



# Penerapan Metode *Hill Climbing* Pada Sistem Informasi Geografis Untuk Mencari Lintasan Terpendek

Eka Vickraien Dangkoa<sup>a\*</sup>, Vincencius Gunawan<sup>b</sup>, Kusworo Adi<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo

<sup>bc</sup>Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro Semarang

Naskah Diterima : 10 Januari 2015; Diterima Publikasi : 30 Maret 2015

---

## Abstract

Heuristic search methods is one of the methods commonly in use in finding the shortest path, one of which, namely the methods Hill Climbing process where testing is done using heuristic functions. Problems generally encountered is the shortest path search to solve the problem of distance can be changed into a graph structure, where the point of declaring the city and the State line that connects the two cities. From the logic so that it can locate destinations and save on travel costs. The hallmarks of this algorithm are all possible solutions will have then checked one by one from the left side, so it will be obtained solutions with optimal results. On a Hill Climbing method according to case using geographic information systems as a tool in making a decision, by way of collect, examine, and analyze information related to digital map. with a combination of Hill Climbing method and geographic information systems can result in an application that is certainly feasible for use in the search path problems.

**Keywords:** Hill Climbin method; digital map; Geographic Information Systems

## Abstrak

Metode pencarian heuristik merupakan salah satu metode yang umumnya digunakan dalam mencari lintasan terpendek, salah satunya yaitu metode *Hill Climbing* di mana proses pengujian dilakukan dengan menggunakan fungsi heuristik. Permasalahan yang umumnya ditemui adalah pencarian lintasan terpendek untuk menyelesaikan masalah jarak dapat di ubah menjadi struktur graph, dimana titik menyatakan kota dan sisi menyatakan jalur yang menghubungkan dua buah kota. Dari logika tersebut sehingga dapat menemukan lokasi tujuan serta menghemat biaya perjalanan. Keunggulan dari algoritma ini yaitu semua solusi yang mungkin akan diperoleh kemudian diperiksa dari sisi kiri satu persatu, sehingga akan diperoleh solusi dengan hasil yang optimal. Pada penerapannya metode *Hill Climbing* menggunakan Sistem Informasi Geografis sebagai alat bantu dalam mengambil keputusan, dengan cara mengumpulkan, memeriksa, dan menganalisa informasi yang berhubungan dengan peta digital. dengan adanya kombinasi antara metode *Hill Climbing* dan sistem informasi geografis dapat menghasilkan sebuah aplikasi yang dapat mengatasi permasalahan pencarian lintasan terpendek.

**Kata kunci :** Metode *Hill Climbing*; peta digital; Sistem Informasi Geografis

---

## 1. Pendahuluan

*Travelling Salesman Problem* merupakan suatu masalah yang mudah di deskripsikan namun sulit untuk di selesaikan, yaitu masalah bagaimana menentukan jarak terpendek dalam melakukan perjalanan melewati titik- titik tertentu di mana satu titik hanya boleh di lalui satu kali dan perjalanan harus kembali ke titik pertama. (Larranaga *et al.*, 1999). Dalam hal ini titik tersebut merupakan satu kota dalam wilayah tersebut, (Hoffman & Walve, 1985). TSP dapat di bedakan menjadi 2 yaitu asimetris dan simetris berdasarkan pada besaran jarak bolak balik antara 2 kota. Misalnya jarak A ke B sama dengan B ke A, maka persoalan ini tergolong simetris namun apabila jaraknya tidak sama maka di

klasifikasikan sebagai asimetris. Contoh asimetris misalnya jika jalan yang menghubungkan dua kota di buat 1 arah , sehingga tidak memungkinkan untuk balik dapat di katakan jarak balik bisa di bilang mendekati tak terhingga.

Pada awalnya TSP hanya muncul sebagai bagian masalah logistik dan transportasi namun saat ini telah berkembang pesat dan di dimanfaatkan di berbagai sektor di antaranya bidang transportasi, komunikasi dan teknologi informasi. contoh TSP dalam bidang transportasi yaitu (Merril Flood, 1956 dalam Hoffman (1985) yang merumuskan rute bis sekolah di *new jersey*. Flood yang pernah menjabat sebagai wakil presiden *Institute of Industrial Engineer* tahun 1962-1965 ini juga mengembangkan pendekatan analisis sistem yang inovatif dan *benefit-*

---

\*) Penulis korespondensi: ekavickraen@yahoo.com

*cost analysis* di bidang kebijakan publik. Salah satu modifikasi TSP yang sudah “*advanced*” yang menggunakan *Ant Colony Algorithm* (yang masih relatif baru) untuk mendapatkan solusi optimum guna menentukan interval keberangkatan bus kota dengan mengakomodasi faktor kepadatan penumpang. (Zheng *et al.*, 2009). Lebih jauh, implementasi TSP juga telah dikaji untuk diterapkan di gogle map.

