



Optimization Route Recommendation-Based Tourist Trip Design Problem: A Literature Study

Optimalisasi Rekomendasi Rute Pada Perencanaan Perjalanan Wisata: Studi Pustaka

Ahmad Luky Ramdani^{1*}, Dwi Hendratmo Widyantoro², Rinaldi Munir³

^{1,2,3}Sekolah Tinggi Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

¹Program Studi Sains Data, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia

E-Mail: ¹133221020@std.stei.itb.ac.id, ²dwi@stei.itb.ac.id, ³rinaldi@informatika.org

Received Nov 25th 2023; Revised Jan 15th 2024; Accepted Feb 20th 2024
Corresponding Author: Ahmad Luky Ramdani

Abstract

Tourist Travel Design Problems (TTDP) are problems related to the tourism sector. TTDP is relate a user planning when making tourist trips based on interesting tourist attractions. In recommendation systems, TTDP is an interesting problem. Because is not only used to find tourist attractions that suit the user but also to combine tourist attractions into practical travel routes, taking into account constrains. This article aims to present previous research related to the travel recommendation optimization process and how these problems are modeled using different approaches to find optimal solutions. Apart from that, there are research opportunities that can be carried out to improve the performance of recommendations. Based on the synthetic literature review (SLR), a research opportunities were obtained that could be carried out to obtain optimal travel route recommendations, such as a combination of metaheuristic algorithms or bio-inspired algorithms. In personalizing users regarding tourist attractions, there is an opportunity to implement deep learning algorithms such as LSTM, Transformer and Bert as a value for tourist attractions from the user's perspective.

Keyword: Orienteering Problem, Personalization, Tour Recommendation System, Tourist Trip Design Problem

Abstrak

*Tourist trip design problems (TTDP) merupakan permasalahan yang berkaitan dengan bidang pariwisata. TTDP berkaitan dengan perencanaan pengguna dalam melakukan perjalanan wisata berdasarkan pada tempat wisata yang menarik. Dalam sistem rekomendasi, TTDP merupakan permasalahan yang menarik. Hal ini karena tidak hanya digunakan untuk menemukan tempat wisata yang sesuai dengan pengguna, tetapi juga untuk menggabungkan tempat wisata ke dalam rute perjalanan yang praktis dengan mempertimbangkan batasan. Pada artikel ini bertujuan menyajikan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan proses optimasi rekomendasi perjalanan dan bagaimana permasalahan tersebut dimodelkan menggunakan pendekatan yang berbeda untuk mencari solusi yang optimal. Selain itu peluang penelitian yang dapat dilakukan untuk meningkatkan performa rekomendasi. Berdasarkan *synthetic literatur review* (SLR) dalam penelitian ini, didapatkan peluang penelitian yang dapat dilakukan untuk mendapatkan rekomendasi rute perjalanan yang optimal seperti kombinasi algoritma metaheuristic atau algoritma *bio-inspired*. Selain itu pada personalisasi pengguna terkait tempat wisata, terdapat peluang mengimplementasikan algoritme *deep learning* seperti LSTM, Transformer, Bert sebagai nilai tempat wisata dari sisi pengguna*

Kata Kunci: Orienteering Problem, Personalisasi, Sistem Rekomendasi Rute, Tourist Trip Design Problem

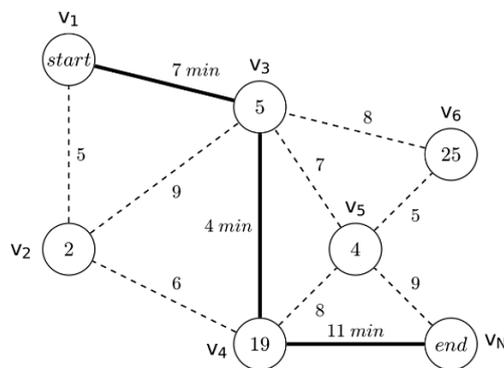
1. PENDAHULUAN

Pariwisata pada beberapa tahun terakhir menunjukkan pertumbuhan yang baik sebagai salah satu sumber pendapatan dan perkembangan teknologi. Hal ini karena bidang pariwisata menunjukkan dampak langsung dan tidak langsung yang sangat besar pada perekonomian suatu negara melalui penciptaan lapangan kerja dan pemanfaatan sumber daya secara berkelanjutan [1][2]. Akan tetapi, perkembangan pariwisata dibatasi oleh infrastruktur atau jaringan transportasi beserta informasi dan pemanfaatannya yang berkaitan dengan tempat wisata. Oleh karena itu baik transportasi maupun informasi memerankan peran yang penting serta menentukan daya tarik tempat wisata [3]. Selain itu keterbatasan pemanfaatan informasi bagi wisatawan serta keterbatasan

rute yang dapat dirancang menunjukkan kurangnya alat yang memungkinkan perencanaan perjalanan dengan memanfaatkan informasi sehingga sesuai dengan yang diharapkan [4].

Permasalahan yang terkait dengan perencanaan perjalanan wisata yang dipersonalisasi atau sesuai dengan preferensi wisatawan disebut dengan *tourist trip design problems* (TTDP) [5]. TTDP merupakan permasalahan perencanaan perjalanan yang spesifik pada rekomendasi rute perjalanan [6], memanfaatkan informasi pada tempat wisata yang beragam dengan mempertimbangkan informasi batasan yang terkait dengan waktu, transportasi, anggaran, preferensi dan lain-lain yang berasal dari wisatawan [7]. TTDP memerankan peran yang sangat penting dalam meningkatkan pengalaman wisatawan, kualitas tempat wisata, meningkatkan keuntungan ekonomi dan meningkatkan daya saing. Penerapan berbagai teknik untuk menyelesaikan TTDP secara optimal menjadi dasar dalam pengembangan teknologi dalam pariwisata. Ilustrasi TTDP dapat dilihat pada Gambar 1

Pada Gambar 1, rekomendasi rute perjalanan wisata diawali dengan menentukan tempat awal (v_i) dan akhir (v_N) perjalanan. Tempat-tempat tersebut dihubungkan dengan suatu lintasan dalam suatu perjalanan wisata. Lintasan yang menghubungkan antar tempat wisata, tempat awal dan akhir perjalanan direpresentasikan dengan biaya satuan waktu perjalanan (t_{ij}). Tidak semua tempat wisata harus dikunjungi karena keterbatasan waktu perjalanan yang ditentukan oleh wisatawan. Sehingga tempat wisata hanya dikunjungi sekali dan perjalanan wisata sedikitnya harus mengunjungi minimal satu tempat wisata. Adapun, tempat wisata direpresentasikan dengan suatu nilai yang merupakan persepsi atau personalisasi dari wisatawan (s_i). Sehingga tujuan utamanya adalah perencanaan rute perjalanan terbaik dengan memaksimalkan nilai tempat wisata pada setiap tempat wisata yang dapat dikunjungi akan tetapi dengan batasan yang telah ditentukan oleh wisatawan seperti alokasi waktu perjalanan.



