [14]. Beberapa model diagram UML yang akan digunakan yaitu.

1. *Use case diagram, use case diagram* merupakan diagram yang menampilkan grafik terkait interaksi antara aktor dengan fitur sistem yang telah didefinisikan. Aktor merupakan suatu peran yang dapat mengakses sistem tertentu seperti hak akses *admin* dan *user* sedangkan fitur sistem atau *use case* merupakan suatu penanda aktivitas yang dapat dilakukan oleh aktor.
2. Sequence diagram, *Sequence diagram* merupakan diagram yang menjelaskan interaksi pada antar objek berdasarkan urutan yang telah ditentukan. Urutan yang dimaksud adalah skenario urutan apa saja yang akan berjalan terlebih dahulu, bagaimana kelanjutannya hingga bagaimana proses akhirnya.

2.7. *User Acceptance Test*

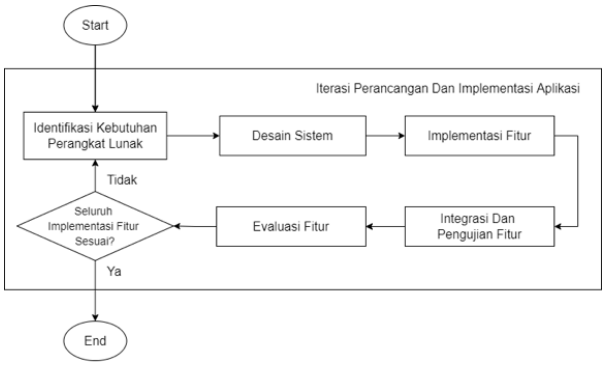
UAT adalah metodologi paling inovatif untuk mencegah kegagalan proyek perancangan perangkat lunak. Efektifitas pengujian sangat diperlukan dalam pengembangan suatu aplikasi agar produk dapat sampai kepada pengguna tepat waktu dan sesuai dengan kebutuhan pengguna [15]. Pengujian yang dilakukan dibagi menjadi dua pengujian yaitu pengujian *alpha* dengan metode *black box* dan pengujian *beta* dengan menggunakan skala *likert*.

2.8. *Black Box Testing*

Black box testing adalah metode pengujian aspek fundamental dari suatu sistem tanpa memperhatikan logika internal dari struktur perangkat lunak [16]. Metode ini digunakan untuk mengetahui apakah perangkat lunak berfungsi dengan baik atau tidak secara fungsionalitasnya. Metode *black box testing* memungkinkan pengembang perangkat lunak untuk memperoleh serangkaian kondisi masukkan yang sepenuhnya hanya memanfaatkan persyaratan fungsional pada suatu program [17]. Dalam *black box testing*, perancang perangkat lunak membuat tabel yang mencakup form atau halaman uji, skenario pengujian, hasil pengujian, dan status pengujian.

3. Sistem yang Dibangun

Sistem yang dibangun pada tugas akhir ini adalah sebuah *dashboard* analisis sentimen terkait kiriman pengguna pada media sosial Twitter terkait dengan perguruan tinggi di Indonesia. Keseluruhan sistem dibangun mengikuti metode perancangan perangkat lunak *iterative incremental* yang digambarkan pada gambar 3.

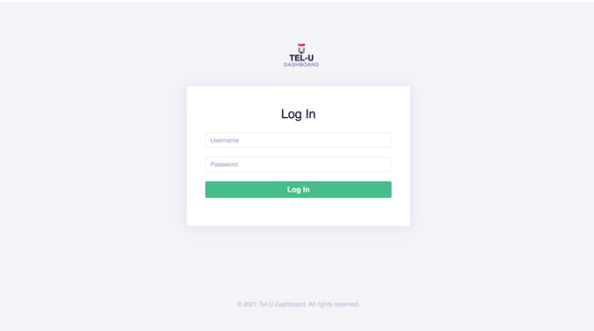


Gambar 3: Diagram Alir Perancangan Sistem

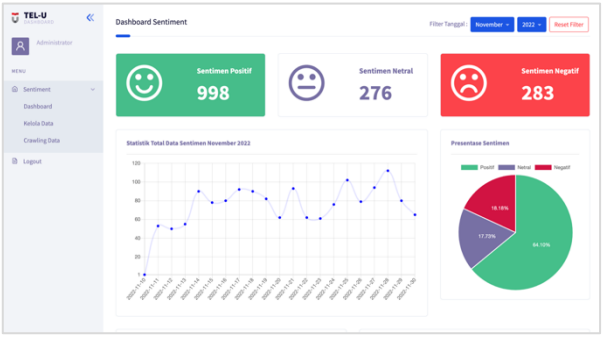
3.1. Identifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak

Dalam perancangan *dashboard* analisis sentimen dirancang beberapa fitur utama untuk dapat digunakan dengan maksimal sesuai dengan tujuan target pengguna yaitu oleh pihak pengelola perguruan tinggi. Beberapa fitur yang dirancang pada aplikasi selama iterasi perancangan diantaranya yaitu.

