

**REKOMENDASI RUTE WISATA MENGGUNAKAN METODE TRAVELLING SALESMAN
PROBLEM DENGAN ALGORITMA K-NEAREST NEIGHBOR
(STUDI KASUS : TORAJA UTARA)**

**TOURISM ROUTE RECOMENDATION USING TRAVELLING SALESMAN PROBLEM METHOD WITH K-
NEAREST NEIGHBOR ALGORITHM
(STUDY CASE : TORAJA UTARA)**

Friska Sologia¹, Rio Aurachman², Putu Giri Artha Kusuma³

^{1,2,3}Industrial Engineering Bachelor Program, School of Industrial and System Engineering, Telkom University
¹friskasologia@student.telkomuniversity.ac.id, ²rioaurachman@telkomuniversity.ac.id
³putugiriak@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Toraja Utara merupakan salah satu daerah tujuan wisata di Sulawesi Selatan yang menarik minat wisatawan untuk datang berkunjung. Dengan banyaknya kunjungan wisatawan yang datang ke Toraja Utara, maka diperlukan suatu panduan untuk memudahkan perjalanan bagi wisatawan yang akan berkunjung ke Toraja Utara. Oleh karena itu, sistem informasi pariwisata Toraja Utara berbasis *web* diperlukan sebagai sarana menyampaikan informasi kepada masyarakat yang ingin mengetahui objek wisata yang ada di Toraja Utara. Pada penelitian ini, dibangun sebuah sistem berbasis *web* sebagai panduan bagi wisatawan dalam menentukan rekomendasi rute wisata yang optimal. Rute optimal yang dimaksud yaitu akan memaksimalkan objek wisata yang dikunjungi selama 3 hari serta mencari rute terpendek yang akan dilalui setiap harinya. *Travelling Salesman Problem* (TSP) merupakan permasalahan optimasi menentukan perjalanan terpendek untuk melewati sejumlah kota dimana setiap kota hanya boleh dilalui satu kali dan kembali ke titik awal. Salah satu kasus TSP yaitu pencarian rute wisata di Toraja Utara yang optimal. Untuk menyelesaikan kasus TSP dalam menentukan rute yang optimal, diimplementasikan algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) yang dapat mengklasifikasikan data berdasarkan jarak terdekat [1]. Implementasi sistem menggunakan database MySQL dan bahasa pemrograman PHP. Dari penelitian ini, didapatkan hasil berupa *website* pariwisata yang dapat memberi informasi mengenai objek wisata yang ada di Toraja Utara serta rekomendasi perjalanan bagi wisatawan berbasis *web*. Dalam menyelesaikan permasalahan TSP menggunakan algoritma KNN digunakan K=1. Hasil yang didapatkan yaitu penghematan jarak tempuh yang diperoleh dengan metode KNN pada permasalahan *Travelling Salesman Problem* dalam menentukan rekomendasi wisata di Toraja Utara, yaitu pada hari ke-1 terjadi penghematan jarak 7,08 km dengan persentase 31,19%, hari ke-2 penghematan jarak 14,28 km dengan persentase 32,45% dan pada hari ke-3 penghematan jarak sebesar 50,94 dengan persentase sebesar 56,91%.

Kata Kunci : Pariwisata, *Travelling Salesman Problem*, *K-Nearest Neighbor*

Abstract

North Toraja is one of tourism destination sector in South Sulawesi which has been taking many visitors attention to visit and exploring the place. Due to the big numbers of visitation of tourist on this land, accordingly it is need a special guide to make it possible for the coming visitors in North Toraja to explore the place easily. That is why, the tourism information system of North Toraja required web based system as a medium to share the information to the visitors about places and tourism object in North Toraja. On this research, a web based system was build as a guidance for tourist on concerning the most optimum route recommendation. The optimum route that will maximize the tourism object exploration for 3 days and also to find out the shortest route to take each day. *Traveling Salesman Problem* (TSP) is an obstacle on optimizing to decide the shortest traveling route to passing by on few region where each region must be pass once in a time and back to the start point. One of the TSP's problem is to determined the most optimum tourism route in North Toraja. To solve this TSP's problem on determined the optimum route, were implemated *K-Nearest Neighbour Algorithm* (KNN) which can classified the data based on the nearest distance [1]. The Implementation of the system using MySQL database and Language Programing PHP. From this research, an incoming result is a Tourism website that able to give an information about the tourism object in North Toraja and also web based most recommended route for tourist. On dealing with TSP problem using KNN Algorithm used K=1. The results obtained are the mileage savings obtained by the KNN method on the problem of *Traveling Salesman Problems* in determining tourism recommendations in North Toraja, namely on the first day there is a distance savings of 7.08 km with a percentage of 31.19%, the second day of savings a distance of 14.28 km with a percentage of 32.45% and on the 3rd day distance savings of 50.94 with a percentage of 56.91%.

