

# PEMANFAATAN TEKNOLOGI GOOGLE MAPS UNTUK PENYELESAIAN ONLINE TRAVELLING SALESMAN PROBLEM (TSP) BERBASIS GEOGRAFIS DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA HEURISTIK

Wahyudi Agustiono, Kurniawan Dwi Hermanto

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo

Jl. Raya Tel;ang, PO BOX 2 Kamal, Bangkalan

Telp : (31) 3011147, Fax : (31) 3011147

Email : yudie2209@gmail.com, sosial.ferdinanddwi@gmail.com

## ABSTRAK

*Travelling Salesman Problem (TSP) adalah salah satu metode klasik dalam proses pemecahan masalah optimasi dan penemuan rute terpendek dari sebuah rute perjalanan yang melewati beberapa titik lokasi. Oleh karena kehandalan metode ini banyak sekali algoritma dan metode optimasi yang mencoba memecahkan TSP dalam banyak penelitian. Sebagian besar hasil dari rangkaian uji coba tersebut berupa kombinasi teroptimal dari rangkaian perjalanan Salesman yang umumnya digambarkan dalam sebuah graph. Namun belum banyak penelitian yang menerapkan TSP pada data spasial atau geografis seperti Google Maps yang dapat memberikan representasi nyata permasalahan TSP dalam menemukan rute perjalanan melewati titik-titik wilayah di muka bumi. Dibandingkan dengan representasi graph, Google Maps memiliki kemampuan tidak sekedar menampilkan rute perjalanan akan tetapi juga dapat menyajikan informasi yang lebih komprehensif, interaktif dan faktual. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode TSP pada layanan data spasial sehingga akan dihasilkan visualisasi secara riil dari alternatif rute perjalanan Salesman. Sebagai basis dari data spasial, penelitian ini memanfaatkan Google Maps Mashup untuk mendapatkan informasi rute yang lebih aktual, interaktif dan komprehensif.*

*Kata Kunci: Travelling Salesman Problem (TSP), Algoritma Heuristik, Geocoding, Google Maps.*

## 1 PENDAHULUAN

Travelling Salesman Problem (TSP) merupakan salah satu bidang kajian dasar yang telah banyak dieksplorasi dan diterapkan oleh para ilmuwan di bidang matematika, optimasi dan ilmu computer. Salah satu sifat TSP adalah *non-deterministic polynomial-time complete* (NPC) yang mengisyaratkan bahwa tidak ada penyelesaian yang paling optimal selain harus mencoba seluruh kemungkinan penyelesaian yang ada.

Hal ini membuat TSP banyak diujicobakan dalam berbagai macam metode atau algoritma dengan harapan akan didapatkan solusi yang paling optimum dari sekian banyak opsi pemecahan. Namun dalam hal visualisasi hasil dari uji coba salah satu yang paling banyak digunakan yaitu dengan menggunakan representasi *graph*. *Graph* memiliki keterbatasan terutama dalam hal menyajikan informasi yang lebih komprehensif, seperti kondisi rute yang akan dilalui, kondisi jalan dan informasi geografis lainnya.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan teknologi *Google Maps Mashup* dalam mendukung penyelesaian TSP berbasis

geografis dengan menggunakan algoritma Heuristik. Algoritma Heuristik telah terbukti dapat memberikan solusi bagi kasus TS yang secara luas telah digunakan dan merupakan algoritma optimasi yang dapat menyelesaikan berbagai masalah. Pemanfaatan *Google Maps* dalam penelitian ini diharapkan tidak sekedar memberikan tampilan visualisasi rute optimal tapi dapat memberikan informasi yang lebih komprehensif mencakup posisi alamat, kondisi rute, *street view* dan informasi geografis lainnya.

*Outcome* yang diharapkan dari penelitian ini yaitu membangun sebuah aplikasi penyelesaian permasalahan TSP berbasis geografis untuk penentuan rute jalur distribusi sales yang interaktif dengan memanfaatkan teknologi *Google Maps Mashup*.