Gambar 1. Ilustrasi permasalahan TTDP dalam representasi graf [8].

Pada artikel ini penulis mencoba menganalisis berbagai literatur yang kontribusi utamanya terkait dengan penyelesaian perencanaan rute perjalanan wisata dalam konteks TTDP. Pada literatur umumnya dimodelkan dengan berbagai jenis model *orienteering problem* (OP) [9], yaitu suatu masalah optimasi untuk mendapatkan kombinasi dari pemilihan tempat wisata dan penentuan rute antar tempat yang terpilih dengan batasan waktu perjalanan [10]. Selain itu juga dikaitkan dengan *team orienteering problem* (TOP) yang merupakan varian dari OP dengan tujuan menentukan n rute perjalanan [11]. Berdasarkan 2 pemodelan tersebut, pada artikel ini akan menyajikan dan menunjukkan bagaimana rekomendasi rute perjalanan dapat dimodelkan dalam berbagai skenario dari penelitian sebelumnya. Selain itu juga dianalisis terkait dengan data yang digunakan, teknik evaluasi dan teknik optimasi untuk merekomendasikan rute perjalanan. Penelitian ini juga menganalisis tentang tantangan saat ini dan peluang terkait penelitian pada rekomendasi rute perjalanan pada objek wisata.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan *synthetic literature review* (SLR) dengan *text mining*. SLR digunakan untuk memberikan gambaran terkait penelitian [12]. *Text mining* digunakan untuk memberikan gambaran umum artikel yang terkumpul berdasarkan kata-kata yang terdapat pada artikel [13]. Proses SLR tersebut terdiri dari tahapan yaitu perencanaan, pelaksanaan dan pelaporan. Proses perencanaan terdiri dari dua tahapan utama, yaitu proses pencarian dan klasifikasi artikel. Proses pencarian merupakan proses mendapatkan artikel yang relevan dengan kata kunci yang didefinisikan. Kata kunci pencarian yang digunakan yaitu *tourist trip design problem*, *route recommendation* dan *orienteering problem*. Artikel yang digunakan dalam penelitian ini adalah artikel yang terpublikasi antara tahun 2016-2022 serta bereputasi dan terindeks scopus. Artikel yang terkumpul kemudian dilakukan proses analisis dan pengelompokan berdasarkan data abstrak dan kata kunci. Proses analisis menggunakan pendekatan *text mining*. Proses *text mining* menggunakan library python yaitu pandas dan numpy terhadap jurnal yang memiliki kesesuaian dengan topik penelitian.

3. STUDI LITERATUR

2.1. Sistem Rekomendasi

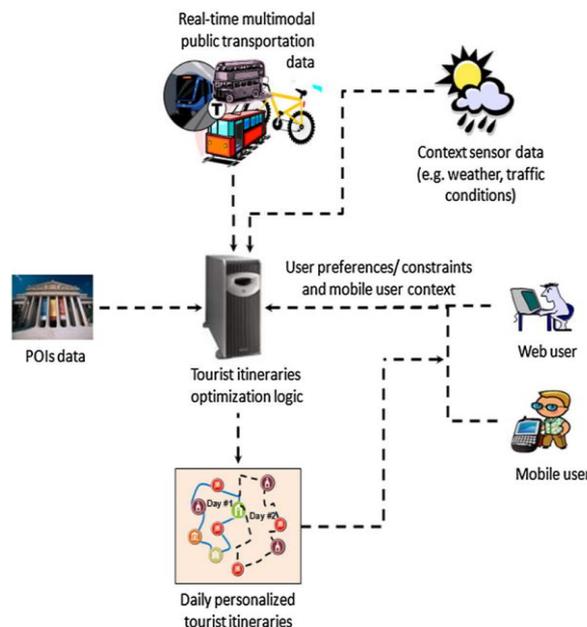
Sistem rekomendasi (SR) saat ini terkait erat dengan aplikasi *e-commerce*. Sehingga saat ini SR merupakan bagian penting dalam perkembangan teknologi. SR adalah bagian dari aplikasi kecerdasan buatan dalam memberikan saran terkait suatu produk bagi pengguna dengan memahami personalisasi pengguna yang merupakan bagian penting dari aplikasi *e-commerce* [1]. SR berkerja berdasarkan preferensi pengguna sehingga meningkatkan jumlah penjualan dan keuntungan. Selain itu, SR membantu individu yang mengalami kesulitan dalam mengambil keputusan karena tidak memiliki pengetahuan atau pengalaman yang cukup.

Saat ini SR tidak hanya digunakan pada aplikasi *e-commerce*, namun hampir setiap aplikasi pada berbagai bidang telah menggunakan SR untuk mengetahui personalisasi pengguna dan meningkatkan keuntungan. Jika dilihat dari jumlah produk yang direkomendasikan, penelitian SR terbagi menjadi dua, yaitu [14]: *single dan package recommendation*. *Single recommendation* merupakan SR yang memberikan rekomendasi terkait dengan satu jenis produk atau servis pada pengguna. SR seperti ini terdapat aplikasi dengan produk buku, film, hotel, restoran, berita dan lainnya. Sedangkan *package recommendation* mendefinisikan rekomendasi kepada pengguna berupa suatu grup item (lebih dari satu produk atau service dalam satu kesatuan). Contoh *package recommendation* terdapat pada rekomendasi perjalanan wisata, bahwa kelompok tempat wisata yang direkomendasikan merupakan suatu rute perjalanan yang sesuai dengan pengguna [14].

