

Model Bisnis Website Rekomendasi Perjalanan Berbasis Sistem Multi Agen

Rafael Simson Riston ¹, Valentino Aris ^{2*}, Muh Jamil ³

¹ Universitas Negeri Makasar; rafaelsimsonriston@gmail.com

² Universitas Negeri Makasar; valentino.aris@unm.ac.id

³ Universitas Negeri Makasar; muhjamil@unm.ac.id

Abstrak: Perencanaan perjalanan internasional masih menghadapi kendala akibat fragmentasi informasi dan information overload yang menghambat pengambilan keputusan wisatawan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan DrTrips, website rekomendasi perjalanan berbasis Multi Agent System (MAS) dan Large Language Model (LLM), serta merumuskan model bisnisnya. Penelitian menggunakan metode Research and Development (R&D) model 4D yang meliputi *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Sistem dikembangkan dengan arsitektur Orchestrator Workers yang terdiri atas satu agen orkestrasi dan empat agen spesialis untuk mengelola destinasi, logistik, regulasi perjalanan, dan penyusunan *itinerary*. Hasil Black-box Testing pada 15 skenario menunjukkan tingkat keberhasilan 100%. Evaluasi menggunakan 180 skenario TravelPlanner menghasilkan Final Pass Rate 48,9%, lebih tinggi dibandingkan konfigurasi *single agent*, sedangkan evaluasi usabilitas menggunakan USE Questionnaire memperoleh skor 86,85% dalam kategori Sangat Bermanfaat. Model bisnis disusun menggunakan Lean Canvas dan divalidasi melalui Cost Benefit Analysis berbasis Discounted Cash Flow selama lima tahun yang menghasilkan NPV sebesar Rp2,7 miliar, BCR 1,21, IRR 50,44%, dan Discounted Payback Period 48 bulan. Dalam cakupan evaluasi dan asumsi yang digunakan, hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi MAS dan LLM tidak hanya meningkatkan kualitas rekomendasi perjalanan, tetapi juga mendukung pengembangan platform yang layak secara teknis dan memiliki prospek bisnis yang positif.

Keywords: *Cost Benefit Analysis*; *Large Language Model*; rekomendasi perjalanan; sistem multi agen; transformasi digital.

DOI: <https://doi.org/10.47134/jacis.v6i2.201>

*Correspondensi: Nama Lengkap

Email:

Receive: 22 Juni 2026

Accepted: 10 Juli 2026

Published: 17 Juli 2026



Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstrak: International travel planning remains challenging due to fragmented information sources and information overload, which complicate tourists' decision-making processes. This study aims to develop DrTrips, a travel recommendation website based on a Multi-Agent System (MAS) and Large Language Model (LLM), while formulating its business model. The research employed the Research and Development (R&D) method using the 4D model, consisting of the Define, Design, Develop, and Disseminate stages. The system was developed using an Orchestrator-Workers architecture comprising one orchestrator agent and four specialized agents responsible for destination recommendation, travel logistics, travel regulations, and itinerary generation. Functional evaluation through Black-box Testing across 15 test scenarios achieved a 100% success rate. Performance evaluation using 180 TravelPlanner benchmark scenarios resulted in a 48.9% Final Pass Rate, outperforming the single-agent configuration, while usability evaluation using the USE Questionnaire achieved an overall score of 86.85%,

categorized as Highly Useful. The business model was formulated using the Lean Canvas framework and validated through a Discounted Cash Flow (DCF)-based Cost-Benefit Analysis over a five-year projection, yielding a Net Present Value (NPV) of IDR 2.7 billion, a Benefit-Cost Ratio (BCR) of 1.21, an Internal Rate of Return (IRR) of 50.44%, and a Discounted Payback Period (DPP) of 48 months. Within the scope of the evaluation and the assumptions applied, the results demonstrate that integrating MAS and LLMs not only improves travel recommendation quality but also supports the development of a technically feasible platform with promising business viability

Keywords: Cost Benefit Analysis; Large Language Model; multi agent system; travel recommendation; digital transformation

PENDAHULUAN

Sektor pariwisata merupakan salah satu kontributor penting terhadap pertumbuhan ekonomi global. *World Travel & Tourism Council* melaporkan kontribusi sektor ini terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) global mencapai US\$10,9 triliun pada tahun 2024, sementara *United Nations World Tourism Organization* mencatat 1,45 miliar wisatawan internasional. Di Indonesia, jumlah perjalanan wisatawan ke luar negeri juga meningkat menjadi 8,95 juta pada tahun 2024. Pemulihan tersebut diikuti dengan meningkatnya pemanfaatan teknologi digital, di mana 28% wisatawan berencana lebih sering menggunakan layanan digital dalam merencanakan perjalanan setelah pandemi [1].

Di balik kemudahan akses informasi digital, perencanaan perjalanan internasional masih memerlukan upaya yang tidak sedikit. Wisatawan harus mencari dan menggabungkan informasi mengenai destinasi, persyaratan visa, transportasi, akomodasi, kondisi cuaca, hingga aktivitas wisata dari berbagai sumber, seperti situs resmi, media sosial, dan Online Travel Agency (OTA). Kondisi tersebut menyebabkan proses perencanaan menjadi lebih lama, meningkatkan kemungkinan ditemukannya informasi yang tidak konsisten, serta menyulitkan wisatawan dalam menentukan pilihan yang paling sesuai [2], [3], [4], [5]. Selain itu, banyaknya pilihan layanan dan informasi yang tersedia juga berpotensi menimbulkan *information overload* dan *choice overload*, yang pada akhirnya dapat menurunkan kualitas pengambilan keputusan wisatawan [6], [7], [8].

