

Implementation of The Algorithm in a Web-Based Geographic Information System For Mapping Tourist Attractions in the Toba Area

Implementasi Algoritma Average Nearest Neighbor Pada Sistem Informasi Geografis Pemetaan Objek Wisata di Kawasan Toba Berbasis Web

Said Muhammad Fadhil¹, Ali Ikhwan²

^{1,2}Prodi Sistem Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Jl. Lap. Golf. No.120 Kp.Tengah, Pancur Batu, Deli Serdang, Sumatera Utara, Indonesia
saidfadli341@gmail.com¹, ali_ikhwan@uinsu.ac.id²

Abstract - Tourism is an important economic sector, including in Indonesia, which has a wealth of natural and cultural destinations, such as the Toba region in North Sumatra. However, the lack of integration of most tourist attraction data in this area into the geographic information system (GIS) poses a challenge for tourists seeking complete and accurate information. This study creates a web-based GIS using the Average Nearest Neighbor (ANN) algorithm to look at how 31 tourist spots in North Tapanuli, Toba, and Humbang Hasundutan Regencies are spread out. We use the ANN algorithm to calculate the average distance between tourist attractions and their nearest points, yielding a T value of 0.516, which indicates a clustering pattern within the range of 0–0.7. Field surveys provided the data, which ArcGIS 10.8 processed and visualized in an interactive map on a web platform. We expect the implementation of this GIS to furnish the community and tourists with comprehensive and easily accessible information, and to aid the Tourism Office in managing and promoting tourist attractions. With the presence of GIS, tourism management in the Toba region can be more organized and efficient, increasing tourist visits through the presentation of interesting, complete, and accurate information in real time

Keywords - Geographic Information System, Mapping, Tour, Average Nearest Neighbor; Toba Region.

Abstrak - Pariwisata adalah sektor ekonomi penting, termasuk di Indonesia, yang memiliki kekayaan destinasi alam dan budaya, seperti kawasan Toba di Sumatera Utara. Namun, sebagian besar data objek wisata di kawasan ini belum terintegrasi dalam sistem informasi geografis (SIG), sehingga menyulitkan wisatawan mengakses informasi yang lengkap dan akurat. Penelitian ini mengembangkan SIG berbasis web dengan algoritma Average Nearest Neighbor (ANN) untuk menganalisis pola distribusi 31 objek wisata yang tersebar di Kabupaten Tapanuli Utara, Toba, dan Humbang Hasundutan. Algoritma ANN digunakan untuk menghitung jarak rata-rata antar objek wisata dan titik terdekatnya, menghasilkan nilai T sebesar 0,516 yang menunjukkan pola mengelompok (cluster), karena berada dalam rentang 0–0,7. Data diperoleh melalui survei lapangan dan diolah menggunakan ArcGIS 10.8, dengan hasil yang divisualisasikan dalam peta interaktif pada platform web. Implementasi SIG ini diharapkan dapat memberikan informasi yang komprehensif dan mudah diakses oleh masyarakat, wisatawan, serta membantu Dinas Pariwisata dalam pengelolaan dan promosi objek wisata. Dengan adanya SIG, pengelolaan pariwisata di kawasan Toba dapat lebih terorganisir, efisien, serta meningkatkan kunjungan wisatawan melalui penyajian informasi yang menarik, lengkap, dan akurat secara real-time.

Kata Kunci - Sistem Informasi Geografis; Pemetaan; Wisata; Average Nearest Neighbor; Kawasan Toba.

I. PENDAHULUAN

Pariwisata memiliki peran yang sangat penting bagi perekonomian suatu daerah maupun negara. Perkembangan teknologi, terutama di bidang komunikasi dan informasi, memberikan dampak signifikan terhadap sektor ini. Kemajuan teknologi membuat internet, yang merupakan salah satu hasil dari perkembangan teknologi komunikasi, menjadi alat yang sangat penting dalam berbagai bidang kehidupan [1]. Saat ini, teknologi telah menjadi kebutuhan primer, karena mempermudah pekerjaan, membuatnya lebih terorganisir, dan efisien [2][3]. Salah satu inovasi besar yang dihasilkan oleh kemajuan teknologi informasi adalah Sistem Informasi Geografis (SIG), yang merupakan integrasi antara sistem informasi dan ilmu geografis. Seiring dengan perkembangan teknologi, SIG terus berkembang pesat [4][5]. Kemajuan teknologi komputer dan sistem informasi telah memungkinkan pengumpulan data geografis dengan lebih mudah dan akurat, berkat teknologi canggih seperti Global Positioning System (GPS) dan penginderaan jauh. SIG tidak hanya digunakan dalam pembuatan peta (kartografi), tetapi juga telah menjadi alat yang sangat dibutuhkan untuk menyelesaikan masalah teknis di sektor pemerintahan [6][7].