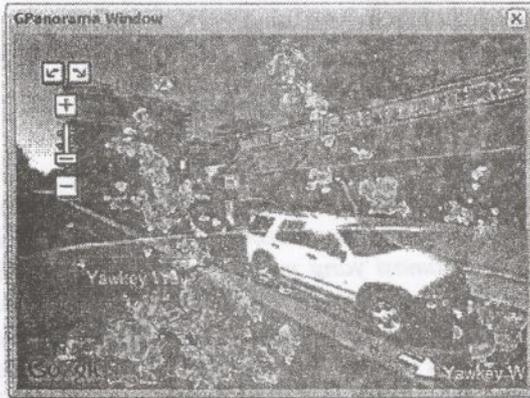
## 2 MODEL, ANALISIS, DESAIN, DAN IMPLEMENTASI

### 2.1 *Google Maps Mashup*

*Google Maps* adalah aplikasi dasar dan teknologi layanan *web mapping* yang disediakan oleh *Google.com* secara gratis (*for non commercial use*)

dan dapat digunakan untuk memperkuat berbagai macam layanan berbasis peta. *Google Maps* juga dapat diintegrasikan ke dalam *web site* lain dengan melalui aplikasi *Google Maps API*[1].

Dengan menambahkan *Google Maps* dalam aplikasi kita yang berbasis layanan peta, maka akan didapatkan tampilan peta yang lebih aktual, interaktif dan menjangkau detail sampai pada *street view* (Gambar 1).



Gambar 1. *Google Maps Street View*

*Google Maps* juga menawarkan peta jalan, perencanaan jalur untuk perjalanan dengan moda jalan kaki, mobil atau transportasi umum. Secara sederhana, *Google Maps* adalah merupakan salah satu cara untuk mengorganisir informasi dunia secara geografis[2]. Berikut ini beberapa fitur yang disediakan oleh *Google Maps*:

- Foto Satelit
- *Draggable Maps*
- *Terrain Maps* (Peta Topografi)
- *Street View* (Peta Jalan)
- Petunjuk Arah Berkendara

## 2.2 *Traveling Salesman Problem*

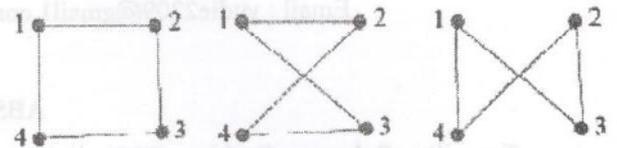
Secara formal *Traveling Salesman Problem (TSP)* didefinisikan sebagai sebuah permasalahan permutasi dengan tujuan untuk menemukan jalur terpendek (biaya minimum) pada sebuah *Indirected Graph* yang merepresentasikan kota-kota atau titik-titik yang akan dikunjungi [3].

Motode TSP diilustrasikan dalam sebuah perjalanan seorang *Salesman* yang harus mensinggahi beberapa titik wilayah yang tersebar dengan catatan setiap titik lokasi hanya boleh dilewati satu kali dan perjalanan tersebut harus berakhir pada kota keberangkatannya dimana *salesman* tersebut memulai perjalanannya.

Simpul-simpul dalam graf menunjukkan kota-kota yang dikunjungi sementara bobot masing-masing simpul adalah biaya yang harus dikeluarkan untuk menempuh rute tersebut. Jika setiap simpul pada graf bobot mempunyai sisi ke simpul lain maka, graf tersebut adalah graf lengkap berbobot. Pada

sembarang graf lengkap dengan  $n$  buah simpul ( $n > 2$ ), jumlah sirkuit *Hamilton* yang berbeda adalah  $(n-1)!/2$ .

