Implementasi Ant-Collony Optimization (ACO) untuk Penjadwalan Rute Wisata (Studi Kasus Wilayah Bandung Raya)

Implementation of Ant-Colony Optimization (ACO) for Tour Scheduling Route (Case of Bandung Raya Area)

Moh Zidni Mubarok, ZK Abdurrahman Baizal, Aniq Atiqi rahmawati

Prodi S1 Ilmu Komputasi, Fakultas Informatika , Universitas Telkom

Muhammad.zidni.mubarok@gmail.com , bayzal@gmail.com, aniqatiqi@telkomuniveristy.ac.id

abstrak

Dalam beberapa tahun terakhir, banyak wisatawan menjadikan Kota Bandung sebagai tempat rujukan wisata. Hal ini dikarenakan Kota Bandung mempunyai wisata yang menarik dan variatif dibandingkan dengan kota-kota lain disekitarnya. Internet merupakan sumber utama wisatawan dalam mencari informasi tempat tujuan wisata. Banyaknya informasi yang ada di internet terkadang tidak memberikan kemudahan bagi pencari informasi, tetapi membuat pengguna semakin bingung dalam memilih tempat tujuannya. Penulis mengusulkan sebuah sistem yang dapat digunakan untuk membantu wisatawan Kota Bandung Raya dalam membuat penjadwalan dan penentuan rute wisata. Sistem ini menunjang penjadwalan selama beberapa hari. Sistem ini juga memperhatikan keinginan pengguna, misalnya ketika pengguna ingin menentukan penjadwalan dengan mengutamakan rating, waktu tempuh, dan dana sesuai *Deegree of Interest* (DOI) yang dimasukan pengguna. Hasil dari sistem ini adalah sebuah jadwal urutan kunjungan wisata lengkap dengan waktu kunjungan, waktu tempuh antar tempat wisata, dan perkiraan jam pulang.

Kata kunci : guide, expert system, rekomendasi rute, ant-collony

Abstract

In recent years, more and more tourists make the city of Bandung as a tourist destination, with the reason that Bandung has interesting and varied tours compared to other cities around. Internet is the main source of tourists in searching for information tourist destinations, the amount of information available on the internet sometimes does not provide convenience for information seekers, even make users more confused in choosing the destination. The authors propose a system that can be used to help tourists in the area of Bandung in making scheduling and determining tourist routes, this system also supports scheduling for several days. This system also takes into account the user's peferences, such as when the user wants to set the scheduling by prioritizing rating, travel time and budget according to the deegree of interest (DOI) the user enters. The result of this system is a schedule of tourist for visits featuring with time of visit for each object, travel time between tourist attractions, and approximate hours back to hotel.

Keywords : tour guide, expert system, route recommendation, ant-collony

1. Pendahuluan

Dalam beberapa tahun terakhir, semakin banyak wisatawan menjadikan Kota Bandung sebagai tempat wisata[10] dengan alasan Kota Bandung mempunyai wisata yang menarik dan variatif dibanding kota-kota lain disekitarnya. Tidak hanya menawarkan keindahan alam, potensi kearifan lokal pun mampu menarik perhatian wisatawan. Pengembangan pariwisata Bandung juga terus

dilakukan tidak hanya perbaikan secara fisik, tetapi juga kemudahan dalam sistem informasi yang dapat mempermudah wisatawan mencari segala hal yang berkaitan dengan tempat wisata tujuan sehingga Informasi yang beredar di internet mengenai tempat wisata dibandung semakin banyak dan terus berkembang.

Dari beberapa penelitan seperti yang dilakukan oleh Euroupan Travel Commision - ETC, menyatakan bahwa internet merupakan sumber utama wisatawan dalam mencari informasi tempat tujuan wisata [3]. Kemudahan akses dan kecepatan informasi membuat wisatawan menggunakan internet sebagai sarana pencari informasi tempat wisata di Bandung. Namun, banyaknya informasi yang ada di internet terkadang tidak memberikan kemudahan bagi pencari informasi, tetapi membuat pengguna semakin bingung dalam memilih tempat tujuannya. Salah satu software aplikasi tentang wisata yang telah beredar adalah TripAdvisor dan FourSquare, sebuah sistem yang dapat mencari tempat wisata maupun kuliner, tetapi sistem informasi tersebut hanya dapat mencari informasi saja, sehingga belum dapat mengatasi kebingungan pengguna dalam memilih tempat wisata dan menentukan jadwal untuk kunjungan wisata.