Keywords : Tourism, *Travelling Salesman Problem*, *K-Nearest Neighbor*

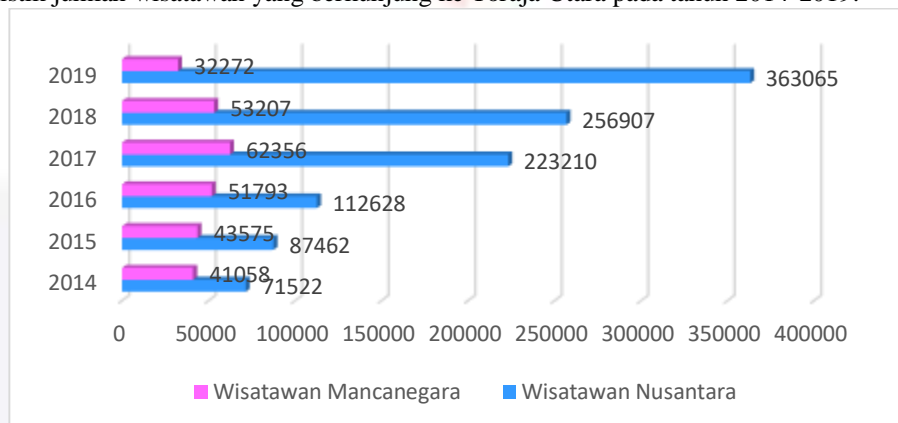
1. Pendahuluan

Pariwisata merupakan industri yang menjadi salah satu sektor ekonomi terbesar serta memiliki tingkat pertumbuhan yang paling pesat. Pariwisata menjadi salah satu sumber utama pendapatan bagi negara di dunia. Pariwisata

menyumbang 10,3% terhadap Produk Domestik Bruto [1]. Sementara itu, kunjungan wisatawan internasional memberi kontribusi sebesar 7% dari total ekspor barang dan jasa dunia. Dilihat dari penciptaan lapangan kerja, satu dari 10 tenaga kerja diciptakan oleh sektor pariwisata (UNWTO, 2017). Dalam rangka pengembangan pariwisata, pemerintah menetapkan pariwisata sebagai salah satu sektor unggulan dalam pembangunan nasional [2]. Berdasarkan data Kementerian Pariwisata Nasional bahwa jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Indonesia pada tahun 2016 mencapai 11.52 juta kunjungan atau naik sebesar 10,70 persen dibanding kunjungan tahun sebelumnya yaitu sebesar 10,41 juta kunjungan. Berdasarkan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara tersebut, wisatawan mancanegara menyumbang 30,13 persen atau Rp. 176,23 triliun dari transaksi pariwisata.

Selain peningkatan jumlah kunjungan wisatawan mancanegara, peningkatan jumlah wisatawan nusantara juga sangat berpengaruh pada perkembangan pariwisata Indonesia. Berdasarkan catatan transaksi pada tahun 2016, wisatawan nusantara menyumbang 41,32 persen dari total nilai pariwisata setara dengan Rp. 584,89 triliun [2].

Sulawesi Selatan merupakan salah satu daerah tujuan wisata yang diminati wisatawan lokal maupun mancanegara. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, pada tahun 2017 jumlah kunjungan wisatawan mancanegara mencapai 17.719 kunjungan. Toraja Utara merupakan salah satu daerah tujuan wisata di Sulawesi Selatan yang mampu menarik minat wisatawan untuk datang berkunjung. Menurut data Dinas Pariwisata Toraja Utara, pada tahun 2016 jumlah kunjungan wisatawan mencapai 51.793 wisatawan mancanegara dan 112.628 wisatawan nusantara. Kemudian pada tahun 2017 mengalami peningkatan menjadi 62.324 wisatawan mancanegara dan 223.210 wisatawan nusantara. Berikut merupakan statistik jumlah wisatawan yang berkunjung ke Toraja Utara pada tahun 2014-2019.