Banyak metode yang dapat di gunakan untuk menyelesaikan TSP yaitu Algoritma genetik Ant Colony System (Lee, 2013) dan Tabu Search (Andres *et al.*, 2007), Dynamic Programming, Simulated Annealing. Metode lain yang dapat dipakai untuk menyelesaikan TSP adalah *Hill Climbing* Terdapat dua jenis *Hill Climbing* yang sedikit berbeda, yakni *Simple Hill Climbing* dan *Steepest Ascent Hill Climbing*. Metode simple hill climbing di gunakan pada fungsi heuristic yang baik dalam mengevaluasi state. Untuk menyelesaikan masalah jarak terdekat dapat merepresentasikan masalah yang ada menjadi struktur graph, dimana titik menyatakan kota dan sisi menyatakan jalur yang menghubungkan dua buah kota. Setiap sisi yang ada diberi bobot yang menyatakan jarak antara kedua kota tersebut. Program di rancang untuk mensimulasikan jarak antar lokasi yang di gambarkan sebagai graph kemudian di hasilkan lintasan terpendek sebagai hasil akhir menggunakan GIS, adalah sistem komputer yang digunakan untuk memasukkan (*capturing*), menyimpan, memeriksa, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisa dan menampilkan data-data yang berhubungan dengan posisi-posisi di permukaan bumi. SIG juga dapat di artikan sebagai kumpulan yang terorganisir dari perangkat keras komputer, perangkat lunak, data geografi dan personil yang dirancang secara efisien untuk memperoleh semua bentuk informasi yang bereferensi geografi (Esri, 1990).

Algoritma *simple hill climbing* memiliki keunggulan di mana semua solusi yang mungkin akan dibangkitkan kemudian akan diperiksa dari sisi kiri satu persatu, sehingga akan diperoleh solusi yang mendekati hasil optimal. Penelitian dengan menggunakan metode *hill climbing* telah banyak di lakukan. Beberapa di antaranya yaitu pada *A simulated annealing and hill-climbing algorithm for the traveling tournament problem* (Lim *et al.*, 2006). Di mana penerapan metode *Hill Climbing* dan *A simulated annealing* yang di gunakan dalam meminimalkan total jarak terdekat yang akan di tempuh keseluruhan tim dalam mengikuti jadwal turnamen *a double round-robin*. sehingga memberikan hasil yang sebanding atau lebih baik di bandingkan dengan kebanyakan solusi yang paling di kenal saat ini. Kelebihan metode *hill climbing* di bandingkan metode lainnya adalah pada proses pencariannya lebih mudah, karena proses pencarian selalu mendekati node tujuan. Sehingga mempermudah proses pencarian. Adapun

penerapan metode *hill climbing* dalam bidang lainnya di antaranya: TEM Color Image Segmentation using Hill Climbing Algorithm penerapannya yaitu mendeteksi puncak global dalam tiga dimensi histogram warna. Deteksi daerah gambar menonjol dari TEM gambar berguna untuk aplikasi seperti segmentasi citra, adaptif kompresi, dan pengambilan gambar-wilayah berbasis.

Dari beberapa penelitian di atas disebutkan bahwa penerapan metode *hill climbing* pada sistem informasi geografis sejauh penulis belum pernah di lakukan sebelumnya. Oleh karena itu, penelitian yang akan di lakukan menerapkan metode simple hill climbing pada sistem informasi geografis studi kasus alternatif lokasi tujuan pariwisata. Dalam penerapannya sistem akan memberikan alternatif pariwisata yang dapat di akses dalam satu jalur perjalanan, dengan memperhatikan ketersediaan waktu tempuh dan jarak terdekat untuk mencapai lokasi pariwisata yang dalam pengaplikasiannya menggunakan sistem informasi geografis berbasis web. sehingga memungkinkan pengguna untuk mengakses kapan saja dan di mana saja.

Berdasarkan latar belakang di atas, perumusan masalah dalam penelitian ini adalah menerapkan metode simple hill climbing dalam menentukan alternatif tujuan pariwisata Gorontalo menggunakan sistem informasi geografis (SIG) berbasis web.