Chang-shin lee, Yong-Chung Chang (2009) dalam [5] telah membuat sebuah sistem yang dapat merekomendasikan tempat wisata di Taiwan dan membuat sebuah rute dari tempat wisata yang telah direkomendasikan, T. Q. Le dan D. Pishva (2016) dalam [4] membuat sebuah rekomendasi rute wisata di Tokyo, Osaka, Kyoto berdasarkan prediksi cuaca, event yang sedang berlangsung, dan dana dari wisatawan. Pieter Vansteenwegen et al (2011) dalam [11] membuat sebuah rekomendasi rute dengan memperhatikan Point of Interest seperti museum, gereja, dan taman sebagai acuan dalam merekomendasikan rute wisata di Belgia untuk beberapa hari. B Rodr´ıguez, J Molina, F P´erez, R Caballero (2012) dalam [8], menggunakan Multi-Objective Metaheuristic using an Adaptative Memory Procedure (MOAMP) sebagai dasar untuk memilih suatu objek wisata . Namun, dari penelitian -penelitian diatas, belum ada yang dapat menunjang untuk pembangkitan rute wisata untuk beberapa hari dengan menggunakan jam buka dan jam tutup. Hal ini dikarenakan wisatawan berwisata ke suatu kota lebih dari satu hari dan belum ada yang memeperhatikan kepopuleran suatu objek wisata sebagai pertimbangan pemilihan suatu tempat wisata

Penulis mengusulkan sebuah sistem yang dapat digunakan untuk membantu wisatawan wilayah Bandung Raya dalam membuat penjadwalan dan penentuan rute wisata. Sistem ini juga menunjang penjadwalan untuk beberapa hari. Sistem ini juga memperhatikan keinginan pengguna, seperti ketika pengguna ingin menentukan penjadwalan dengan mengutamakan rating, waktu tempuh dan dana sesuai deegree of interest(DOI) yang dimasukan pengguna. Saat membangkitkan solusi untuk penjadwalan dan penentuan wisata, sistem juga memperhatikan kriteria setiap objek wisata(node) seperti jam buka dan jam tutup, sehingga jadwal atau rute yang dihasilkan tidak akan mengecewakan pengguna ketika tempat yang dituju ternyata tutup. Dalam permasalahan wisata, penulis memilih menggunakan ant-collony karena cara kerja dari algoritma ini yang cocok dengan penerapan jam buka, jam tutup, serta kemudahan dalam penerapan multi attribut sepertirating, waktu tempuh, dan dana.

2. Dasar teori

A. Multi attribute utilty theory

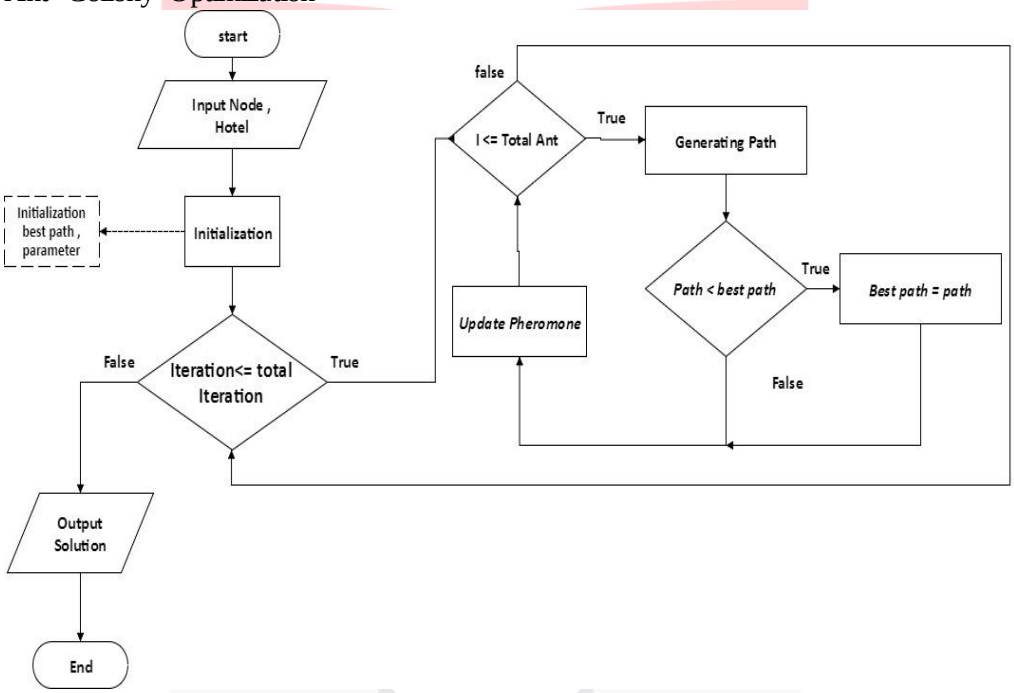
Menurut Schafer dan Rhalph(2001) dalam [9], M ulti-Attribute Utility Theory (MAUT) adalah suatu cara mencari nilai dari suatu produk dengan mempertimbangkan setiap attribute dari produk dan skala prioritas attribute tersebut. Misalnya, sebuah tempat wisata dapat dievaluasi dari nilai kepopuleran (rating), waktu tempuh, fasilitas, dan biaya masuk. Evaluasi diatas dapat didefinisikan sebagai berikut.