2.2. Tourist Trip Design Problem

Tourist trip design problems (TTDP) merupakan istilah yang menunjukkan pada suatu permasalahan umum dalam penentuan rute perjalanan wisata [9]. TTDP merupakan permasalahan penelitian yang masuk dalam komunitas riset operasi. Sehingga penelitian tersebut berfokus pada aspek definisi formulasi permasalahan [15], desain algoritme [16] dan kompleksitas dari permasalahan [17]. Sehingga mayoritas literatur penelitian di bidang TTDP didasarkan pada pemodelan orienteering problem (OP), yang bertujuan memberikan rekomendasi rute yang sama pada setiap pengguna, dengan masukan berupa tempat awal dan akhir rute serta waktu perjalanan yang dibutuhkan. Sehingga rute yang direkomendasikan tidak melebihi dari waktu dan biaya yang ditentukan. Selain OP, pemodelan team orienteering problem (TOP) banyak digunakan dalam TTDP. Solusi terbaik pada OP dan TOP adalah didasarkan pada memaksimalkan nilai yang terdapat pada setiap tempat berdasarkan pada batasan waktu perjalanan yang kemudian disebut sebagai fungsi objektif. Jika dilihat dari fungsi objektif yang digunakan, penelitian bidang TTDP dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu satu dan multi fungsi objektif (*single-objective dan multi-objective problems*).

Selain itu pada penelitian TTDP juga dilibatkan personalisasi yang didasarkan pada data perjalanan wisata pengguna sebelumnya. Sehingga rekomendasi rute yang diberikan akan berbeda pada setiap pengguna. Penelitian yang melibatkan personalisasi dilakukan oleh [18], [19], [20]. Personalisasi yang dimaksud seperti demografi pengguna, minat wisatawan pada tempat wisata, waktu perjalanan wisata, dan lain-lain yang didasarkan pada riwayat perjalanan. TTDP dimodelkan dengan menggunakan dan mempertimbangkan faktor kontekstual dan informasi yang jelaskan pada Gambar 2.



Gambar 2. Informasi data yang dapat digunakan dalam proses rekomendasi perjalanan wisata [5]

1. Data tempat wisata merupakan daftar kandidat tempat wisata yang diasosiasikan dengan sejumlah atribut seperti tipe lokasi tempat wisata, jam operasional tempat wisata dan lokasi geografi tempat wisata.
2. Waktu perjalanan antar tempat wisata. Hal ini berkaitan dengan informasi modal transformasi yang dapat digunakan di antara tempat wisata. Biasanya diasumsikan bahwa semua modal transportasi dapat digunakan seperti publik transportasi, berjalan kaki, bersepeda dll.
3. Profit merupakan istilah yang digunakan untuk merepresentasikan nilai suatu tempat wisata.
4. Jumlah rute yang direkomendasikan yang didasarkan pada lamanya kunjungan dalam satu tempat wisata
5. Lamanya waktu yang ditentukan pengguna dalam melakukan perjalanan wisata. Nilai ini merupakan jumlah waktu yang digunakan dalam kunjungan suatu tempat wisata dan perjalanan antar tempat wisata.
6. Data lingkungan geografi pengguna seperti jarak, cuaca, kondisi lalu lintas perjalanan, waktu operasional tempat wisata dan lain-lain. Data lingkungan dan batasan didefinisikan sebagai faktor kontekstual.

2.3. Orienteering Problem (OP)

Istilah *orienteering* pertama kali digunakan dalam bidang olah raga lari yang setiap peserta harus mengunjungi suatu lokasi dan tiba di lokasi yang telah ditentukan [21]. Pada olahraga tersebut, nilai ditetapkan pada setiap lokasi dan peserta tidak harus mengunjungi semua lokasi tetapi diharapkan memaksimalkan nilai yang terdapat pada setiap lokasi yang dikunjungi. Sehingga tidak hanya mengandalkan stamina namun juga keterampilan dalam mencari rute. Secara umum *orienteering problem* (OP) adalah masalah menemukan lokasi yang akan dikunjungi dengan batasan waktu tertentu. Setiap lokasi hanya dapat dikunjungi sekali, namun tujuannya adalah memaksimalkan nilai yang terdapat pada lokasi dalam suatu rute perjalanan [21]. Permasalahan ini dapat digunakan dalam domain lain seperti bidang pariwisata [11]. OP diformulasikan dengan menggunakan permasalahan bilangan bulat [22]:

$$\text{Max} \sum_{i=2}^{N-1} \sum_{j=2}^N s_i * x_{ij} \quad (1)$$

$$\sum_{j=2}^N x_{1j} = \sum_{i=1}^{N-1} x_{iN} = 1 \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{N-1} x_{ik} = \sum_{j=2}^N x_{kj} \leq 1; \quad \forall k = 2, \dots, N - 1 \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=2}^N t_{ij} * x_{ij} \leq T_{\max} \quad (4)$$

$$2 \leq u_i \leq N; \quad \forall i=2, \dots, N, \quad (5)$$

$$u_i - u_j + 1 \leq (N - 1)(1 - x_{ij}); \quad \forall i, j = 2, \dots, N, \quad (6)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}; \quad \forall i, j = 1, \dots, N \quad (7)$$

N adalah jumlah lokasi yang akan dikunjungi. s_i adalah nilai yang terdapat pada lokasi i . $x_{ij} = 1$ jika lokasi i dikunjungi yang kemudian diikuti lokasi j , selain itu diberikan nilai 0. t_{ij} adalah waktu perjalanan dari lokasi i ke lokasi j dan T_{\max} adalah waktu maksimal yang ditentukan oleh pengguna dalam melakukan perjalanan. Fungsi objektif dari OP adalah memaksimalkan jumlah nilai dari setiap lokasi yang dikunjungi (1) dengan batasan sebagai berikut [22]:

1. Memastikan bahwa rute bermula dari suatu tempat dan berakhir pada tempat tertentu yang telah didefinisikan N (2)
2. Memastikan bahwa lokasi dalam rute hanya satu kali dikunjungi kecuali lokasi awal dan akhir (3)
3. Memastikan bahwa perjalanan rute mengunjungi setiap tempat tidak melebihi waktu yang telah ditentukan (4), dan
4. Memastikan tidak ada sub-rute yang terbentuk (5)(6)

Penggunaan OP sebagai pemodelan TTDP, pada praktiknya menggunakan data yang besar terutama dalam jumlah lokasi. Sehingga pendekatan heuristik diperlukan supaya memastikan waktu komputasi yang wajar. Sejumlah penelitian menggunakan algoritme metaheuristik untuk menyelesaikan permasalahan OP pada rekomendasi perjalanan wisata, seperti dilakukan oleh [7]. Penelitian tersebut menggunakan kombinasi algoritme ant colony optimization (ACO) dengan differential evolution algorithm (DEA).

