

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem klasifikasi sentimen ulasan pengguna aplikasi *Access by KAI* menggunakan model IndoBERT, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem klasifikasi sentimen ulasan pengguna aplikasi *Access by KAI* berhasil dirancang dan dibangun dalam bentuk aplikasi berbasis web menggunakan metode Prototype. Perancangan sistem dilakukan melalui analisis kebutuhan serta pemodelan menggunakan flowchart, Use Case Diagram, Activity Diagram, Sequence Diagram, dan Class Diagram. Sistem memiliki satu aktor utama, yaitu *Admin*, yang dapat mengakses fitur *Login*, Dashboard, Live Scraping, AI Pipeline, Masukan Ulasan, dan *Logout*. Basis data PostgreSQL digunakan untuk menyimpan akun *Admin*, data ulasan, hasil klasifikasi sentimen, nilai confidence, kategori aspek, dan informasi pendukung lainnya.
2. Model IndoBERT berhasil diimplementasikan untuk mengklasifikasikan teks ulasan ke dalam tiga kelas sentimen, yaitu negatif, netral, dan positif. Model dikembangkan melalui tahap persiapan dataset, preprocessing, pembagian data, tokenisasi, *fine-tuning*, dan evaluasi. Model hasil pelatihan kemudian diekspor ke format ONNX dan dijalankan pada backend FastAPI menggunakan ONNX Runtime. Antarmuka sistem dibangun menggunakan Vue 3, sedangkan SQLAlchemy digunakan untuk menghubungkan backend dengan PostgreSQL. Selain klasifikasi sentimen, sistem menggunakan *Rule*

Based Classification untuk mengelompokkan ulasan ke dalam kategori *Login*, Sistem, Pembayaran, UI/UX, Performa, dan Lainnya. Sistem juga dapat mengambil ulasan dari *Google Play Store*, menampilkan data preview, mencegah duplikasi berdasarkan *review_id*, menyimpan hasil analisis, dan menampilkan informasi melalui Dashboard. Dashboard juga menampilkan kata yang paling sering muncul pada ulasan pengguna berdasarkan kategori Semua, Negatif, Netral, dan Positif, sehingga *Admin* dapat mengetahui topik atau kata dominan secara lebih cepat.

3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem telah berjalan sesuai dengan fungsi yang dirancang. Pengujian Black Box terhadap menu *Login*, Dashboard, Live Scraping, AI Pipeline, Masukan Ulasan, dan *Logout* menghasilkan 47 skenario valid dari 47 skenario yang diuji, sehingga memperoleh persentase keberhasilan sebesar 100%. Evaluasi model menggunakan 2.580 data testing menghasilkan accuracy sebesar 87,33%, Macro Precision sebesar 87,33%, Macro Recall sebesar 87,04%, dan Macro F1-Score sebesar 87,15%. Kelas positif memperoleh F1-Score tertinggi sebesar 90,74%, diikuti kelas negatif sebesar 87,94%, sedangkan kelas netral memperoleh F1-Score sebesar 82,78%. Hasil pelatihan juga menunjukkan selisih yang relatif kecil antara performa training dan validation, sehingga model memiliki kemampuan generalisasi yang baik. Dengan demikian, sistem telah berfungsi dengan baik dan model IndoBERT dapat digunakan untuk membantu proses pengumpulan, klasifikasi, penyimpanan, dan penyajian informasi sentimen ulasan pengguna aplikasi *Access by KAI*.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan sistem yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat digunakan sebagai bahan pengembangan lebih lanjut, yaitu sebagai berikut:

1. Proses pelabelan dataset sebaiknya tidak hanya didasarkan pada rating bintang. Ulasan perlu diperiksa dan diberi label secara manual oleh beberapa anotator agar label sentimen lebih sesuai dengan isi teks, terutama pada ulasan dengan rating tiga yang digunakan sebagai kelas netral.
2. Jumlah dan variasi dataset perlu terus ditambah menggunakan ulasan dari periode yang berbeda agar model dapat mempelajari lebih banyak bentuk bahasa, singkatan, kesalahan penulisan, serta perubahan permasalahan pada aplikasi *Access by KAI*.
3. Data kelas netral perlu diperiksa dan diperbaiki karena kelas tersebut memperoleh performa paling rendah. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan lebih banyak contoh ulasan netral yang jelas dan mengurangi data yang mengandung gabungan sentimen positif dan negatif.
4. Konfigurasi *fine-tuning* IndoBERT dapat dikembangkan melalui pengujian beberapa nilai learning rate, batch size, epoch, dropout, dan panjang token agar diperoleh model dengan performa yang lebih baik.
5. Penelitian selanjutnya dapat membandingkan IndoBERT dengan model lain, seperti IndoBERTweet, Indonesian RoBERTa, mBERT, Support Vector Machine, atau Naive Bayes. Perbandingan tersebut dapat digunakan untuk mengetahui model yang paling sesuai untuk ulasan aplikasi *Access by KAI*.

6. Klasifikasi aspek berbasis kata kunci dapat dikembangkan menjadi Aspect-Based Sentiment Analysis atau menggunakan model pembelajaran mesin. Pengembangan tersebut diperlukan agar sistem dapat mengenali lebih dari satu aspek dalam satu ulasan serta menentukan kategori berdasarkan konteks kalimat.
7. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur koreksi label oleh *Admin*. Hasil koreksi tersebut dapat disimpan sebagai dataset baru dan digunakan untuk proses pelatihan ulang model pada penelitian selanjutnya.
8. Pengujian sistem dapat ditambah dengan pengujian usability yang melibatkan calon pengguna. Pengujian tersebut dapat digunakan untuk menilai kemudahan penggunaan, tampilan antarmuka, kejelasan informasi, dan manfaat Dashboard dalam membantu proses analisis ulasan.
9. Pengujian performa sistem dapat dikembangkan dengan mengukur waktu pengambilan ulasan, waktu inferensi model, waktu penyimpanan data, dan waktu pemuatan Dashboard pada jumlah data yang lebih besar.
10. Sistem dapat dikembangkan agar mendukung pengambilan ulasan dari platform lain, seperti App Store atau media sosial, sehingga hasil analisis dapat menggambarkan pendapat pengguna dari sumber yang lebih luas.