Gambar 1. Jumlah kunjungan wisatawan nusantara dan mancanegara di Toraja Utara tahun 2014-2019
(Sumber : Badan Pusat Statistik Toraja Utara)

Daya tarik objek wisata berupa keindahan alam, budaya dan adat istiadat membuat Toraja menjadi salah satu objek wisata unggulan di Indonesia. Terdapat lebih dari ratusan objek wisata yang ditawarkan di Toraja. Karena itu pengembangan untuk sektor pariwisata dapat membantu wisatawan dalam memaksimalkan kunjungan wisata di Toraja Utara.

Pada umumnya, masyarakat yang ingin melakukan perjalanan wisata tentunya akan membuat rencana terlebih dahulu mengenai lokasi yang akan dikunjungi beserta waktu keberangkatannya. Hal ini dilakukan untuk menghindari timbulnya permasalahan salah satunya yaitu jarak tempuh yang akan dilalui ternyata lebih jauh sehingga waktu yang dibutuhkan tidak sesuai dengan harapan. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan suatu panduan untuk memudahkan perjalanan bagi wisatawan yang akan berkunjung ke Toraja Utara. Oleh karena itu, sistem informasi pariwisata Toraja Utara berbasis *web* diperlukan sebagai sarana menyampaikan informasi kepada masyarakat yang ingin mengetahui objek wisata yang ada di Toraja Utara serta membantu wisatawan yang ingin berkunjung untuk dapat mengatur waktu kunjungannya.

Untuk menentukan rekomendasi rute wisata serta penjadwalan kunjungan wisata, penulis menggunakan metode *Travelling Salesman Problem (TSP)*. Metode *Travelling Salesman Problem (TSP)*, merupakan pencarian rute terpendek dimana seorang *salesman* mengunjungi setiap *node* tepat hanya sekali dan akan kembali ke titik awal keberangkatan. Dalam kasus ini, pemilihan metode TSP dapat dianalogikan *salesman* merupakan wisatawan yang akan mengunjungi objek wisata (*node*) yang telah ditentukan sebelumnya oleh wisatawan tepat satu kali dimana titik awal dan akhir adalah lokasi penginapan wisatawan.

Dalam menyelesaikan kasus TSP ini, penulis akan menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor (KNN)* untuk mendapatkan hasil berupa rute terpendek serta jadwal kunjungan terbaik. Lalu untuk proses implementasi pada sistem digunakan bahasa pemrograman PHP (*Hypertext Preprocessor*) dan database MySQL (*My Structure Query Language*).

2. Landasan Teori

2.1 TSP

Travelling Salesman Problem (TSP) merupakan suatu metode yang digunakan untuk menentukan rute yang optimal dengan syarat bahwa setiap tempat hanya dapat dikunjungi satu kali lalu kembali ke tempat awal. Tujuannya adalah untuk menentukan rute dengan jarak total atau biaya yang paling minimum. Model TSP didefinisikan oleh dua data [3], yaitu :

1. Jumlah kota, n .
2. Jarak d_{ij} antara kota i dan j ($d_{ij} = \infty$ jika kota i dan j tidak terhubung)

Model TSP didefinisikan oleh jumlah kota n dan matriks jarak d_{ij} . Definisi tur tidak boleh menghubungkan kota dengan dirinya sendiri dengan menetapkan penalti yang tinggi untuk setiap elemen diagonal dari matriks jarak. TSP simetris jika $d_{ij} = d_{ji}$ untuk semua i dan j ; selain itu asimetris. Berikut merupakan model matematika TSP [3] :

Variabel keputusan :

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika kota } j \text{ dicapai dari kota } i \\ 0, & \text{jika selain itu} \end{cases}$$

Fungsi tujuan :

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij}, d_{ij} = \infty \text{ untuk } i = j$$

Batasan :

