

ANALISA KEBUTUHAN WAKTU PADA PROSES PENYELESAIAN TRAVELING SALESMAN PROBLEM

Hari Murti¹, R. Soelistijadi², Sugiyanto³

Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Stikubank
e-mail: ¹hmurti076@gmail.com, ²diananursery@yahoo.com, ³irfanarifregi@gmail.com

ABSTRAK

Permasalahan *traveling salesman problem* (TSP) adalah seorang penjual yang harus mengunjungi semua kota sebanyak satu kali saja dimana dia harus mengawali dan mengakhiri perjalanan di kota yang sama. Tujuan TSP adalah menentukan lintasan atau rute dengan total jarak atau biaya yang paling minimum. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kebutuhan waktu pada proses penyelesaian TSP menggunakan teknik pencarian buta dan pencarian terbimbing.

Metode yang digunakan adalah pencarian melebar pertama (*breadth-first search*), pencarian mendalam pertama (*depth-first search*), pembangkitan dan pengujian (*generate and test*), dan pencarian terbaik pertama (*best first search*). Terdapat tiga buah ilustrasi kasus TSP yang digunakan yaitu TSP1 memiliki 4 buah kota dengan 6 jalan penghubung, TSP2 memiliki 5 buah kota dengan 10 jalan penghubung, dan TSP3 memiliki 8 buah kota dengan 28 jalan penghubung. Dari hasil pengujian diperoleh pencarian mendalam pertama (*depth-first search*) membutuhkan waktu paling sedikit (*tercepat*) apabila dibandingkan dengan metode pencarian yang lain. Pada pencarian terbaik pertama (*best first search*) membutuhkan waktu paling banyak (*terlama*) diantara metode pencarian yang lain.

Kata kunci: *traveling salesman problem*, pencarian buta, pencarian terbimbing

1. PENDAHULUAN

Terdapat dua hal mendasar mengenai penelitian yang berkaitan dengan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) yaitu a. representasi pengetahuan (*knowledge representation*) dan b. pencarian dan pencocokan (*search and matching*). Konsep pencarian untuk suatu solusi dalam ruang keadaan (*state space*) merupakan hal utama di dalam penyelesaian permasalahan menggunakan kecerdasan buatan. Ruang keadaan disini dapat dipahami sebagai suatu ruang yang berisi semua keadaan yang mungkin. Untuk menentukan keberhasilan penyelesaian masalah berdasarkan kecerdasan buatan adalah kesuksesan dalam pencarian dan pencocokan di dalam ruang keadaan (Kusumadewi, 2003; Desiani dan Arhami, 2005).

Penelitian ini berkenaan dengan proses pencarian dan pencocokan untuk menyelesaikan masalah. Terdapat dua teknik yang umum digunakan yaitu pencarian buta (*blind search*) dan pencarian terbimbing (*heuristic search*). Masalah atau kasus yang akan diselesaikan adalah masalah penjual keliling (*Traveling Salesman Problem* atau TSP). Permasalahan TSP adalah seorang penjual yang harus mengunjungi semua kota sebanyak satu kali saja dimana dia harus mengawali dan mengakhiri perjalanan di kota yang sama. Tujuannya TSP adalah menentukan lintasan atau rute dengan total jarak atau biaya paling minimum.

Penjual mencari rute atau lintasan untuk mengunjungi semua kota yang terdaftar sebanyak satu kali kunjungan. Beberapa penelitian yang pernah dilakukan yang berhubungan dengan hal tersebut di atas, antara lain:

Penelitian yang dilakukan oleh Yamin dan Talai (2015). Pencarian jalur terpendek merupakan suatu permasalahan yang sering terjadi pada pengunjung rumah sakit untuk menemukan gedung atau ruangan yang dicari. Salah satu contohnya adalah pada Rumah Sakit Umum Bahteramas. Karena banyaknya gedung dan ruangan yang ada pada rumah sakit tersebut mengakibatkan pengunjung kesulitan menemukan gedung dan ruangan yang dicari. Penelitian ini menghasilkan aplikasi pencarian jalur terpendek menggunakan algoritma A* (A-Star) pada sistem operasi Android. Aplikasi dikembangkan menggunakan Actionsript 3. Melalui aplikasi ini dapat menunjukkan lokasi gedung dan ruangan beserta jalur yang terpendek agar waktu pencarian terhadap lokasi gedung dan ruangan menjadi lebih efisien.