Pengguna pemodelan OP pada TTDP saat ini bergeser ke arah yang lebih kompleks yang dikembangkan menjadi model yang lebih mutakhir. Mulai dari permasalahan yang melibatkan (group rekomendasi, kebudayaan dan isu emisi karbon di lingkungan [23]), batasan yang digunakan (kategori tempat [24], waktu istirahat [25]), personalisasi pengguna dengan metode terbaru yang digunakan seperti deep learning [18] dan reinforcement learning [26]. Selain TTDP juga dimodelkan dengan TOP. TOP merupakan pengembangan OP dengan tujuan menemukan p rute perjalanan dengan tetap memaksimalkan nilai total dari semua rute [11]. Dalam bidang pariwisata, seorang anggota tim dapat diartikan sebagai satu hari dalam beberapa hari perjalanan wisata [27]. OP pada domain pariwisata sering juga disebut dengan perjalanan satu hari (*single tour*), sedangkan TOP disebut perjalanan lebih dari satu hari (*muti tour*).

Terdapat beberapa jenis variasi dari OP dan TOP yang berhubungan dengan permasalahan perjalanan wisata yang dipengaruhi oleh faktor kontekstual yaitu OP *with time windows* (OP-TW), *time dependent OP* (TD-OP), *multi constrained TOP with time windows* (MC-TOP-TW), OP *with maximum point categories* (OP-MPC), *arc OP* (A-OP) dan OP dengan nilai lokasi yang fleksibel seperti *generalized orienteering problem* (G-OP). Tabel 1 menjelaskan tentang deskripsi contoh jenis OP dan TOP serta hubungannya dengan rekomendasi rute perjalanan pariwisata dari beberapa penelitian yang telah dilakukan.

Tabel 1. Jenis OP dan TOP pada perencanaan rute perjalanan wisata

Jenis OP/TOP	Hubungan dengan Perencanaan Perjalanan Wisata
OP-TW [28]	Rekomendasi tempat wisata dengan mempertimbangkan jam operasional tempat wisata.
TD-OP [29]	Rekomendasi tempat wisata Terintegrasi dengan moda transportasi
MC-TOP-TW [30]	Rekomendasi perjalanan wisata yang tidak hanya menggunakan batasan waktu untuk perjalanan, tetapi menggunakan batasan lain seperti biaya (uang)
OP-MPC [31]	Rekomendasi perjalanan wisata memberikan prioritas pada suatu kategori tempat wisata dalam rute
A-OP [32]	Rekomendasi perjalanan wisata yang setiap lintasan lebih memiliki nilai dibandingkan lokasi. Contoh pada kasus perjalanan dengan menggunakan sepeda

2.4. Data Penelitian

Data yang umum digunakan dalam penelitian TTDP, penulis membagi menjadi dua kategori yaitu data benchmark dan *real-life*. Data benchmark digunakan pada penelitian yang befokus pada meningkatkan performa algoritme optimasi penentuan rute dengan fungsi tujuan yaitu memaksimalkan nilai pada setiap tempat wisata seperti yang dilakukan oleh [25]. Data benchmark yang digunakan seperti Solomon instance [33] dan data set lainnya¹.

Kategori kedua adalah data real-life, yaitu data yang didasarkan pada GPS (global positioning system) dan informasi lokasi yang terdapat di jejaring sosial seperti Flickr [34], Twitter [35] dan Foursquare[36]. Data tersebut didapatkan berdasarkan hasil proses crawling jejaring sosial berbasis lokasi atau LBSN (*location base social network*) dan situs-situs pendukung lainnya seperti wikipedia, google maps dan TripAdvisor. Data ini berisi sejarah perjalanan pengguna yang dikumpulkan dalam jangka waktu tertentu. Pada beberapa penelitian data real-life dari LBSN digunakan untuk menganalisis terkait dengan personalisasi pengguna pada tempat wisata.

2.5. Evaluasi

Evaluasi pada rekomendasi perjalanan wisata bertujuan untuk melihat kepuasan pengguna terkait dengan hal yang diinginkan pengguna. Terdapat beberapa cara evaluasi yang umum digunakan seperti evaluasi dengan menggunakan matrik information retrieval (IR) seperti recall (Tr), precision (Tp) dan F1-score (F1-score) [19], [37].

$$T_r = \frac{|P_r \cap P_v|}{|P_v|} \tag{8}$$

$$T_p = \frac{|P_r \cap P_v|}{|P_r|} \tag{9}$$

¹ <https://www.mech.kuleuven.be/en/cib/op>

$$F_1\text{-score} = \frac{2 T_p \times T_r}{T_p + T_r} \quad (10)$$

dengan P_r adalah sekumpulan lokasi yang direkomendasi pada suatu rute perjalanan wisata (I) dan P_v adalah kumpulan lokasi yang dikunjungi pada rute yang sebenarnya (*real-life travel sequence*).

Selain dengan menggunakan pendekatan IR, beberapa penelitian mengusulkan teknik evaluasi seperti popularity (P_{pop}), interest (P_{Int}^u) [42], diversity (div) [37], [38] dan GAP [39].

$$P_{pop} = \sum_p P \text{Pop}(p) \quad (11)$$

$$T_{Int}^u = \sum_p \text{Int}_u(\text{Cat}_p) \quad (12)$$

$$\text{div} = \frac{1}{k(k-1)} \sum_{(I_i, I_j)} P_r \times P_r (1 - \text{sim}(I_i, I_j)) \quad (14)$$

$$\text{GAP}(\%) = \frac{\text{BKS-Best}}{\text{BKS}} \times 100 \quad (14)$$

Pop(p) adalah popularitas tempat wisata, $\text{Int}_u(\text{Cat}_p)$ adalah ketertarikan pengguna pada kategori tempat wisata, k adalah jumlah rekomendasi rute (kasus TOP) dan *sim* adalah akronim dari similarity yaitu nilai kesamaan dari dua rute yang terbentuk. Teknik evaluasi diversity (*div*) menggunakan asumsi bahwa lokasi yang mirip dalam satu perjalanan berpeluang membuat pengguna merasa bosan. Sehingga rekomendasi rute perjalanan yang baik juga memaksimalkan keragaman pada lokasi. GAP merupakan persentase perbedaan nilai antara nilai BKS (*best known solution*) yang didapatkan dari penelitian sebelumnya dengan nilai yang didapatkan pada penelitian yang sedang dilakukan (Best). Selain matriks evaluasi di atas, terdapat juga matriks evaluasi yang disesuaikan dengan permasalahan seperti waktu transit (Etransit) [38], *distance optimization* (DisOp), popularitas lokasi dalam rute (Pop), waktu tunggu pengguna pada lokasi (AvgQt) dan *expected utility* (Uty) [40].