## 2. Kerangka Teori

### 2.1. Definisi Traveling Salesman Problem

Sejarah TSP di mulai dari Euler yang mempelajari *Knight Tour's Problem* (1759), Kirkman yang mempelajari grafik polihedron (1856) maupun Hamilton yang membuat Icosian (1856) yang bertujuan mencari jalur sirkuit berbasis grafik polihedron yang memenuhi kondisi tertentu (Laporte dan Rochlin, 1994). Istilah TSP sendiri diperkirakan berasal dari buku yang diterbitkan oleh seorang veteran salesman sekitar tahun 1930an di Jerman, meski dalam buku ini masalah TSP lebih dibahas dari aspek bisnis dan belum diformulasikan secara matematis.

Permasalahan tentang *Traveling Salesman Problem* dikemukakan pada tahun 1800 oleh matematikawan Irlandia William Rowan Hamilton dan matematikawan Inggris Thomas Penyngton. dari permainan Icosian Hamilton yang membutuhkan pemain untuk menyelesaikan perjalanan dari 20 titik menggunakan hanya jalur-jalur tertentu. Bentuk umum dari TSP pertama dipelajari oleh para matematikawan mulai tahun 1930. Diawali oleh Karl Menger di Viena dan Harvard. Setelah itu permasalahan TSP dipublikasikan oleh Hassler Whitney dan Merrill Flood di Princeton. Selanjutnya dengan permasalahan ini, TSP dibuat menjadi permasalahan yang terkenal dan populer untuk

dipakai sebagai model produksi, transportasi dan komunikasi.

### 2.2. Definisi Metode Hill Climbing

Metode *Hill Climbing* adalah salah satu metode yang di gunakan dalam menyelesaikan permasalahan pencarian jarak terdekat (Rich *et al.*,1991 dalam Russel dan Norvig, 2003). Cara kerjanya adalah menentukan langkah berikutnya dengan menempatkan node yang akan muncul sedekat mungkin dengan sarannya. Proses Pengujian dilakukan dengan menggunakan fungsi heuristik. Pembangkitan keadaan berikutnya sangat tergantung pada *feedback* dari prosedur pengetesan. Tes yang berupa fungsi heuristik ini akan menunjukkan seberapa baiknya nilai terkaan yang diambil terhadap keadaan keadaan lainnya yang mungkin (Kusumadewi, 2003)

*Hill climbing* adalah teknik optimasi untuk menemukan pemecahan masalah dari data input dengan menggunakan algoritma. Tahapan terbaik yang di gunakan dalam pemecahan permasalahan adalah properti yang penjelasan state itu sendiri berisi semua informasi yang diperlukan untuk solusi (Russell dan Norvig, 2003). Algoritma berisi memori yang efisien karena tidak mempertahankan pohon pencarian namun hanya dapat terlihat pada kondisi saat ini, dan state yg akan datang.

Terdapat dua jenis *Hill Climbing* yang sedikit berbeda, yakni *Simple Hill Climbing* (*Hill Climbing* sederhana) dan *Steepest-Ascent Hill Climbing* (*Hill Climbing* dengan memilih kemiringan yang paling tajam/curam). *Simple hill climbing*, awalnya *next state* akan ditentukan dengan membandingkan *current state* dengan satu *successor*. Proses perbandingan ini dimulai dari sebelah kiri. Apabila ditemukan penerus baru yang lebih baik dari kondisi saat itu *current state* maka penerusnya tersebut akan menjadi *next state*. Sedangkan pada *steepest ascent hill climbing* dalam menentukan *next state*, *current state* langsung dibandingkan dengan semua *successor* yang ada di dekatnya, sehingga *next state* yang diperoleh merupakan *successor* yang paling baik serta mendekati hasil optimasi yang diharapkan. Selain itu *simple hill climbing* urutan penggunaan operator sangat berpengaruh terhadap solusi, sedangkan pada *steepest ascent hill climbing* urutan penggunaan operator tidak berpengaruh terhadap solusi. Dari segi kelebihan *simple hill climbing* efisiensi dari segi memori sedangkan *steepest ascent hill climbing* memerlukan memori yang banyak dalam penyimpanannya.

Adapun algoritma *simple hill climbing* adalah sebagai berikut :

- (1) Evaluasi state awal, jika state awal sama dengan tujuan, maka proses berhenti. Jika tidak sama dengan tujuan maka lanjutkan proses dengan membuat state awal sebagai state sekarang.

- (2) Mengerjakan langkah berikut sampai solusi ditemukan atau sampai tidak ada lagi operator baru yang dapat digunakan dalam state sekarang:

- a. Mencari sebuah operator yang belum pernah digunakan dalam state sekarang dan gunakan operator tersebut untuk membentuk state baru.
- b. Evaluasi state baru.
  - i. Jika state baru adalah tujuan, maka proses berhenti.
  - ii. Jika state baru tersebut bukan tujuan tetapi state baru lebih baik daripada state sekarang, maka buat state baru menjadi state sekarang.
  - iii. Jika state baru tidak lebih baik daripada state sekarang, maka lanjutkan ke langkah 2.