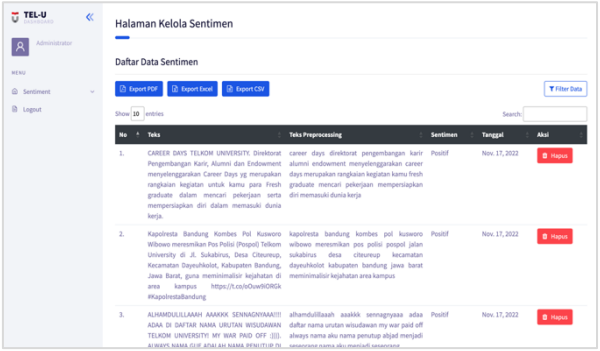
1. Halaman login, halaman login merupakan halaman yang digunakan pengguna untuk melakukan proses autentikasi hak akses akun yang dimiliki sebelum dapat menggunakan fitur utama pada aplikasi.
2. Halaman utama, halaman utama merupakan halaman yang menampilkan statistik terkait data sentimen yang telah dikelola oleh penggun. Halaman ini dapat diakses oleh seluruh pengguna yang telah melakukan autentikasi. Beberapa hal yang akan ditampilkan pada halaman utama adalah visualiasi terkait jumlah positif dan negatif, perbandingan sentimen, riwayat tanggal data sentimen dan contoh data sentimen yang telah disimpan pada basis data.
3. Halaman *crawler*, halaman crawler merupakan halaman yang dapat digunakan oleh user dengan role admin untuk melakukan pengambilan data baru terkait sentimen pengguna pada beberapa media sosial. Setelah melakukan pengambilan data pengguna dapat melakukan seleksi terhadap data yang ingin disimpan ke dalam basis data aplikasi atau yang ingin dihapus.
4. Halaman kelola sentimen, halaman kelola sentimen digunakan oleh pengguna untuk mengelola data sentimen yang telah disimpan ke dalam basis data. Pada fitur ini admin dapat melihat detail proses dari *data preprocessing* hingga hasil klasifikasi data. Disamping itu, admin juga dapat melakukan proses kelola data sentimen berupa penghapusan data.



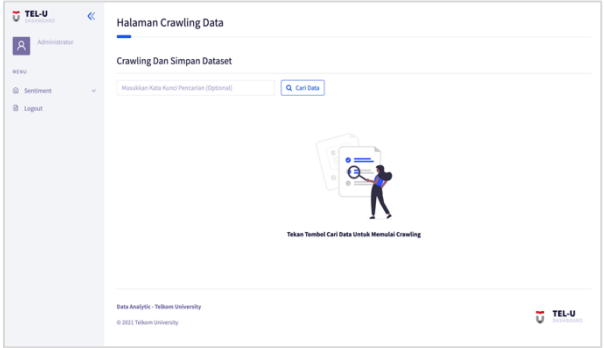
Gambar 4: Halaman Login



Gambar 5: Halaman Dashboard



Gambar 6: Halaman Kelola Sentimen



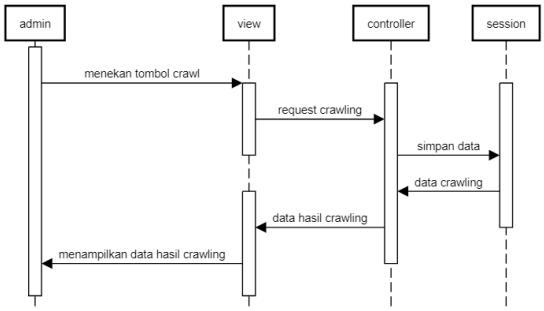
Gambar 7: Halaman Crawling Data

3.2. Desain Sistem

Pada tahap desain sistem dirancang beberapa diagram dan prototipe antarmuka aplikasi dengan tujuan untuk dapat lebih memahami dengan lebih jelas bagaimana alur dari sistem *dashboard* analisis sentimen dirancang. Pada tahap ini dirancang alur dan batasan dari fitur yang telah didefinisikan pada tahap identifikasi perangkat lunak.

3.2.1 Sequence Diagram Proses *Crawling* Data

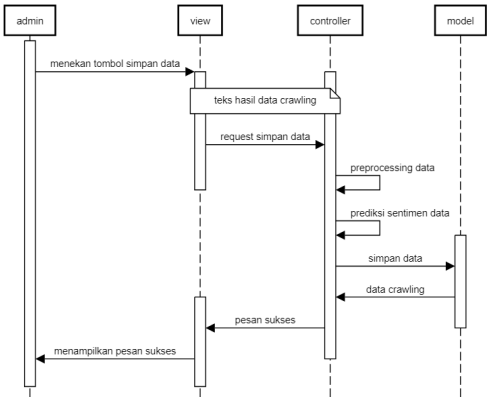
Proses untuk *crawling* data dilakukan oleh admin dengan menekan tombol crawl pada halaman crawling media sosial. Setelah *controller* memproses pengambilan data maka data disimpan ke dalam sebuah sesi sebelum pada akhirnya disimpan kedalam basis data yang kemudian hasilnya ditampilkan ke admin.



Gambar 8: Sequence Diagram Crawling Data

3.2.2 Sequence Diagram Proses Menyimpan Hasil Crawling Data

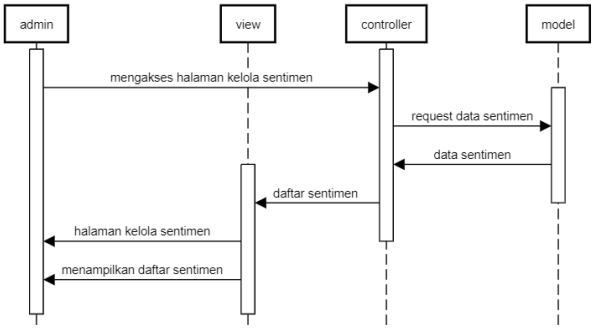
Pada proses menyimpanan hasil *crawling* data, aplikasi menyimpan data sementara sentimen yang telah di *crawl* sebelumnya kedalam basis data. Sebelum menyimpan data, dilakukan pemisahan masing-masing kolom menjadi data mentah, data hasil *preprocessing* dan hasil prediksi data sentimen.