Perkembangan *Large Language Model* (LLM) dan *Multi-Agent System* (MAS) membuka peluang untuk mengatasi permasalahan tersebut melalui pembagian tugas ke dalam beberapa agen yang saling berkoordinasi. Integrasi LLM memungkinkan sistem memahami bahasa alami, melakukan penalaran kontekstual, serta memanfaatkan berbagai sumber informasi melalui mekanisme *tool calling*, sehingga proses perencanaan perjalanan dapat dilakukan secara lebih terstruktur dan adaptif [9], [10], [11], [12].

Beberapa penelitian, seperti Voyage AI, TravelAgent, Travel Optix, dan Roamify, telah memanfaatkan LLM maupun pendekatan *multiagen* untuk menghasilkan rekomendasi perjalanan yang dipersonalisasi. Namun, penelitian-penelitian tersebut masih berfokus pada aspek teknis sistem dan belum mengintegrasikan regulasi perjalanan internasional, preferensi multidimensi, serta model bisnis yang mendukung keberlanjutan platform. Selain

itu, *benchmark* TravelPlanner menunjukkan bahwa LLM konvensional masih memiliki keterbatasan dalam menyelesaikan perencanaan perjalanan dengan berbagai *constraint* secara simultan [13], [14], [15], [16], [17].

Berdasarkan hal tersebut, masih terdapat kesenjangan penelitian berupa belum terintegrasinya pengembangan website rekomendasi perjalanan berbasis *Multi-Agent System* dengan perancangan model bisnis dan evaluasi kelayakan finansial. Padahal, keberhasilan sebuah *platform* digital tidak hanya ditentukan oleh performa teknis, tetapi juga oleh kemampuan menciptakan nilai, mempertahankan keberlanjutan operasional, dan menghasilkan model monetisasi yang layak.

Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan DrTrips, website rekomendasi perjalanan internasional berbasis *Multi-Agent System* dan *Large Language Model*, serta merumuskan model bisnisnya menggunakan *Lean Canvas* yang divalidasi melalui *Cost Benefit Analysis*. Sistem dirancang untuk mengintegrasikan informasi perjalanan dari berbagai API tepercaya, menghasilkan *itinerary* yang dipersonalisasi, serta mendukung validasi regulasi perjalanan secara otomatis.

Kontribusi utama penelitian ini adalah mengintegrasikan pengembangan website rekomendasi perjalanan berbasis *Multi-Agent System* dengan perancangan model bisnis dan evaluasi kelayakan finansial dalam satu kerangka penelitian. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya berfokus pada performa teknis sistem, penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan MAS tidak hanya meningkatkan kualitas rekomendasi perjalanan, tetapi juga memiliki potensi implementasi sebagai platform digital yang berkelanjutan

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model 4D yang meliputi *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Tahap *Define* dilakukan melalui studi literatur dan analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi permasalahan perencanaan perjalanan internasional. Tahap *Design* menghasilkan rancangan arsitektur *Multi Agent System*, antarmuka pengguna, basis data, integrasi *tool calling*, dan skenario pengujian. Tahap *Develop* mencakup implementasi website DrTrips, pengujian fungsional menggunakan *Black-box Testing*, evaluasi kinerja menggunakan *benchmark* TravelPlanner, serta evaluasi *usabilitas* menggunakan *USE Questionnaire*. Tahap *Disseminate* dilakukan melalui *limited deployment* pada VPS *self-hosted* untuk memperoleh umpan balik pengguna terhadap prototipe.

Subjek Penelitian

Subjek penelitian terdiri atas 100 Warga Negara Indonesia yang pernah melakukan perjalanan internasional minimal satu kali dalam lima tahun terakhir dan dipilih menggunakan *purposive* sampling. Seluruh responden berusia minimal 18 tahun,

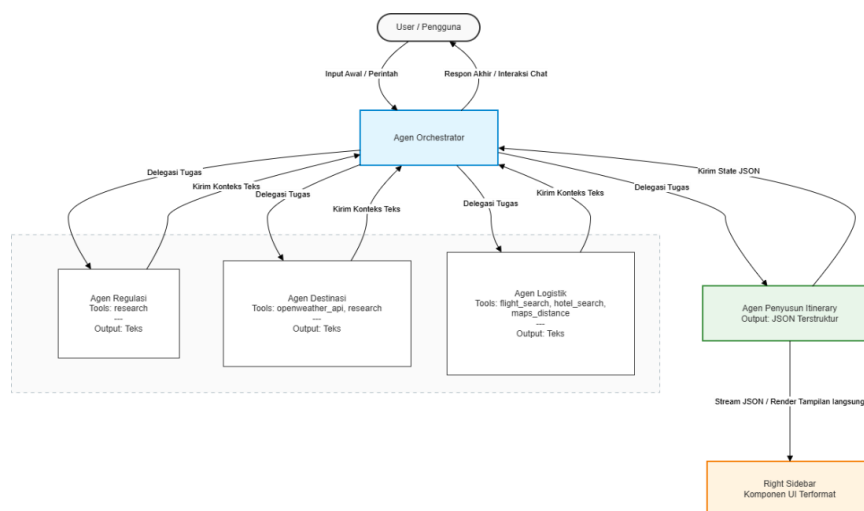
menggunakan prototipe DrTrips untuk melakukan simulasi perencanaan perjalanan, kemudian mengisi *USE Questionnaire* yang mengukur dimensi *usefulness*, *ease of use*, *ease of learning*, dan *satisfaction*. Responden yang tidak menyelesaikan proses pengujian atau pengisian kuesioner secara lengkap tidak diikutsertakan dalam analisis.

Instrumen Penelitian

Penelitian menggunakan tiga instrumen utama, yaitu: (1) *Black-box Testing* yang terdiri atas 15 skenario untuk menguji fungsionalitas sistem dan divalidasi oleh empat ahli; (2) *USE Questionnaire* yang terdiri atas 30 butir pernyataan dengan skala Likert lima poin untuk mengevaluasi *usabilitas*; serta (3) *benchmark TravelPlanner* yang berisi 180 skenario perjalanan dengan tingkat kesulitan *Easy*, *Medium*, dan *Hard* untuk mengevaluasi kinerja *Multi Agent System*.