Penyelesaian TSP adalah jalur yang melewati semua kota dan setiap kota hanya dilalui satu kali, hal ini dapat dinyatakan sebagai kombinasi urutan nomor kota, misalkan untuk TSP 4 kota: A-B-C-D. Penyelesaian dimungkinkan adalah seperti pada gambar 2, dengan jumlah kemungkinan hanya  $(4-1)!/2 = 3..$



Gambar 2. TSP dengan 4 Kota

## 2.3 Analisis Penyelesaian TSP dengan Algoritma Heuristik [4]

Permasalahan *Traveling Salesman Problem (TSP)* dengan algoritma heuristik ini digunakan untuk permasalahan yang identik dengan permasalahan berikut: jika sebuah kendaraan yang melakukan perjalanan ke  $n$  kota, perjalanan dimulai dan diakhiri pada satu kota dan harus mengunjungi  $n-1$  kota yang lain.

Jaringan transportasi yang menghubungkan ke- $n$  kota tersebut adalah *completely connected*, artinya dari tiap kota terdapat jalur transportasi langsung ke  $n-1$  kota lainnya tanpa melalui kota perantara lainnya. Permasalahan ini jika direpresentasikan dalam graf akan berupa *undirected weighted graph*.

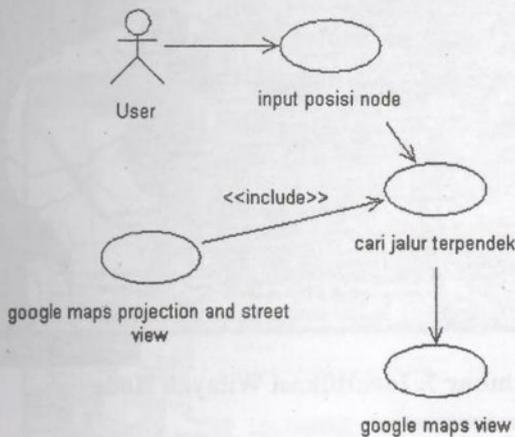
Algoritma untuk menyelesaikan permasalahan TSP adalah sebagai berikut:

1. Cari minimum *spanning tree* yang menghubungkan tiap  $n$  simpul dari graf. Hasil pencarian minimum *spanning tree* ini dinamakan A.
2. Tentukan simpul graf yang berderajat ganjil, jika  $k$  merupakan jumlah simpul graph berderajat ganjil dari  $n$  simpul maka  $k$  pasti bilangan genap. Kita pasang  $k$  simpul sehingga panjang dari cabang yang menghubungkan simpul-simpul tersebut minimum.  $K$  simpul dengan tiap cabangnya yang diperoleh dari memasang masing-masing simpul dari  $k$  simpul tersebut membentuk jaringan yang dinamakan B. Jaringan A dan B yang sudah terbentuk kita gabungkan menjadi jaringan C.
3. Sekarang jaringan C tidak mempunyai simpul berderajat ganjil. Kita dapat menggambarkan sirkuit *Euler* pada jaringan C. Sirkuit *Euler* merupakan aproksimasi solusi dari TSP.
4. Periksa tiap nodes pada jaringan C yang dikunjungi lebih dari satu kali dan perbaiki

solusi TSP dari langkah 3 dengan menerapkan ketidaksamaan dibawah ini:

$$l(a,b) < l(a,c) + l(c,b) \quad (1)$$

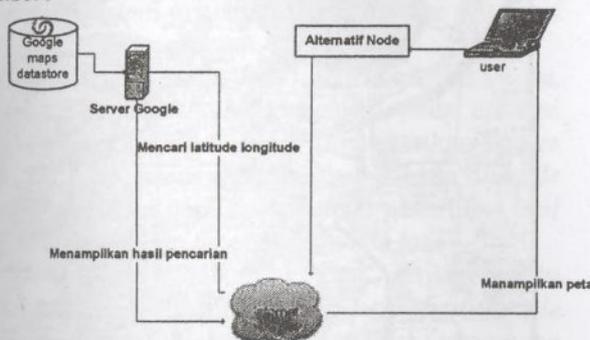
2.4 Perancangan TSP dengan Memanfaatkan Google Maps.