Gambar 9: Sequence Diagram Simpan Data Crawling

3.2.3 Sequence Diagram Proses Mengakses Halaman Kelola Sentimen

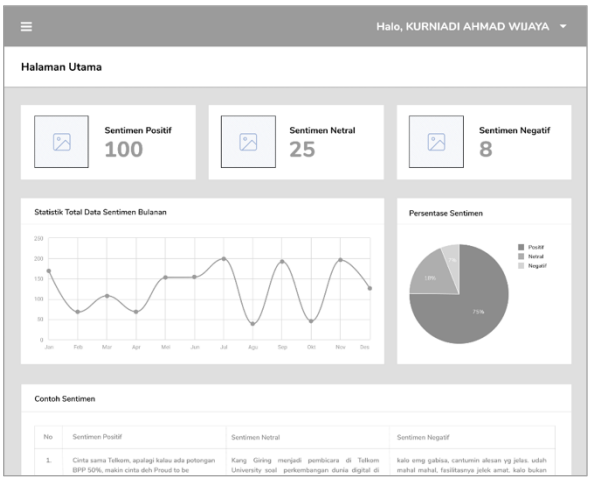
Pada proses mengakses halaman kelola sentimen *controller* melakukan *request* data sentimen ke model sebelum membawa data yang telah disimpan bada basis data ke *view* untuk ditampilkan dalam bentuk daftar tabel.



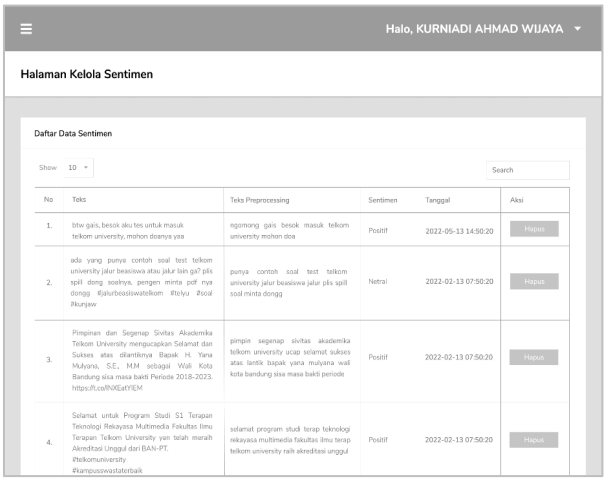
Gambar 10: Sequence diagram akses halaman kelola sentimen

3.2.4 Perancangan Desain Antarmuka Aplikasi

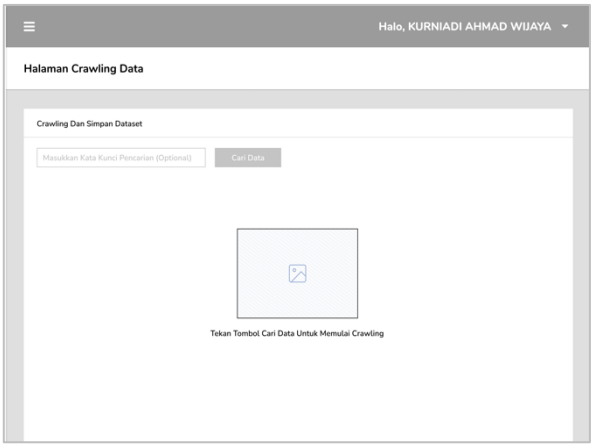
Perancangan desain antarmuka aplikasi merupakan proses merancang tampilan dari setiap halaman aplikasi yang ada dalam bentuk suatu prototipe. Tujuan proses ini adalah untuk mendefinisikan tampilan awal dari aplikasi secara garis besar sehingga memudahkan untuk proses pengimplementasiannya.