Penelitian yang berjudul "Perbandingan Algoritma Greedy, Algoritma Cheapest Insertion Heuristics dan Dynamic Programming Dalam Penyelesaian Travelling Salesman Problem" (Aristi, G., 2014). Pada penelitian ini dibandingkan hasil dari perhitungan menggunakan algoritma greedy, algoritma cheapest insertion heuristics, dan dynamic programming, sehingga diketahui algoritma mana yang lebih baik untuk menyelesaikan kasus TSP. Hasil penelitian menunjukkan algoritma greedy lebih sederhana cara penyelesaiannya untuk jumlah kota yang masih sedikit sedangkan pada jumlah kota yang lebih banyak maka lebih baik menggunakan algoritma cheapest insertion heuristics. Melalui penelitian ini dapat disimpulkan jumlah kota yang dikunjungi berpengaruh terhadap pemilihan algoritma.

Penelitian oleh Fatmawati, dkk. pada tahun 2015 (Fatmawati, 2015). Tabu Search merupakan salah satu metode heuristik yang berbasis pada pencarian lokal. Proses kerjanya bergerak dari satu solusi ke solusi berikutnya dengan cara memilih solusi terbaik. Tujuan utama metode ini adalah mencegah proses pencarian agar tidak melakukan pencarian ulang pada ruang solusi yang sudah pernah ditelusuri. Metode ini menggunakan Tabu

List untuk menyimpan sekumpulan solusi yang baru saja dievaluasi, hasilnya akan disesuaikan terlebih dahulu dengan isi pada Tabu List untuk melihat apakah solusi tersebut sudah ada atau tidak. Jika solusi tersebut sudah ada maka solusi tersebut tidak akan dievaluasi lagi pada iterasi berikutnya. Pada penelitian ini, metode Tabu Search diterapkan untuk menyelesaikan travelling salesman problem (TSP) pada contoh kasus salesman PT. XX dalam mengatur rute perjalanannya. Dari hasil perhitungan didapatkan jarak tempuh minimum sebesar 37,8 km dan waktu perjalanan minimum 56,9 menit dengan rute yang dilewati Pos Kota Baru, Pos Gajah Mada, Pos Siantan, Pos Adisucipto, Pos Sei. Raya, dan kembali ke PT. XX.

Penelitian yang akan dilakukan oleh penulis menitik beratkan pada analisa kebutuhan waktu untuk proses penyelesaian traveling salesman problem (TSP). Penyelesaian TSP dikerjakan menggunakan teknik pencarian buta dan pencarian terbimbing. Hal ini mengingat penelitian tentang analisa kebutuhan waktu pada proses penyelesaian TSP masih belum banyak dilakukan. Beberapa contoh kasus TSP diperoleh dari buku teks (Russell dan Norvig, 2010; Kusumadewi dan Purnomo, 2005; Kusumadewi, 2003).

2. METODE PENELITIAN

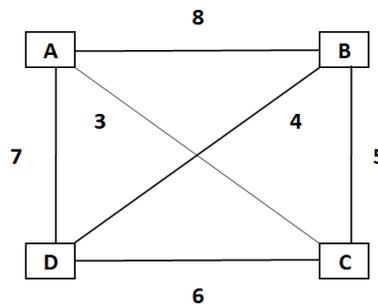
Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian studi pustaka. Studi pustaka bahan referensi meliputi pencarian buta (blind search) dengan metode pencarian melebar pertama (breadth-first search) dan pencarian mendalam pertama (depth-first search), serta pencarian terbimbing (heuristic search) dengan metode pembangkitan dan pengujian (generate and test) dan Pencarian terbaik pertama (best first search), untuk penyelesaian persoalan traveling salesman problem (TSP). Terdapat tiga buah kasus TSP yang akan digunakan yaitu TSP1 memiliki 4 buah kota dengan 6 jalan penghubung, TSP2 memiliki 5 buah kota dengan 10 jalan penghubung, dan TSP3 memiliki 8 buah kota dengan 28 jalan penghubung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Ilustrasi kasus TSP