3. HASIL DAN ANALISIS

Berdasarkan hasil proses perencanaan dan pelaksanaan, didapatkan sebanyak 20 artikel yang sesuai dengan kombinasi kata kunci pada tahun 2016-2021. Hasil proses analisis *text mining*, pada artikel ini penulis membuat taksonomi terkait dengan penelitian rekomendasi rute perjalanan wisata sebagai *the state of the art*. Definisi taksonomi didasarkan pada pendekatan penelitian yang dilakukan, jumlah fungsi objektif yang digunakan, faktor konteks yang mempengaruhi dan teknik yang digunakan untuk mendapatkan solusi. Penulis membagi menjadi 2 kelompok pendekatan dalam penelitian rekomendasi rute yaitu (i) penelitian yang berfokus pada proses optimasi rute perjalanan seperti pada penelitian [25], [39], [41] dan (ii) penelitian yang fokus pada optimasi mendapatkan nilai pada tempat wisata yang sesuai dengan personalisasi atau minat pengguna [16], [18], [40]. Selain itu, berdasarkan jumlah fungsi objektif yang digunakan mayoritas penelitian terbagi menjadi 2, yaitu penelitian yang menggunakan satu fungsi objektif dan multi fungsi objektif.

3.1 Optimasi Rute Perjalanan

Kategori pertama penelitian TTDP adalah berfokus pada optimasi penentuan rute perjalanan pariwisata. Pendekatan ini dilakukan dengan memaksimalkan fungsi objektif yaitu nilai yang diasosiasikan dengan tempat wisata. Berdasarkan fungsi objektif yang digunakan terdapat 2 kategori yaitu satu fungsi objektif (single-objective) dan multi fungsi objektif (multi-objective). Selain itu pada kategori ini, digunakan jenis data berupa data benchmark. Sehingga hanya berfokus bagaimana mencari algoritma terbaik dengan melihat waktu komputasi, sumber daya yang digunakan dan nilai yang didapatkan berdasarkan fungsi objektif. Berdasarkan hal tersebut maka pada kategori ini, setiap wisatawan akan mendapatkan rekomendasi yang sama. Hal ini karena tidak mempertimbangkan preferensi wisatawan.

Pada kategori ini, faktor konteks mempengaruhi jenis pemodelan TTDP. Sehingga dapat menjadi kebaruan dalam penelitian TTDP. Hal ini seperti yang dilakukan oleh [23]. Terdapat beberapa faktor konteks yang digunakan pada model yaitu, waktu seperti time windows, multi time windows, time-dependent, pengguna seperti heterogeneous preferences, kategori, sosial seperti single trip, groups trip dan geografi atau lingkungan seperti multimodal transport, CO₂ emissions. Dengan melibatkan faktor konteks tersebut terdapat varian model TTDP pada permasalahan rekomendasi rute perjalanan wisata yang dijelaskan pada Tabel 2. Pada Tabel 2 juga mendeskripsikan penelitian TTDP pada kategori ini dengan melihat tipe tour (multi dan single tour), teknik atau algoritma yang digunakan, serta faktor konteks yang mempengaruhi pemodelan TTDP.

Tabel 2. Penelitian TTDP dengan pendekatan optimasi rute perjalanan pengguna

Penulis	Tipe Tour	Teknik	Faktor Konteks	Fungsi Objektif	Analisis dan <i>future work</i>
[39]	Multi tour	Hybrid: simulated annealing dan algoritma k-means [A]	<i>Time windows, Time visit duration</i>	Single-objective	Melibatkan nilai <i>rating</i> tempat wisata. Namun soulsi hanya menangani masalah TOP.
[25]	Single tour	Iterated Local Search	<i>Time windows</i>	Single-objective	Melibatkan waktu istirahat untuk makan siang (faktor konteks), selain kategori tempat utama yang harus dikunjungi. Namun tidak mempertimbangkan waktu perjalanan antar tempat (kemacetan) dan kepadatan tempat wisata.
[42]	Multi Tour	Fuzzy GRASP	<i>Time windows</i>	Single-objective	Mengelompokan tempat wisata pada beberapa kategori. Rute yang terbentuk memiliki minimal dan maksimal dari tempat pada setiap kategori.
[43]	Multi tour	Adjusted Iterated Local Search	<i>Heterogeneous Preferences, Time windows</i>	Multi-objective	Modifikasi algoritma ILS (AILS) dengan memaksimalkan nilai dari tempat wisata dan meminimalkan waktu perjalanan pada <i>flexibility</i> TOPTW. Namun tidak melibatkan batasan jumlah rute, tempat wisata yang akan dikunjungi.
[11]	Multi tour	Hybrid artificial bee colony	<i>Time windows, Time dependent</i>	Single-objective	Menambahkan faktor konteks yaitu nilai time dependent (tempat wisata memiliki nilai berbeda bedasarkan waktu). Contoh pantai lebih baik dikunjungi pada pagi dan sore hari.
[23]	Multi tour	Pareto	<i>Multi-model Transport, Heterogeneous Preferences, CO₂ emissions</i>	Multi-objective	Melibatkan banyak faktor kontekstual dan fungsi objektif (minimalkan emisi karbon). Selain itu perjalanan wisata dilakukan dalam suatu kelompok (grup). Selain itu pada kenyataanya tempat wisata menawarkan kegiatan wisata yang lebih dari satu jenis. Hal ini menjadi peluang penelitian

3.2 Optimasi Personalisasi Pengguna

Kategori kedua adalah penelitian dengan fokus mendapatkan nilai tempat wisata yang asosiasikan dengan personalisasi pengguna. Sehingga kontribusi tipe penelitian ini adalah terkait dengan analisis personalisasi pengguna. Dengan melibatkan personalisasi, setiap pengguna akan mendapatkan rekomendasi yang berbeda terkait dengan rute perjalanan wisata. Pada kategori ini menggunakan metode penelitian sebelumnya untuk mengkombinasikan tempat-tempat wisata yang sudah dipersonalisasi menjadi rute perjalanan wisata.

Pada kategori ini umumnya penelitian menggunakan jenis data real-life yang merupakan data sejarah perjalanan pengguna. Berdasarkan data tersebut, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi personalisasi pengguna dalam penelitian TTDP yaitu popularitas tempat wisata (POI popularity), preferensi pengguna (user preference), ketertarikan pada tempat wisata (user interest), durasi kunjungan pengguna (visit duration), urutan kunjungan tempat wisata pada rute (visit order), profil pengguna (user profile), waktu tunggu (queuing time), kepadatan tempat wisata (*crowdedness*) dan pola kunjungan yang dipengaruhi oleh kunjungan sebelumnya. Berdasarkan faktor-faktor tersebut penelitian kategori ini selalu menggunakan multi fungsi objektif. Hal ini karena setiap faktor memiliki preferensi pengguna yang berbeda. Tabel 3 mendeskripsikan penelitian terkait dengan teknik yang digunakan untuk mendapat personaliasi pengguna, faktor personalisasi dan analisis kinerja yang dihasilkan.