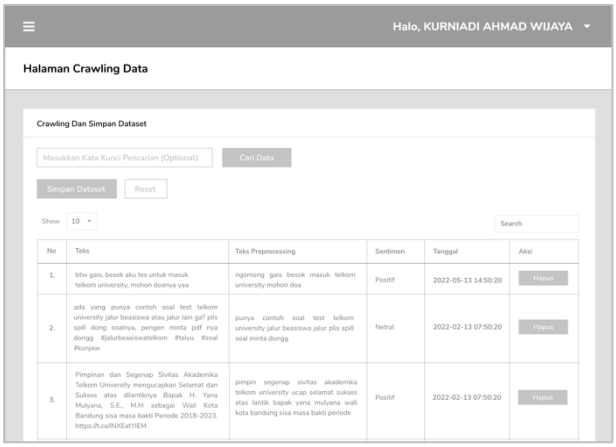
Gambar 11: Halaman Dashboard



Gambar 12: Halaman Kelola Sentimen



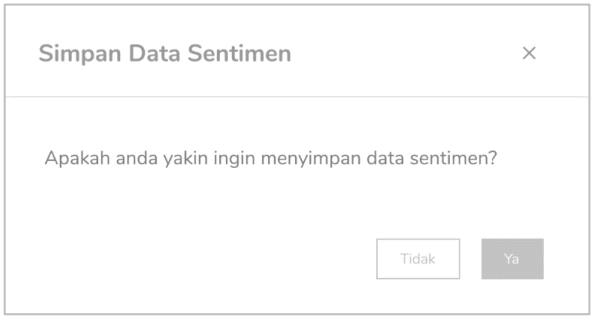
Gambar 14: Halaman Crawling Data



Gambar 13: Halaman Hasil Crawling Data



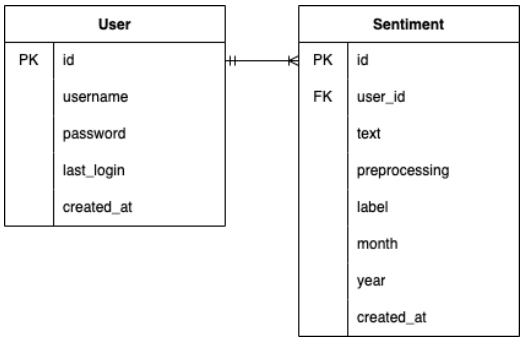
Gambar 16: Modal Hapus Data Sentiment



Gambar 15: Modal Simpan Data Sentimen

3.2.5 Perancangan Basis Data

Perancangan basis data aplikasi dirancang seperti menggunakan diagram ERD seperti pada gambar 13. Pada basis data yang dirancang terdapat 2 tabel yaitu table u*ser* dan s*entiment*. Tabel u*ser* merupakan tabel yang digunakan untuk menyimpan data pengguna yang digunakan pada proses login sedangkan tabel *sentiment* merupakan tabel untuk menyimpan data sentimen hasil *crawling*.



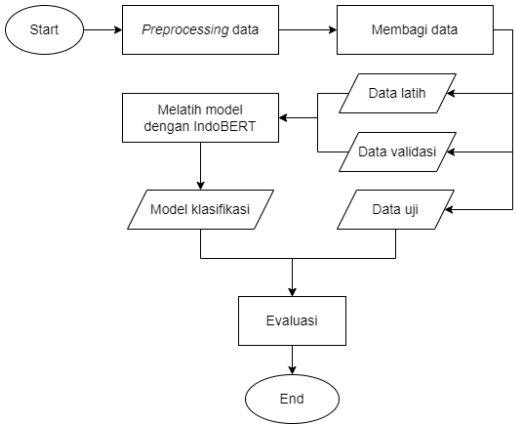
Gambar 17: Struktur Basis Data

3.3. Implementasi Fitur

Pada tahap implementasi fitur program dirancang sesuai dengan kebutuhan dan desain sistem yang telah didefinisikan sebelumnya. Pada tahap ini dijelaskan terkait perancangan model klasifikasi sentimen dan tahap perancangan *dashboard* sentimen media sosial.

3.3.1 Perancangan Model Klasifikasi Sentimen

Perancangan model klasifikasi sentimen adalah proses pembuatan model matematis yang bertujuan untuk mengklasifikasikan sentimen dari teks tertentu. Model ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi apakah suatu teks bersifat positif, negatif, atau netral.



Gambar 18: Alur Perancangan Model Sentimen

Proses tahap pra-pemrosesan data dilakukan pembersihan data berupa *case folding*, *unescaped* HTML, URL *removal*, *mention removal*, *punctuation removal*, dan *number removal*. Setelah tahap preprocesing awal selanjutnya dilakukan proses penghapusan *stopwords*, *stemming* dan tokenisasi. Pada proses ini tokenisasi dilakukan menggunakan *tokenizer* IndoBERT. Setelah tokenisasi dilakukan hasil tokenisasi tersebut di ubah kedalam representasi vektor yang berisi urutan angka sesuai dengan hasil tokenisasi atau disebut sebagai proses *encode*. Contoh hasil akhir dari pra-pemrosesan hingga encode data dapat dilihat seperti pada tabel 1.

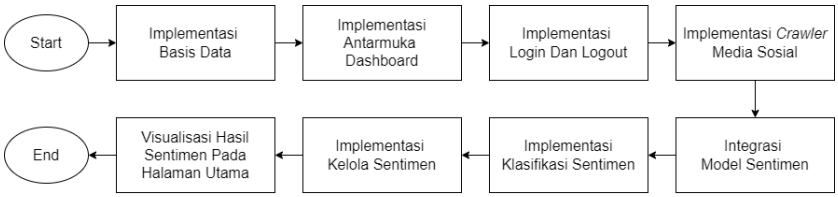
Tabel 2: Alur Proses Pra-pemrosesan Data

Contoh teks	Hasil pra-pemrosesan dan tokenisasi	Hasil *encode* token
Selamat untuk Program Studi S2 Teknik Elektro Fakultas Teknik Elektro (FTE) yang telah berhasil meraih Akreditasi Unggul dari BAN-PT. #telkomuniversity	['[CLS]', 'selamat', 'program', 'studi', 'teknik', 'elektro', 'fakultas', 'teknik', 'elektro', 'hasil', 'raih', 'akreditasi', 'unggul', '[SEP]']	[2, 2368, 986, 2281, 1892, 20055, 4344, 1892, 20055, 562, 12397, 12005, 6176, 3]

Proses pembagian data untuk proses perancangan model sentimen dibagi secara acak menjadi 3 bagian yaitu 70% data latih, 10% data validasi, dan 10% data uji. Setelah tahap pembagian data, langkah selanjutnya dalam perancangan model adalah melakukan proses melatih model atau *fine-tuning*. Proses evaluasi dilakukan dengan beberapa metrik seperti *confusion matrix, accuracy, precision, recall dan f1-score*.

