

**PENERAPAN ALGORITMA *CUCKOO SEARCH*
UNTUK MENYELESAIKAN *PROBABILISTIC*
*TRAVELING SALESMAN PROBLEM***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar
Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri

Disusun oleh:

Nama : Bernardus Adriel Mulia
NPM : 2012610094



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2017**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**



Nama : Bernardus Adriel Mulia
NPM : 2012610094
Jurusan : Teknik Industri
Judul Skripsi : **PENERAPAN ALGORITMA CUCKOO SEARCH UNTUK
MENYELESAIKAN *PROBABILISTIC TRAVELING
SALESMAN PROBLEM***

TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Bandung, 20 Juli 2017

Ketua Jurusan Teknik Industri

(Dr. Carles Sitompul, S.T., M.T., MIM)

Pembimbing

(Alfan, S.T., M.T.)



Pernyataan Tidak Mencontek atau Melakukan Tindakan Plagiat

Saya, yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Bernardus Adriel Mulia

NPM : 2012610094



dengan ini menyatakan bahwa Skripsi dengan judul:

**"PENERAPAN ALGORITMA *CUCKOO SEARCH* UNTUK MENYELESAIKAN
PROBABILISTIC TRAVELING SALESMAN PROBLEM"**

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan pada saya.

Bandung, 20 Juli 2017

Bernardus Adriel Mulia

NPM : 2012610094

ABSTRAK

Dalam menentukan harga jual suatu produk, perusahaan harus memperhitungkan semua biaya yang dikeluarkan sampai barang tersebut sampai kepada konsumen. Salah satu biaya yang harus diperhitungkan adalah biaya transportasi. Seperti kita ketahui biaya transportasi umumnya sebanding dengan jarak yang harus ditempuh. Semakin jauh jarak yang harus ditempuh maka biaya yang dibutuhkan semakin besar. Oleh karena itu jarak yang ditempuh harus diminimasi agar biaya transportasi dapat diminimasi juga. *Traveling Salesman Problem* (TSP) dapat memodelkan pencarian jarak tempuh terkecil. TSP adalah permasalahan *salesman* yang harus pergi ke beberapa kota dengan total jarak seminimal mungkin dengan syarat setiap kota harus dikunjungi satu kali, tiap kota hanya boleh dikunjungi satu kali, dan *salesman* harus kembali ke kota asal. Dari batasan tersebut maka harus dibuat suatu rute yang dapat menghasilkan total jarak terkecil.

Namun pada dunia nyata dalam sekali pengiriman terkadang tidak semua kota harus dikunjungi, hal tersebut dikarenakan setiap kota memiliki peluangnya sendiri-sendiri secara independen untuk dikunjungi. Maka dari itu diperlukan model perhitungan yang dapat memperhitungkan jarak dan peluang tiap kota untuk dikunjungi. Model turunan TSP, yaitu Probabilistic Traveling Salesman Problem (PTSP) dapat digunakan dalam masalah ini. PTSP bertujuan menghasilkan suatu *template* rute agar menghasilkan *expected length* terkecil sehingga dapat memberikan estimasi total jarak yang ditempuh.

Dengan adanya probabilitas tiap kota dan jumlah kota yang tidak sedikit maka akan ada banyak kombinasi rute yang mungkin muncul dan harus dihitung. Bila menggunakan perhitungan eksak maka memerlukan waktu yang lama, sehingga untuk mempersingkat digunakanlah pendekatan *heuristic*. Pendekatan *heuristic* yang dipakai dalam penelitian ini adalah Algoritma *Cuckoo Search* (CS).

Algoritma ini terinspirasi dari cara burung cuckoo berkembang biak. Dalam penelitian ini selain untuk mencari solusi dari PTSP, penelitian ini juga ingin melihat apakah algoritma ini lebih baik dari beberapa algoritma yang sudah pernah dipakai sebelumnya yaitu BA (Adya, 2015) dan DA (Lilian, 2016). Selain itu akan diuji parameter apa saja yang berpengaruh dalam algoritma CS ini. Dari hasil penelitian, CS tidak dapat menghasilkan solusi yang lebih baik dibandingkan dengan BA dan DA. Sedangkan parameter yang berpengaruh secara umum pada performansi algoritma adalah parameter jumlah sarang.

ABSTRACT

In determining the selling price of a product, all costs incurred until the goods reach the consumer must be counted by the company. One of the costs that must be considered is the cost of transportation. As we know that the transportation cost is generally proportional to the distance that must be taken. The further the distance is, then the higher cost is required. Therefore, the distance traveled must be minimized so that the transportation cost can be minimized as well.