Indonesia, dengan kekayaan alam dan budaya yang beragam, menjadikan pariwisata sebagai sektor yang sangat penting. Keindahan alam, keberagaman budaya, dan warisan sejarah menjadikan Indonesia memiliki banyak destinasi wisata menarik baik bagi wisatawan domestik maupun asing. Salah satu kawasan wisata yang sangat terkenal adalah kawasan Toba, yang dikenal dengan potensi wisata alam dan budaya yang luar biasa. Kawasan ini bahkan telah ditetapkan sebagai salah satu destinasi pariwisata super prioritas di Indonesia [8]. Namun, meskipun kawasan Toba memiliki banyak destinasi wisata, masih terdapat beberapa permasalahan yang perlu diatasi. Salah satunya adalah kurangnya integrasi data objek wisata dalam sistem informasi geografis yang dapat menampilkan informasi lokasi secara lengkap dan akurat. Akibatnya, masyarakat dan wisatawan kesulitan untuk mengakses informasi mengenai objek wisata di kawasan Toba. Banyak wisatawan harus bergantung pada informasi dari orang-orang terdekat atau mencari di internet untuk mengetahui lokasi dan rute objek wisata. Hal ini menyebabkan hambatan, seperti kurangnya data lengkap tentang objek wisata di kawasan Toba dan ketidakpastian mengenai jarak serta rute yang harus ditempuh. Oleh karena itu, pembangunan sistem informasi geografis berbasis web merupakan solusi yang dapat membantu mengatasi masalah tersebut [9]. Sistem ini akan memungkinkan masyarakat, khususnya wisatawan, untuk mendapatkan informasi yang lebih mudah dan akurat tentang objek wisata di kawasan Toba.

Berdasarkan permasalahan di atas, penulis ingin mengembangkan sistem informasi berbasis web dengan judul Implementasi Algoritma *Average Nearest Neighbor* Pada Sistem Informasi Geografis Pemetaan Objek Wisata di Kawasan Toba Berbasis Web. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memetakan objek wisata yang terdapat di tiga kabupaten di kawasan Toba serta menganalisis pola sebarannya. Hal ini diharapkan dapat membantu wisatawan dalam menjelajahi destinasi wisata dengan lebih mudah. Peta ini diharapkan dapat meningkatkan navigasi wisatawan dengan memberikan informasi yang jelas dan mudah diikuti, terutama di lokasi-lokasi yang mungkin sulit ditemukan atau jarang dikunjungi. Selain itu, peta ini juga diharapkan dapat mempromosikan tempat-tempat wisata yang kurang dikenal namun memiliki

potensi besar, sehingga dapat menarik lebih banyak pengunjung dan memperkaya pengalaman wisata secara keseluruhan.

II. SIGNIFIKANSI STUDI

Studi sebelumnya yang menjadi dasar penelitian diilustrasikan pada tabel berikut:

TABEL I
PENELITIAN TERDAHULU

Nomor	Penulis	Penelitian Terdahulu
1	Naomi Betris Simatupang, Namira Pratiwi dan Silviana Rahmah [10]	Penelitian ini membahas tentang penerapan metode <i>Average Nearest Neighbor</i> untuk menganalisis pola sebaran mall di Jakarta, hasil yang didapat menunjukkan pola sebaran mall di Jakarta cenderung acak (<i>random</i>). Pola sebaran mall di Jakarta yang tidak teratur dipengaruhi beberapa faktor, semacam aksesibilitas, padatnya penduduk, potensi pasar, perencanaan perkotaan, dan lain-lain.
2	Tuppal Pasaribu, Alfonsus Situmorang, Harlen Gilbert Simanullang dan Arina Prima Silalahi [11]	Penelitian ini menghasilkan rancangan aplikasi objek wisata berbasis mobile dengan menerapkan algoritma <i>A-Star (A*)</i> , dimana metode ini dipergunakan dalam pencarian rute tersingkat untuk menuju objek wisata. Namun penelitian ini hanya berfokus pada destinasi wisata kabupaten Toba Samosir saja, tidak mencakup destinasi wisata di kabupaten lain yang berada di kawasan Toba.
3	Yasfina Okta Ovarina dan Satriana Fitri Mustika Sari [12]	Penelitian ini membahas tentang penerapan metode <i>ANN</i> dalam sistem informasi geografis pemetaan pola persebaran titik lembaga kursus bahasa asing di kampung Inggris. Hasil yang didapat dari penelitian tersebut adalah pola distribusi letak lembaga kursus termasuk berpola seragam (<i>disspered</i>), dikatakan seragam karena jarak antar lokasi lembaga kursus relatif sama. Pemetaan yang dilakukan hanya menggunakan <i>software ArcGIS</i> saja, tidak disajikan dalam bentuk <i>web</i> sehingga masyarakat tidak dapat melihat informasi lembaga kursus bahasa asing di kampung Inggris secara lengkap.