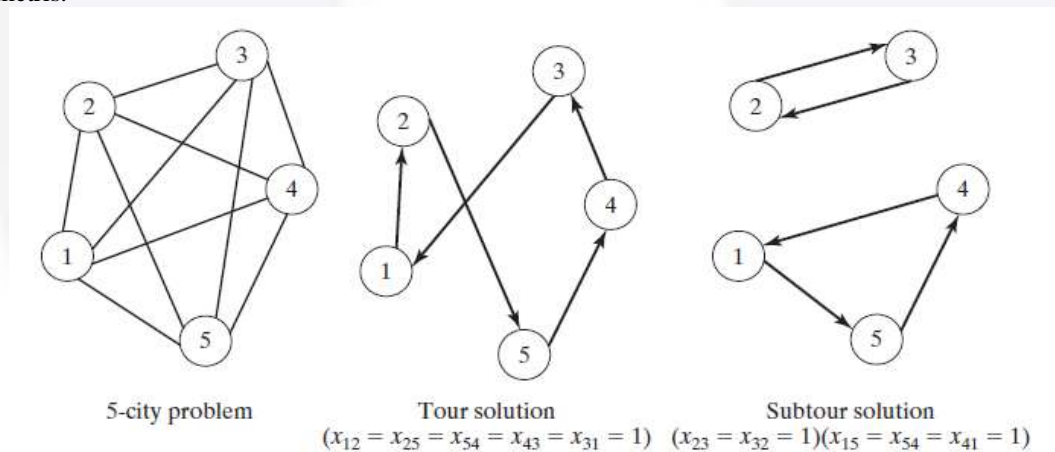
$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, n \tag{1}$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, j = 1, 2, \dots, n \tag{2}$$

$$x_{ij} = (0,1) \tag{3}$$

$$\text{Solusi membentuk perjalanan pulang dan pergi } n \text{ tur} \tag{4}$$

Batasan (1), (2), dan (3) mendefinisikan model penugasan dimana $x_{ij}=1$ jika simpul i terhubung ke simpul j , dan nol jika sebaliknya. Jika solusi dari model penugasan kebetulan menjadi tur [memenuhi batasan (4)], maka secara otomatis optimal untuk TSP. Akan tetapi, hal tersebut jarang terjadi dan model penugasan cenderung terdiri dari subtour. Perhitungan tambahan kemudian diperlukan untuk menentukan solusi tur yang optimal. Gambar 2 menunjukkan TSP 5 kota dengan tur dan solusi subtur. *Node* mewakili kota, dan busur mewakili rute dua arah yang dapat berbeda jika TSP asimetris.



Gambar 2. Contoh TSP 5 kota dengan tur dan solusi subtur
(Sumber : *Operation Research An Introduction, 2017*)

2.2 KNN

K-Nearest Neighbor (KNN) merupakan suatu metode untuk mengklasifikasikan objek berdasarkan (k) objek terdekatnya [4].

Langkah-langkah dalam melakukan metode *K-Nearest Neighbor* [5], yaitu :

1. *Generate* data sampel yang akan digunakan
2. Inisialisasi K titik sebagai titik-titik pusat (*centroids*) awal

3. Hitung jarak setiap objek data set dengan data *training* menggunakan perhitungan *Euclidean distance*. Rumus untuk menghitung jarak antara dua titik (x_1, y_1) sebagai titik data set dengan (x_2, y_2) sebagai titik data *training* ditunjukkan pada (5) :

$$dis(x, y) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (5)$$

Apabila titik koordinat (x, y) dalam satuan koordinat *latitude* dan *longitude* maka terlebih dahulu nilai (x, y) tersebut diubah ke dalam satuan koordinat *Cartesian* seperti yang ditunjukkan pada (6) dan (7)

$$X = R + \cos(lat) * \cos(lon) \quad (6)$$

$$Y = R + \cos(lat) * \sin(lon) \quad (7)$$

Keterangan :