$$u(x) = \sum_{i=1}^{n} w_i v_i(x)$$

ui adalah evaluasi dari suatu objek wisata. wi adalah suatu koefisien yang digunakan sebagai ukuran prioritas atau Deggre Of Interest dari suatu atribut i, Pn i wi = 1, sedangkan vi(x) adalah nilai sebenernya atribut i dari suatu objek wisata (contoh: rating atau waktu tempuh). Dalam menghitung nilai utility ini perlu dilakukan normalisasi untuk menyamakan rentang nilai suatu attribut (normalisasi). contoh : rating dari suatu objek x yang telah dinormalisasi adalah 0.8 dan waktu tempuh nya adalah 3600 detik, maka nilai utility dari x, Degree of Interest dari rating adalah 0.8 dan waktu tempuh adalah 0.2 adalah

$$u(x) = 0.8 * 0.8 + 0.2 * 0.10 = 0.66$$

B. Ant- Collony Optimization



Menentukan rute terbaik beberapa tempat wisata dianalogikan sama dengan menentukan rute terbaik untuk TSP[5], dimana setiap titik (berupa tempat wisata yang telah kita pilih) harus dilewati harus dan kembali ke titik awal tanpa melewati titik yang sama. Gambar[2.3] adalah alur untuk keseluruhan simulasi untuk penyelesaian TSP menggunakan ant-collony optimization [12].

1. Initialization prossess

   Sejumlah semut di inisialisasi untuk ditugaskan secara acak menelesuri setiap node yang telah dibuat. Sekoloni semut diinisialisasi dengan alasan digunakan untuk mencari ruang solusi terbaik. Didalam variabel semut terdapat maxcost, curentnode, tabu(array untuk menampung node yang telah dikunjungi) dan allowed(array untuk menampung node yang belum dikunjungi). Dibuat juga tabel cost sebagai bobot untuk jalan antar node. selanjutnya adalah inisialisasi pheromone, pheromone digunakan agar semut memiliki kecenderungan memilih kota j setelah kota i dengan kata lain digunakan agar semut lebih memilih jalur yang telah dilewati sebelumnya, inisialisasi pheromone umumnya menggunakan persamaan:

$$Pheromone_{ij} = \frac{1}{JumlahNode}$$

Trail digunakan untuk informasi heuristik agar semut dapat memilih jalur terpendek di antara pilihan node node selanjutnya. setiap Trail diinisialisasi dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Trail_{ij} = \frac{1}{Cost_{ij}}$$

2. Contstuction Process

Pada saat langkah konstruksi, seekor semut dari sekoloni semut akan mencari node, selanjutnya dengan cara mengecek daftar node yang diperbolehkan untuk dilalui (belum pernah dilewati), dari node-node yang diperbolehkan dilalui, dikumpulkan nilai trail, dan pheromone dari setiap node yang diperbolehkan :

$$denom = \sum_{j \in allowed_i} (Pheromone_{ij}^{alpha})(Trail_{ij}^{alpha})$$

Denominator ini digunakan untuk mencari probabilitas suatu node untuk terpilih dengan menggunakan persamaan :