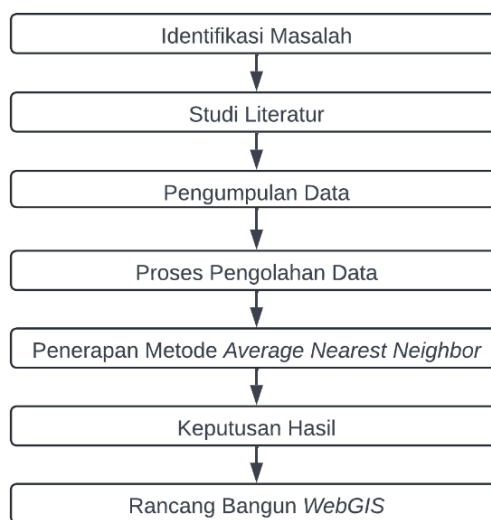
Penelitian ini memiliki perbedaan signifikan dibandingkan studi-studi sebelumnya. Pertama, penelitian ini menerapkan algoritma Average Nearest Neighbor (ANN), sedangkan studi terdahulu menggunakan algoritma lain seperti A-Star (A*). Kedua, Penelitian sebelumnya, umumnya hanya menggunakan satu studi kasus pada satu kabupaten saja, sedangkan penelitian ini mencakup beberapa kabupaten di kawasan Toba. Ketiga, penelitian lain yang menggunakan algoritma ANN umumnya tidak membangun WebGIS, melainkan hanya disajikan di dalam software ArcGIS, yang membatasi akses publik terhadap informasi tersebut. Dalam penelitian ini, WebGIS dikembangkan agar masyarakat dapat mengakses informasi geografis secara langsung dan merasakan manfaatnya secara lebih luas. Selain itu, implementasi SIG ini diharapkan memiliki dampak positif pada beberapa pemangku kepentingan utama. Dinas Pariwisata dapat memanfaatkannya untuk membuat keputusan promosi yang lebih efektif dan berbasis data. Sektor bisnis lokal, seperti hotel dan agen perjalanan, akan lebih mudah mengakses informasi mengenai lokasi wisata, sehingga dapat mengatur strategi pemasaran dan layanan yang lebih tepat. Bagi pemerintah, sistem ini juga dapat berperan dalam perencanaan infrastruktur yang lebih baik untuk mendukung aksesibilitas wisatawan. Selain itu, penelitian ini juga memberikan kontribusi pada studi SIG lanjutan di bidang pariwisata dengan memfokuskan pada area dengan distribusi objek wisata yang tidak merata, yang dapat menjadi model bagi pengembangan SIG di kawasan wisata lainnya dengan kondisi serupa.

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Dinas Pariwisata Kabupaten Toba, Dinas Pariwisata Kabupaten Tapanuli Utara dan Dinas Pariwisata Kabupaten Humbang Hasundutan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menerapkan pendekatan kualitatif dalam penyelesaiannya. Metode kualitatif merupakan pendekatan penelitian yang digunakan untuk mengkaji objek dalam kondisi alamiah, dengan melibatkan teknik-teknik seperti survei, wawancara, pencatatan lapangan, dan dokumentasi [13]. Adapun desain penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah:



Gambar 1. Desain Penelitian [14]

A. Identifikasi Masalah

Kawasan Toba memiliki beragam destinasi wisata menarik, akan tetapi terdapat beberapa kendala yang menghambat aksesibilitas informasi bagi masyarakat dan wisatawan. Salah satu permasalahan utama adalah kurangnya integritas data objek wisata ke dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) yang mampu menyediakan data lokasi dan informasi wisata secara menyeluruh dan akurat. Akibatnya masyarakat dan wisatawan mengalami kesulitan dalam mengakses informasi lengkap tentang objek wisata di kawasan Toba. Sebagai dampaknya, wisatawan yang ingin mengetahui lokasi atau informasi objek wisata sering kali harus bertanya langsung kepada penduduk setempat atau mencari informasi mengenai keseluruhan objek wisata di kawasan tersebut. Hal ini menunjukkan kebutuhan mendesak akan sistem informasi geografis yang dapat menyediakan informasi wisata integritas, demi meningkatkan kemudahan akses informasi dan kenyamanan bagi para wisatawan.

B. Studi Literatur

1. GIS adalah teknologi berbasis komputer yang dimanfaatkan untuk mengamankan, mengatur, menganalisis, dan memanggil data referensi geografis [1]. Data geografis ini bisa berupa informasi spasial tentang berbagai fenomena yang terjadi diatas permukaan bumi seperti letak suatu tempat maupun lokasi, posisi koordinat, deskripsi (atribut), luas, dan sebagainya [15][16]. Komponen utama dalam GIS adalah user, aplikasi, data, hardware dan software [9]. Karena kemampuannya yang sangat luas, SIG banyak digunakan dalam sebaran pemukiman,pendataan lokasi, planning tata ruang, penentuan jalur dan banyak lagi [17].
2. *Average Nearest Neighbor* (ANN) atau analisis rata-rata tetangga terdekat pertama kali diperkenalkan oleh Clark dan Evans, ahli lingkungan hidup. Metode ini dirancang secara khusus untuk menentukan pola persebaran. ANN adalah metrik statistik yang digunakan untuk menganalisis distribusi titik-titik atau pola spasial dalam sebuah dataset dengan mempertimbangkan jarak, lokasi, jumlah titik dan luas wilayah [18]. Bidang-bidang seperti geografi, ekologi, dan ilmu sosial biasanya menggunakan metode ini untuk mempelajari distribusi spasial entetitas seperti titik lokasi geografis, peristiwa, atau objek lainnya. Dari pengertian tersebut, *Average Nearest Neighbor* (ANN) merupakan proses mengidentifikasi pola pemukiman dengan menggunakan perhitungan analisis tetangga terdekat. Pola-pola seperti berkerumun, tersebar, atau seragam dapat diidentifikasi oleh suatu pemukiman.

C. Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan yaitu dengan cara observasi, wawancara serta studi literatur termasuk buku dan jurnal referensi terkait yang digunakan dalam pengumpulan data [19]. Data primer didapatkan melalui survei ke lokasi penelitian, pencatatan, titik koordinat, serta melakukan pendokumentasian objek. Data sekunder berupa peta administrasi kawasan Toba, letak geografis dan jumlah destinasi wisata di kawasan Toba. Data tersebut diperoleh dari BPS dan Dinas Pariwisata di kabupaten Tapanuli Utara, kabupaten Toba dan kabupaten Humbang Hasundutan.