Traveling Salesman Problem dengan *simple hill climbing*. Ruang keadaan berisi semua kemungkinan lintasan, sementara operator digunakan untuk menukar posisi kota-kota yang bersebelahan. Fungsi heuristik yang digunakan adalah panjang lintasan yang terjadi. Operator yang akan digunakan adalah menukar urutan posisi 2 kota dalam 1 lintasan. Bila ada n kota, dan ingin mencari kombinasi lintasan dengan menukar posisi urutan 2 kota, maka banyak lintasan yang mungkin di nyatakan dalam perumusan:

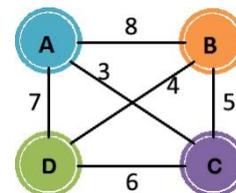
$$\frac{n!}{2!(n-2)!}$$

Misalkan dalam tersebut di terapkan pada 4 kota, sehingga dapat di peroleh:  $\frac{4!}{2!(4-2)!} = 6$  kombinasi.

Keenam kombinasi ini akan kita pakai semuanya sebagai operator, yaitu:

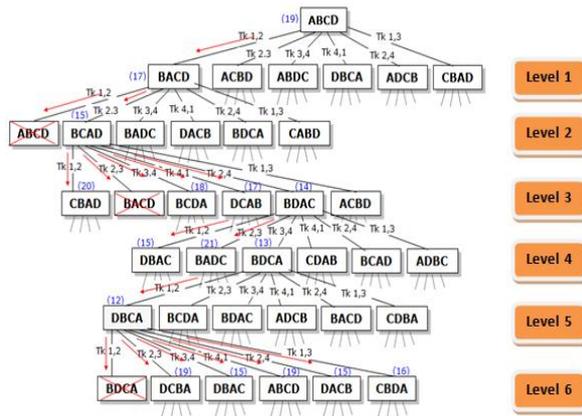
1. Tukar1,2 (menukar urutan posisi kota ke-1 dengan kota ke-2).
2. Tukar2,3 (menukar urutan posisi kota ke-2 dengan kota ke-3).
3. Tukar3,4 (menukar urutan posisi kota ke-3 dengan kota ke-4).
4. Tukar4,1 (menukar urutan posisi kota ke-4 dengan kota ke-1).
5. Tukar2,4 (menukar urutan posisi kota ke-2 dengan kota ke-4).
6. Tukar1,3 (menukar urutan posisi kota ke-1 dengan kota ke-3).

Dengan fungsi heuristik yang digunakan maka panjang lintasan yang di peroleh tertera dalam Gambar 1.



Gambar 1. Panjang lintasan

Tahapan *metode simple hill climbing* 6 operator ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan metode simple hill climbing 6 operator

Pada keadaan awal, lintasan terpilih adalah ABCD (=19). Pada level pertama, hill climbing akan mengunjungi BACD (=17) yang ternyata memiliki nilai heuristik lebih kecil dibandingkan dengan ABCD (17<19), sehingga BACD menjadi pilihan selanjutnya dengan operator terpakai Tukar 1,2

Pada level kedua, hill climbing akan mengunjungi ABCD. Karena operator Tukar 1,2 sudah digunakan oleh BACD, maka dipilih node yang lain yaitu BCAD (=15). Karena nilai heuristik BCAD lebih kecil dibanding dengan BACD (15<17), maka node BCAD akan menjadi pilihan selanjutnya dengan operator Tukar 2,3.

Pada Level ketiga, hill climbing akan mengunjungi CBAD (=20). Karena nilai heuristik CBAD lebih besar jika dibanding dengan BCAD (20>17), maka dipilih node lain. Pencarian menuju ke node BACD, karena operator Tukar 2,3 sudah pernah digunakan oleh BCAD, maka dipilih node lain. Kunjungan berikutnya ke node BCDA (=18). Nilai inipun masih lebih besar dari nilai heuristik BCAD, sehingga dipilih node lain. Node yang dikunjungi berikutnya adalah DCAB (=19). Nilai heuristik DCAB ternyata juga lebih besar dibanding dengan BCAD, sehingga pencarian dilanjutkan di node lainnya lagi, yaitu BDAC (=14). Nilai heuristik ini sudah lebih kecil dari pada nilai heuristik node BCAD (14<15), maka sekarang node ini yang akan diekplorasi.