Arsitektur Sistem Multi Agen

DrTrips dibangun menggunakan Next.js dan *TypeScript* dengan pola *Orchestrator-Workers* berbasis *Large Language Model*. *Orchestrator Agent* menerima preferensi pengguna dan mendistribusikan tugas kepada empat agen spesialis, yaitu *Regulasi*, *Destinasi*, *Logistik*, dan *Itinerary*. Setiap agen menjalankan fungsi yang berbeda melalui mekanisme *tool calling*, kemudian seluruh hasil diintegrasikan menjadi rekomendasi perjalanan yang dipersonalisasi. Implementasi menggunakan Gemini 2.5 Flash Lite melalui OpenRouter API, Vercel AI SDK, PostgreSQL, Clerk OAuth, dan di-deploy pada VPS *self-hosted* menggunakan Dokploy. Arsitektur sistem ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur sistem multi agen DrTrips dengan pola Orchestrator-Workers berbasis LLM

Teknik Analisis Data

Evaluasi fungsional dilakukan menggunakan *Black-box Testing* terhadap 15 skenario dengan kategori berhasil atau gagal. Evaluasi kinerja *Multi Agent System* mengadopsi *benchmark TravelPlanner* menggunakan metrik *Delivery Rate*, *Commonsense Pass Rate* (Micro dan Macro), *Hard Constraint Pass Rate* (Micro dan Macro), serta *Final Pass Rate* [17]. Sebelum evaluasi

dilakukan, keluaran sistem melalui proses *post-processing* untuk menormalkan nama *venue* terhadap *sandbox database TravelPlanner* sehingga pencocokan dengan *ground truth* dapat dilakukan secara otomatis.

Evaluasi *usabilitas* dilakukan menggunakan *USE Questionnaire* dengan menghitung skor persentase setiap dimensi berdasarkan total skor observasi terhadap skor maksimum. Model bisnis dirumuskan menggunakan *Lean Canvas*, sedangkan kelayakan finansial dianalisis menggunakan *Cost Benefit Analysis* (CBA) berbasis *Discounted Cash Flow* (DCF) selama lima tahun dengan indikator *Net Present Value* (NPV), *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Discounted Payback Period* (DPP). Kelayakan investasi ditentukan berdasarkan kriteria $NPV > 0$, $BCR > 1$, IRR melebihi tingkat diskonto, dan DPP lebih pendek dari periode proyeksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan Website DrTrips Berbasis Multi Agent System

Penelitian ini menghasilkan DrTrips, sebuah website rekomendasi perjalanan internasional berbasis Multi Agent System (MAS) yang dikembangkan menggunakan metode *Research and Development* (R&D) model 4D. Tahap *Define* mengidentifikasi bahwa permasalahan utama dalam perencanaan perjalanan internasional bukan terletak pada keterbatasan informasi, melainkan pada fragmentasi informasi dari berbagai sumber yang meningkatkan beban kognitif pengguna. Analisis terhadap *Online Travel Agency* (OTA) dan *Large Language Model* (LLM) konvensional juga menunjukkan bahwa kedua pendekatan tersebut belum mampu mengintegrasikan preferensi pengguna, regulasi perjalanan, logistik, dan penyusunan *itinerary* secara terpadu. Temuan tersebut menjadi dasar dalam perancangan arsitektur *Multi Agent System* untuk mengatasi keterbatasan tersebut.

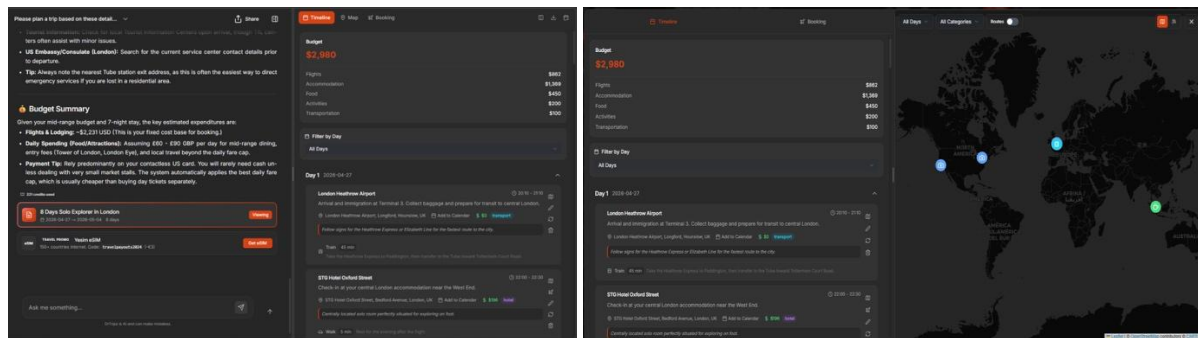
Tabel 1. Kebutuhan Sistem Berdasarkan Analisis *Define*

Aspek	Kebutuhan Sistem
Fragmentasi Informasi	Integrasi API multi-sumber dalam antarmuka terpadu
Kelebihan Informasi	Filter AI berbasis konteks naratif untuk menyaring data relevan
Validasi Regulasi	Agan khusus untuk verifikasi visa real-time dengan data terkini
Personalisasi	LLM sebagai orkestrator yang menginterpretasikan bahasa alami
Kompleksitas Manual	Otomatisasi end-to-end melalui multi agen

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan pada Tabel 1, dikembangkan arsitektur *Orchestrator-Workers* yang terdiri atas satu *Orchestrator Agent* dan empat agen spesialis yang menangani destinasi, logistik, regulasi perjalanan, serta penyusunan *itinerary*. Pembagian tugas tersebut memungkinkan setiap agen memproses domain yang lebih spesifik sebelum seluruh hasil diintegrasikan menjadi rekomendasi perjalanan yang utuh. Arsitektur ini kemudian diimplementasikan menjadi website DrTrips dan dipublikasikan pada lingkungan VPS untuk mendukung evaluasi fungsionalitas, kinerja *Multi Agent System*, *usabilitas* pengguna, serta analisis model bisnis.

