

PENCARIAN RUTE DINAMIS MENGGUNAKAN PENDEKATAN ANT COLONY OPTIMIZATION

Lukman Sudarma¹, Suyanto², Retno Novi Dayawati³

¹Teknik Informatika, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Telkom

Abstrak

Dalam kehidupan selalu melakukan perjalanan dari suatu lokasi ke lokasi lainnya. Dengan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor di kota Bandung, maka lalu lintas kota Bandung semakin padat. Jalur terdekat yang terdapat dipusat kota, tidak berarti memberikan waktu tempuh yang cepat tetapi sebaliknya waktu tempuh yang lebih lama dikarenakan kemacetan lalu lintas.

Pencarian rute dinamis merupakan permasalahan yang timbul dalam melakukan perjalanan, dimana terjadi perubahan posisi hingga ke lokasi tujuan. Dalam perjalanan pun mungkin terjadi pengalihan rute dari rencana perjalanan yang dilakukan.

Dalam tugas akhir ini dibuat sistem pencarian rute dinamis menggunakan pendekatan Ant Colony Optimization. Pemilihan Ant Colony Optimization dikarenakan historis algoritma yang sering dipergunakan dalam permasalahan pencarian rute. Serta kemampuan Ant Colony Optimization dalam menangani perubahan karakteristik sistem walau dalam proses pencarian solusi berlangsung.

Kata Kunci : ecerdasan buatan, pencarian rute, rute dinamis, ant colony optimization, ant colony system.

Abstract

In life always traveling from one location to another. With the increasing number of vehicles in the city of Bandung, the city traffic more congested. Lane nearest the center of the town there, does not mean giving a fast travel time but otherwise travel time is longer due to traffic congestion.

Dynamic routing assignment is an important problem to travel, where there is a change to the position of the destination location. In the course of any possible diversion routes of travel plans are done.

In this final project created a dynamic routing assignment system using Ant Colony Optimization approach. Selection of Ant Colony Optimization algorithm because historically that is often used in routing problems. Ant Colony Optimization and the ability to handle changes in system characteristics despite the ongoing process of finding solutions.

Keywords : artificial intelligence, routing, dynamic routing, ant colony optimization, ant colony system.

Telkom
University

1. Pendahuluan

1.1 Latar belakang

Kemacetan jalan-jalan di kota besar disebabkan oleh perkembangan jumlah kendaraan yang tinggi dibandingkan dengan perkembangan pembangunan ruas jalan baru. Tingkat perkembangan jumlah kendaraan bermotor seluruh Indonesia ialah sebesar 10% pertahun dengan jumlah sebesar 65.273.451 unit kendaraan pada tahun 2008, sedangkan tingkat perkembangan pembangunan ruas jalan baru hanya sebesar 3% pertahun. Hal ini membuat kepadatan dan kemacetan semakin memburuk setiap tahunnya.

Aktivitas yang kian padat setiap hari menuntut penyelesaian yang cepat dan efisien. Hampir semua orang berpergian setiap hari menuju lokasi tujuan, tetapi dengan jumlah kendaraan yang kian meningkat serta lambatnya pembangunan ruas jalan baru menyebabkan kemacetan-kemacetan di berbagai penjuruan jalan di kota Bandung. Jalur terdekat bukanlah jaminan dalam mencapai waktu tempuh paling cepat, tetapi lebih lama ditempuh diakibatkan oleh padatnya jalur lalu lintas yang melewatinya. Kemacetan pada jalur terdekat terjadi akibat volume kendaraan yang banyak menuju rute yang sama dengan jalur lalu lintas yang terbatas (1). Sehingga pembobotan yang perlu dilakukan ialah berdasarkan waktu tempuh, bukan berdasarkan jarak terdekat. Dan pada saat melakukan perjalanan, pasti akan terjadi perubahan posisi dari tempat asal ke tempat tujuan, dan adakalanya melakukan pengalihan rute ke jalur yang lebih kosong.