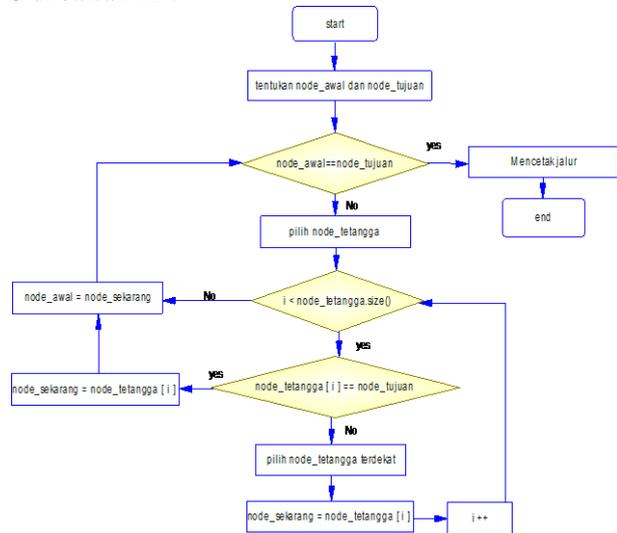
Pada level keempat, pencarian pertama ditemukan node DBAC (=15) masih lebih besar dari BDAC, lanjut ke not sebelahnya BADC(=21), yang lebih besar juga. Nilai heuristik yang lebih kecil diperoleh pada node BDCA (=13). Sehingga node BDCA ini akan diekplorasi.

Pada level kelima, Pencarian pertama sudah mendapatkan node dengan nilai heuristik yang lebih kecil, yaitu DBCA (=12). Sehingga node ini diekplorasi juga.

Pada level keenam, Dari hasil eksplorasi dengan pemakaian semua operator, ternyata sudah tidak ada

node yang memiliki nilai heuristik yang lebih kecil dibanding dengan nilai heuristik DBCA, sehingga sebenarnya node DBCA (=12) inilah lintasan terpendek yang kita cari (SOLUSI).

Dari urutan algoritma di atas maka dapat disimbolkan dalam sebuah flowchart dalam Gambar 3 di bawah ini :



Gambar 3. Diagram alir (Flow Chart)

### 2.3. Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) mempunyai kemampuan untuk dapat mengubah suatu sistem dari yang semula menggunakan konvensional yaitu sistem yang hanya dapat menampilkan data atribut saja menjadi sebuah sistem yang mempunyai basis grafis atau gambar berikut dengan data keruangan beserta atributnya. Dalam perkembangannya Sistem Informasi Geografis dapat dijadikan sebagai alat bantu dalam mengambil keputusan, (Demers, 1997 dalam Prahasta, 2002) menyatakan bahwa SIG adalah sistem komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, memeriksa, mengintegrasikan dan menganalisa informasi-informasi yang berhubungan dengan permukaan bumi. Sedangkan menurut (Aronoff, 1999 dalam Prahasta, 2002) menyatakan bahwa SIG merupakan suatu sistem (berbasis komputer) yang digunakan untuk menyimpan dan memanipulasi informasi-informasi geografis.

Dalam penelitian ini dibahas mengenai pengembangan pedesaan sebagai pengelolaan wisata terpadu menggunakan sistem informasi geografis (GIS) untuk efektifitas layanan wisata, sebagai sarana dalam pembangunan ekonomi regional. Sehingga memungkinkan infrastruktur baru berkembang serta membantu mempertahankan fasilitas yang ada (Lee, 2013). Perkembangan sistem informasi geografis dan teknik pembuatan SIG, seperti halnya untuk pemetaan, topografi dan teknik, penginderaan jauh, perencanaan kota, routing, penjadwalan dan lain-lain. Pembuatan SIG dengan menggunakan Software Mapsys (Silvia, 2011).

Sistem informasi geografis dapat diuraikan menjadi beberapa subsistem sebagai berikut

a. Data Input

Subsistem ini bertugas untuk mengumpulkan, mempersiapkan, dan menyimpan data spasial dan atributnya dari berbagai sumber. Sub-sistem ini pula yang bertanggung jawab dalam mengonversikan atau mentransformasikan format-format data aslinya ke dalam format yang dapat digunakan oleh perangkat SIG.

b. Data Output

Sub-sistem ini bertugas untuk menampilkan atau menghasilkan keluaran (termasuk mengekspornya ke format yang dikehendaki) seluruh atau sebagian basis data (spasial) baik dalam bentuk softcopy maupun hardcopy seperti halnya tabel, grafik, report, peta, dan lain sebagainya.

c. Data Management

Sub-sistem ini mengorganisasikan baik data spasial maupun tabel-tabel atribut terkait ke dalam sebuah sistem basis data sedemikian rupa hingga mudah dipanggil kembali atau di-retrieve, diupdate, dan diedit.

d. Manipulasi Data dan Analisis

Sub-sistem ini menentukan informasi-informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG. Selain itu sub-sistem ini juga melakukan manipulasi (evaluasi dan penggunaan fungsi-fungsi dan operator matematis dan logika) dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan.