Tabel 3. Penelitian TTDP dengan pendekatan optimasi personalisasi pengguna

Penulis	Tipe tour	Faktor konteks/ Preferensi wisatawan	Teknik	Fungsi Objektif	Analisis dan <i>future work</i>
[44]	Single tour	<i>Group trip, Popularity, User interest</i>	Deep learning (LTSM) dan Iterated local search (ILS)	Multi-objective	Preferensi minat wisatawan dalam suatu perjalanan wisata yang mempertimbangkan preferensi individu dan kelompok. Namun dapat

Penulis	Tipe tour	Faktor konteks/ Preferensi wisatawan	Teknik	Fungsi Objektif	Analisis dan <i>future work</i>
[18]	Single tour	<i>Popularity, User interest</i>	Stacked Denoising Autoencoder (SDAE) dan Iterated local search (ILS)	Multi- objective	ditambahkan waktu lamanya kunjungan dalam perjalanan berkelompok. Menggunakan konteks dari deskripsi tempat untuk menangani permasalahan cold-start dan personalisasi. Dapat melibatkan konteks mode transportasi, public atau private sarana transportasi dan informasi kondisi lalu lintas
[45]	Single tour	<i>Popularity, User interest, Crowdedness</i>	Ant Colony	Multi- objective	Rute perjalanan mempertimbangkan kepadatan tempat wisata. Wisatawan lebih tertarik tempat wisata yang tidak ramai karena akan lama mendapatkan pelayanan. Namun untuk mendapatkan data yang valid dan lengkap dapat menggunakan informasi mobile phone log yang berasal dari perusahaan telekomunikasi. Berhasil mendapatkan nilai minat wisatawan pada tempat wisata dengan menganalisis frekuensi kunjungan pengguna. Namun dapat juga melibatkan transportasi publik dan tipe sarana transportasi. Mempertimbangkan waktu antrian sebagai bagian dari mengestimasi minat wisatawan. Namun muncul masalah cold- star ketika tidak ada wisatawan yang memiliki perjalanan sebelumnya. Selain itu perlu melibatkan kepadatan dan tidak hanya waktu tunggu pelayanan.
[19]	Single tour	<i>Popularity, User Interest</i>	Algoritma PersTour	Multi- objective	
[17]	Single tour	<i>Popularity, User Interest, Queuing Time</i>	Monte Carlo Tree Search	Multi- objective	

4. PELUANG PENELITIAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada Tabel 2 dan 3, peluang penelitian yang didapatkan untuk optimasi rekomendasi rute perjalanan wisata secara umum terbagi menjadi 2 kategori. Peluang tersebut yaitu (i) pemodelan TTDP dengan melihat faktor konteks dan preferensi minat wisata untuk memaksimalkan personalisasi, (ii). Optimasi rute perjalanan seperti model hybrid untuk menggabungkan dan mengelompokkan tempat wisata dalam suatu rute perjalanan yang lengkap. Deskripsi peluang penelitian dipetakan pada Tabel 4.

Tabel 4. Peluang penelitian

Kategori	Peluang
Optimasi rute perjalanan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penggunaan algoritma <i>hybrid</i> seperti mengkombinasikan teknik <i>metaheuristic</i> 2. Penggunaan algoritma bio-inspired seperti bacterial foraging optimization, cuckoo search, forest optimization, sea lion optimization, bat algorithm dan animal migration optimization yang belum pernah dilakukan oleh penelitian sebelumnya 3. Perencanaan perjalanan dengan melihat kontekstual secara <i>real-time</i> seperti kondisi lalu lintas sehingga rute perjalanan dapat dimodifikasi untuk mendapatkan rute perjalanan wisata yang optimal 4. Melihat kekurangan dan kelebihan pada teknik yang digunakan maka teknik deep learning memiliki peluang untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dalam permasalahan rekomendasi rute
Optimasi personalisasi pengguna	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pada kenyataan dilapangan, perjalanan wisata umumnya dilakukan secara berkelompok (groups). Sehingga penelitian dengan menggunakan konteks ini, dapat dilakukan dengan melihat dimensi pemerataan nilai (personalisasi) dari setiap pengguna dalam kelompok. 2. Algoritma deep learning dengan melihat pola perjalanan sebelumnya yang telah dilakukan 3. Kombinasi faktor konteks untuk mendapatkan model TTDP yang baru seperti dengan melihat perjalanan wisata lintas pulau, kepadatan yang dilihat dari aktivitas <i>mobile phone</i>, waktu kunjungan dalam perjalanan kelompok dan publik atau private mode transportasi.

5. KESIMPULAN

Sistem rekomendasi merupakan penelitian yang sampai saat ini masih terus dikembangkan, terutama dalam hal penelitian terkait dengan algoritme untuk meningkatkan performa rekomendasi. Selain itu sistem

rekomendasi juga banyak digunakan dalam berbagai bidang. Salah satu penelitian yang terus dilakukan adalah terkait dengan rekomendasi perencanaan perjalanan dalam domain pariwisata (TTDP). Pada penelitian tersebut tidak hanya berfokus memberikan rekomendasi tempat wisata berdasarkan personalisasi tetapi juga memaksimalkan rute perjalanan yang akan dilalui berdasarkan fungsi objektif dan faktor kontekstual. Berdasarkan studi literatur dan penelitian terkait, teridentifikasi peluang penelitian yaitu dengan menganalisis kombinasi algoritma metaheuristic atau algoritma bio-inspired lain untuk merekomendasikan rute perjalanan wisata. Selain itu pada personalisasi pengguna terkait tempat wisata, terdapat peluang mengimplementasikan algoritma deep learning seperti LTSM, transformer, bert sebagai nilai tempat wisata dari sisi pengguna.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kemendikbudristek (Puslapdik) dan LPDP yang telah memberikan fasilitas selama kegiatan penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Bandung (ITB) yang telah memberikan dukungan selama kegiatan penelitian.