Algoritma klasik pencarian rute seperti A* dan djikstra dapat memberikan solusi dengan nilai terbaik, tetapi kelemahannya ialah sebagai algoritma greedy. Algoritma greedy ialah algoritma yang akan mengeksplorasi seluruh ruang permasalahan dalam mencari solusi terbaik, tetapi memerlukan waktu penyelesaian eksponensial sebanding dengan ruang permasalahan yang dihadapi. Untuk menyelesaikan ruang permasalahan yang cukup besar, lebih bijak jika menggunakan pendekatan heuristic. Heuristic ialah pencarian solusi berdasarkan probabilitas, sehingga tidak perlu mengeksplorasi seluruh ruang permasalahan untuk mencapai sebuah solusi. Solusi yang dihasilkan oleh pendekatan heuristic belum tentu merupakan solusi terbaik, tetapi lebih mengoptimasi nilai dari solusi.

Perkembangan Artificial Intelligence (AI) sudah cukup maju, dengan berlandaskan pada pendekatan heuristic dengan tujuan mengoptimasi nilai dari solusi. Algoritma yang terkenal dalam perkembangan AI ialah Genetic Algorithm, Evolutionary Computation, Artificial Neural Network, Swarm Intelligence, Fuzzy System. Setiap algoritma memiliki karakteristik masing-masing dalam menangani permasalahan. Tetapi yang cukup terkenal dan klasik dalam menyelesaikan permasalahan pencarian rute ialah Ant Colony Optimization (ACO). Yang menjadi ciri khas dari ACO ialah kemampuan menangani perubahan data pada saat proses pencarian solusi berjalan. Sehingga sangat cocok dengan permasalahan sehari-hari yaitu pencarian rute.

1.2 Perumusan masalah

Pencarian rute dengan waktu tempuh yang cepat merupakan permasalahan utama dalam hiruk-pikuk kepadatan lalu lintas di kota Bandung. Kendala lain dalam permasalahan pencarian rute ialah perubahan posisi perjalanan dari titik sumber ke titik tujuan, serta pengalihan rute dari rencana awal untuk mencari jalur lalu lintas yang lebih kosong. Perubahan rute dan posisi dalam permasalahan pencarian rute disebut pencarian rute dinamis.

Pendekatan Algoritma yang mampu menyelesaikan permasalahan dengan ruang pencarian yang besar dan pencarian rute dinamis ialah Ant Colony Optimization. ACO sangat klasik digunakan dalam permasalahan pencarian rute seperti TSP dan VRP. Kelebihan dan karakteristik ACO dibandingkan pendekatan lainnya ialah kemampuan dalam menangani perubahan karakteristik pada saat pencarian solusi, yang ditegaskan dalam jurnal (2) milik Marco Dorigo.

1.3 Batasan Masalah

Rumusan permasalahan pencarian rute dinamis menggunakan pendekatan ACO adalah sebagai berikut:

1. Penerapan dan implementasi ACO untuk permasalahan pencarian rute dinamis
2. Data yang digunakan ialah data lalu lintas kota Bandung
3. Pencarian rute dinamis hanya terbatas pada perubahan simpul mengikuti rute solusi yang telah terbentuk dan pengalihan rute diluar rute solusi.
4. Analisa parameter optimum ACO untuk permasalahan pencarian rute dinamis menggunakan data lalu lintas kota Bandung.
5. Analisa perubahan posisi saat perjalanan menuju tujuan.
6. Analisa perubahan atau pengalihan rute diluar rute solusi yang telah terbentuk.

Batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Implementasi pencarian rute dinamis yang telah terdefinisi.
2. Penggunaan pendekatan Ant Colony Optimization dalam mencari solusi.
3. Pencarian parameter optimum Ant Colony Optimization pada permasalahan pencarian rute dinamis dengan data lalu lintas kota Bandung
4. Analisa perubahan posisi sumber menuju tujuan saat proses pencarian solusi berlangsung.

1.4 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini diharapkan memperoleh hasil sebagai berikut:

1. Mampu mendesain dan mengimplementasikan permasalahan pencarian rute dinamis menggunakan pendekatan ACO.
2. Menganalisa nilai-nilai parameter ACO terhadap nilai solusi optimum yang dihasilkan.
3. Menunjukkan kemampuan ACO dalam menangani perubahan karakteristik permasalahan ketika proses pencarian solusi berlangsung.