Evaluasi Fungsionalitas Website

Evaluasi fungsionalitas dilakukan menggunakan *Black-box Testing* terhadap 15 skenario yang merepresentasikan fungsi utama website DrTrips, meliputi autentikasi pengguna, pengisian preferensi perjalanan, penyusunan rekomendasi melalui antarmuka percakapan, pengelolaan *itinerary*, navigasi peta, integrasi layanan pemesanan, ekspor dokumen perjalanan, serta penyimpanan data lintas sesi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh skenario berhasil dijalankan sesuai spesifikasi dengan tingkat keberhasilan 100%, sehingga seluruh fungsi utama sistem dapat dioperasikan tanpa ditemukan kegagalan fungsional.



Gambar 2. Tampilan Aplikasi DrTrips

Keberhasilan seluruh skenario menunjukkan bahwa integrasi antara *Orchestrator Agent* dan agen-agen spesialis telah berjalan secara konsisten dalam mendukung proses rekomendasi perjalanan. Hasil ini mengindikasikan bahwa website telah memenuhi kebutuhan fungsional yang diidentifikasi pada tahap pengembangan serta memiliki stabilitas operasional yang memadai untuk mendukung evaluasi kinerja *Multi Agent System*, pengujian *usabilitas*, dan analisis model bisnis. Dengan demikian, DrTrips telah memenuhi prasyarat sebagai prototipe yang siap dievaluasi lebih lanjut pada aspek kualitas rekomendasi dan kelayakan implementasinya.

Evaluasi Kinerja Multi Agent System

Evaluasi kinerja *Multi Agent System* (MAS) dilakukan menggunakan 180 skenario pada dataset *TravelPlanner* dengan membandingkan DrTrips terhadap Gemini 2.5 Flash Lite dalam konfigurasi *single-agent* serta beberapa model *state-of-the-art*. Evaluasi bertujuan mengukur kemampuan sistem dalam menghasilkan rencana perjalanan yang memenuhi commonsense constraint dan hard constraint secara simultan.

Tabel 2. Perbandingan Kinerja DrTrips dengan Model Lain pada Dataset *TravelPlanner*

Model	Delivery Rate	Common sense (Micro)	Commons ense (Macro)	Hard Constraint (Micro)	Hard Constrai nt (Macro)	Final Pass Rate	Cost (US\$)
DrTrips	100,0%	97,2%	79,4%	70,0%	53,3%	48,9%	0,80
Claude Opus 4.7	87,8%	72,7%	30,0%	43,1%	45,0%	26,1%	7,45
Claude Opus 4.6	96,7%	78,8%	33,3%	48,1%	37,2%	22,8%	7,45
Claude Sonnet 4.5	97,2%	75,2%	22,2%	44,8%	35,0%	13,9%	4,47

Model	Delivery Rate	Common sense (Micro)	Commons ense (Macro)	Hard Constraint (Micro)	Hard Constrain t (Macro)	Final Pass Rate	Cost (US\$)
Gemini 3 Flash	100,0%	77,2%	30,6%	43,1%	28,9%	12,8%	0,62
Claude Haiku 4.5	90,0%	53,5%	5,0%	16,0%	12,2%	2,8%	1,49
Gemini 2.5 Flash Lite (single)	88,3%	51,5%	1,1%	9,3%	7,2%	0,6%	0,14

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa DrTrips memperoleh *Final Pass Rate* sebesar 48,9%, lebih tinggi dibandingkan Gemini 2.5 Flash Lite *single-agent* (0,6%), Claude Sonnet 4.5 (13,9%), maupun Gemini 3 Flash (12,8%). Selain menghasilkan tingkat keberhasilan tertinggi, DrTrips mempertahankan biaya inferensi yang relatif rendah, yaitu US\$0,80 per rencana perjalanan. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan kualitas rekomendasi tidak hanya dipengaruhi oleh kemampuan model bahasa, tetapi juga oleh mekanisme koordinasi antargagen dalam menyelesaikan tugas yang kompleks.

Keunggulan tersebut didukung oleh arsitektur *Orchestrator-Workers* yang membagi proses perencanaan ke dalam agen-agen spesialis untuk menangani regulasi, destinasi, logistik, dan penyusunan *itinerary*. Pendekatan ini memungkinkan setiap agen berfokus pada domain tertentu sebelum seluruh hasil diintegrasikan oleh *Orchestrator Agent* menjadi rekomendasi perjalanan yang utuh. Hasil ini konsisten dengan konsep orkestrasi LLM berbasis Multi Agent System dan temuan *ToolOrchestra*, yang menunjukkan bahwa koordinasi agen dan pemanfaatan *tool calling* dapat meningkatkan penyelesaian tugas kompleks tanpa harus menggunakan model bahasa berukuran lebih besar. Namun demikian, penelitian ini belum melakukan *ablation study*, sehingga kontribusi masing-masing komponen, seperti agen spesialis, *tool calling*, dan *post-processing*, belum dapat dievaluasi secara terpisah.

Untuk mengidentifikasi sumber keberhasilan maupun keterbatasan sistem, evaluasi selanjutnya dilakukan pada tingkat *constraint* individual berdasarkan tiga tingkat kesulitan, yaitu *Easy*, *Medium*, dan *Hard*.