R = jari-jari bumi (6371 km)

lat = Nilai *latitude*

lon = Nilai *longitude*

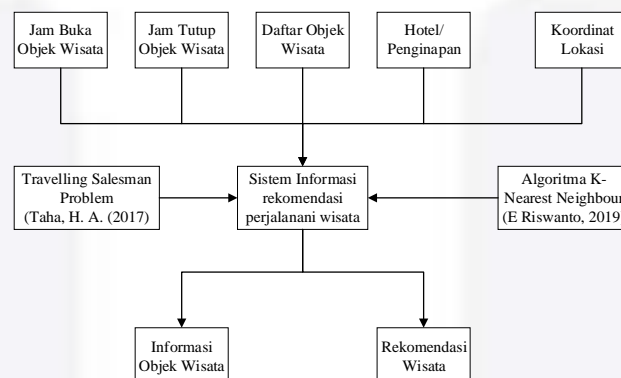
3. Metodologi Penelitian

3.1 Model Konseptual

Dalam menentukan rute perjalanan serta penjadwalan kunjungan wisata yang optimal, maka terdapat beberapa komponen yang diperhatikan. Komponen tersebut meliputi *input*, *proses* dan *output*. Komponen yang menjadi *input* dalam penelitian ini yaitu jam buka objek wisata, jam tutup objek wisata, daftar objek wisata, hotel, serta *longitude* dan *latitude* objek wisata.

Selanjutnya data tersebut akan diolah dengan menggunakan *tools* yaitu algoritma *K-Nearest Neighbor* untuk menentukan dan menjadwalkan rute perjalanan menuju lokasi objek wisata sehingga menjadi *output*.

Output adalah hasil akhir dari proses. Pada penelitian ini, *outputnya* yaitu rute wisata yang memiliki jarak terdekat serta jadwal kunjungan wisata.



Gambar 3. Model Konseptual

4. Perancangan Sistem

4.1 Lokasi Objek Wisata

Penentuan lokasi objek wisata pada tabel 1 berdasarkan titik koordinat *longitude* dan *latitude* objek wisata yang akan digunakan untuk menghitung jarak tempuh dan waktu tempuh antar objek wisata.

Tabel 1. Titik Koordinat Objek Wisata

No	Lokasi	Titik Koordinat	
		Long	Lat
1	Hotel Misliana	119,8830069	-2,9931069
2	Objek wisata tambolang	119,8912836	-2,9648809
3	Batu Mabusa	119,8887397	-2,9394827
4	Objek Wisata kalimbuang	119,9182572	-2,9203245
5	To' Tombi	119,8626147	-2,9652739
6	Lombok Parinding	119,9019743	-2,9294906
7	Lo'ko' Mata	119,8600016	-2,9040160
8	Objek Wisata Batu Kianak	119,9359967	-2,8832533
9	Buntu pune	119,8947356	-2,9874898
10	Ke'te' kesu'	119,9075894	-2,996602
11	Palawa'	119,9303097	-2,905846
12	Museum ne' gandeng	119,9468391	-2,9289453

13	Pana'	119,8685208	-2,9208757
14	Kawasan Wisata Tinimbayo	119,8923563	-2,9038674
15	Pasar Hewan Bolu	119,9093724	-2,9639600
16	Londa	119,874154	-3,0157661
17	Rante Karassik	119,8919072	-2,9814996

4.2 Time Window

Pada tabel 2 menunjukkan data *time window* berupa jam buka dan jam tutup tiap objek wisata. *Time Window* merupakan batasan waktu setiap *customer*. Sehingga, apabila kendaraan lebih cepat datang dari *time window*, maka *customer* tersebut tidak boleh dilayani sampai *time window open*. Begitupula sebaliknya, apabila kendaraan datang setelah *time window*, maka *customer* tidak akan dilayani.