1.5 Metodologi penyelesaian masalah

Metodologi yang digunakan penulis pada permasalahan pencarian rute dinamis dengan pendekatan ACO ialah sebagai berikut :

a. Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan dasar teori dan referensi yang kuat untuk dapat menyelesaikan permasalahan sehingga didapatkan solusi. Studi tersebut meliputi teknik rekayasa lalu lintas, teori graf, *swarm intelligence*, *metaheuristic*, *ant colony optimization*.

b. Pengumpulan data

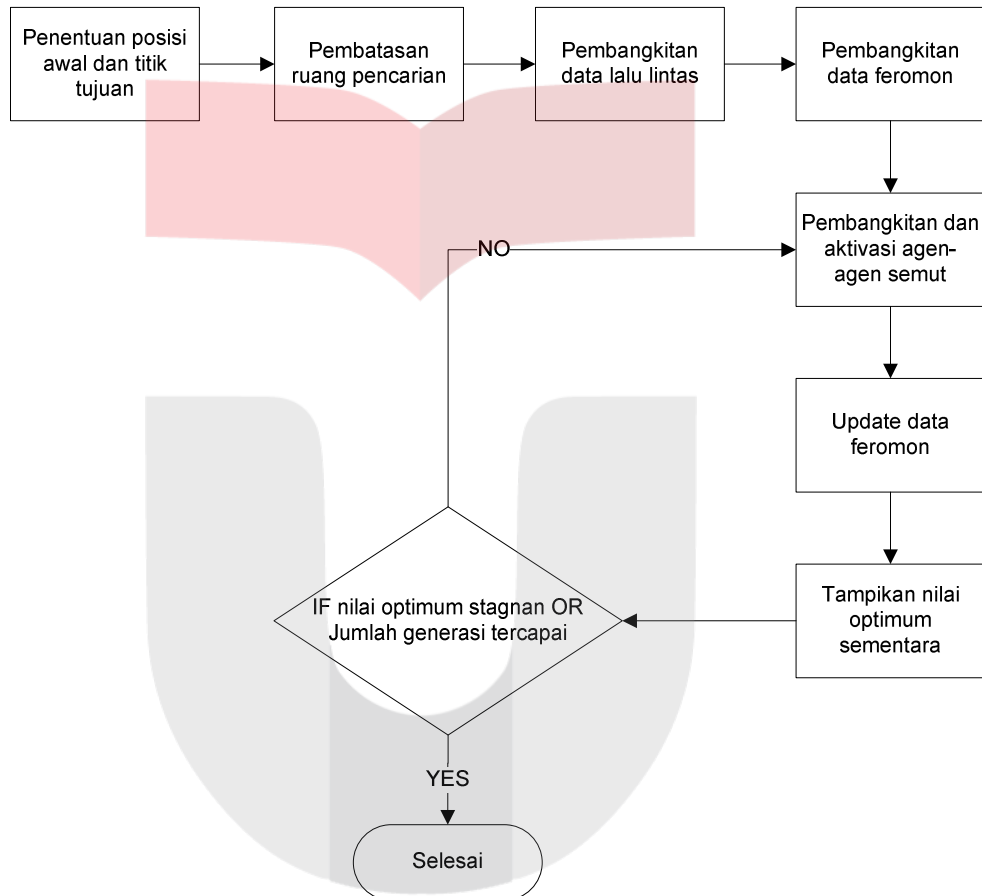
Data yang digunakan merupakan data GIS lalu lintas kota Bandung yang didapat dari *Open Street Map* dengan melakukan perubahan agar sesuai dengan model data yang diperlukan oleh sistem. Sedangkan untuk data lalu lintas yang berubah dinamis berdasarkan waktu diperoleh berdasarkan pengalaman melalui sebuah jalur atau dengan data *track log* dari suatu perangkat Global Positioning System (GPS) terhadap suatu jalur yang dilalui.

c. Analisa dan desain

Analisa dilakukan dari kasus-kasus lalu lintas dan data lalu lintas di Kota Bandung yang didapat dari *Open Street Map* serta berlandaskan studi literatur untuk membangun desain model graf lalu lintas, serta desain implementasi sistem *ant colony optimization*.