2.4. Atribut Pariwisata

Pariwisata sebagai objek dalam penelitian ini, saat ini terus berbenah untuk mengeksplor beragam wisata dan budaya yang berada di suatu daerah sehingga dapat menjadi daya tarik tersendiri bagi wisatawan local maupun mancanegara. Pariwisata juga dianggap sebagai penyelamat daerah pedesaan, di mana pemerintah banyak mengakui potensi industri dalam membina pembangunan ekonomi regional (Jackson dan Murphy, 2006 ). Pariwisata adalah perpindahan orang untuk sementara dengan jangka waktu pendek ke tujuan - tujuan diluar tempat dimana mereka biasanya hidup dan bekerja, serta beragam kegiatan-kegiatan yang di lakukan selama tinggal di tempat-tempat tujuan tersebut.

Komponen produk wisata sebagai berikut :

1. Atraksi adalah daya tarik wisata baik alam, budaya, maupun buatan manusia seperti festival, kongres bahkan pentas seni.
2. Aksesibilitas adalah kemudahan dalam memperoleh dan mencapai tujuan wisata seperti organisasi pariwisata, paket wisata atau bahkan alat transportasi umum untuk memudahkan para wisatawan.
3. Amenities adalah kemudahan dalam memperoleh kenyamanan. Dalam hal ini dapat berbentuk

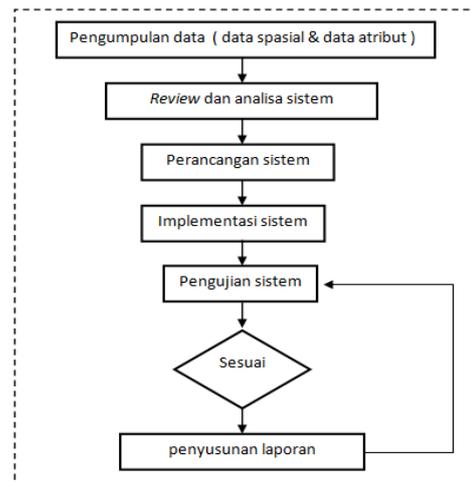
akomodasi, kebersihan, kesenangan dalam berwisata.

2.5 Lintasan Terpendek dalam graph

Persoalan lintasan terpendek di dalam graf merupakan salah satu persoalan optimasi (Munir 2009). Graf yang digunakan dalam pencarian lintasan terpendek adalah graf berbobot (*weighted graph*), yaitu graf yang setiap sisinya diberikan suatu nilai atau bobot. Bobot pada sisi graf dapat dinyatakan sebagai jarak antar kota, waktu pengiriman pesan dan lain-lain. Lintasan terpendek dapat juga di artikan sebagai jalur yang dilalui dari suatu node ke node lain dengan besar atau nilai pada sisi yang jumlah akhirnya dari node awal ke node akhir paling kecil.

3. Metodologi

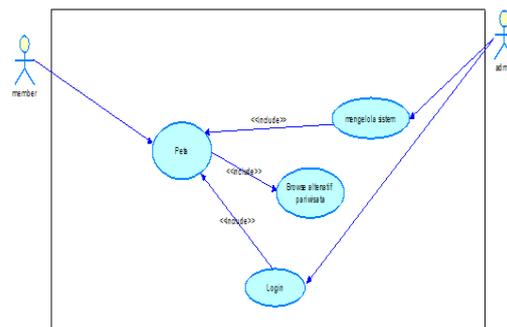
Terdapat langkah-langkah dalam membangun sistem informasi geografis yang di implementasikan dalam bentuk web, di tunjukkan dengan Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Diagram langkah-langkah penelitian

2.5. Diagram Use Case

Peran dari setiap aktor yang terlibat dalam sistem informasi sistem informasi geografis mencari lintasan terpendek ini, dipetakan ke dalam diagram usecase, yang hasilnya adalah pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Diagram Use Case

**4. Hasil dan Pembahasan**

Penerapan metode *simple hill climbing* berkaitan dengan hasil yang capai berupa pencarian lintasan terpendek dengan atribut pariwisata yang dalam penerapannya menggunakan 5 sampel lokasi pariwisata dan start point sebagai node awalnya yang di ambil berdasarkan lokasi yang mudah di temui di temui atau menjadi titik sentral pada sebuah kota. Dari hasil yang di tampilkan menunjukkan bawah lintasan terpendek di mulai dari node awal – Tapak kaki lahilote – gowa baya lomilote – makam pulubunga dan lokasi terakhir adalah benteng otanaha seperti terlihat pada Gambar 6 berikut ini.