3.3.2 Perancangan Dashboard Sentimen Media Sosial

Pada tahap ini aplikasi dirancang sesuai dengan desain sistem yang telah didefinisikan sebelumnya. Adapun alur tahap implementasi keseluruhan fitur dashboard sentimen media sosial ditampilkan pada .



Gambar 19: Alur Pengerjaan Fitur

Aplikasi ini dikembangkan dengan menggunakan *framework* Django sebagai penghubung ke basis data dan pengolahan data, *framework* bootstrap untuk desain antarmuka, dan sistem basis data SQLite untuk penyimpanan data. Dalam proses pengembangan fitur aplikasi, terdapat dua iterasi atau perubahan berupa penambahan fitur atau kebutuhan lainnya. Setelah aplikasi selesai diimplementasikan, aplikasi diintegrasikan dengan model klasifikasi sentimen yang telah dirancang sebelumnya. Selanjutnya, sistem *crawling* dan halaman untuk mengelola sentimen dirancang. Data yang telah dikelola kemudian ditampilkan dalam bentuk visualisasi pada halaman utama. *Framework* Django dengan struktur MVT (Model, View, dan Template) digunakan dalam proses implementasi, dengan beberapa kelas dan fungsi yang ditunjukkan dalam tabel 2.

Tabel 3: Implemetasi MVT

No	Jenis	Nama Fungsi / Kelas	Penjelasan
1	Model	Sentiment	Kelas model yang berisikan *field* yang berkaitan dengan data sentimen.
2		User	Kelas model yang berisikan *field* yang berkaitan dengan data user.
3	View	preprocessing	Fungsi untuk melakukan pra-pemrosesan data sentimen.
4		dashboard	Fungsi untuk melakukan pengambilan data sentimen beserta filter, bagan yang dibutuhkan dan menampilkan halaman utama.
5		manage	Fungsi untuk melakukan keseluruhan pengambilan data sentimen pada basis data dan menampilkan halaman kelola sentimen.
6		crawl	Fungsi untuk menampilkan tampilan halaman *crawl*.
7		crawl_tweets	Fungsi untuk melakukan proses *crawling*, *preprocessing*, dan prediksi data yang telah di *crawl*.
8		crawl_save	Fungsi untuk menyimpan data sentimen yang telah di *crawl*.
9		create_url	Fungsi untuk melakukan penggabungan kata kunci dan proses paginasi pada data twitter yang sebelum melakukan proses *crawl*
10		connect_to_endpoint	Fungsi untuk melakukan koneksi dan pengambilan data *crawl* melalui API Twitter
11		get_next_token	Fungsi untuk mengambil token selanjutnya pada paginasi saat *crawl* untuk mendapatkan data selanjutnya.
12		get_data	Fungsi untuk melakukan keseluruhan proses *crawling* beserta membentuk *field* data dalam bentuk *dictionary*.
		generate_wordcloud	Fungsi untuk melakukan pembuatan gambar *word cloud* berdasarkan kata terbanyak dalam data sentimen pada periode tertentu sesuai filter tanggal yang diinginkan.
13	Template	sentimen	Tampilan yang digunakan untuk menampilkan statistik keseluruhan atau beberapa data berdasarkan filter sentimen yang ada pada basis data.
14		kelola	Tampilan yang digunakan untuk melihat, menghapus, mencari dan memfilter data sentimen pada basis data.
15		crawl	Tampilan yang digunakan untuk melakukan pencarian data sentimen pada Twitter dan menyimpannya pada basis data.

4. Evaluasi

Evaluasi yang dilakukan dalam perancangan aplikasi *dashboard* sosial media ini adalah *User Acceptance Test* (UAT) metode *black box testing* dengan jenis *functional testing* dan skala likert, yaitu pengujian yang bertujuan untuk mengecek apakah setiap fitur pada aplikasi bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian ini dilakukan dengan meminta calon pengguna aplikasi untuk mencoba masing-masing fitur dan memberikan masukan data. Selanjutnya, hasil yang diharapkan dan hasil yang sebenarnya dari aplikasi yang telah dibangun dicocokkan dengan status berupa diterima atau ditolak.

4.1 Hasil Pengujian

Dalam melakukan pengujian fungsional dilakukan pembagian modul untuk mempermudah menganalisis hasil dari pengujian yang telah dilakukan adapun hasil pengujian setiap modul tersebut antara lain sebagai berikut.