Gambar 3 Perancangan Use Case gram

Perancangan sistem yang pertama yaitu dengan menggunakan use case diagram (Gambar 3). Diagram ini akan menggambarkan bagaimana user dapat menggunakan sistem untuk mencari rute terpendek jalur distribusi salesman dengan melakukan aksi sebagai berikut:

- Mencari jalur alternatif node/kota. Jalur alternative ini diambil minimal 2 kota yang dimasukkan oleh user.
- Setelah user memilih node/kota yang dicari. Proses selanjutnya akan dilaksanakan oleh metode heuristik, dengan memanfaatkan latitude dan longitude.
- Program mampu menampilkan alternatif pilihan jalur yang bisa dilalui oleh user dengan menunjukkan jalur alternatif terbaik kepada user.

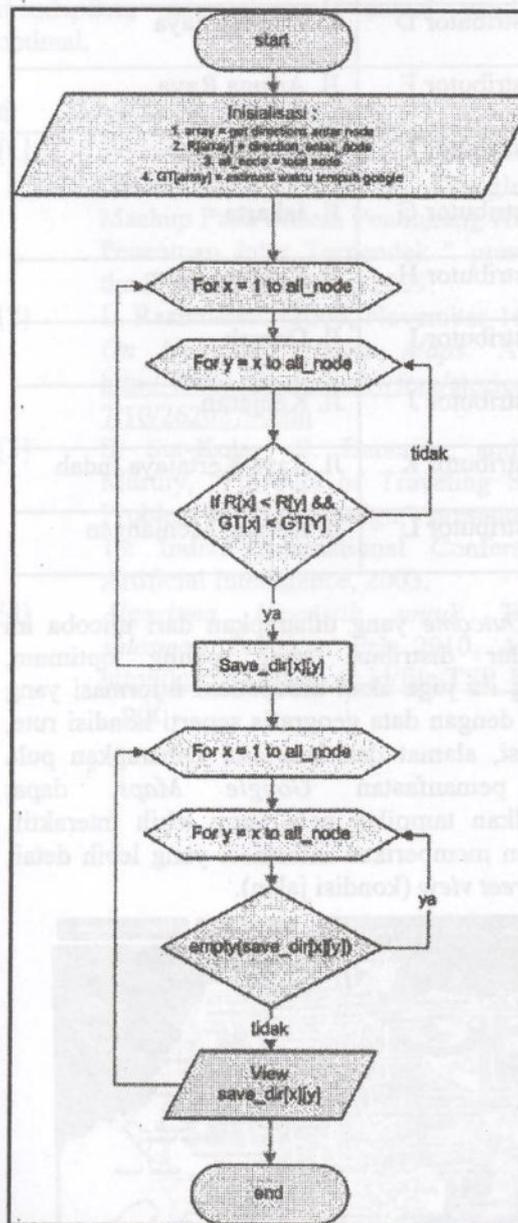


Gambar 4 Perancangan Konseptual Model

Rancangan Use Case diagram tersebut diatas selanjutnya diimplementasikan dalam sebuah konseptual model aplikasi TSP berbasis Google Maps dengan menggunakan algoritma heuristik seperti tampak pada gambar 4.

2.5 Flowchart Penyelesaian TSP dengan metode Heuristik

Agar dapat menghasilkan rute optimal dari serangkaian sekenarion perjalanan salesman, penelitian ini menggunakan algoritma heuristik yang telah diuraikan pada bagian 2.3. Disamping itu, algoritma ini juga harus dapat diterapkan pada lingkungan Geocoding sebagai basis jalannya aplikasi ini. Secara mendasar algoritma tersebut dapat digambarkan pada flowchart di bawah ini (Gambar 5).