D. Pengolahan Data

1. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan aplikasi *Microsoft Excel* dan *ArcGIS V.10.8*.

2. Microsoft excel digunakan untuk menggabungkan data variabel penelitian dari masing-masing kabupaten.
3. Selanjutnya data diinput kedalam aplikasi *ArcGIS*. Berdasarkan kesamaan nama kabupaten, *ArcGIS* lalu menyatukan data variabel penelitian ke masing-masing koordinat kabupaten. Pada tahap ini data telah berubah menjadi data spasial, sehingga variabel penelitian telah menjadi data atribut spasial.
4. Data lalu dianalisis dengan menggunakan *Average Nearest Neighbor* untuk mendapatkan rasio rata-rata tetangga terdekat objek wisata dan menghasilkan pola sebaran objek wisata di kawasan Toba.
5. Setelah itu dilakukan pembuatan peta menggunakan WebSIG.

E. Algoritma ANN

Average Nearest Neighbor (ANN) adalah penggunaan sebuah analisa dalam menentukan suatu pola persebaran. Metode ini menghitung jarak rata-rata antara setiap objek dengan objek terdekatnya, setelah itu membandingkan nilai tersebut dengan nilai yang diharapkan. ANN dapat dihitung dengan menggunakan formula berikut:

$$T = \frac{Ju}{Jh} \tag{1}$$

Dimana:

$$Ju = \frac{Jt}{N} \tag{2}$$

$$Jh = \frac{1}{2\sqrt{p}} \tag{3}$$

$$P = \frac{N}{A} \tag{4}$$

Dengan ketentuan sebagai berikut:

T : Indeks penyebaran tetangga terdekat

Ju : Jarak rata-rata yang diukur antara satu titik dengan tetangganya

Jh : Jarak rata-rata yang didapat dari semua titik

Jt : Jumlah jarak terdekat antar wisata

P : Rasio jumlah titik

N : Banyak titik

A : Luas wilayah dalam Km²

TABEL II
DATA WISATA

No	Data Pariwisata	Kabupaten	Koordinat	
			Lattitude	Longitude
1	Pemandian Air soda	Tapanuli Utara	2.00070	98.96597
2	Salib Kasih Tarutung	Tapanuli Utara	2.01785	99.00137
3	Monumen Si Raja Panggabean	Tapanuli Utara	2.01231	98.98937

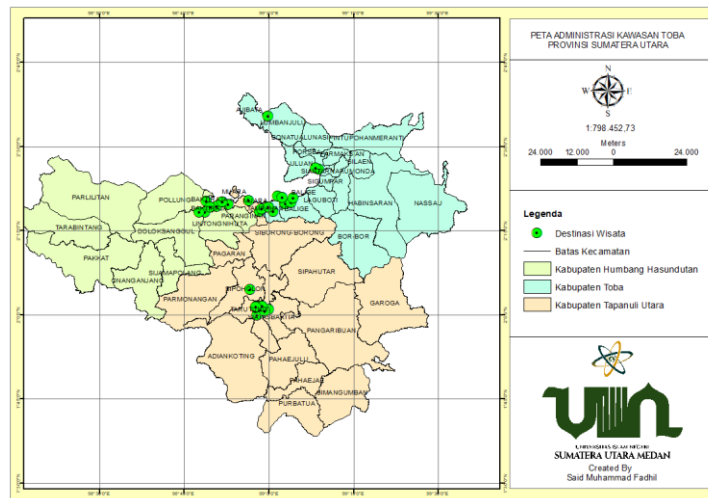
No	Data Pariwisata	Kabupaten	Koordinat	
			Lattitude	Longitude
4	Air Panas Hutabarat	Tapanuli Utara	2.02728	98.97837
5	Arung Jeram Aek Situmandi	Tapanuli Utara	2.02708	98.98090
6	Taman Kota Tarutung	Tapanuli Utara	2.02451	98.96232
7	Tugu Pahlawan Sisingamangaraja XII	Tapanuli Utara	2.02214	98.96201
8	Sopo Partungkoan	Tapanuli Utara	2.02424	98.96244
9	Air Panas Sipaholon	Tapanuli Utara	2.07626	98.94458
10	Panatapan Huta Ginjang	Tapanuli Utara	2.30858	98.97421
11	Bukit doa	Tapanuli Utara	2.31515	98.98026
12	Tugu Toga Aritonang	Tapanuli Utara	2.33967	98.94185
13	Pemandangan Indah Adian Nalambok	Toba	2.30741	99.01330
14	Desa Meat	Toba	2.32167	99.00113
15	Puncak Bukit Tara Bunga	Toba	2.35340	99.02734
16	Museum Batak TB Silalahi Centre	Toba	2.33338	99.04842
17	Makam Sisingamangaraja XII	Toba	2.33083	99.04944
18	Desa Wisata Silalahi Pagar Batu	Toba	2.33082	99.04919
19	Monumen Raja Sonak Malela	Toba	2.33437	99.06662
20	Pantai Lumban Bulbul Balige	Toba	2.34852	99.07313
21	Pantai Pasir Putih Parparean	Toba	2.43390	99.14951
22	Pantai Pasifik Toba	Toba	2.43721	99.13894
23	Bukit Pahoda	Toba	2.34916	99.04033
24	Wisata Bukit gibeon	Toba	2.59088	98.99785
25	Geosite Sipinsur	Humbang Hasundutan	2.32931	98.88136
26	Istana Sisingamangaraja XII	Humbang Hasundutan	2.30604	98.81261
27	Aek Sipangolu	Humbang Hasundutan	2.32413	98.84650
28	Air Terjun Janji	Humbang Hasundutan	2.33954	98.81574
29	Hariara Tungkot	Humbang Hasundutan	2.32062	98.82650
30	Dolok Pesona Panoguan Solu	Humbang Hasundutan	2.33604	98.86390
31	Panatapan Bakkara	Humbang Hasundutan	2.30658	98.79572