Tabel 4: Pengujian *Functional Testing* Proses Login

Kasus Dan Hasil Uji (Data Normal)			
Data masukkan	Hasil yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
username: admin password: admin	Pengguna berhasil masuk ke sistem dan diarahkan ke halaman *dashboard*	Pengguna memasukkan username dan password dan berhasil dialihkan.	[x] diterima [ ] ditolak
Kasus Dan Hasil Uji (Data Salah)			
Data masukkan	Hasil yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
username: password:	Keluar pesan *error* username dan password harus diisi untuk *login*	Pengguna memasukkan kata sandi salah dan muncul *error*	[x] diterima [ ] ditolak
username: shjw2 password: dsnsn3	Keluar pesan *error* email atau password salah karena pengguna tidak ditemukan	Memasukkan data yang salah dan muncul pesan *error.*	[x] diterima [ ] ditolak

Tabel 5: Pengujian *Functional Testing* Halaman Dashboard

Kasus Dan Hasil Uji (Data Normal)			
Data masukkan	Hasil yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
-	Pengguna ditampilkan diagram lingkaran dan garis, *word cloud* keseluruhan dan bulanan, serta jumlah data masing-masing sentimen netral, negatif dan positif beserta contohnya susai data yang ada pada basis data.	Ketika berada di halaman dashboard pengguna dapat melihat gambar *word cloud*.	[x] diterima [ ] ditolak
month: desember *year*: 2022	Pengguna ditampilkan diagram lingkaran dan garis, *word cloud*, serta jumlah data masing-masing sentimen netral, negatif dan positif beserta contohnya sesuai dengan filter bulan dan tahun	Pengguna mengubah data *dropdown* bulan dan tahun yang tersedia dan aplikasi menampilkan data sesuai filter yang dimasukkan.	[x] diterima [ ] ditolak

Tabel 6: Pengujian *Functional Testing* Halaman Crawler

Kasus Dan Hasil Uji (Data Normal)			
Data masukkan	Hasil yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
search:	Pengguna ditampilkan hasil *crawl*, *preprocessing* dan prediksi data sentimen sesuai kata kunci dimasukkan	Pengguna menekan tombol cari data dan modal tunggu proses *crawling* muncul, setelah selesai data sesuai kata kunci bawaan muncul.	[x] diterima [ ] ditolak
search: telyu #telkomuniversity	Pengguna ditampilkan hasil *crawl*, *preprocessing* dan prediksi data sentimen sesuai kata kunci yang dicari	Memasukkan kata kunci pada input pencarian dan menekan tombol cari data. Muncul modal tunggu proses *crawling*, setelah selesai data *crawl* sesuai dengan kata kunci	[x] diterima [ ] ditolak

		yang telah dimasukkan sebelumnya tampil.	
reset	Halaman tampilan *crawl* kembali ke posisi awal dan data sentimen yang telah berhasil dilakukan *crawl* dihapus	Menekan tombol reset, halaman *crawl* dimuat ulang secara otomatis dan data *crawl* sebelumnya terhapus.	[x] diterima [ ] ditolak
save	Modal *loading* dimunculkan dan ketika proses selesai modal sukses menyimpan data sentimen muncul dan pengguna dialihkan ke halaman kelola sentimen	Menekan tombol simpan data, modal sukses simpan data muncul, dan diarahkan ke halaman kelola sentimen .	[x] diterima [ ] ditolak

Tabel 7: Pengujian *Functional Testing* Halaman Kelola Sentimen

Kasus Dan Hasil Uji (Data Normal)			
Data masukkan	Hasil yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
-	Halaman tampil dengan tabel sentimen dengan kolom, tombol *export* serta tombol filter.	Pada menu menekan tombol navigasi kelola sentimen dan dialihkan ke halaman kelola sentimen.	[x] diterima [ ] ditolak
label: 1 *start_date: 10-10-2022* *end_date: 12-10-2022*	Halaman tampil dengan tabel sentimen dengan kolom dan data sesuai dengan filter yang digunakan.	Menekan tombol filter, modal filter muncul, memilih filter sesuai yang diinginkan, data sentimen tampil sesuai filter yang dimasukkan.	[x] diterima [ ] ditolak
-	Pengguna berhasil mengunduh data hasil *export* berupa PDF, CSV, dan Excel.	Menekan salah satu tombol *export* kemudian file otomatis terunduh pada *web browser*.	[x] diterima [ ] ditolak
label: 1 *start_date: 10-10-2022* *end_date: 12-10-2022*	Pengguna berhasil mengunduh data hasil *export* berupa PDF, CSV, dan Excel sesuai dengan filter yang digunakan.	Menekan tombol filter, modal filter muncul, memilih filter sesuai yang diinginkan, data sentimen tampil sesuai filter yang dimasukkan. Menekan salah satu tombol *export* kemudian file otomatis terunduh pada *web browser*.	[x] diterima [ ] ditolak
id: 1	Pengguna berhasil menghapus data sentimen sesuai dengan yang diinginkan	Menekan tombol hapus, modal konfirmasi hapus muncul, menekan tombol konfirmasi hapus, situs dimuat ulang dan data telah terhapus	[x] diterima [ ] ditolak

4.2 Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil laporan pengujian fungsional, Fitur proses login, halaman dashboard, halaman crawler, dan halaman kelola sentimen diterima sebesar 100% dan sesuai dengan hasil yang diharapkan untuk seluruh test case yang ada. Hal Ini menunjukkan aplikasi yang dirancang telah berhasil melewati pengujian untuk proses login, halaman dashboard, halaman crawler, dan halaman kelola sentimen. Adapun analisis deskriptif terkait hasil pengujian untuk seluruh kasus uji coba dideskripsikan melalui tabel 8.