Gambar 5 Flowchart TSP pada Geocoding Google Maps

3 SKENARIO UJI COBA

Berikut ini dilakukan ujicoba sistem pendukung keputusan penentuan jalur distribusi terpendek salesman dengan memanfaatkan Google Maps, dengan skenario sebagai berikut:

Tabel 1. Daftar node yang akan dicari

No.	Nama	Alamat
1.	Pusat	Jl. Rungkut Industri Raya
2.	Distributor A	Jl. Jemur Sari
3.	Distributor B	RS. Doktor Ramelan
4.	Distributor C	Jl. Wiyung
5.	Distributor D	Jl. Kupang Jaya
6.	Distributor E	Jl. Arjuna Raya
7.	Distributor F	Jl. Simokerto
8.	Distributor G	Jl. Jakarta
9.	Distributor H	Jl. Kalimas baru
10.	Distributor I	Jl. Demak
11.	Distributor J	Jl. Kenjeran
12.	Distributor K	Jl. Raya Kertajaya Indah
13.	Distributor L	Jl. Karang Menjangan

Outcome yang diharapkan dari ujicoba ini yaitu jalur distribusi yang paling optimum, disamping itu juga akan didapatkan informasi yang berkaitan dengan data geografis seperti kondisi rute, peta lokasi, alamat dan lain-lain. Diharapkan pula dengan pemanfaatan Google Maps, dapat menghasilkan tampilan peta yang lebih interaktif, aktual, dan memberikan informasi yang lebih detail sampai street view (kondisi jalan).



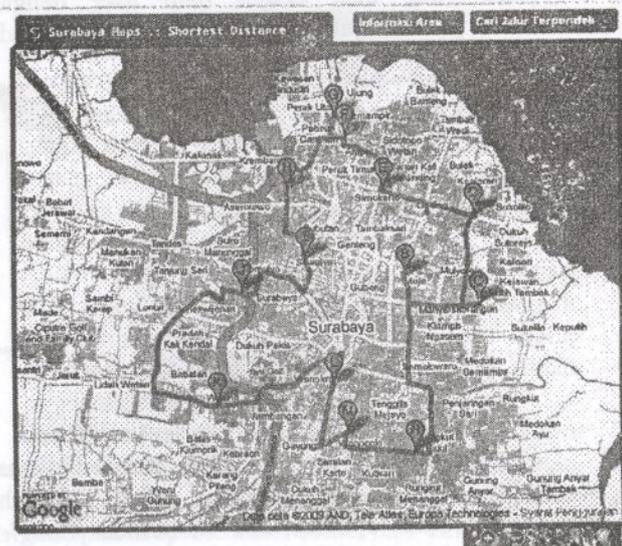
Gambar 6 Tampilan Awal Aplikasi



Gambar 7. Identifikasi Wilayah Node

Untuk mendapatkan hasil ujicoba dari scenario yang telah disusun, berikut beberapa tahapan yang harus dilakukan agar system mampu mencapai tujuan yang diharapkan dari scenario ujicoba.

- Tampilan awal Aplikasi, memberikan interface bagi user untuk memilih lokasi node yang akan dicari rute terpendeknya (Gambar 6).
- Setelah node/kota ditentukan, sistem akan melakukan proses pencarian rute terpendek dengan menghitung jarak antar kemungkinan jalur yang akan dilewati. Selanjutnya informasi akan ditampilkan dalam bentuk peta beserta penunjuk rute dan estimasi waktu tempuh dari node asal sampai ke node tujuan dan kembali lagi ke node asal (Gambar 7).