Tabel 2. Time Window Objek Wisata

Objek Wisata	Waktu		Keterangan
	Jam Buka	Jam Tutup	
Objek wisata tambolang	06.00	17.00	Kuburan alam, Panorama alam dan Kota Rantepao
Batu Mabusa	08.00	17.00	Batu mabusa, Erong (kuburan dinding)
Objek Wisata kalimbuang	08.00	18.00	Rante, Simbuang (menhir)
To' Tombi	06.00	05.00	Wisata alam
Lombok Parinding	08.00	17.00	Liang lo'ko', Erong
Lo'ko' Mata	09.00	17.00	Liang paa, Patung, Panorama alam
Objek Wisata Batu Kianak	09.00	17.00	Budaya, Lumbung, Tongkonan, Permandian alam, Panorama alam
Buntu pune	08.00	18.00	Tongkonan, Liang paa'. Patane
Ke'te' kesu'	08.00	18.00	Tongkonan, Erong, Patane, Kuburan tergantung, Pengrajin ukiran/pahat, Simbuang, Museum
Palawa'	08.00	17.00	Tongkonan, Pengrajin tenun tradisional
Museum ne' gandeng	06.00	18.00	Museum
Pana'	09.00	17.00	Liang paa', Rante, Sanggar tari, Pembuat patung, <i>Baby grave</i> , Patung, Souvenir
Kawasan Wisata Tinimbayo	08.00	18.00	Panorama alam, Jalur trekking
Pasar Hewan Bolu	09.00	16.00	Pasar hewan, wisata agro
Londa	08.00	17.00	Liang lo'ko', Erong, Tau-tau, Kuburan tergantung
Rante Karassik	07.00	18.00	Rante, Simbuang, Arena adu kerbau

4.3 Perancangan Tabel Database

4.3.1 Tabel Hotel

Pada tabel 3 menunjukkan tabel database untuk hotel. Tabel database hotel digunakan untuk menyimpan data hotel dan akan menampilkannya pada halaman database, selain itu juga dapat digunakan untuk menambahkan dan mengedit serta menghapus data hotel.

Tabel 3. Tabel Hotel

Field	Type	Width	Definition
id	int	11	Id hotel
nama	varchar	100	Nama hotel
deskripsi	varchar	3000	Deskripsi hotel
lat	varchar	100	Latitude hotel
lo	varchar	100	Longitude hotel
pic	varchar	100	Gambar hotel

4.3.2 Tabel Destinasi

Pada tabel 4 menunjukkan struktur tabel database untuk destinasi. Tabel destinasi adalah tabel yang digunakan untuk menyimpan data objek wisata dan akan menampilkannya pada halaman *website*. Selain itu tabel destinasi juga digunakan untuk menambah objek wisata baru, menghapus, serta mengedit.

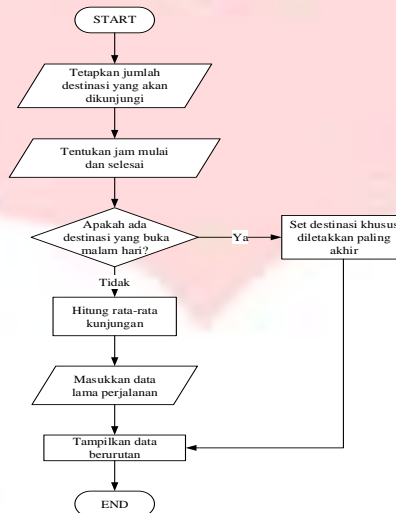
Tabel 4. Tabel Destinasi

Field	Type	Width	Definition
id	int	11	Id wisata
nama	varchar	100	Nama objek wisata
deskripsi	varchar	3000	Deskripsi objek wisata
lat	varchar	100	Latitude objek wisata
lo	varchar	100	Longitude objek wisata

pic	varchar	100	Gambar objek wisata
buka	time		Jam buka objek wisata
tutup	time		Jam tutup objek wisata

4.4 Alur Kerja Sistem

Tahap pertama yaitu menetapkan jumlah objek wisata yang akan dikunjungi yaitu sebanyak 16 objek wisata. Tahap kedua, yaitu menentukan jam mulai dan jam selesai. Jam mulai dan jam selesai yaitu batas waktu kedatangan hingga selesai kunjungan di objek wisata.



Gambar 4. Alur Kerja Sistem

Selanjutnya, sistem akan melakukan pengecekan untuk mencocokkan data *time window* objek wisata. Apabila terdapat objek wisata yang buka pada malam hari, maka dianggap sebagai destinasi khusus yang akan diletakkan paling akhir. Namun, apabila tidak ada maka tahap selanjutnya, yaitu sistem akan menghitung rata-rata kunjungan dan memasukkan data lama perjalanan. Hingga didapatkan hasil berupa tampilan data yang menunjukkan urutan data objek wisata yang dapat dikunjungi serta lamanya waktu kunjungan di objek wisata tersebut.