$$prob_{ij} = \frac{(Pheromone_{ij}^{alpha})(Trail_{ij}^{alpha})}{denom}$$

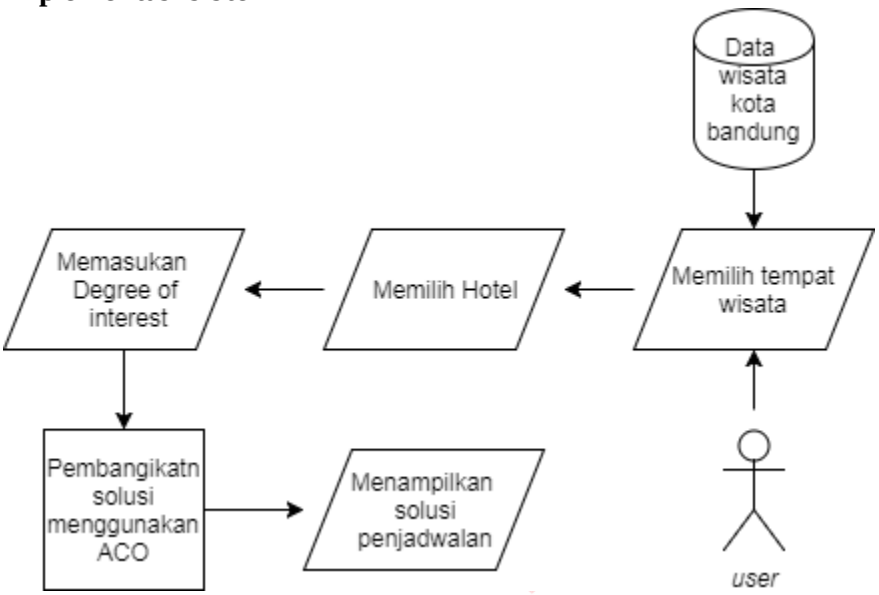
Setelah mendapatkan nilai probabilitas dari masing masing node yang diperbolehkan (allowed), selanjutnya adalah proses pemilihan node selanjutnya. Sistem akan membangkitkan suatu nilai acak dari 0 - 0.99, nilai probabilitas setiap node akan di bandingkan, dan nilai acak yang telah dibangkitkan. Jika nilai probxy lebih besar dari nilai random, maka y dipilih sebagai nextnode, currentnode diganti y , y di hapus dari tabel allowed, distance dari x ke y disimpan dalam total cost dan y dimasukan kedalam tabu. Jika nilai probabilitas lebih kecil dari nilai random, maka nilai random akan di kurangi dengan nilai probabilitas node yang dibandingkan. Setelah itu, dibandingkan lagi dengan nilai probabilitas milik node lain sampai nilai probabilitas lebih besar dari nilai random. Begitu seterusnya hingga node telah terpilih semua. Setelah semut telah mengunjungi semua node, cost total dari semut yang telah membut jalur akan disimpan. Jika nilai cost lebih kecil dari best totalcost, maka nilai best total cost diganti nilai total cost semut tersebut.

3. Updating pheromone

Setiap iterasi akan menghasilkan rute sejumlah sekoloni semut dan akan dipilih rute dengan nilai cost terendah, kemudian setiap jalur node dari rute yang telah dibangkitkan setiap semut akan di update nilai pheromonenya sehingga node yang sering dilewati pheromonenya akan menebal, dan kemungkinan node tersebut untuk terpilih kembali akan semakin tinggi, pheromone akan di update dengan menggunakan persamaan:

$$PheroDelta_{ij} = \beta(pheromone_{ij}) + \frac{1}{cost_{ij}}$$

3. Implementasi sistem



Secara garis besar sistem ini (dapat dilihat di gambar 3.2) terdiri atas dua proses utama, pertama adalah proses memilih tempat wisata sesuai keinginan seperti tempat wisata alam, tempat makan tradisional, atau tempat belanja oleh-oleh dsb. Setelah memilih tempat wisata, pengguna memasukan kriteria penjadwalan (Degree of Interest (DOI)) yang diinginkan. Pengguna dipersilakan memilih lebih mengutamakan jarak terpendek, rating, dan biaya masuk dengan total skala perbandigan 0 sampai 1. Sistem akan membangkitkan solusi untuk penjadwalan berdasarkan masukan pengguna tersebut menggunakan ant-collony optimization. Selanjutnya, implementasikan hasil tersebut ke dalam google map. Hasil akhirnya pengguna dapat mengikuti penjadwalan yang