Tabel 8: Analisis Deskriptif Hasil Pengujian Fungsional

Halaman	Fitur	Analisis Hasil Pengujian
Login	Autentikasi Pengguna	Proses autentikasi pengguna berhasil dilakukan dengan baik, sistem dapat mengenali dan memvalidasi username dan password yang benar, serta memberikan akses yang sesuai kepada pengguna. Sistem juga dapat menangani kasus jika pengguna memasukkan username dan password yang salah.
Dashboard	Diagram Statistik Sentimen	Sistem dapat menampilkan diagram statistik sentimen sesuai dengan data sentimen yang ada. Diagram dapat digunakan untuk melihat perbandingan sentimen positif, negatif, dan netral secara visual dan mudah dipahami. Selain itu sistem juga dapat menampilkan data secara realtime dan dapat di update sesuai dengan data yang baru.
	Filter Berdasarkan Bulan dan Tahun	Sistem dapat melakukan filter berdasarkan bulan dan tahun sesuai dengan input yang ditentukan oleh pengguna dan menampilkan keseluruhan data yang sesuai dengan filter tersebut.
	Menampilkan Data Sentimen Positif, Negatif, dan Netral	Sistem dapat menampilkan data sentimen positif, negatif, dan netral sesuai dengan label yang ditentukan. Fitur ini memudahkan pengguna untuk mengetahui contoh sentimen untuk data positif negatif dan netral
Crawler	Pencarian Berdasarkan Kata Kunci	Sistem dapat melakukan pencarian data sentimen pada media sosial twitter berdasarkan kata kunci yang ditentukan oleh pengguna dan menampilkan hasil yang sesuai dengan kata kunci tersebut.
	Pencarian Tanpa Kata Kunci	Sistem dapat melakukan pencarian data sentimen pada media sosial twitter tanpa kata kunci sehingga hasil yang ditampilkan sesuai dengan kata kunci bawaan yang telah ditentukan yaitu “telkomuniversity universitastelkom telkom university”
Kelola Sentimen	Hapus Data Sentimen	Sistem dapat menghapus data sentimen yang tidak diinginkan dengan baik, fitur ini memudahkan pengguna untuk mengatur data sentimen yang ada.
	Filter Berdasarkan Tanggal dan Label	Sistem dapat melakukan filter berdasarkan tanggal awal dan akhir serta label yang ditentukan oleh pengguna dan menampilkan data yang sesuai dengan filter tersebut.

Untuk pengujian *user acceptance test* menggunakan skala likert, ditetapkan 5 pilihan sebagai bobot tiap poin penilaian dari pertanyaan terkait kualitas aplikasi yang di uji coba. berikut adalah analisis hasil pengujian dari 3 responden, yang merupakan tim analisis media sosial Telkom University.

Tabel 9: Bobot Penilaian User Acceptance Testing Skala Likert

Pilihan	Keterangan	Bobot
SS	Sangat Setuju	5
S	Setuju	4
N	Netral	3
TS	Tidak Setuju	2
STS	Sangat Tidak Setuju	1

Tabel 10: Hasil UAT Poin Usability

No	Pertanyaan						
1	Usability	SS	S	N	TS	STS	ToT
1.1	Tampilan warna yang disajikan menarik dan tidak membosankan	1	2				86%
1.2	Memiliki kemudahan navigasi	1	2				86%
1.3	Fitur yang disediakan mudah dimengerti	2	1				93%
1.4	Peletakan informasi yang sudah tepat	2	1				93%
1.5	Tampilan informasi yang disajikan rapi	1	2				86%
1.6	Memiliki desain dan peletakan komponen yang sesuai dengan kebutuhannya	1	2				86%
Total		8	10				88%

Tabel 11: Hasil UAT Poin Information

No	Pertanyaan						
2	Information Quality	SS	S	N	TS	STS	ToT
2.1	Informasi yang disajikan sangat detail		3				80%
2.2	Informasi yang disajikan sesuai dengan kebutuhan pengguna		3				80%
2.3	Penulisan teks pada aplikasi mudah dipahami atau dapat dibaca dengan jelas	1	2				86%
Total		1	8				82%

Tabel 12: Hasil UAT Poin Interaction Quality

No	Pertanyaan						
3	Interaction Quality	SS	S	N	TS	STS	ToT
3.1	Secara keseluruhan aplikasi dapat berjalan dengan baik tanpa adanya error	2	1				93%
3.2	Setiap menu yang disajikan sesuai dengan fungsinya	2	1				93%
3.3	Menyediakan fitur untuk memudahkan pengelolaan data sentimen	1	2				83%
3.4	Menyediakan fitur dalam memudahkan mendapatkan keseluruhan informasi	2	1				93%
Total		7	5				91%

Berdasarkan jawaban dari para responden, dapat disimpulkan pada user acceptance testing aplikasi ini menghasilkan rata-rata 88% untuk usability, 82% untuk information quality, dan 91% untuk interaction quality. Rata-rata masing-masing komponen mendapat poin lebih dari 80% yang artinya aplikasi sudah layak untuk diterima dan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan.