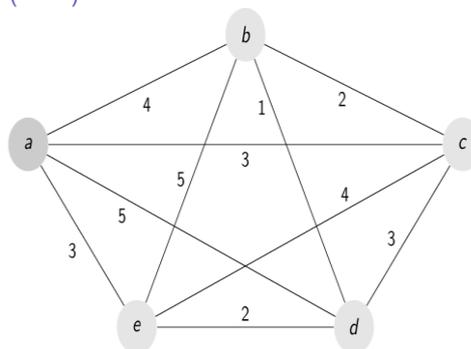
Pada penelitian ini menggunakan tiga buah ilustrasi kasus TSP seperti dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar3. Pada kasus TSP1 memiliki 4 buah kota dengan 6 jalur, kasus TSP2 memiliki 5 buah kota dengan 10 jalur, sedangkan kasus TSP3 memiliki 8 buah kota dengan 28 jalur.

TSP 1



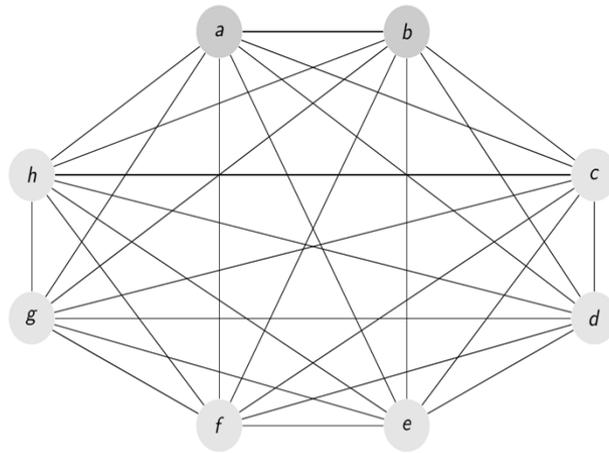
Gambar 1 Ilustrasi kasus TSP1

(TSP2)



Gambar 2 Ilustrasi kasus TSP2

(TSP3)



Gambar 3 Ilustrasi kasus TSP3

Pada Tabel 1. dapat dilihat seluruh alternatif lintasan yang memungkinkan beserta panjang lintasan untuk menyelesaikan kasus TSP1 seperti pada Gambar 1. Diperoleh sebanyak 24 buah alternatif lintasan yang merupakan kombinasi dari urutan kunjungan ke kota A, B, C, dan D. Panjang lintasan terpilih yang terkecil adalah 19 dengan urutan lintasan terpilih adalah ACBDA, ADBCA, BCADB, CADBC, CBDAC, DACBD, atau DBCAD. Tujuh lintasan tersebut dapat dipilih salah satunya sebagai solusi dari kasus TSP karena memiliki panjang lintasan terkecil yang sama.

Tabel 1 Alternatif Lintasan Traveling Salesman Problem

Nomor	Kota Asal	Kota Tujuan	Panjang Lintasan
1	A	B	6
2	A	C	4
3	A	D	9
4	A	E	9
5	A	F	5
6	A	G	5
7	A	H	8
8	B	C	7
9	B	D	7
10	B	E	6
11	B	F	9
12	B	G	9
13	B	H	3
14	C	D	9
15	C	E	4
16	C	F	3
17	C	G	7
18	C	H	6
19	D	E	9
20	D	F	9
21	D	G	3
22	D	H	9
23	E	F	4
24	E	G	3
25	E	H	4
26	F	G	5
27	F	H	3
28	G	H	6

2.2 Kebutuhan waktu penyelesaian TSP

Kebutuhan waktu penyelesaian TSP akan semakin besar seiring dengan bertambahnya jumlah kota dan lintasan. Pada Tabel 2. adalah tabel kebutuhan rerata waktu pada proses penyelesaian traveling salesman problem. Proses pengujian dilakukan masing-masing sebanyak enam kali untuk setiap kasus TSP. Pada pengujian disini tidak memperhitungkan adanya proses yang bekerja di belakang layar (background process) dan proses internal sistem operasi windows, yang dapat mempengaruhi waktu proses pengujian. Waktu yang dibutuhkan untuk memperoleh seluruh alternatif lintasan yang memungkinkan beserta panjang lintasan untuk menyelesaikan kasus TSP dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan waktu penyelesaian traveling salesman problem