A. Degree of interest

Degree of Interest (DOI) merupakan suatu nilai koeefisien untuk menentukan prioritas dari suatu atribut. Degree of Interest (DOI) ditentukan sendiri oleh pengguna untuk menentukan ketertarikan terhadap objek wisata. Ketertarikan ini bisa berupa ketertarikan terhadap popularitas suatu objek wisata. Degree of Interest (DOI) sangat berpengaruh terhadap solusi yang dihasilkan oleh algoritma. Total nilai dari Degre of Interest adalah 1. Misalnya, dalamsuatu objek wisata terdapat dua atribut yang digunakan untuk mengetahui nilai utilitnya, atribut yang digunakan adalah rating dan waktu tempuh, jika pengguna lebih memelih tempat wisata dengan rating yang tinggi maka pengguna diharuskan memasukan nilai Degree of Interest (DOI) lebih besar dari Degree of Interest (DOI) waktu tempuh, misal Degree of Interest (DOI) untuk rating adalah 0.8 maka Degree of Interes(DOI) dari waktu tempuh adalah 0.2.

B. Implementasi MAUT untuk nilai Cost

Cost merupakan elemen yang menentukan terpilihnya suatu node dalam sebuah rute (TSP). Dalam penentuan dan penjadwalan rute wisata, nilai cost berupa waktu tempuh dari suatu node ke node lain[5]. Dalam tugas akhir ini selain hanya menggunakan constraint waktu tempuh saja, penulis akan menggunakan multi constraint(MAUT) berupa waktu tempuh, rating, dan biaya masuk. Hal ini dikarenakan range nilai dari ketiga constraint diatas berbeda,

yaitu waktu tempuh mempunyai rentang nilai 0 - 29000, rating mempunyai rentang nilai 1 - 5, biaya masuk mempunyai rentang nilai 0 - 130000, sehingga ketiga constraint tersebut dapat dikaitkan dan dilakukanlah normalisasi terlebih dahulu. Ketika MAUT diimplementasikan, maka :

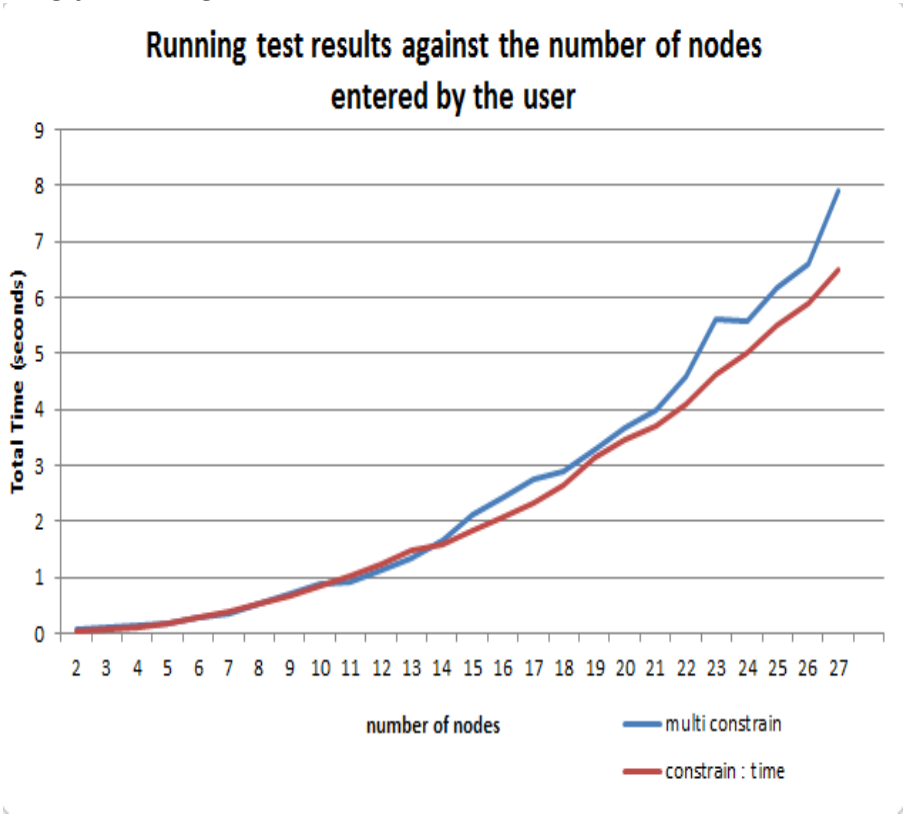
$$Cost_{ij} = D_{wt} WaktuTempuh_{ij} + D_{rt} Rating_j + D_{bj} Bujet_j \quad ..(9)$$