Tabel 3. Rincian Kinerja DrTrips per Jenis Constraint dan Tingkat Kesulitan

Jenis Constraint	DrTrips (Easy)	DrTrips (Medium)	DrTrips (Hard)
Commonsense – Rute Kota Masuk Akal	100,0%	98,3%	100,0%
Commonsense – Restoran/Atraksi Beragam	100,0%	100,0%	100,0%
Commonsense – Akurasi Database (Sandbox)	90,0%	80,0%	93,3%
Commonsense – Durasi Minimum Menginap	90,0%	90,0%	91,7%
Commonsense – Kelengkapan Informasi	100,0%	98,3%	100,0%
Hard Constraint – Anggaran (Budget)	76,7%	63,3%	48,3%
Hard Constraint – Aturan Kamar (Room Rule)	-	70,0%	75,4%
Hard Constraint – Preferensi Kuliner	-	100,0%	100,0%
Hard Constraint – Tipe Penginapan	-	77,8%	60,9%

Jenis Constraint	DrTrips (Easy)	DrTrips (Medium)	DrTrips (Hard)
(Room Type)			
Hard Constraint — Tipe Transportasi	-	-	100,0%
Commonsense Macro Pass	86,7%	78,3%	73,3%
Hard Constraint Macro Pass	75,0%	53,3%	31,7%
Final Pass Rate	66,7%	50,0%	30,0%

Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3, sebagian besar *commonsense constraint* mempertahankan tingkat keberhasilan di atas 90% pada seluruh tingkat kesulitan. Penurunan terutama terjadi pada kategori *Within Sandbox Database*, yang menunjukkan bahwa sebagian kesalahan masih dipengaruhi oleh keterbatasan cakupan data referensi. Sebaliknya, pada *hard constraint*, pemenuhan batasan anggaran (*budget*) menjadi tantangan utama, terutama pada skenario dengan kompleksitas tinggi. Kondisi ini mengindikasikan bahwa optimasi pemilihan akomodasi dan estimasi biaya masih perlu ditingkatkan agar sistem mampu memenuhi lebih banyak kombinasi *constraint* secara simultan.

Pola tersebut tercermin pada *Final Pass Rate* yang menurun dari 66,7% pada tingkat *Easy*, menjadi 50,0% pada *Medium*, dan 30,0% pada *Hard*. Meskipun performa menurun seiring meningkatnya kompleksitas perencanaan, DrTrips tetap menunjukkan kemampuan yang lebih baik dibandingkan pendekatan *single-agent*. Hasil ini memperkuat *value proposition* DrTrips sebagai platform rekomendasi perjalanan berbasis *Multi Agent System*, karena kualitas rekomendasi yang lebih tinggi menjadi fondasi utama dalam mendukung pengalaman pengguna dan implementasi model bisnis yang dibahas pada bagian berikutnya

Evaluasi Usabilitas

Evaluasi usabilitas dilakukan menggunakan *USE Questionnaire* untuk mengukur persepsi pengguna terhadap empat dimensi, yaitu *usefulness*, *ease of use*, *ease of learning*, dan *satisfaction*. Pengujian melibatkan 100 responden yang memiliki pengalaman menggunakan layanan perjalanan digital sehingga mampu memberikan penilaian terhadap kemudahan penggunaan dan kualitas interaksi website DrTrips.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Usabilitas DrTrips

Dimensi	Skor Observasi	Skor Diharapkan	Persentase	Kategori
Usefulness	3.547	4.000	88,68%	Sangat Bermanfaat
Ease of Use	4.687	5.500	85,22%	Sangat Bermanfaat
Ease of Learning	1.742	2.000	87,10%	Sangat Bermanfaat
Satisfaction	3.052	3.500	87,20%	Sangat Bermanfaat
Total	13.028	15.000	86,85%	Sangat Bermanfaat

Hasil pada Tabel 4 menunjukkan bahwa seluruh dimensi memperoleh kategori Sangat Bermanfaat dengan nilai usabilitas keseluruhan sebesar 86,85%. Dimensi *Usefulness* memperoleh skor 88,68%, menunjukkan bahwa pengguna menilai DrTrips mampu membantu proses perencanaan perjalanan secara efektif. Dimensi *Ease of Learning* mencapai 87,10%, mengindikasikan bahwa pengguna dapat memahami cara penggunaan sistem

dengan cepat meskipun baru pertama kali menggunakannya. Sementara itu, *Ease of Use* (85,22%) dan *Satisfaction* (87,20%) menunjukkan bahwa antarmuka serta alur interaksi sistem telah memberikan pengalaman penggunaan yang baik.

Tingkat *usabilitas* yang tinggi menunjukkan bahwa integrasi *Multi Agent System* tidak hanya meningkatkan kualitas rekomendasi perjalanan, tetapi juga dapat diimplementasikan dalam antarmuka yang mudah dipahami oleh pengguna. Temuan ini penting karena keberhasilan layanan digital tidak hanya ditentukan oleh kemampuan algoritma, tetapi juga oleh penerimaan pengguna terhadap sistem yang dikembangkan.

Dari perspektif implementasi, hasil *usabilitas* memberikan dukungan empiris bahwa DrTrips memiliki potensi untuk diadopsi sebagai layanan digital berbasis *platform*. Kemudahan penggunaan dan tingkat kepuasan yang tinggi berkontribusi terhadap retensi pengguna serta peluang monetisasi layanan. Oleh karena itu, hasil evaluasi *usabilitas* menjadi landasan yang mendukung penyusunan model bisnis DrTrips pada bagian berikutnya

Analisis Model Bisnis dan Kelayakan Finansial

1. Pemetaan *Lean Canvas*

Pemetaan *Lean Canvas* dilakukan untuk menerjemahkan hasil pengembangan dan evaluasi DrTrips menjadi model bisnis yang layak diimplementasikan. Berbeda dengan penelitian rekomendasi perjalanan yang umumnya berhenti pada aspek teknis, penelitian ini mengintegrasikan hasil evaluasi sistem dengan perumusan strategi bisnis sehingga solusi yang dihasilkan memiliki arah komersialisasi yang lebih jelas. Sembilan elemen *Lean Canvas* yang disusun berdasarkan hasil penelitian disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pemetaan *Lean Canvas* DrTrips