Traveling Salesman Problem (TSP) can be used as a model for searching the minimum distance. TSP is a salesman problem that the salesman must go to some cities with a minimum distance, and with the condition that every city must be visited once, each city may only be visited once, and the salesman must return to the hometown. From these constraints, there must be one route that can produce the smallest total distance.

However, in the real world, in a single delivery, sometimes not all cities must be visited, it is because every city has its own independent chances to be visited. Therefore, it is required a calculation model that can take the distance and the opportunity each city to be visited into account. The derivative model of TSP, Probabilistic Traveling Salesman Problem (PTSP) can be used in this issue. PTSP aims to generate a route template which produces the smallest expected length so that it can give an estimated total distance traveled.

With the probability of each city and the number of cities that are not few, then there will be many combinations of routes that may appear and must be calculated. Using exact calculations will take a long time, thus it is better to use heuristic approach. Heuristic approach which was used in this research is Cuckoo Search algorithm (CS).

This algorithm was inspired by how cuckoo birds breed. In this research, in addition to finding solutions from PTSP, this study also wanted to see whether cuckoo search algorithm is better than other algorithms that have been previously used, like BA (Adya, 2015) and DA (Lilian, 2016). In addition, what kind of parameters influencing CS algorithm will be tested. From the results of the study, CS are not able to produce a better solution compared to the BA and DA. While the parameter which generally influences the performance of the algorithm is the nest number parameter.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya, pengerjaan laporan skripsi yang berjudul **“PENERAPAN ALGORITMA CUCKOO SEARCH UNTUK MENYELESAIKAN PROBABILISTIC TRAVELING SALESMAN PROBLEM”** dapat diselesaikan. Adapun penyusunan laporan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat akademik Fakultas Teknologi Industri Program Studi Teknik Industri, yakni guna mencapai gelar Sarjana dalam bidang ilmu Teknik Industri, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam kesempatan ini, penulis hendak mengucapkan rasa terima kasih pada pihak-pihak yang telah membimbing, memotivasi, mengarahkan, serta membantu penulis dalam penyusunan laporan skripsi ini, diantaranya:

1. Bapak Alfian, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan kesabaran dalam membimbing dan memberikan masukan kepada penulis.
2. Bapak Hanky Fransiscus, S.T., M.T. dan Bapak Fran Setiawan, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah menyediakan waktu dan tenaga untuk menguji dan memberikan masukan kepada penulis.
3. Alex Hendrawan Rudianto, S.T. yang sangat berjasa telah membantu dalam pembuatan program dan telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran.
4. Keluarga penulis terutama Ema, Mama, Papa, dan Kakak – Kakak yang telah memberikan dukungan doa dan materi.
5. Rendy Sanjaya dan Leon Aldridge yang telah banyak memberikan doa dan dukungan serta teman seperjuangan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Sahabat “Fantastic Four” Kenny, Robby, Rynaldi, “Growth” Fendy, Mira, Steven, “Konsel Utara2”.
7. Senior Claudius Adya, Devi Sentosa, Andrea Lilian dan Christin Natalia yang telah memberikan banyak informasi dan ilmu dalam menyusun skripsi ini.

8. Para sahabat Kresentia Amelia, Margaretha Kania, Anin, dan Sisi yang telah mendukung dan terutama Derico Setyabrata yang telah membantu dalam mengakses jurnal internasional.
9. Semua teman, kerabat, dan pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang turut mendukung dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan skripsi ini masih memiliki kekurangan karena adanya keterbatasan pengetahuan serta data. Namun dalam penyusunan laporan skripsi, penulis berusaha untuk menyusun laporan skripsi dengan sebaik-baiknya. Besar harapan penulis agar penelitian skripsi ini dapat dijadikan sebagai pegangan ilmu bagi penulis, serta bagi pihak-pihak lain yang membutuhkannya.

Bandung, 20 Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang Masalah	I-1
I.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah	I-3
I.3 Batasan dan Asumsi Penelitian	I-6
I.4 Tujuan Penelitian	I-6
I.5 Manfaat Penelitian	I-6
I.6 Metodologi Penelitian	I-7
I.7 Sistematika Penulisan	I-10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 <i>Probabilistic Traveling Salesman Problem</i>	II-1
II.2 Metode Eksak dan Metode <i>Heuristic</i>	II-4
II.3 <i>Cuckoo Search</i>	II-4
II.4 Desain Eksperimen	II-7
BAB III PERANCANGAN ALGORITMA PENCARIAN SOLUSI PTSP	
III.1 Teknis Perhitungan <i>Expected Length</i>	III-1
III.2 Deskripsi penerapan <i>Cuckoo Search</i> pada PTSP	III-2
III.3 Notasi Dalam Algoritma	III-4
III.4 Algoritma Utama	III-6
III.5 Pembuatan Sarang Burung Inang dan Calon Solusi Sebanyak Nsarang (Algoritma A)	III-7