Metode Pencarian	Rata-rata kebutuhan waktu (detik)		
	kasus TSP 1	kasus TSP 2	kasus TSP 3
Pencarian buta (blind search)			
Pencarian melebar pertama (breadth-first search)	0,09	0,35	0,86
Pencarian mendalam pertama (depth-first search)	0,07	0,18	0,75
Pencarian terbimbing (heuristic search)			
Pembangkitan dan pengujian (generate and test)	0,22	0,46	0,92
Pencarian terbaik pertama (best first search)	0,60	0,82	1,40

Panjang lintasan pada ilustrasi TSP2 dan TSP3 dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4. Pada TSP2 terdapat sepuluh lintasan yang menghubungkan kelima kota, sedangkan pada TSP3 terdapat dua puluh delapan lintasan yang menghubungkan delapan kota.

Tabel 3. Panjang Lintasan setiap kota pada TSP2

Nomor	Kota Asal	Kota Tujuan	Panjang Lintasan
1	A	B	4
2	A	C	3
3	A	D	5
4	A	E	3
5	B	C	2
6	B	D	1
7	B	E	5
8	C	D	3
9	C	E	4
10	D	E	2

Dari hasil pengujian maka diperoleh peringkat sebagai berikut,

1. Pencarian mendalam pertama (depth-first search) membutuhkan waktu paling sedikit (tercepat)
2. Pencarian melebar pertama (breadth-first search)
3. Pembangkitan dan pengujian (generate and test)
4. Pencarian terbaik pertama (best first search) membutuhkan waktu paling banyak (terlama).

Tabel 4. Panjang Lintasan setiap kota pada TSP3

Nomor	Kota Asal	Kota Tujuan	Panjang Lintasan
1	A	B	6
2	A	C	4
3	A	D	9
4	A	E	9
5	A	F	5
6	A	G	5
7	A	H	8
8	B	C	7
9	B	D	7
10	B	E	6
11	B	F	9
12	B	G	9
13	B	H	3
14	C	D	9
15	C	E	4
16	C	F	3
17	C	G	7
18	C	H	6
19	D	E	9
20	D	F	9
21	D	G	3
22	D	H	9
23	E	F	4
24	E	G	3
25	E	H	4
26	F	G	5
27	F	H	3
28	G	H	6

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian maka diperoleh pencarian mendalam pertama (depth-first search) membutuhkan waktu paling sedikit (tercepat) apabila dibandingkan dengan metode pencarian yang lain. Diikuti oleh metode

pencarian melebar pertama (breadth-first search) dan pembangkitan dan pengujian (generate and test), sebagai tercepat kedua dan ketiga. Pencarian terbaik pertama (best first search) membutuhkan waktu paling banyak (terlama) diantara metode pencarian yang lain.

5. SARAN

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah menambah jumlah kota dan menampilkan visualisasi rute yang dipilih. Untuk melengkapi analisa kebutuhan waktu proses pada penyelesaian Traveling Salesman Problem dapat ditambahkan metode pencarian pendakian bukit (hill climbing) dan metode Simulated annealing.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aristi, G., 2014, Perbandingan Algoritma Greedy, Algoritma Cheapest Insertion Heuristics dan Dynamic Programming Dalam Penyelesaian Travelling Salesman Problem, Jurnal Paradigma, Vol. XVI, No. 2, Hal. 52 - 58, September 2014.
- [2] Desiani, A. dan Arhami, M., 2006, Konsep Kecerdasan Buatan, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- [3] Fatmawati, Prihandono, B., Noviani, E., 2015, Penyelesaian Travelling Salesman Problem Dengan Metode Tabu Search, Buletin Ilmiah Mat. Stat. Dan Terapannya (Bimaster), Vol. 04, No.1, hal 17 – 24, (2015).
- [4] Kusumadewi, S., 2003, Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya), Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [5] Kusumadewi, S. dan Purnomo, H., 2005, Penyelesaian Masalah Optimasi dengan Teknik-teknik Heuristik, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [6] Russell, S., Norvig, P., 2010, Artificial Intelligence A Modern Approach Third Edition, Pearson, USA.
- [7] Yamin, M., Talai, M.B., 2015, Aplikasi Pencarian Jalur Terpendek pada Rumah Sakit Umum Bahteramas Menggunakan Algoritma A* (A-Star), Jurnal Informatika, Vol. 9, No. 2, Hal.1065 - 1078, Juli 2015.