Blok Canvas	Detail
1. <i>Problem</i>	Kelebihan informasi dari opsi perjalanan tidak terkurasi; beban kognitif memverifikasi logistik, rute, dan visa secara manual.
2. <i>Customer Segments</i>	Early adopters wisatawan melek teknologi yang mengutamakan efisiensi waktu, serta wisatawan mandiri, budget travelers/backpacker.
3. <i>Unique Value Proposition</i>	Perencanaan perjalanan internasional berbasis AI yang terverifikasi dan personal.
4. <i>Solution</i>	Multi Agent Orchestrator yang memecah tugas perencanaan kompleks ke agen-agen spesialis terukur.
5. <i>Unfair Advantage</i>	Validasi logistik dan regulasi real-time melalui tool calling ke API terpercaya — bukan sekadar generator teks.
6. <i>Channels</i>	Inbound marketing via SEO panduan wisata; distribusi konten edukasi di media sosial untuk membangun komunitas.
7. <i>Key Metrics</i>	Rasio konversi rencana perjalanan tersimpan; tingkat retensi pengguna kembali untuk perjalanan berikutnya.
8. <i>Cost Structure</i>	Fixed cost: infrastruktur cloud dan SDM. Variable cost: token API LLM yang scaling dengan volume permintaan.
9. <i>Revenue Streams</i>	Langganan premium bulanan; one-time top-up kredit untuk wisatawan musiman; komisi afiliasi tiket dan hotel.

Hasil pemetaan menunjukkan adanya *problem-solution fit* yang kuat antara kebutuhan pengguna dan solusi yang ditawarkan. Permasalahan utama berupa *fragmentasi* informasi, tingginya beban *kognitif*, serta proses verifikasi logistik dan regulasi yang masih dilakukan secara manual dijawab melalui arsitektur *Multi Agent System* yang membagi proses perencanaan ke dalam agen-agen spesialis. Pendekatan ini menghasilkan rekomendasi perjalanan yang lebih terintegrasi, personal, dan mampu mempertimbangkan berbagai batasan perjalanan secara simultan.

Keunggulan tersebut diperkuat oleh *unfair advantage* berupa validasi logistik dan regulasi secara *real-time* melalui *tool calling* ke API tepercaya. Berbeda dengan pendekatan LLM berbasis generator teks, DrTrips mengombinasikan kemampuan generatif dengan akses terhadap informasi eksternal sehingga menghasilkan rekomendasi yang lebih relevan dan dapat diverifikasi. Nilai tambah ini selaras dengan hasil evaluasi sebelumnya yang menunjukkan peningkatan *Final Pass Rate* dibandingkan pendekatan *single-agent* serta tingkat usabilitas yang tinggi.

Dari perspektif bisnis, *Lean Canvas* juga memperlihatkan keterkaitan antara *customer segments*, *channels*, *key metrics*, *cost structure*, dan *revenue streams* dalam mendukung keberlanjutan layanan. Segmentasi pengguna yang berfokus pada wisatawan mandiri dan pengguna yang mengutamakan efisiensi waktu mendukung penerapan model pendapatan berbasis langganan, pembelian kredit, dan komisi afiliasi. Dengan demikian, *Lean Canvas* tidak hanya menggambarkan struktur model bisnis, tetapi juga menunjukkan bagaimana keunggulan teknis *Multi Agent System* diterjemahkan menjadi proposisi nilai yang berpotensi menciptakan keunggulan kompetitif dan keberlanjutan bisnis platform

2. Strategi Harga

Strategi harga DrTrips dirancang menggunakan pendekatan hibrida, yaitu mengombinasikan model *pay-as-you-use* melalui pembelian kredit (*top-up*) dan langganan bulanan untuk mengakomodasi karakteristik pengguna dengan frekuensi perjalanan yang berbeda. Penetapan harga didasarkan pada biaya variabel sebesar Rp12,50 per kredit, yang diperoleh melalui optimasi penggunaan Gemini 2.5 Flash Lite, mekanisme *caching* sebesar 65%, serta efisiensi *prompt engineering* sehingga biaya operasional dapat ditekan secara signifikan dibandingkan estimasi awal sebesar Rp55 per kredit. Strategi ini mendukung penerapan *Differentiation Strategy* menurut Porter, dengan menawarkan nilai tambah berupa validasi logistik dan regulasi perjalanan secara *real-time*, berbeda dari OTA konvensional yang umumnya mengandalkan model pendapatan berbasis komisi

Tabel 6. Struktur Harga Paket DrTrips

Paket	Tipe	Kredit	Harga	Harga/Kredit	Gross Margin
Starter	One-time	1.500	Rp 35.000	Rp 23,30	42,2%
Weekend Warrior	One-time	3.000	Rp 65.000	Rp 21,60	38,1%
Adventure	One-time	5.000	Rp 100.000	Rp 20,00	33,3%

Nomad	Subscription	10.000	Rp 150.000	Rp 15,00	12,5%
--------------	--------------	--------	------------	----------	-------

Sebagaimana pada Tabel 6, struktur harga disusun secara bertingkat untuk menyesuaikan kebutuhan berbagai segmen pengguna, mulai dari wisatawan musiman hingga pengguna dengan intensitas perjalanan tinggi. Paket *one-time* memberikan fleksibilitas bagi pengguna yang hanya melakukan perjalanan sesekali, sedangkan paket subscription menawarkan biaya per kredit yang lebih rendah sebagai insentif bagi pengguna aktif. Perbedaan *gross margin* antar paket mencerminkan strategi akuisisi dan retensi pengguna, di mana margin yang lebih tinggi pada paket sekali beli digunakan untuk menutup biaya akuisisi pelanggan, sementara margin yang lebih rendah pada paket langganan diharapkan meningkatkan loyalitas serta nilai pelanggan jangka panjang (*customer lifetime value*).