III.5.1	Perancangan Algoritma A	III-8
III.5.2	Verifikasi Perancangan Algoritma A	III-15
III.6	Proses Penyimpanan Calon Solusi Terbaik (Algoritma B).....	III-37
III.6.1	Perancangan Algoritma B	III-37
III.6.2	Verifikasi Algoritma B	III-39
III.7	Perhitungan <i>Levy Flight</i> (Algoritma C)	III-40
III.7.1	Perancangan Algoritma C	III-40
III.7.2	Verifikasi Algoritma C	III-43
III.8	Penggantian Sarang Buruk Algoritma D	III-45
III.8.1	Perancangan Algoritma D	III-45
III.8.2	Verifikasi Algoritma D	III-47
III.9	Validasi Algoritma	III-47

BAB IV PENERAPAN ALGORITMA

IV.1	Perancangan Program	IV-1
IV.2	Verifikasi Program	IV-2
IV.3	Validasi program	IV-18
IV.4	Penetapan Kasus-kasus PTSP	IV-21
IV.5	Penetapan Parameter Algoritma CS	IV-24
IV.6	Penerapan Algoritma CS Pada Kasus-Kasus PTSP	IV-25
IV.7	Pengujian Parameter Algoritma CS	IV-26

BAB V ANALISIS

V.1	Analisis Pemilihan Metode Pembuatan <i>Initial Solution</i>	IV-1
V.2	Analisis Pengembangan <i>Levy Flight</i>	IV-2
V.3	Analisis Hasil <i>Levy Flight</i>	IV-3
V.4	Analisis Penentuan Nilai Parameter	IV-3
V.5	Analisis Hasil Uji Parameter	IV-4
V.6	Analisis Hasil Perbandingan Dengan Algoritma Lain	IV-5

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1	Kesimpulan	IV-1
VI.2	Saran	IV-1

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN
RIWAYAT HIDUP PENULIS

DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Tabel Rangkuman Hasil <i>Route Length</i> Pada Kasus TSP berlin 52	I-4
Tabel I.2	Tabel Rangkuman Hasil <i>Route Length</i> Pada Kasus TSP rd100	I-5
Tabel IV.1	Jarak Euclidian	IV-16
Tabel IV.2	Koordinat 51 Kota untuk Kasus A.....	IV-21
Tabel IV.3	Koordinat 25 Kota untuk Kasus B sampai D.....	IV-22
Tabel IV.4	Koordinat 15 Kota untuk Kasus E sampai G	IV-23
Tabel IV.5	Peluang Tiap Kota Dikunjungi untuk Kasus E dan G	IV-23
Tabel IV.6	Kombinasi Parameter CS yang Digunakan	IV-24
Tabel IV.7	Perbandingan Nilai Pencarian Solusi Tiap Kasus.....	IV-25
Tabel IV.8	Hasil Uji ANOVA	IV-27

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Metodologi Penelitian.....	I-8
Gambar II.1	Dua Calon A Priori Tour yang Berbeda dari Kasus TSP 10 Kota	II-2
Gambar II.2	Rute saat Kota 4, 9, dan 10 Tidak Dikunjungi.....	II-2
Gambar II.3	ANOVA untuk <i>Two-Factorial Experiment</i>	II-9
Gambar III.1	Contoh Permasalahan PTSP.....	III-1
Gambar III.2	Algoritma Utama	III-6
Gambar III.3	Algoritma Utama (lanjutan)	III-7
Gambar III.4	Pembuatan <i>Template</i> Rute.....	III-10
Gambar III.5	Pembuatan <i>Template</i> Rute (lanjutan)	III-11
Gambar III.6	Perhitungan <i>Expected Length</i>	III-12
Gambar III.7	Perhitungan <i>Expected Length</i> (lanjutan)	III-13
Gambar III.8	Perhitungan <i>Expected Length</i> (lanjutan)	III-14
Gambar III.9	Perhitungan <i>Expected Length</i> (lanjutan)	III-15
Gambar III.10	Penyimpanan Calon Solusi Terbaik	III-38
Gambar III.11	<i>Levy Flight</i>	III-41
Gambar III.12	<i>Levy Flight</i> (lanjutan)	III-42
Gambar III.13	Penggantian Sarang Buruk	III-46
Gambar IV.1	Input PTSP dan Parameter	IV-2
Gambar IV.2	<i>Coding</i> Input	IV-3
Gambar IV.3	<i>Coding</i> Input (lanjutan)	IV-4
Gambar IV.4	<i>Coding</i> Perhitungan Batas Atas dan Bawah	IV-4
Gambar IV.5	<i>Coding</i> Pembuatan <i>Template</i> Awal	IV-4
Gambar IV.6	<i>Coding</i> Pembuatan <i>Template</i> Awal (lanjutan)	IV-5
Gambar IV.7	<i>Coding</i> Pembuatan <i>Template</i> Awal (lanjutan)	IV-5
Gambar IV.8	<i>Coding</i> Pembuatan <i>Template</i> Awal (lanjutan)	IV-6
Gambar IV.9	<i>Coding</i> Pembuatan <i>Template</i> Awal (lanjutan)	IV-6
Gambar IV.10	<i>Coding</i> Pembuatan <i>Template</i> Awal (lanjutan)	IV-7
Gambar IV.11	<i>Coding</i> Pembuatan <i>Template</i> Awal (lanjutan)	IV-7
Gambar IV.12	<i>Coding</i> Pembuatan <i>Template</i> Awal (lanjutan)	IV-8