REFERENSI

- [1] N. Van Truong dan T. Shimizu, "The effect of transportation on tourism promotion: Literature review on application of the Computable General Equilibrium (CGE) Model," *Transp. Res. Procedia*, vol. 25, hlm. 3096–3115, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.336>.
- [2] X. Mao, J. Meng, dan Q. Wang, "Modeling the effects of tourism and land regulation on land-use change in tourist regions: A case study of the Lijiang River Basin in Guilin, China," *Land Use Policy*, vol. 41, hlm. 368–377, 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.06.018>.
- [3] D.-T. Le-Klöhn dan C. M. Hall, "Tourist use of public transport at destinations – a review," *Curr. Issues Tour.*, vol. 18, no. 8, hlm. 785–803, 2015, doi: [10.1080/13683500.2014.948812](https://doi.org/10.1080/13683500.2014.948812).
- [4] D.-Y. Yeh dan C.-H. Cheng, "Recommendation system for popular tourist attractions in Taiwan using Delphi panel and repertory grid techniques," *Tour. Manag.*, vol. 46, hlm. 164–176, 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2014.07.002>.
- [5] D. Gavalas, C. Konstantopoulos, K. Mastakas, dan G. Pantziou, "A survey on algorithmic approaches for solving tourist trip design problems," *J. Heuristics*, vol. 20, no. 3, hlm. 291–328, 2014, doi: [10.1007/s10732-014-9242-5](https://doi.org/10.1007/s10732-014-9242-5).
- [6] D. Gavalas, C. Konstantopoulos, K. Mastakas, dan G. Pantziou, "A survey on algorithmic approaches for solving tourist trip design problems," *J. Heuristics*, vol. 20, no. 3, hlm. 291–328, 2014, doi: [10.1007/s10732-014-9242-5](https://doi.org/10.1007/s10732-014-9242-5).
- [7] W. Zheng dan Z. Liao, "Using a heuristic approach to design personalized tour routes for heterogeneous tourist groups," *Tour. Manag.*, vol. 72, no. 555, hlm. 313–325, 2019, doi: [10.1016/j.tourman.2018.12.013](https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.12.013).
- [8] K. Taylor, K. H. Lim, dan J. Chan, "Travel Itinerary Recommendations with Must-see Points-of-Interest," *Web Conf. 2018 - Companion World Wide Web Conf. WWW 2018*, hlm. 1198–1205, 2018, doi: [10.1145/3184558.3191558](https://doi.org/10.1145/3184558.3191558).
- [9] P. Vansteenwegen dan D. Van Oudheusden, "The Mobile Tourist Guide: An OR Opportunity," *Insight*, vol. 20, no. 3, hlm. 21–27, 2007, doi: [10.1057/ori.2007.17](https://doi.org/10.1057/ori.2007.17).
- [10] A. Gunawan, H. C. Lau, dan P. Vansteenwegen, "Orienteering Problem: A survey of recent variants, solution approaches and applications," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 255, no. 2, hlm. 315–332, 2016, doi: [10.1016/j.ejor.2016.04.059](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.04.059).
- [11] V. F. Yu, P. Jewpanya, S. W. Lin, dan A. A. N. P. Redi, "Team orienteering problem with time windows and time-dependent scores," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 127, no. December 2017, hlm. 213–224, 2019, doi: [10.1016/j.cie.2018.11.044](https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.11.044).
- [12] Y. Xiao dan M. Watson, "Guidance on Conducting a Systematic Literature Review," *J. Plan. Educ. Res.*, vol. 39, no. 1, hlm. 93–112, Mar 2019, doi: [10.1177/0739456X17723971](https://doi.org/10.1177/0739456X17723971).
- [13] A. O'Mara-Eves, J. Thomas, J. McNaught, M. Miwa, dan S. Ananiadou, "Erratum to: Using text mining for study identification in systematic reviews: a systematic review of current approaches," *Syst. Rev.*, vol. 4, no. 1, hlm. 59, Des 2015, doi: [10.1186/s13643-015-0031-5](https://doi.org/10.1186/s13643-015-0031-5).
- [14] S. N. van Schaik, J. Masthoff, dan A. T. Wibowo, "Package recommender systems: A systematic review," *Intell. Decis. Technol.*, vol. 13, no. 4, hlm. 435–452, Feb 2020, doi: [10.3233/IDT-190140](https://doi.org/10.3233/IDT-190140).
- [15] J. L. Sarkar dan A. Majumder, "gTour: Multiple itinerary recommendation engine for group of tourists," *Expert Syst. Appl.*, hlm. 116190, 2021, doi: [10.1016/j.eswa.2021.116190](https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.116190).
- [16] J. L. Sarkar, A. Majumder, C. R. Panigrahi, dan S. Roy, "MULTITOUR: A multiple itinerary tourists recommendation engine," *Electron. Commer. Res. Appl.*, vol. 40, no. August 2019, hlm. 100943, 2020, doi: [10.1016/j.elerap.2020.100943](https://doi.org/10.1016/j.elerap.2020.100943).