No.	Rute Wisata	Jarak Tempuh	Waktu Tempuh	Waktu Kunjungan
C	Start Point - Tapak Kaki Lahilote	3km 872m	0 : 6 : 3	1 Jam
D	Tapak Kaki Lahilote - Gowa Baya Lomilate	3km 453m	0 : 6 : 38	1 Jam
E	Gowa Baya Lomilate - Makam Pulubunga	300m	0 : 1 : 0	1 Jam
F	Makam Pulubunga - Makam Tailayabe	8km 804m	0 : 15 : 47	1 Jam
G	Makam Tailayabe - Benteng Otanaha	12km 370m	0 : 20 : 44	1 Jam
<b>Total</b>		<b>28km 799m</b>	<b>0:50:12</b>	<b>5 : 0 : 0</b>
<b>Total Waktu Perjalanan</b>				<b>5 : 50 : 12</b>

Gambar 6. Tampilan detail rute wisata

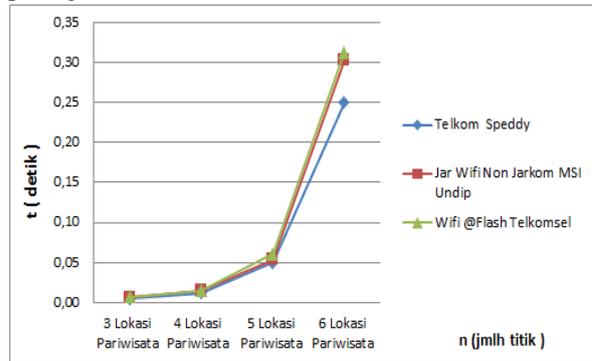
Hasil di atas menunjukkan rute wisata dari yang terdekat hingga terjauh, informasi yang di peroleh berupa jarak dan waktu tempuh dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Selain itu dapat memperkirakan waktu kunjungan ke setiap lokasi pariwisata adalah satu jam, sehingga di peroleh hasil total jarak tempuh 28Km 799 m, Waktu Tempuh 50 Menit 12 Detik dengan waktu kunjungan 5 Jam, sehingga total waktu perjalanan yang di peroleh adalah 5 Jam 50 Menit 12 Detik untuk keseluruhan lokasi pariwisata dengan satu hari perjalanan.

Selain pencarian lintasan terpendek, yang menjadi ini perhatian dalam penelitian ini, juga di lakukan perhitungan waktu saat sistem akan melakukan proses pencarian lokasi lintasan terpendek di mulai dengan 3 titik koordinat hingga 6 titik koordinat untuk melihat perbedaan waktu saat melakukan pencarian dari kombinasi terkecil hingga terbesar, karena semakin banyak titik yang di cari maka waktu yang di perlukan akan semakin besar. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Tabel pengujian waktu proses pada sejumlah lokasi pariwisata.

No	Jumlah Lokasi Pariwisata	Waktu proses (detik)		
		Telkom Speddy	Jaringan Wifi Non Jarkom MSI Undip	Wifi @Flash Telkomsel
1	3 lokasi Pariwisata	0,005	0,006	0,007
2	4 lokasi Pariwisata	0,012	0,015	0,015
3	5 lokasi Pariwisata	0,050	0,054	0,061
4	6 lokasi Pariwisata	0,250	0,303	0,313

Dari hasil tabel di atas terlihat untuk jumlah 3 lokasi pariwisata, waktu proses yang di perlukan menggunakan jaringan Telkom speedy sebesar 0,005 adalah hasil yang di peroleh dari kombinasi 3 lokasi pariwisata yang sudah di pilih terlebih dahulu. Untuk lebih jelasnya dapat di lihat dalam grafik pengujian waktu proses pada sejumlah lokasi pariwisata seperti pada gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Grafik pengujian waktu proses pada sejumlah lokasi pariwisata

Setelah di lakukan pengujian, maka di peroleh hasil bahwa semakin kecil kombinasi titik yang di gunakan, maka semakin sedikit waktu yang di perlukan untuk menampilkan hasil dalam peta, sebaliknya semakin banyak kombinasi titik yang di gunakan, maka semakin banyak waktu yang di perlukan dalam menampilkan hasil dalam peta digital.