Strategi harga ini memperlihatkan bahwa efisiensi teknis *Multi Agent System* tidak hanya meningkatkan kualitas rekomendasi perjalanan, tetapi juga berkontribusi terhadap pengendalian biaya operasional sehingga memungkinkan penyusunan model monetisasi yang kompetitif. Dengan demikian, strategi harga menjadi penghubung antara keunggulan teknologi dan keberlanjutan model bisnis DrTrips, sekaligus menjadi dasar bagi analisis kelayakan finansial pada bagian berikutnya.

3. Analisis Investasi

Analisis investasi dilakukan untuk mengestimasi kebutuhan modal awal dalam implementasi DrTrips sebagai platform digital berbasis *Multi Agent System*. Komponen investasi meliputi pengembangan perangkat lunak, infrastruktur teknologi, pengadaan perangkat pendukung, operasional awal, serta aktivitas pemasaran yang diperlukan untuk mendukung peluncuran layanan. Rincian kebutuhan investasi disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Komposisi Investasi Awal

Komponen	Alokasi	Keterangan
Capital Expenditure (CAPEX)	Rp 50.000.000	MVP, legalitas PT, perangkat tim, branding, design system
Modal Kerja	Rp 850.000.000	Runway 28+ bulan untuk gaji, server, dan pemasaran rutin
TOTAL	Rp 900.000.000	Modal disetor penuh

Berdasarkan Tabel 7, sebagian besar investasi dialokasikan pada pengembangan platform dan infrastruktur teknologi karena kedua komponen tersebut menjadi fondasi utama dalam penyediaan layanan berbasis kecerdasan buatan. Sementara itu, biaya operasional dan pemasaran dialokasikan untuk mendukung akuisisi pengguna pada tahap awal implementasi. Struktur investasi ini menunjukkan bahwa kebutuhan modal DrTrips lebih banyak diarahkan pada pembangunan aset digital yang dapat dimanfaatkan dalam jangka panjang dibandingkan investasi pada aset fisik, sehingga sejalan dengan karakteristik bisnis platform digital.

Dari perspektif bisnis, komposisi investasi tersebut mencerminkan keseimbangan antara pengembangan teknologi dan kesiapan komersialisasi. Investasi pada arsitektur *Multi Agent System* diharapkan tidak hanya meningkatkan kualitas layanan, tetapi juga mendukung efisiensi operasional melalui otomatisasi proses rekomendasi perjalanan. Oleh karena itu, analisis investasi menjadi dasar dalam mengevaluasi kelayakan finansial yang selanjutnya diukur melalui indikator *Net Present Value* (NPV), *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Discounted Payback Period* (DPP) pada subbagian berikutnya.

4. Cost Benefit Analysis

Analisis *Cost Benefit Analysis* (CBA) dilakukan untuk mengevaluasi kelayakan finansial implementasi DrTrips berdasarkan proyeksi arus kas selama periode investasi. Evaluasi menggunakan empat indikator utama, yaitu *Net Present Value* (NPV), *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Discounted Payback Period* (DPP). Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 8

Tabel 8. Perhitungan *Present Value Revenue* dan *Cost* per Tahun

Tahun	PV Revenue (Rp)	PV Cost (Rp)	NPV Kumulatif (Rp)
1	83.686.679	363.835.093	(1.180.148.414)
2	467.373.713	746.782.218	(1.459.556.919)
3	1.717.168.274	1.461.001.646	(1.203.390.290)
4	4.489.318.921	3.086.352.614	199.576.017
5	8.900.537.178	6.361.290.307	2.738.822.888
Total	15.658.084.765	12.019.261.876	-

Berdasarkan Tabel 8, seluruh indikator menunjukkan bahwa implementasi DrTrips layak secara finansial. Nilai NPV yang positif mengindikasikan bahwa manfaat ekonomi yang dihasilkan melebihi total investasi yang dikeluarkan. Nilai BCR yang lebih besar dari satu menunjukkan bahwa setiap biaya yang diinvestasikan mampu menghasilkan manfaat ekonomi yang lebih tinggi, sedangkan IRR yang melampaui tingkat pengembalian minimum menunjukkan bahwa investasi memiliki tingkat keuntungan yang kompetitif. Selain itu, nilai *Discounted Payback Period* (DPP) menunjukkan bahwa modal investasi dapat kembali dalam periode yang relatif singkat sehingga risiko investasi dapat ditekan.

Hasil tersebut memperlihatkan bahwa efisiensi biaya operasional yang diperoleh melalui pemanfaatan *Multi Agent System*, optimasi penggunaan model bahasa, dan strategi harga yang diterapkan mampu menghasilkan proyeksi pendapatan yang mendukung keberlanjutan bisnis. Dengan demikian, keunggulan teknis sistem tidak hanya meningkatkan kualitas rekomendasi perjalanan, tetapi juga memberikan dampak positif terhadap kelayakan ekonomi platform.

Secara keseluruhan, analisis *Cost Benefit Analysis* memperkuat bahwa DrTrips memiliki prospek implementasi yang baik sebagai platform rekomendasi perjalanan berbasis *Multi Agent System*. Temuan ini melengkapi hasil evaluasi teknis dan *usabilitas* sebelumnya

dengan menunjukkan bahwa solusi yang dikembangkan tidak hanya efektif dari sisi teknologi, tetapi juga berpotensi berkelanjutan dari sisi bisnis dan finansial.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan DrTrips, website rekomendasi perjalanan internasional berbasis *Multi Agent System* (MAS) dan *Large Language Model* (LLM), serta merumuskan model bisnisnya menggunakan *Lean Canvas* dan *Cost Benefit Analysis*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berfungsi sesuai spesifikasi dengan tingkat keberhasilan 100%, memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan pendekatan *single agent* pada *benchmark* TravelPlanner, memperoleh tingkat *usabilitas* 86,85% dalam kategori Sangat Bermanfaat, serta menunjukkan indikator kelayakan finansial yang positif. Temuan tersebut menunjukkan bahwa integrasi MAS tidak hanya meningkatkan kualitas rekomendasi perjalanan, tetapi juga mendukung penyusunan model bisnis yang layak untuk diimplementasikan.