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemetaan

Data yang didapat dari survei lapangan berupa titik-titik koordinat objek wisata yang diperoleh dengan bantuan *google maps*, kemudian data tersebut akan diolah menggunakan *Microsoft Excel*. Data peta kawasan Toba didapat melalui website Indonesia Geospasial selanjutnya diolah dengan memanfaatkan *ArcGIS 10.8*. Diketahui jumlah data yang

didapat berupa 31 titik destinasi wisata yang menyebar di tiga kabupaten pada kawasan Toba, yaitu Kabupaten Tapanuli Utara, Toba, dan Humbang Hasundutan.



Gambar 2. Peta Administrasi Kawasan Toba

Untuk memastikan akurasi, data yang digunakan dalam penelitian ini diverifikasi dengan membandingkan koordinat objek wisata dengan data dari sumber resmi, seperti Dinas Pariwisata dan peta administrasi resmi. Setiap data juga diperiksa untuk memastikan informasi yang tercantum mutakhir dan sesuai dengan kondisi lapangan saat ini.

B. Pola Sebaran

Sebelum menghitung pola distribusi objek wisata, diperlukan *software ArcGIS* untuk digunakan dalam menganalisis jarak tetangga terdekat. Setelah itu jarak rata-rata antar objek wisata (J_u) dapat dihitung. Adapun tahapan perhitungannya sebagai berikut:

Diketahui :

$$J_u = \frac{J_t}{N} \qquad J_u = \frac{131,12}{31} \qquad J_u = 4,2296$$

Setelah nilai (J_u) diperoleh, tahap selanjutnya adalah mencari nilai rata-rata dari semua titik objek wisata (J_h). Sebelumnya harus diketahui rasio dari jumlah titik (P), dengan formula berikut:

$$P = \frac{N}{A} \qquad P = \frac{31}{8333,21} \qquad P = 0,00372$$

Langkah selanjutnya mencari nilai J_h dengan rumus sebagai berikut:

$$J_h = \frac{1}{2\sqrt{P}} \qquad J_h = \frac{1}{2\sqrt{0,00372}} \qquad J_h = 8,1967$$

Setelah nilai J_u dan J_h diperoleh maka dapat dilakukan perhitungan pada nilai indeks penyebaran tetangga terdekat lokasi objek wisata di kawasan Toba (T), dengan perhitungan berikut:

$$T = \frac{J_u}{J_h} \qquad T = \frac{4,2296}{8,1967} \qquad T = 0,516$$

TABEL II
NILAI INDEKS POLA PERSEBARAN

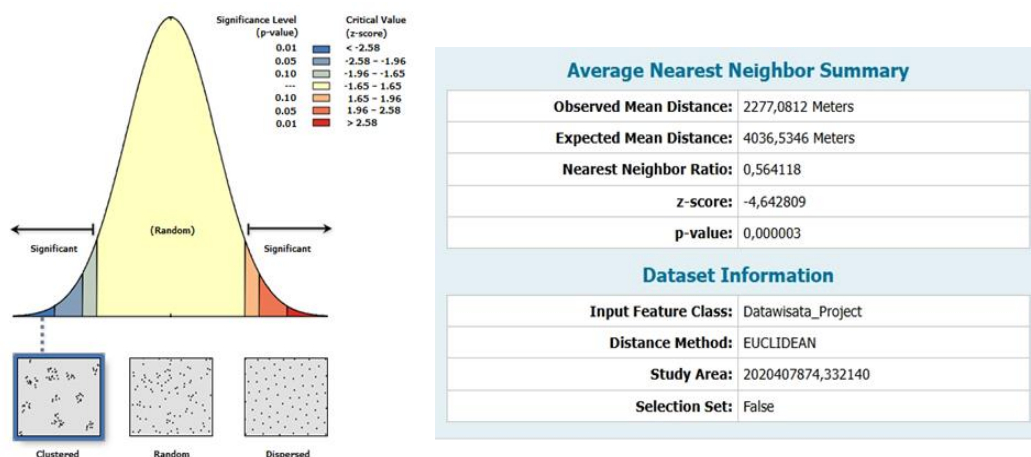
T	Pola Sebaran
0 - 0,7	Cluster Pattern

0,7 - 1,4
1,41 - 2,15

Random Pattern
Dispersed Pattern

Hasil dari rata-rata tetangga terdekat (T) saat setelah dihitung akan mampu memberikan informasi pola sebaran yang akan diklasifikasikan menjadi 3 pola, antara lain:

1. Jika nilai $T = 0$ maka diketahui pola titik tersebut adalah mengelompok (*cluster pattern*), karena jarak antar tempat sangat dekat atau mengelompok.
2. Apabila nilai $T = 1,0$ atau mendekati 1 maka pola titik objek tersebut adalah acak (*random pattern*) karena jarak antar lokasi tidak teratur.
3. Sedangkan nilai $T = 2,15$ atau nilai T mendekati 2,15 maka diketahui pola persebaran titik tersebut termasuk seragam (*dispersed pattern*) karena jarak antar titik lokasi cenderung sama [20].