dimana, DOIwt adalahDegree of Interest terhadap waktu tempuh menuju objek wisata. DOIr adalahDegree of Interest terhadap rating objek wisata dan DOIbt adalah adalahDegree of Interest terhadap buket objek wisata.

4. Hasil

Setelah mendapatkan parameter terbaik langkah selanjutnya adalah pengujian. Pengujian ini adalah membandingan hasil dan performansi dari algoritma Ant-Collony Optimization dengan menggunakan parameter perfonmasi sebagai acuan. Pengujian dilakukan untuk dua skenario, yang pertama menggunakan kriteria durasi antar node saja dan yang kedua dengan memakai kriteria rating,durasi dan biaya masuk. Setiap skenario parameter-parameter yang diuji adalah runtime, jumlah hari yang dibutuhkan dan jumlah node yang terpilih, pengujian dilakukan dengan cara memasukan jumlah node secara acak dimulai dari sejumlah dua node sampai 28 node dan diulang sebanyak sepuluh kali.

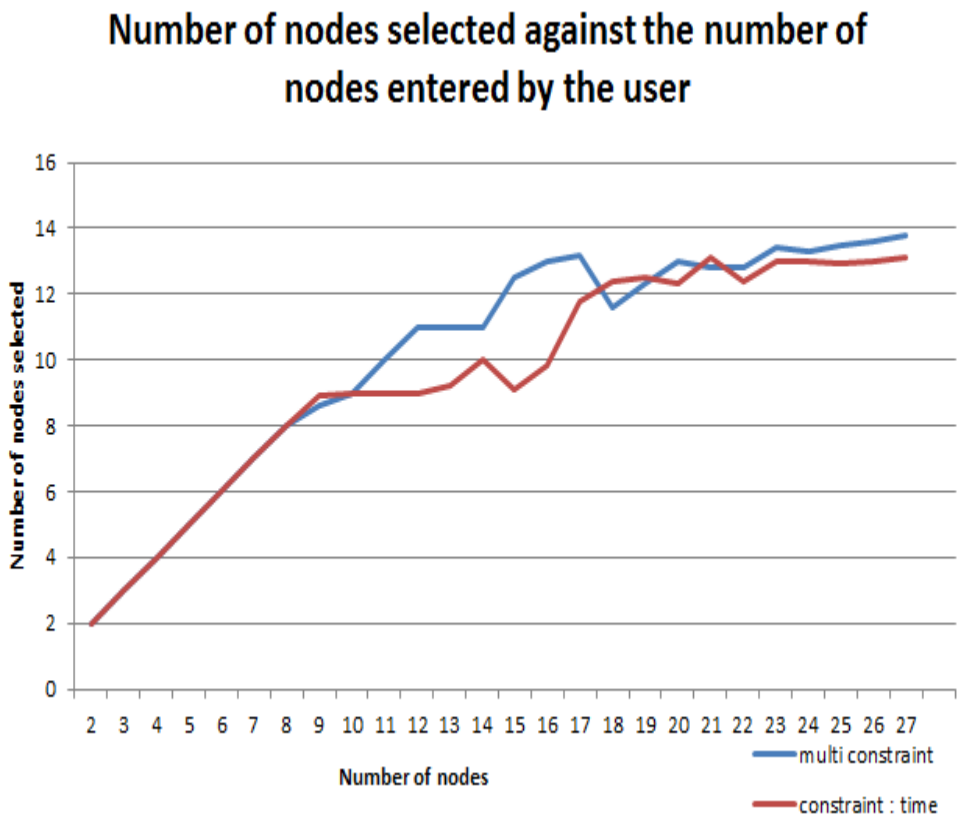
a. Pengujian running time



Running time adalah waktu yang dibutuhkan algoritma dalam mengeksekusi proses, proses ini berjalan untuk mendapatkan solusi, semakin kecil Running time semakin bagus algoritma tersebut. Berdasarkan gambar[4.5], hampir tidak ada perbedaan hasil running time antara ant-collony yang hanya menggunakan kriteria waktu saja dan lebih dari satu kriteria pada saat