5. Hasil dan Pengujian

5.1 Black Box Testing

Black box testing dilakukan untuk menguji perangkat lunak dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji design dan kode program. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah setiap fungsi dari sistem berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

5.1.1 Pengujian Informasi Objek Wisata

Pada pengujian ini, *user* akan melihat detail informasi objek wisata yang berada di Toraja Utara. Skenario pengujian dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Skenario Pengujian Melihat Informasi Objek Wisata

Id	T-001
Kasus Penggunaan	Melihat informasi objek wisata
Nama	Pengujian melihat detail informasi objek wisata
Tujuan Pengujian	Menguji fitur cek destinasi
Skenario	Pengguna memilih fitur cek destinasi
Kondisi Awal	Pengguna berada pada halaman home
Langkah Pengujian	Pengguna menekan tombol cek destinasi
Hasil yang diharapkan	Pengguna dapat mengakses detail informasi objek wisata
Hasil Pengujian	Berhasil

5.1.2 Pengujian Informasi Hotel

Pada pengujian ini, *user* akan melihat detail informasi hotel yang berada di Toraja Utara. Skenario pengujian dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Skenario Pengujian Melihat Informasi Hotel

Id	T-002
Kasus Penggunaan	Melihat informasi hotel
Nama	Pengujian melihat detail informasi hotel
Tujuan Pengujian	Menguji fitur cek hotel

Skenario	Pengguna memilih fitur cek hotel
Kondisi Awal	Pengguna berada pada halaman home
Langkah Pengujian	Pengguna menekan tombol cek hotel
Hasil yang diharapkan	Pengguna dapat mengakses detail informasi hotel
Hasil Pengujian	Berhasil

5.1.3 Pengujian Hasil Keluaran

Pada pengujian ini, *user* akan melihat keluaran berupa rekomendasi wisata. Skenario pengujian dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Skenario Pengujian Melihat Rekomendasi Wisata

Id	T-003
Kasus Penggunaan	Melihat rekomendasi wisata
Nama	Pengujian melihat rekomendasi wisata
Tujuan Pengujian	Menguji fitur buat paket
Skenario	Pengguna memilih fitur buat paket hingga menemukan halaman rekomendasi wisata
Kondisi Awal	Pengguna berada pada halaman home
Langkah Pengujian	1. Pengguna memilih fitur buat paket 2. Pengguna mengisi titik awal keberangkatan
Hasil yang diharapkan	Pengguna dapat berada di halaman rekomendasi wisata
Hasil Pengujian	Berhasil

5.2 Hasil

Hasil dari pengujian untuk menguji apakah sistem dapat memberi susunan rencana perjalanan wisata kepada wisatawan. Objek wisata yang digunakan pada pengujian ini adalah objek wisata yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil yang didapatkan sebagai berikut :

Tabel 8. Perjalanan Wisata Hari ke-1

Lokasi	Jam Datang	Jam Selesai	Jam Buka	Jam Tutup	Validitas
Toraja Misliana Hotel	-	08.00	-	-	Valid
Buntu Pune	09.00	10.00	08.00	18.00	Valid
Rante Karassik	10.40	11.40	07.00	18.00	Valid
Objek Wisata Tambolang	12.20	13.20	06.00	17.00	Valid
Pasar Hewan Bolu	14.00	15.00	08.00	17.00	Valid
Batu Mabusa	15.40	16.40	08.00	17.00	Valid
Toraja Misliana Hotel	17.00	-	-	-	Valid

Tabel 9. Perjalanan Wisata Hari ke-2

Lokasi	Jam Datang	Jam Selesai	Jam Buka	Jam Tutup	Validitas
Toraja Misliana Hotel	-	08.00	-	-	Valid
Londa	09.00	10.00	08.00	17.00	Valid
Ke'te' Kesu'	10.40	11.40	09.00	17.00	Valid
Lombok Parinding	12.20	13.20	09.00	17.00	Valid
Kalimbuang Bori'	14.00	15.00	08.00	18.00	Valid
Palawa	15.40	16.40	08.00	18.00	Valid
Toraja Misliana Hotel	17.30	-	-	-	Valid