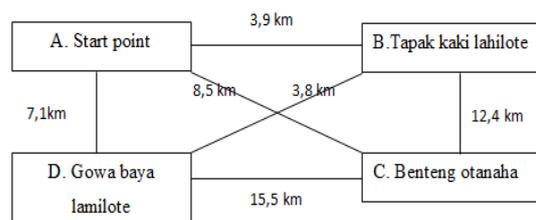
Dalam justifikasi sistem ini di lakukan perhitungan manual untuk melihat kesesuaian hasil dari metode pencarian rute terpendek dengan menggunakan metode *Simple Hill Climbing*. Dalam perhitungan manual ini mengambil 1 Start Point dan 3 lokasi pariwisata dengan permutasinya sebagai berikut:

Rumus:

$$\frac{n!}{2!(n-2)!}$$

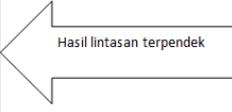
Dalam pengujian ini di terapkan pada 4 lokasi pariwisata, sehingga dapat di peroleh:  $\frac{4!}{2!(4-2)!} = 6$

kombinasi. Keenam kombinasi ini akan kita pakai semuanya sebagai operator (Gambar 8) sedangkan pengujian manual metode *Simple Hill Climbing* tertera pada Gambar 9.



Gambar 8. Kombinasi operator

Permutasi	Jarak tempuh
A-B-C-D	31,8 km
A-C-B-D	24,7 km
A-B-D-C	23,2 km
A-C-D-B	27,8 km
A-D-B-C	23,3 km
A-D-C-B	35 km



Gambar 9. Tabel pengujian manual metode *simple hill climbing*

Hasil lintasan terpendek metode *simple hill climbing* adalah : a. Start Point → b. Tapak kaki lahilote → d. Gowa baya → c. Benteng otanaha dengan total jarak = 23,2 km

### 5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian sistem informasi geografis pencarian lintasan terdekat menggunakan Metode *simple hill climbing* maka dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Penerapan Metode *simple hill climbing* efektif di gunakan dalam pencarian lintasan terpendek dengan menggunakan atribut lokasi pariwisata.
2. Sistem informasi geografis pencarian lintasan terdekat dengan dapat menjadi media informasi digital yang bermanfaat bagi pengunjung lokasi pariwisata di suatu daerah.
3. Penggunaan sistem informasi geografis dalam penerapan Metode *simple hill climbing* dapat mengatasi permasalahan masih kurangnya informasi rute wisata dalam suatu daerah dalam bentuk peta digital.

### Daftar Pustaka

Andrew, S.D., Shaw, S.L., 2005. A GIS-based spatial decision support system for tourists of Great Smoky Mountains National Park, 269–278.  
 ESRI, 1990. Understanding GIS: The Arc. Info Method Environmental System Research Institute. Redlands, CA. United State.

.Hoffman, A.J. and Wolfe, P., 1985. History in The Traveling Salesman Problem, E.L. Lawler, J.K. Lenstra, A.H.G. Rinooy Kan, and D.B. Shmoys, eds., John Wiley, 1–16.  
 Jackson, J. and Murphy, P., 2006. Clusters in regional tourism an Australian case. *Annals of Tourism Research*, 33(4), 1018-1035.  
 Kusumadewi, S., 2003. Artificial Intelligence (Teknik & Aplikasinya). Yogyakarta: Graha Ilmu.  
 Larranaga, P., Kuijpers, C.M.H., Murga, R.H., Inza, I. and Dizdarevic, S., 1999. Genetic algorithms for the travelling salesman problems: A review of representations and operators. *Artificial Intelligence Review*, Vol. 13, 129–17.  
 La Porte, T. R. and Rochlin, G. (1994), A Rejoinder to Perrow. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 2: 221–227  
 Lim, 2005. A simulated annealing and hill-climbing algorithm for the traveling tournament problem., *European Journal of Operational Research*, 1459–1478.  
 Lee, S.H., 2013. Evaluating spatial centrality for integrated tourism management in rural areas using GIS and network analysis. *Tourism Management*, 34, 14-24.  
 Munir, R., 2009. Matematika Diskrit. Penerbit Informatika. Bandung.  
 Prahasta, E., 2002. Sistem Informasi Geografis dengan menggunakan Arcview. Informatika. Bandung.  
 Russell and Norvig, 2003. Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, USA.  
 Silvia, 2011. Geographic Information System Teknologi, *Revista minelor/minning* (17),7-13.  
 Zheng, C., Zhang, S. and Liu, P. 2009. Intelligent Public Transport Operation Dispatching Based on Ant Colony Algorithm, *Proceeding of International Conference on Transportation Engineering*, Vol.5, pp.4007-4012.