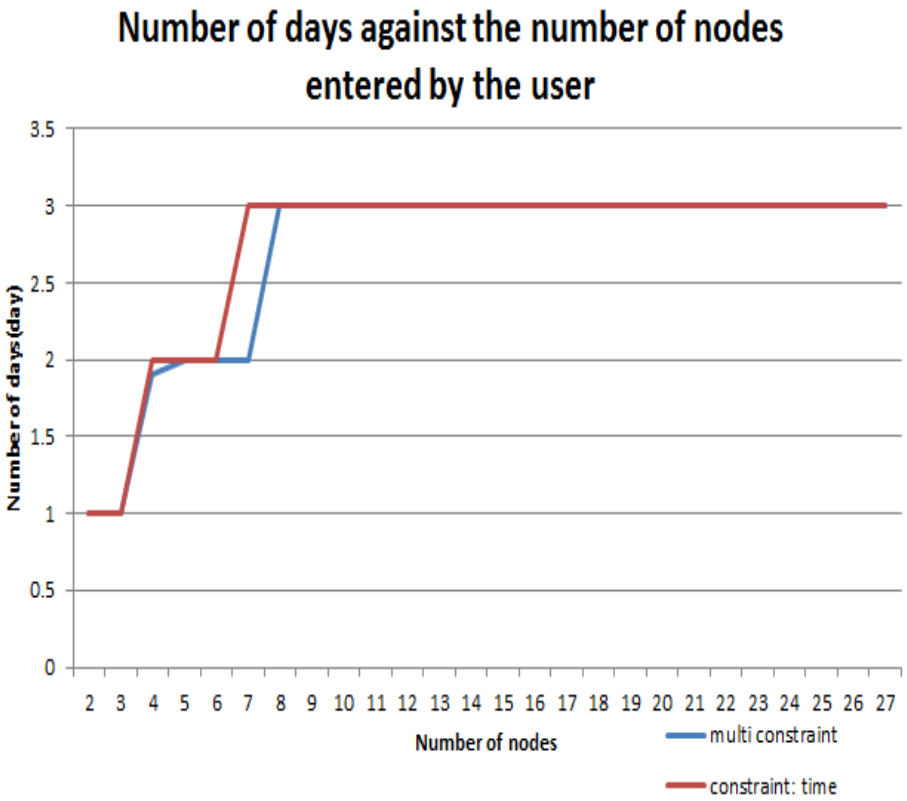
pengguna memasukan antara 2 sampai 14 node. Perbedaaan mulai terlihat ketika jumlah node yang dimasukan lebih dari 14, ant-collony yang menggunakan multi-kriteria terlihat membutuhkan waktu lebih banyak sekitar kurang lebih 1 detik. Hal ini dikarenakan ketika menggunakan multi-kriteria proses didalam algoritma akan bertambah, yaitu bertambah untuk menghitung nilai cost, nilai pheromone delta dan nilai total cost.

b. Pengujian jumlah node terpilih



Jumlah node yang dipilih adalah total node yang menjadi solusi dari penjadwalan selama 3 hari penjadwalan. Gambar 4.6 menunjukan, untuk rute yang hanya berdasarkan kriteria waktu saja maupun multi kriteria dapat disimpulkan, jika pengguna memasukan dua sampai 8 node, jumlah node dalam TSP akan sama dengan jumlah node yang dimasukan pengguna. Setelah meebihi 8 node, node yang menjadi solusi tidak akan sama dengan dengan jumlah node yang kita masukan, karena ada batasan dalam jumlah hari. Jika menggunakan multi-kriteria dapat dilihat jumlah node yang menjadi solusi dalam rentang 11 node sampai 17 node lebih banyak daripada hasil yang didapatkan menggunakan kriteria waktu saja. Hal ini dikarenakan saat kita menggunakan multi kriteria kesempatan semut membangkitkan solusi yang berbeda akan tinggi, sehingga menyebabkan hasil yang lebih baik.