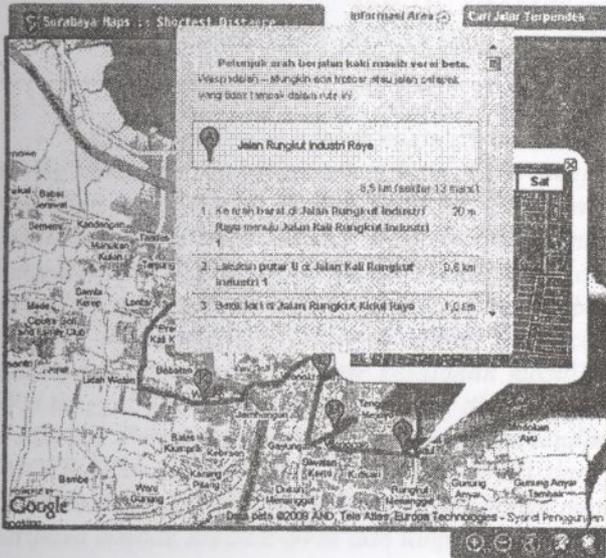


Gambar 8. Hasil Generate Node

4 HASIL UJI COBA

- Aplikasi ini juga menampilkan hasil pencarian juga berupa informasi detail jalan-jalan yang harus dilewati untuk bisa mendapatkan rute terpendek. Dengan memanfaatkan fasilitas *street view*, maka dapat ditampilkan informasi geografis secara detail dari rute jalan yang direkomendasikan. Lebih lanjut hasil ujicoba disajikan pada Gambar 8 dan Gambar 9.

Gambar 9. Informasi Area



5 KESIMPULAN

Dari hasil ujicoba, sistem tidak hanya dapat menampilkan alternatif jalur terpendek antar beberapa *node/kota*, namun juga bisa menampilkan lebih detail sampai pada *street view* dan informasi geografis lain yang dihasilkan dari *Google Maps*. Dengan memanfaatkan teknologi *Google Maps Mashup*, kita dapat membangun aplikasi yang lebih aktual, dan interaktif sehingga memberikan kemudahan bagi user mencerna informasi hasil pengolahan sistem untuk dijadikan sebagai alternatif penentuan rute teroptimum.

Adapun saran dari penelitian ini yaitu, kemungkinan untuk dikembangkan pada aplikasi *mobile*, sehingga akan dapat dimanfaatkan secara luas. Hal ini mengingat perkembangan *mobile internet* yang kian populer dan trend penurunan tarif yang memungkinkan digunakan secara luas.

Upaya perbaikan kinerja aplikasi yaitu ditujukan untuk aksesibilitas terhadap *server Google Maps* mengingat layanan ini sangat tergantung dengan koneksi internet. Maka perlu dipertimbangkan langkah-langkah untuk menyediakan layanan *Google Maps* secara lokal sehingga tidak tergantung sepenuhnya dengan koneksi internet. Dan perlu ditambahkan kemampuan untuk mengupdate informasi *Google Maps* secara periodik, sehingga data geografis tetap aktual.

Sebagaimana karakteristik dari TSP yang merupakan *Non-deterministic Polynomial-time Complete (NPC)*—tidak solusi yang paling benar melainkan harus diujicobakan pada seluruh kemungkinan penyelesaian yang ada—maka sebagai perbaikan dari penelitian ini hendaknya digunakan algoritma atau metode penyelesaian TSP yang lain selain Heuristik seperti: *Monte Carlo, Ant Colony, Jaringan Hopfield, Depth First Search, Genetic Algorithm* dan lain-lain. Selanjutnya hasil masing-masing algoritma diperbangkingkan untuk mendapatkan satu alternatif solusi yang paling optimal.

6 DAFTAR PUSTAKA

[1] W. Agustiono and K. D. Hermanto, "Pemanfaatan Teknologi Google Maps Mashup Pada Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Jalur Terpendek " presented at the Sesindo, Surabaya, 2009.

[2] L. Rasmussen. (2006, November 16, 2009). *On Inventing Google Maps*. Available: <http://www.abc.net.au/tv/fora/stories/2009/07/10/2620279.htm>

[3] S. Sur-Kolay, S. Banerjee, and C. A. Murthy, "Flavours of Traveling Salesman Problem in VLSI Design," presented at the 1st Indian International Conference on Artificial Intelligence, 2003.

[4] *Algoritma Heuristik untuk Travelling salesman Problem*. Feb 2010, Available: [http://kur2003.if.itb.ac.id/file/TSP\\_heuristic\\_.pdf](http://kur2003.if.itb.ac.id/file/TSP_heuristic_.pdf)