Tabel 10. Perjalanan Wisata Hari ke-3

Lokasi	Jam Datang	Jam Selesai	Jam Buka	Jam Tutup	Validitas
Toraja Misliana Hotel	-	08.00	-	-	Valid
Pana'	09.00	10.00	06.00	18.00	Valid
Lo'ko' Mata	10.40	11.40	08.00	17.00	Valid
Kawasan Wisata Tinimbayo	12.20	13.20	09.00	17.00	Valid
Tongkonan Batu Kianak	14.00	15.00	08.00	18.00	Valid
Museum Ne' Gandeng	15.40	16.40	06.00	16.00	Valid
To' Tombi	17.20	18.20	06.00	05.00	Valid
Toraja Misliana Hotel	19.00	-	-	-	Valid

5.3 Analisis Hasil Perbandingan Total Jarak Tempuh

Berikut merupakan perbandingan perhitungan total jarak tempuh sebelum dan sesudah menggunakan metode *K-Nearest Neighbor*.

Tabel 11. Perbandingan Total Jarak Tempuh Kondisi Awal dan Usulan

Hari	Rute Perjalanan	Total Jarak		Selisih	Penghematan
		Awal	Usulan		
Hari 1	Toraja Misliana Hotel-Buntu Pune-Rante Karassik-Objek Wisata Tambolang-Pasar Hewan Bolu-Batu Mabusa-Toraja Misliana Hotel	22,7 km	15,62 km	7,08 km	31,19%
Hari 2	Toraja Misliana Hotel-Londa-Ke'te' Kesu'-Lombok Parinding-Kalimbuang Bori'-Palawa-Toraja Misliana Hotel	44 km	29,72 km	14,28 km	32,45%
Hari 3	Toraja Misliana Hotel-Pana'-Lo'ko' Mata-Kawasan Wisata Tinimbayo-Tongkonan Batu Kianak-Museum Ne' Gandeng-To' Tombi-Toraja Misliana Hotel	89,5 km	38,56 km	50 km	56,91%

Kesimpulan

1. Algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) mampu menyelesaikan permasalahan pada *Travelling Salesman Problem* (TSP).
2. Pada sistem yang dibangun nilai K dalam algoritma KNN yang optimal digunakan yaitu K=1.
3. Pada penjadwalan kunjungan wisata didapatkan total waktu kunjungan selama 3 hari, yaitu 27 jam 40 menit dengan durasi kunjungan di tiap objek wisata selama 1 jam. Sehingga, algoritma KNN dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam menentukan rute terpendek menuju objek wisata.
4. Penghematan jarak tempuh yang diperoleh dengan metode KNN pada permasalahan *Travelling Salesman Problem* dalam menentukan rekomendasi wisata di Toraja Utara, yaitu pada hari ke-1 terjadi penghematan jarak 7,08 km dengan persentase 31,19%, hari ke-2 penghematan jarak 14,28 km dengan persentase 32,45% dan pada hari ke-3 penghematan jarak sebesar 50,94 dengan persentase sebesar 56,91%.
5. Sistem informasi penentuan rekomendasi wisata berbasis web yang dibangun dapat menampilkan rute serta jadwal kunjungan yang optimal. Diharapkan hasil yang didapatkan dapat mempermudah wisatawan dalam menentukan serta mengatur waktu kunjungan menuju tiap objek wisata yang terdapat di Toraja Utara, sehingga waktu yang dibutuhkan lebih efisien.

Daftar Pustaka:

- [1] World Travel & Tourism Council, "https://wttc.org/," 14 April 2020. [Online]. Available: https://wttc.org/News-Article/WTTC-thanks-millions-of-people-in-the-Travel-and-Tourism-sector-for-going-the-extra-mile.
- [2] Deputi Bidang Pengembangan Kelembagaan Kepariwisata, NESPARNAS (Neraca Satelit Pariwisata Nasional), Jakarta: Kementerian Pariwisata, 2017.
- [3] H. A. Taha, *Operation Research an Introduction*, Pearson Education Limited, 2017.
- [4] F. Gorunescu, "Data Mining Concepts, Models and Techniques," vol. 12, *Intelligent Systems Reference Library*, 2011.
- [5] A. Rosyidi, "Implementasi Metode K-Nearest Neighbor Untuk Penentuan Lokasi Pos Hujan Terdekat dengan Titik Rute Perjalanan Pada Aplikasi Clearroute," *JURNAL TEKNIK ITS*, vol. 6, no. 2, 2017.