Penelitian ini masih terbatas pada evaluasi menggunakan *benchmark* TravelPlanner, belum melakukan *ablation study* untuk mengukur kontribusi masing-masing agen, serta menggunakan proyeksi finansial berdasarkan sejumlah asumsi bisnis. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat mengembangkan evaluasi pada lingkungan operasional nyata, mengoptimalkan pemenuhan *hard constraint*, khususnya anggaran perjalanan, serta memvalidasi model bisnis menggunakan data pengguna aktual agar diperoleh gambaran implementasi yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. D. dan S. Informasi, "Perkembangan Perjalanan Wisatawan Nasional Tahun 2019-2024," *Kementrian Pariwisata Republik Indonesia*, 2025. kemenpar.go.id/statistik-wisatawan-nasional/perkembangan-perjalanan-wisatawan-nasional-tahun-2019-2024 (accessed Aug. 26, 2025).
- [2] M. D. Kumar Roy, P. Tejaswini, P. U. Chandra, T. J. Latha, and M. Deeksha, "Smart Travel: Your Ultimate Itinerary Companion," *Int. J. Eng. Technol. Manag. Sci.*, vol. 3, no. 8, pp. 229–235, 2024, doi: 10.46647/ijetms.2024.v08i03.028.
- [3] Z. A. Azeez, "The Role of Modern Interactive Media in Making Travel Decisions," *Int. J. Prof. Stud.*, vol. 18, no. 1, pp. 47–70, 2024, doi: 10.37648/ijps.v18i01.005.
- [4] E. Erbil and W. Worndl, "Personalization Of Multi-Day Round Trip Itineraries According To Travelers' Preferences," in *Proceedings of the ENTER 2022 eTourism Conference*, 2022, pp. 187–199. doi: 10.1007/978-3-030-94751-4_17.
- [5] A. N. Deshmukh, A. Monga, K. Gawade, and S. Gawade, "Smart Travel Companion : AI-Driven Trip Planning Mobile Application," *Int. J. Adv. Res. Sci. Commun. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 393–397, 2025, doi: 10.48175/IJAR SCT-23763.
- [6] H. Kaur, "Consumer Decision-Making in the Era of Information Overload," *Univers. Res. Reports*, vol. 11, no. 2, pp. 27–31, 2024, doi: 10.36676/urr.v11.i2.04.

- [7] R. Guo and H. Li, "Can the amount of information and information presentation reduce choice overload ? An empirical study of online hotel booking," *J. Travel Tour. Mark.*, vol. 39, no. 1, pp. 87–108, 2022, doi: 10.1080/10548408.2022.2044970.
- [8] Y. Choi, B. Hickerson, J. Lee, H. Lee, and Y. Choe, "Digital Tourism and Wellbeing: Conceptual Framework to Examine Technology Effects of Online Travel Media," *Int. J. Environ. Res. Public Heal. Artic.*, vol. 19, no. 5639, p. 13, 2022, doi: 10.3390/ijerph19095639 Academic.
- [9] M.-E. Pérez-Pons *et al.*, "A brief review on Multi-Agent System Approaches and Methodologies," in *Proceedings of the IV Workshop on Disruptive Information and Communication Technologies for Innovation and Digital Transformation*, 2022, pp. 35–47.
- [10] S. Chen *et al.*, "Applied sciences Application of Ant Colony Optimization Computing to a Recommended Travel Itinerary Planning System with Repeatedly Used Nodes," *Appl. Sci.*, vol. 13, no. 13221, p. 23, 2023, doi: 10.3390/app132413221.
- [11] O. Fagbohun, R. M. Harrison, and A. Dereventsov, "An Empirical Categorization of Prompting Techniques For Large Language Models: A Practitioner's Guide," *4th Int. Conf. AI, ML, Data Sci. Robot. (2023).*, pp. 1–16, 2023, doi: 10.48550/arXiv.2402.14837.
- [12] X. Li, S. Wang, S. Zeng, Y. Wu, and Y. Yang, "A survey on LLM - based multi - agent systems: workflow , infrastructure, and challenges," *Vicinagearth*, vol. 1, no. 9, pp. 1–43, 2024, doi: 10.1007/s44336-024-00009-2.
- [13] A. Kumar, M. M. Tripathi, and P. Prajapati, "Voyage Ai: The Smart & Ai-Driven Navigation Companion," *Int. J. Multidiscip. Res.*, vol. 7, no. 2, pp. 1–7, 2025, doi: 10.36948/ijfmr.2025.v07i03.46840.
- [14] A. Chen, X. Ge, Z. Fu, Y. Xiao, and J. Chen, "TravelAgent: An AI Assistant for Personalized Travel Planning," *Artif. Intell.*, no. September, 2024, doi: 10.48550/arXiv.2409.08069.
- [15] A. Singh, R. Madhogaria, A. Misra, and E. Elakiya, "Automated Travel Planning Via Multi-Agent Systems and Real- Time Intelligence," *Proc. 3rd Int. Conf. Optim. Tech. F. Eng.*, vol. 15 Novembe, p. 13, 2024, doi: 10.2139/ssrn.5089025.
- [16] V. Udandaraao, N. Abraham, M. Vairamuthu, and H. Mistry, "Roamify : Designing and Evaluating an LLM Based Google," *Human-Computer Interact.*, vol. Maret, pp. 1–12, 2025, doi: 10.48550/arXiv.2504.10489.
- [17] J. Xie, K. Zhang, J. Chen, T. Zhu, and R. Lou, "TravelPlanner: A Benchmark for Real-World Planning with Language Agents," *Comput. Lang.*, vol. Oktober, p. 24, 2024, doi: 10.48550/arXiv.2402.01622.