

BAB 5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan, kesimpulan penelitian ini disusun untuk menjawab tiga rumusan masalah yang ditetapkan pada Bab 1, sebagai berikut.

1. Pertama, sistem pemesanan tiket kapal berbasis *web scraping* dan *machine learning* berhasil dirancang dan dibangun sebagai Proof of Concept (POC) dengan arsitektur empat layanan terdistribusi, yaitu *Backend Service* (Flask), *Scraper Service*, *ML Service*, dan *Frontend Service* (Vue.js). *Web scraping* menggunakan Requests dan BeautifulSoup4 berhasil mengintegrasikan data jadwal secara *real-time* dari Platform Induk tanpa memerlukan akses API formal, sebuah kondisi teknis yang telah dikonfirmasi secara tertulis oleh mitra riset sebagai batasan yang memang ada di lapangan. Seluruh fitur inti terealisasi, mencakup autentikasi multi-peran, pencarian jadwal *real-time*, manajemen *wallet* dan komisi, simulasi pemesanan, penerbitan e-tiket, serta sistem rekomendasi alternatif berbasis *machine learning* yang aktif ketika tiket yang dicari tidak tersedia. Arsitektur ini dirancang sebagai landasan teknis yang memungkinkan terintegrasinya sistem rekomendasi sebagai komponen inti, bukan sekadar fitur tambahan.
2. Kedua, *model* Random Forest yang dilatih pada 2.000 data sintetis, yang dibangun melalui fungsi probabilistik berbasis tujuh faktor bisnis, mencapai *Accuracy* 75,3%, *Precision* 80,5%, *Recall* 81,4%, *F1-Score* 80,9%, dan *AUC-ROC* 0,836, seluruhnya melampaui ambang evaluasi yang ditetapkan. *Model* berfungsi sebagai *scoring engine* yang meranking jadwal alternatif berdasarkan skor relevansi, dan aktif secara otomatis ketika tiket yang dicari dinyatakan penuh melalui mekanisme *retry* pencarian. Analisis *feature importance* menunjukkan bahwa fitur *advance_booking_days* (19,5%), *passenger_price* (18,2%), dan *total_price* (17,7%) menjadi prediktor dominan, konsisten dengan logika bisnis pemesanan tiket kapal dan dengan aturan keputusan yang diekstraksi dari *model*.
3. Ketiga, validasi sistem dilaksanakan melalui dua tahap yang saling melengkapi. Pengujian fungsional terhadap 21 skenario uji yang terdokumentasi pada Lampiran 3 memverifikasi bahwa seluruh komponen sistem berjalan sesuai spesifikasi fungsional. Sesi pengujian penerimaan pada 22 Mei 2026 menghasilkan 21 dari 21 skenario dinyatakan terpenuhi (*Pass*), yang dikonfirmasi oleh evaluator dari pihak mitra riset selaku pemangku kepentingan proyek langsung. Konfirmasi penerimaan ini diperkuat oleh Surat Konfirmasi Keterlibatan Mitra Riset (Lampiran 6) yang

secara tertulis menyatakan bahwa permasalahan yang diteliti adalah nyata dan bahwa sistem beserta fitur rekomendasinya dinilai telah berfungsi sebagaimana diharapkan dalam lingkup POC yang disepakati. Dengan demikian, *prototype* yang dibangun, termasuk sistem rekomendasi sebagai komponen utamanya, telah berhasil divalidasi baik dari sisi fungsional maupun penerimaan pemangku kepentingan.

Secara keseluruhan, ketiga capaian tersebut menunjukkan bahwa tujuan penelitian telah tercapai. Penelitian ini tidak mengklaim pengukuran dampak retensi pelanggan secara kuantitatif, melainkan membuktikan bahwa mekanisme teknis yang menjadi akar permasalahan, yaitu ketiadaan data *real-time* dan ketiadaan rekomendasi saat tiket habis, berhasil diatasi melalui sistem yang dibangun dan diterima oleh mitra riset.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang diidentifikasi, berikut adalah saran untuk pengembangan sistem ke depan:

1. Integrasi API Resmi sebagai Pengganti *Web Scraping*.
Web scraping yang digunakan saat ini rentan terhadap perubahan struktur HTML Platform Induk. Ketika akses API resmi tersedia, integrasi melalui API akan meningkatkan keandalan pengambilan data, diukur dari persentase keberhasilan *request* terhadap total permintaan, serta stabilitas respons, dalam artian data tetap tersedia secara konsisten meskipun terjadi perubahan antarmuka pada sisi Platform Induk. Pendekatan *web scraping* pada penelitian ini diposisikan sebagai solusi jembatan (*bridge solution*) yang membuka jalan menuju negosiasi integrasi resmi.
2. *Retraining Model* dengan Data Transaksi Riil.
Model *machine learning* saat ini dilatih pada 2.000 data sintetis yang dibangkitkan berdasarkan skema data riil. Ketika data transaksi riil dalam volume memadai telah terkumpul dari operasional sistem, model dapat dilatih ulang (*retraining*) untuk meningkatkan akurasi dan relevansi rekomendasi terhadap pola pemesanan aktual.
3. Pengembangan Mekanisme Fallback untuk Kondisi Jadwal Kosong.
Sistem rekomendasi saat ini bergantung pada ketersediaan jadwal alternatif dari hasil retry pencarian. Apabila seluruh jadwal pada rute tertentu tidak tersedia, diperlukan mekanisme fallback yang memberikan saran lintas-rute atau notifikasi proaktif kepada Sub Agen, sehingga pengguna tetap memperoleh respons yang bermanfaat.