Gambar 3. Hasil Average Nearest Neighbor Pola Sebaran Wisata Kawasan Toba

Berdasarkan hasil perhitungan pola sebaran destinasi wisata di kawasan Toba tersebut, didapatkan hasil indeks penyebaran (T) = 0,516. Hasil tersebut masuk dalam kategori pola sebaran mengelompok, karena berada di antara nilai 0 – 0,7. Sedangkan hasil perhitungan ANN yang dilakukan dengan menggunakan ArcGIS 10.8 menghasilkan nilai $T = 0,564$ dan nilai tersebut termasuk dalam kategori pola sebaran mengelompok. Pola sebaran objek wisata yang mengelompok di kawasan Toba dapat memengaruhi pengelolaan dan promosi pariwisata dengan cara meningkatkan efisiensi infrastruktur dan aksesibilitas, serta memfokuskan promosi pada area-area dengan konsentrasi objek wisata tinggi. Pengelola dapat menciptakan rute wisata yang menghubungkan objek-objek terdekat, mendorong pengunjung untuk menjelajahi kawasan lebih luas dan mengurangi keramaian di satu titik. Di sisi lain, pengelolaan yang baik dapat memastikan keberlanjutan alam dan budaya, serta memberikan manfaat ekonomi yang merata bagi masyarakat lokal. Namun, tanpa manajemen yang tepat, konsentrasi pengunjung di

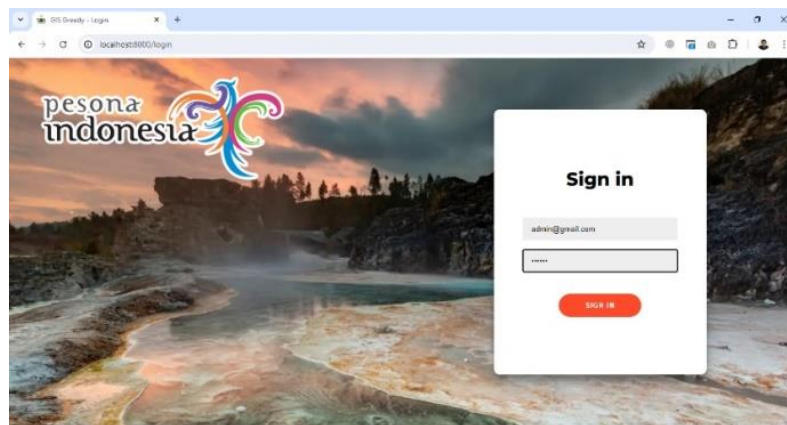
area tertentu bisa menimbulkan masalah seperti over-tourism. Oleh karena itu, pola ini perlu dianalisis dengan cermat untuk mendukung pengelolaan pariwisata yang berkelanjutan dan merata.

C. Rancang Bangun WebGIS

Tahap rancang bangun web sistem informasi geografis objek wisata di kawasan Toba meliputi tampilan menu, serta fitur-fitur dari hasil perancangan desain sistem yang telah dirancang dan disetujui oleh pengguna sistem atau pihak Dinas Pariwisata. Berikut beberapa hasil tampilan *interface* pada sistem informasi geografis objek wisata di kawasan Toba.

a. Halaman *Login*

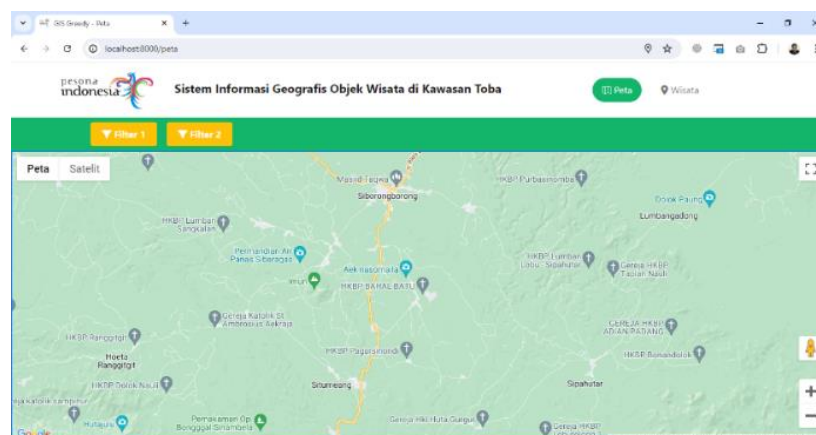
Laman ini menyajikan sebuah form untuk melakukan verifikasi hak akses untuk mengelola data pada sistem. Hak akses yang tersedia hanya admin. Apabila form menerima data yang salah, maka sistem akan menolak akses dan kembali menampilkan halaman login dan apabila form menerima data yang benar maka sistem akan menginstruksikan user ke halaman *dashboard*.