- [17] K. H. Lim, J. Chan, S. Karunasekera, dan C. Leckie, "Personalized itinerary recommendation with queuing time awareness," *SIGIR 2017 - Proc. 40th Int. ACM SIGIR Conf. Res. Dev. Inf. Retr.*, hlm. 325–334, 2017, doi: 10.1145/3077136.3080778.
- [18] L. Chen, L. Zhang, S. Cao, Z. Wu, dan J. Cao, "Personalized itinerary recommendation: Deep and collaborative learning with textual information," *Expert Syst. Appl.*, vol. 144, 2020, doi: 10.1016/j.eswa.2019.113070.
- [19] K. H. Lim, J. Chan, C. Leckie, dan S. Karunasekera, "Personalized trip recommendation for tourists based on user interests, points of interest visit durations and visit recency," *Knowl. Inf. Syst.*, vol. 54, no. 2, hlm. 375–406, 2018, doi: 10.1007/s10115-017-1056-y.
- [20] K. H. Lim *dkk.*, "PersTour: A personalized tour recommendation and planning system," dalam *CEUR Workshop Proceedings*, 2016.
- [21] T. Tsiligrirides, "Heuristic Methods Applied to Orienteering," *J. Oper. Res. Soc.*, vol. 35, no. 9, hlm. 797–809, Sep 1984, doi: 10.1057/jors.1984.162.
- [22] P. Vansteenwegen, W. Souffriau, dan D. Van Oudheusden, "The orienteering problem: A survey," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 209, no. 1, hlm. 1–10, 2011, doi: 10.1016/j.ejor.2010.03.045.
- [23] J. Ruiz-Meza dan J. R. Montoya-Torres, "Tourist trip design with heterogeneous preferences, transport mode selection and environmental considerations," *Ann. Oper. Res.*, vol. 305, no. 1–2, hlm. 227–249, 2021, doi: 10.1007/s10479-021-04209-7.
- [24] W. Wörndl, A. Hefe, dan D. Herzog, "Recommending a sequence of interesting places for tourist trips," *Inf. Technol. Tour.*, vol. 17, no. 1, hlm. 31–54, 2017, doi: 10.1007/s40558-017-0076-5.
- [25] C. Almira dan N. U. Maulidevi, "Travel Itinerary Recommendation for Real World Point of Interests Using Iterated Local Search," *Proc. - 2019 Int. Conf. Adv. Inform. Concepts Theory Appl. ICAICTA 2019*, 2019, doi: 10.1109/ICAICTA.2019.8904339.
- [26] S. Chen, B. H. Chen, Z. Chen, dan Y. Wu, "Itinerary planning via deep reinforcement learning," *ICMR 2020 - Proc. 2020 Int. Conf. Multimed. Retr.*, hlm. 286–290, 2020, doi: 10.1145/3372278.3390727.
- [27] E. Erbil dan W. Wörndl, "Generating multi-day round trip itineraries for tourists," *CEUR Workshop Proc.*, vol. 2855, hlm. 1–7, 2021.
- [28] D. Duque, L. Lozano, dan A. L. Medaglia, "Solving the Orienteering Problem with Time Windows via the Pulse Framework," *Comput. Oper. Res.*, vol. 54, hlm. 168–176, 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cor.2014.08.019>.
- [29] F. V Fomin dan A. Lingas, "Approximation algorithms for time-dependent orienteering," *Inf. Process. Lett.*, vol. 83, no. 2, hlm. 57–62, 2002, doi: [https://doi.org/10.1016/S0020-0190\(01\)00313-1](https://doi.org/10.1016/S0020-0190(01)00313-1).
- [30] B. Aghezzaf dan H. EL Fahim, "The multi-constraint team orienteering problem with time windows in the context of distribution problems: A variable neighborhood search algorithm," dalam *2014 International Conference on Logistics Operations Management*, IEEE, Jun 2014, hlm. 155–160. doi: 10.1109/GOL.2014.6887433.
- [31] P. Bolzoni, S. Helmer, K. Wellenzohn, J. Gamper, dan P. Andritsos, "Efficient itinerary planning with category constraints," dalam *Proceedings of the 22nd ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems*, dalam SIGSPATIAL '14. New York, NY, USA: ACM, Nov 2014, hlm. 203–212. doi: 10.1145/2666310.2666411.
- [32] W. Souffriau, P. Vansteenwegen, G. Vanden Berghe, dan D. Van Oudheusden, "The planning of cycle trips in the province of East Flanders," *Omega*, vol. 39, no. 2, hlm. 209–213, 2011, doi: <https://doi.org/10.1016/j.omega.2010.05.001>.
- [33] Marius M. Solomon, "Algorithms for the Vehicle Routing and Scheduling Problems with Time Window Constraints," *Oper Res*, vol. 35, hlm. 254–265, 1987.
- [34] B. Thomee *dkk.*, "YFCC100M: The new data in multimedia research," *Commun. ACM*, vol. 59, no. 2, hlm. 64–73, 2016, doi: 10.1145/2812802.
- [35] P. Padia, K. H. Lim, J. Cha, dan A. Harwood, "Sentiment-Aware and Personalized Tour Recommendation," *Proc. - 2019 IEEE Int. Conf. Big Data Big Data 2019*, hlm. 900–909, 2019, doi: 10.1109/BigData47090.2019.9006442.
- [36] J. Chen dan W. Jiang, "Context-Aware Personalized POI Sequence Recommendation," dalam *International Conference on Smart City and Informatization*, Springer, 2019, hlm. 197–210. doi: 10.1007/978-981-15-1301-5_16.
- [37] S. Md. M. Rashid, M. E. Ali, dan M. A. Cheema, "DeepAltTrip: Top-k Alternative Itineraries for Trip Recommendation," no. September, hlm. 1–12, Sep 2021, doi: 10.48550/arXiv.2109.03535.
- [38] Z. Ma, H. Guo, Y. Gui, dan Y. J. Gong, "An efficient computational approach for automatic itinerary planning on web servers," *GECCO 2021 - Proc. 2021 Genet. Evol. Comput. Conf.*, hlm. 991–999, 2021, doi: 10.1145/3449639.3459301.
- [39] T. Tlili dan S. Krichen, "A simulated annealing-based recommender system for solving the tourist trip design problem," *Expert Syst. Appl.*, vol. 186, no. October 2020, hlm. 115723, 2021, doi: 10.1016/j.eswa.2021.115723.

- [40] J. Liu, K. L. Wood, dan K. H. Lim, "Strategic and Crowd-Aware Itinerary Recommendation," dalam *Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases: Applied Data Science Track. ECML PKDD 2020. Lecture Notes in Computer Science, vol 12460. Springer*, vol. 12460 LNAI, Y. Dong, D. Mladenić, dan C. Saunders, Ed., Cham: Springer International Publishing, 2021, hlm. 69–85. doi: 10.1007/978-3-030-67667-4_5.
- [41] N. N. Qomariyah dan D. Kazakov, "A genetic-based pairwise trip planner recommender system," *J. Big Data*, vol. 8, no. 1, 2021, doi: 10.1186/s40537-021-00470-6.
- [42] A. Expósito, S. Mancini, J. Brito, dan J. A. Moreno, "A fuzzy GRASP for the tourist trip design with clustered POIs," *Expert Syst. Appl.*, vol. 127, hlm. 210–227, 2019, doi: 10.1016/j.eswa.2019.03.004.
- [43] I. Hapsari, I. Surjandari, dan K. Komarudin, "Solving multi-objective team orienteering problem with time windows using adjustment iterated local search," *J. Ind. Eng. Int.*, vol. 15, no. 4, hlm. 679–693, 2019, doi: 10.1007/s40092-019-0315-9.
- [44] L. Chen, J. Cao, H. Chen, W. Liang, H. Tao, dan G. Zhu, "Attentive multi-task learning for group itinerary recommendation," *Knowl. Inf. Syst.*, vol. 63, no. 7, hlm. 1687–1716, 2021, doi: 10.1007/s10115-021-01567-3.
- [45] X. Wang, C. Leckie, J. Chan, K. H. Lim, dan T. Vaithianathan, "Improving personalized trip recommendation by avoiding crowds," *Int. Conf. Inf. Knowl. Manag. Proc.*, vol. 24-28-Octo, hlm. 25–34, 2016, doi: 10.1145/2983323.2983749.