c. Pengujian total waktu



Dalam hal ini setiap algoritma diuji untuk menentukan berapa jumlah hari yang dibutuhkan untuk melakukan penjadwalan dengan jumlah node yang berbeda. Berikut adalah hasil pengujian yang dilakukan. Pada gambar[4.7] dapat disimpulkan bahwa jika pengguna memasukan antara 4 sampai 7 node, algoritma akan membangkitkan solusi dengan total waktu dua hari. Terjadi perbedaan ketika jumlah node yang dimasukan antara 7 sampai 9 node antara ant-collony yang hanya memakai kriteria waku saja dengan ant-collony yang mennggunakan muti kriteria. Hal ini terjadi karena ketika menggunakan muti kriteria solusi kombinasi penjadwalan lebih beragam sehingga hasil lebih baik.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, ant-collony sangat cocok digunakan untuk penjadwalan rute wisata karena cara kerja yang memeriksa setiap node memenuhi constraint atau tidak. Control terhadap Pheromone menjadi hal yang paling penting untuk pembangkitan solusi yang efektif. Pencarian parameter terbaik didapatkan hasil $\alpha = 0.8$, $\beta = 0.4$, $\rho = 0.4$ dan $q = 10$. Dengan menggunakan parameter terbaik didapatkan hasil untuk mendapatkan jadwal dengan total waktu 2 hari, pengguna disarankan memasukan jumlah node sekitar 8 - 11, untuk tiga hari penjadwalan, pengguna disarankan memasukan sekitar 16 - 20 node. Meskipun membutuhkan running time lebih lama, jumlah node yang menjadi solusi lebih banyak daripada yang hanya memakai constraint waktu saja.

Referensi

[1] Evans Baidoo and Stephen O Oppong. Solving the tsp using traditional computing approach. International Journal of Computer Applications, 152(8), 2016.

[2] Marco Dorigo and Luca Maria Gambardella. Ant colony system: a cooperative learning approach to the traveling salesman problem. IEEE Transactions on evolutionary computation, 1(1):53–66, 1997.

[3] Dietmar Jannach, Markus Zanker, Markus Jessenitschnig, and Oskar Seidler. Developing a Conversational Travel Advisor with ADVISOR SUITE, pages 43–52. Springer Vienna, Vienna, 2007.

[4] T. Q. Le and D. Pishva. An innovative tour recommendation system for tourists in japan. In 2016 18th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT), pages 1–1, Jan 2016.

[5] Chang-Shing Lee, Young-Chung Chang, and Mei-Hui Wang. Ontological recommendation multi-agent for tainan city travel. Expert Syst. Appl., 36(3):6740–6753, April 2009.

[6] Elisabet Dwi Mawarti. PENJADWALAN MESIN PARALEL NON IDENTIK UNTUK PEMBUATAN KAIN GREY (Studi Kasus di PT. Yogyatek, Yogyakarta). PhD thesis, UAJY, 2009.

[7] Dian Pratiwi, Diaz D Santika, and Bens Pardamean. Penerapan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dalam Mengukur Tingkat Keparahan Penyakit Osteoarthritis. PhD thesis, BINUS, 2011.

[8] Beatriz Rodr´ıguez, Juli´an Molina, F´atima P´erez, and Rafael Caballero. Interactive design of personalised tourism routes. Tourism Management, 33(4):926–940, 2012.

[9] Ralph Sch¨afer. Rules for using multi-attribute utility theory for estimating a user's interests. In Ninth Workshop Adaptivit¨at und Benutzermodellierung in Interaktiven Softwaresystemen, pages 8–10, 2001.

[10] Herlan J. Soemard. Rekapitulasi data kunjungan wisatawan yang datang k e kota bandung tahun 2010 – 2015. http://ppid.bandung.go.id/ ?media_dl=14563, feb 2015. diakses: 2016-10-30.

[11] Pieter Vansteenwegen, Wouter Souffriau, Greet Vanden Berghe, and Dirk Van Oudheusden. The city trip planner: an expert system for tourists. Expert Systems with Applications, 38(6):6540–6546, 2011.

[12] Ibnu Sina Wardy. Penggunaan graf dalam algoritma semut untuk melakukan optimisasi. http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi. munir/Matdis/2006-2007/Makalah/Makalah0607-93.pdf. diakses: 2016-10-30.

[13] Eric W. Weisstein. Traveling salesman problem. http://mathworld. wolfram.com/TravelingSalesmanProblem.html. diakses: 2017-7-22. [14] Xin-She Yang. Nature-inspired metaheuristic algorithms. Luniver press, 2010.