Gambar 4. Halaman Login

b. Halaman Landing Page

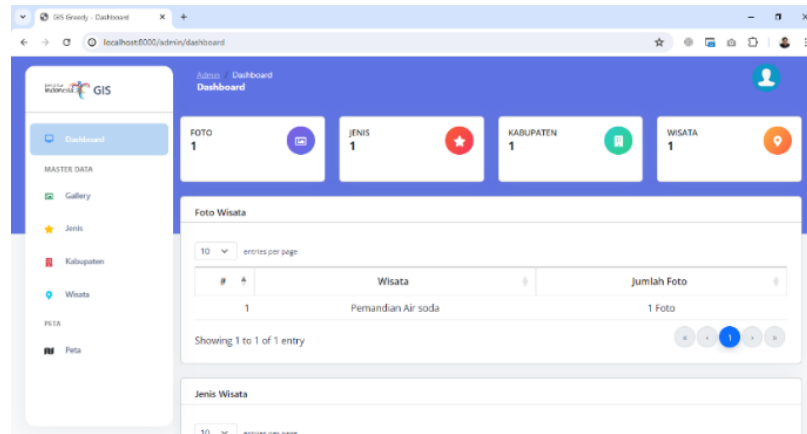
Halaman ini merupakan halaman awal ketika sistem pertama kali diakses. Halaman ini berisi peta yang diambil menggunakan *google maps* api dan menampilkan titik objek wisata.



Gambar 5. Halaman Landing Page

c. Halaman Admin Dashboard

Halaman ini merupakan halaman untuk mengelola berbagai macam data dan menu yang dapat diakses oleh admin sistem. Halaman ini dapat menampilkan gallery foto, jenis objek wisata, kabupaten objek wisata, dan objek wisata terkait.



Gambar 6. Halaman Admin Dashboard

IV. KESIMPULAN

Pemetaan lokasi objek wisata di kawasan Toba dilakukan berdasarkan peninjauan lapangan dan diperoleh 31 titik lokasi destinasi wisata yang menyebar di 3 kabupaten wilayah kawasan Toba, yaitu Kabupaten Tapanuli Utara, Toba dan Humbang Hasundutan. Jumlah objek wisata di Kabupaten Tapanuli Utara dan Toba lebih banyak dibandingkan dengan Humbang Hasundutan, dikarenakan lokasi Kabupaten Tapanuli Utara dan Toba merupakan lokasi yang strategis, dekat dengan Danau Toba, perkotaan dan jalan lintas Sumatera. Selain kedekatannya dengan Danau Toba yang merupakan daya tarik utama, kedua kabupaten ini juga lebih berkembang dalam hal infrastruktur dan promosi pariwisata. Aksesibilitas yang lebih baik, seperti jalan yang lebih terhubung dan fasilitas pendukung yang memadai, memberikan kemudahan bagi wisatawan untuk mengunjungi berbagai tempat wisata. Sementara wilayah Kabupaten Humbang Hasundutan sedikit jauh dari daerah perkotaan dan daerahnya memiliki sifat muka tanah yang bergelombang dan berbukit sehingga titik objek wisata tidak menyebar luas seperti Kabupaten Tapanuli Utara dan Kabupaten Toba.

Penelitian ini menghasilkan pola persebaran objek wisata di kawasan Toba dengan menerapkan metode *Average Nearest Neighbor*. Dari perhitungan rumus yang telah dilakukan, hasil pola sebaran objek wisata di kawasan Toba berpola mengelompok (*Cluster Pattern*) dikarenakan nilai T yang didapat sebesar 0,516. Sedangkan untuk perhitungan ANN yang dilakukan dengan menggunakan *software ArcGIS* diperoleh hasil nilai $T = 0,564$ dan termasuk juga dalam tipe pola sebaran mengelompok. Nilai tersebut masuk dalam kategori pola mengelompok disebabkan nilai T berada di antara 0 – 0,7. Dapat dilihat dari peta persebaran yang telah dibuat, pola persebaran wisata di kawasan Toba berupa pola mengelompok. WebGIS yang dihasilkan menampilkan informasi lengkap mengenai destinasi objek wisata di kawasan Toba tepatnya di Kabupaten Tapanuli Utara, Toba dan Humbang Hasundutan. Pembuatan WebGIS ini bertujuan untuk memberikan kemudahan bagi masyarakat, wisatawan, dan pengguna lainnya dalam mengakses informasi terkait destinasi wisata di kawasan Toba. Serta membantu dinas pariwisata dalam mempromosikan destinasi wisata di wilayah Toba agar dapat meningkatkan

jumlah wisatawan. Penyajian pariwisata menggunakan WebGIS untuk meningkatkan jumlah wisatawan penting untuk menjadikannya semenarik mungkin. Untuk itu, upaya seperti ini harus dilakukan secara kolaboratif dengan pemerintah daerah dan pihak terkait di bidang pariwisata. Dengan kerjasama ini, informasi tentang objek wisata dapat lebih dikenal oleh masyarakat umum, sehingga jumlah kunjungan wisatawan dapat meningkat.