5. Kesimpulan

Dashboard sentimen media sosial yang dibangun menggunakan *framework* Django, model sentimen IndoBERT yang telah dilakukan *fine-tuned*, dan metode perancangan perangkat lunak *iterative incremental* telah berhasil diimplementasikan dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari hasil evaluasi UAT pengujian fungsional yang menunjukkan bahwa *dashboard* ini dapat memenuhi kebutuhan analisis sentimen media sosial dengan hasil diterima sebesar 100% dari tiga belas kasus uji coba dan skala likert sebesar >80% sehingga aplikasi layak untuk diterima dan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan. Untuk pengembangan selanjutnya, diusulkan untuk menambahkan fitur baru seperti analisis pengkategorian topik dan visualisasi data yang lebih interaktif. Integrasi dengan platform media sosial lain juga dapat dilakukan untuk meningkatkan jangkauan data yang dianalisis. Untuk meningkatkan akurasi analisis sentimen, diusulkan untuk melakukan *fine-tuned pre-trained* model sentimen lainnya seperti IndoBERTweet dan pengujian dan evaluasi performa model pada data yang berbeda.

Daftar Pustaka

[1] H. R. Alburo, C. L. C. Sta. Romana, and L. S. Feliscuzo, "Sentiment Analysis of the Academic Services of ESSU Salcedo Campus using Plutchik Model And Latent Dirichlet Allocation Algorithm," *The International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, vol. 9, no. 6, pp. 176–183, 2021, doi: 10.35940/ijrte.f5472.039621.

[2] E. Cristella and S. Yuliant, "ANALISIS SENTIMEN TENTANG KASUS LAYANAN AKADEMIK DI PERGURUAN TINGGI (KASUS : TELKOM UNIVERSITY)," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 5, no. 3, pp. 7586–7596, 2018.

[3] D. F. Sengkey, A. Jacobus, and F. J. Manoppo, "Implementing Support Vector Machine Sentiment Analysis to Students' Opinion toward Lecturer in an Indonesian Public University," *Journal of Sustainable Engineering: Proceedings Series*, vol. 1, no. 2, pp. 194–198, 2019, doi: 10.35793/joseps.v1i2.27.

[4] K. S. Nugroho, A. Y. Sukmadewa, H. Wuswilahaken Dw, F. A. Bachtiar, and N. Yudistira, "BERT Fine-Tuning for Sentiment Analysis on Indonesian Mobile Apps Reviews," *ACM International Conference Proceeding Series*, pp. 258–264, 2021, doi: 10.1145/3479645.3479679.

[5] I. Nur Fakhri, Jondri, and R. Febrian Umbara, "Analisis Sentimen pada Kuisioner Kepuasan Terhadap Layanan dan Fasilitas Kampus Universitas Dengan Menggunakan Klasifikasi Support Vector Machine (SVM)," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 6, no. 2, pp. 8682–8691, 2019.

[6] M. A. Maulana, A. Setyanto, and M. P. Kurniawan, "Analisis Sentimen Media Sosial Universitas Amikom," *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia 2018 UNIVERSITAS AMIKOM Yogyakarta, 10 Februari 2018*, pp. 7–12, 2018.

[7] Gharajeh MS, "Waterative model: An integration of the waterfall and iterative software development paradigms," *Database Systems Journal*, no. September, pp. 75–81, 2019.

[8] D. H. Curie, J. Jaison, J. Yadav, and J. R. Fiona, "Analysis On Web Frameworks," *J Phys Conf Ser*, vol. 1362, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1362/1/012114.

[9] M. Rajeswari and K. R. Kamalam, "Developing Django Web Framework," *JETIR (Journal of Emerging Technologies and Innovative Research)*, vol. 9, no. 6, 2022.

[10] F. Koto, A. Rahimi, J. Lau Han, and T. Baldwin, "IndoLEM and IndoBERT : A Benchmark Dataset and Pre-trained Language Model for Indonesian NLP," pp. 757–770, 2020.

[11] W. Shi and V. Demberg, "Next sentence prediction helps implicit discourse relation classification within and across domains," *EMNLP-IJCNLP 2019 - 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing and 9th International Joint Conference on Natural Language Processing, Proceedings of the Conference*, pp. 5790–5796, 2019, doi: 10.18653/v1/d19-1586.

[12] C. A. Putri, S. Al Faraby, and Adiwijaya, "Analisis Sentimen Review Film Berbahasa Inggris Dengan Pendekatan Bidirectional Encoder Representations from Transformers," vol. 6, no. 2, pp. 181–193, 2020.

[13] K. K. Gebretsadik, "Challenges and Opportunity of UML Diagram for Software Project development as a complete Modeling Tool," vol. 7, no. 3, pp. 46–48, 2020, doi: 10.9790/0050-07034648.

[14] H. Koç, A. M. Erdoğan, Y. Barjakly, and S. Peker, "UML Diagrams in Software Engineering Research: A Systematic Literature Review," 2021, p. 13. doi: 10.3390/proceedings2021074013.

[15] I. Afrianto, A. Heryandi, A. Finadhita, and S. Atin, "User Acceptance TestForDigital Signature Application In Academic Domain To Support The Covid-19 Work From Home Program," *International Journal of Information System & Technology Akreditasi*, vol. 5, no. 3, pp. 270–280, 2021, [Online]. Available: https://tt-el.my.id/.

[16] U. Nugraha and T. Sianturi, "Blackbox Testing On E-Commerce System Web-Based Evermos (Feature: Registration Experiment & Revamp)," 2021.

[17] P. Ambarwati, "Naïve Bayes and Black Box Testing Implementation on Sentiment Analysis Of Aloe Vera Product Reviews," *Techno Nusa Mandiri*, vol. 17, no. 2, pp. 1–6, 2020.