Penentuan posisi awal dan titik tujuan berupa koordinat pada graf lalu lintas. Pembangkitan data graf ketetangaan dari data lalu lintas yang merupakan bentuk graf berbobot dan berarah (3). Pembangkitan data feromon, merupakan alat komunikasi tidak langsung yang ditinggalkan oleh agen semut jika telah berhasil mencapai tujuan dan akan kembali ke posisi awal. Pembangkitan agen-agen semut sesuai dengan parameter pada sistem *ant colony optimization*, serta pengaktifasian dalam pemilihan rute untuk mencapai tujuan. Update data feromon dilakukan jika agen semut

berhasil mencapai tempat tujuan dan akan kembali ke posisi semula. Pada saat *runtime* maka akan ditampilkan nilai optimum global sementara. Sistem akan terus berulang sampai didapat kondisi hasil nilai solusi optimal yang stagnan atau jumlah generasi agen semut telah tercapai..



Gambar 0-1: Perancangan Sistem ACO



5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi, pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai parameter populasi berpengaruh terhadap makin banyaknya eksplorasi agen-agen semut serta meningkatnya kualitas nilai solusi yang didapat. Tetapi jika nilai parameter populasi terlalu besar maka akan terjadi penimbunan feromon berlebih yang mengakibatkan terjebak pada nilai optimum lokal.
2. Nilai parameter β berpengaruh terhadap kekuatan nilai ketertarikan η yang merupakan nilai heuristic, yang membuat cenderung membuat agen semut lebih eksploitasi dan terjebak pada nilai optimum lokal.
3. Nilai parameter r_0 berpengaruh terhadap aturan *pseudo-random-proportional*, yaitu keseimbangan antara kemampuan eksploitasi dan eksplorasi agen-agen semut dalam membentuk solusi.
4. Nilai parameter τ_0 berpengaruh terhadap pembangkitan intensitas feromon awal dan pada saat melakukan update feromon lokal yang dilakukan oleh agen-agen semut.
5. Nilai parameter ρ_1 berpengaruh terhadap update feromon global yang dilakukan pada rute solusi terbaik yang dibentuk agen semut.
6. Nilai parameter ρ_2 berpengaruh terhadap update feromon lokal yang dilakukan oleh setiap agen semut setelah pembentukan solusi.
7. Ant Colony System mampu menangani perubahan karakteristik sistem pada saat proses pencarian solusi terjadi. Hal ini teruji dengan perubahan simpul sumber menuju simpul tujuan disertai perubahan solusi yang berkesinambungan. Perubahan simpul sumber baik masih dalam rute solusi maupun diluar rute solusi yang telah dibentuk.

5.2 Saran

1. Kunci utama dalam keberhasilan pencarian solusi berada di agen semut yang dibangkitkan. Semakin cerdas agen semut yang dibentuk, maka semakin sedikit kuantitas agen semut yang diperlukan untuk membentuk solusi.
2. Pengaturan jumlah agen semut dalam pencarian solusi perlu diseleksi sesuai dengan kebutuhan sistem, dalam permasalahan pencarian rute dinamis maka semakin sedikit agen semut yang digunakan maka semakin cepat sistem dalam memberikan respon solusi optimum yang didapat. Tetapi hal ini akan mengurangi kemampuan Ant Colony System dalam mengeksplorasi ruang permasalahan.

Daftar Pustaka

1. *On The Bottleneck Shortest Path Problem*. **Kaibel, Volker, Matthias A.F.** Berlin : DFG Research Center Matheon.
2. *The Ant Colony Optimization Metaheuristic : Algorithms, Applications and Advances*. **Dorigo, Marco.**
3. **Wilson, Robin.** *Introduction to The Graph Theory*. s.l. : Addison Wesley Longman Limited, 1996.
4. **Biggs, Norman L, E. Keith Lloyd, Robin J. Wilson.** *Graph Theory*. New York : Oxford University Press, 1976.
5. **Wilson, Robin J.** *Introduction to Graph Theory*. England : Addison Wesley Longman Limited, 1972.
6. Wikipedia. [Online] 2011. http://en.wikipedia.org/wiki/Geographic_information_system.
7. *Penggunaan Graf dalam Algoritma Semut untuk Melakukan Optimisasi*. **Wardy, Ibnu Sina.**
8. **Suyanto.** *Algoritma Optimasi*. Yogyakarta : Graha Ilmu, 2010.
9. **Engelbrecht, Andries P.** *Computational intelligence : An Introduction*. USA : John Wiley & Sons Inc., 2007.
10. [Online] http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Data_Primitives.
11. **Cormen Thomas H., Charles E., Ronald L., Clifford S.** *Introduction to Algorithms*. s.l. : MIT Press, 2002.