REFERENSI

- [1] S. Samsudin, M. H. Koto, and A. Wardani, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Wilayah Kerja Kantor Pencarian dan Pertolongan Kelas A Medan Berbasis PHP," *sudo J. Tek. Inform.*, vol. 1, no. 4, pp. 163–170, 2022, doi: 10.56211/sudo.v1i4.155.
- [2] A. A. Hidayah, Samsuddin, and Triase, "PENERAPAN ALGORITMA DIJKSTRA PADA APLIKASI JASA TRANSPORTASI ONLINE DI KOTA MEDAN," *Al Ulum Sains dan Teknol.*, vol. 7, no. 1, 2021.
- [3] S. Kartika, Suendri, and R. A. Putri, "Metode Haversine Formula Pada Aplikasi Donatur Pakaian Berbasis Android," *Al Ulum Sains dan Teknol. Vol.*, vol. 7, no. 1, pp. 14–20, 2021.
- [4] T. Putri, S. Samsudin, and S. D. Andriana, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Reklame Berbasis Web," *J. Inf. Syst. Res.*, vol. 3, no. 3, pp. 187–196, 2022, doi: 10.47065/josh.v3i3.1452.
- [5] R. Yunita, S. Samsudin, and R. A. Putri, "Sistem Informasi Geografis Pemetaan Warga Negara Asing," *Rabit J. Teknol. dan Sist. Inf. Univrab*, vol. 7, no. 1, pp. 85–89, 2022, doi: 10.36341/rabit.v7i1.2188.
- [6] E. D. Khairiyati, M. I. P. Nasution, and A. Ikhwan, "Pemetaan Akurat Lokasi Kerja Nyata Dengan Data Monografi Desa," *J. Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 7–12, 2020, doi: 10.36294/jurti.v4i1.1299.
- [7] I. Zufria, A. Muliani Harahap, and M. F. Rkt, "Medan City Tourism Geographical Information System Using Dijkstra Algorithm Method," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 11, no. 2, p. 391, 2022.
- [8] H. M. P. Simarmata and R. S. Saragih, "The influence of tourism imagery on tourist visits in lake toba tourism object north sumatera," *Proc. Int. Conf. Ind. Eng. Oper. Manag.*, no. August, pp. 3848–3855, 2020.
- [9] A. Dessisiliya, A. Ikhwan, and R. A. Putri, "Sistem Informasi Geografis Sekolah di Kota Medan Menggunakan Algoritma Haversine," *STRING (Satuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.*, vol. 7, no. 3, p. 359, 2023, doi: 10.30998/string.v7i3.16277.
- [10] N. B. Simatupang, N. Pratiwi, and S. Rahmah, "Analisis Pola Persebaran Mall di Jakarta Pusat dengan Menggunakan Metode Average Nearest Neighbor (ANN)," pp. 56–61, 2023, doi: 10.2210/jsg.vx1ix.xxx.
- [11] T. Pasaribu, A. Situmorang, H. G. Simanullang, and A. P. Silalahi, "Perancangan Aplikasi Objek Wisata di Kabupaten Toba dengan Algoritma A* Berbasis Mobile dan SIG," *J. Ilm. Tek. Inform.*, vol. 2, no. 2, pp. 70–77, 2022, [Online]. Available: <http://ojs.fikom-methodist.net/index.php/>
- [12] Y. O. Ovarina and S. F. M. Sari, "Pemetaan Pola Sebaran Lokasi Lembaga Kursus Bahasa Asing di Kampung Inggris Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG)," *J. Vokasi Tek. Sipil*, vol. 1, no. 2, 2023.
- [13] Z. Abdussamad, *Metode Penelitian Kualitatif*. Makassar: CV. syakir Media Press, 2021.
- [14] A. Ikhwan and N. Aslami, "Decision Support System Using Simple Multi-Attribute

- Rating Technique Method in Determining Eligibility of Assistance,” *Build. Informatics, Technol. Sci.*, vol. 3, no. 4, pp. 604–609, 2022, doi: 10.47065/bits.v3i4.1370.
- [15] K. M. Pangestu and M. A. , Suendri, “Sistem Informasi Geografis Sebaran Lembaga Pendidikan Qur ’ an (LPQ),” vol. 4, no. 2, pp. 969–977, 2023, doi: 10.30865/klik.v4i2.1251.
- [16] A. Kurniawan, Suendri, and Triase, “SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PEMETAAN LOKASI PANTI ASUHAN DI KOTA MEDAN,” *JISTech (Journal Islam. Sci. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 118–128, 2019.
- [17] F. Mukhtar Taufiqy, Triase, and M. Alda, “SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS BERBASIS WEB MENGGUNAKAN ALGORITMA FLOYD WARSHALL UNTUK PEMETAAN RUMAH TAHFIDZ AL-QUR’AN DI KOTA MEDAN,” *Syntax J. Softw. Eng. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 2, 2022.
- [18] W. D. Arisca and E. P. Agustini, “Pola Persebaran Sekolah Sma Dan Smk Di Kabupaten Ogan Komerin Ulu, Ogan Ilir, Penukal Abab Lematang Ilir, Dan Prabumulih Menggunakan Metode Avarage Nearst Neighbour,” *J. Bina Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 99–121, 2020, doi: 10.33557/binakomputer.v2i2.975.
- [19] M. Taufik, A. Nasution, A. Ikhwan, and M. D. Irawan, “PEMETAAN PASAR TRADISIONAL DI KOTA MEDAN DENGAN MEMANFAATKAN METODE HILL CLIMBING,” vol. 6, no. 1, pp. 124–132, 2024.
- [20] Ridayat and Suroso, “Geo Image (Spatial-Ecological-Regional),” *J. Geo Image*, vol. 9, no. 2, pp. 76–81, 2022.