Gambar IV.13 <i>Coding</i> Pembuatan Template Awal (lanjutan)	IV-8
Gambar IV.14 <i>Coding</i> Pembuatan Template Awal (lanjutan)	IV-9
Gambar IV.15 <i>Coding</i> Perhitungan <i>Euclidian</i>	IV-9
Gambar IV.16 <i>Coding</i> Perhitungan <i>Expected Length</i> Tahap1	IV-9
Gambar IV.17 <i>Coding</i> Perhitungan <i>Expected Length</i> Tahap2	IV-10
Gambar IV.18 <i>Coding</i> Penyimpanan Calon Solusi Terbaik	IV-10
Gambar IV.19 <i>Coding Levy Flight</i>	IV-11
Gambar IV.20 <i>Coding Levy Flight</i> (lanjutan)	IV-11
Gambar IV.21 <i>Coding Levy Flight</i> (lanjutan)	IV-11
Gambar IV.22 <i>Coding Levy Flight</i> (lanjutan)	IV-12
Gambar IV.23 <i>Coding Levy Flight</i> (lanjutan)	IV-12
Gambar IV.24 <i>Coding</i> Penggantian Sarang Buruk.....	IV-13
Gambar IV.25 <i>Coding</i> Penggantian Sarang Buruk (lanjutan).....	IV-13
Gambar IV.26 <i>Coding</i> Penggantian Sarang Buruk (lanjutan).....	IV-14
Gambar IV.27 <i>Coding</i> Penggantian Sarang Buruk (lanjutan).....	IV-14
Gambar IV.28 Input Contoh Soal	IV-15
Gambar IV.29 Output Contoh Soal	IV-15
Gambar IV.30 Input untuk Verifikasi <i>Expected Length</i>	IV-17
Gambar IV.31 Output untuk Verifikasi <i>Expected Length</i>	IV-17
Gambar IV.32 Input Contoh Soal 1	IV-19
Gambar IV.33 Output Contoh Soal 2	IV-19
Gambar IV.34 Input Tidak Memenuhi Syarat	IV-20
Gambar IV.35 Output Tidak Memenuhi Syarat 1	IV-20
Gambar IV.36 Output Tidak Memenuhi Syarat 2	IV-20
Gambar IV.37 Output Tidak Memenuhi Syarat 3	IV-20

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A : HASIL *RUNNING* PROGRAM

LAMPIRAN B : HASIL UJI ANOVA

BAB I

PENDAHULUAN

Bab pendahuluan ini berisi latar belakang masalah, identifikasi dan perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

I.1 Latar Belakang

Setiap perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur maupun jasa pasti melakukan transportasi untuk mendistribusikan barang atau jasanya. Perusahaan tersebut perlu melakukan kegiatan transportasi agar perusahaan dapat menjual barang atau jasanya kepada konsumen, oleh karena itu transportasi merupakan suatu kegiatan yang penting dan harus dilakukan oleh suatu perusahaan.

Kegiatan transportasi membutuhkan biaya dan dilakukan secara berulang. Biaya yang dibutuhkan seperti untuk upah supir, upah angkutan kendaraan, bahan bakar, tol, dan biaya-biaya lain untuk akomodasi selama kegiatan transportasi tersebut berlangsung. Biaya transportasi tersebut dapat berpengaruh terhadap harga jual yang dapat mempengaruhi daya saing perusahaan. Oleh karena itu kegiatan transportasi memerlukan perhitungan yang baik agar biaya transportasi dapat ditekan seminimal mungkin.

Salah satu cara memperkecil biaya transportasi adalah dengan mencari rute terpendek yang harus ditempuh. Hal itu dikarenakan jarak yang ditempuh berkorelasi positif dengan biaya, sehingga semakin kecil jarak yang harus ditempuh maka biaya transportasi yang dibutuhkan semakin kecil. Cara mendapatkan jarak tempuh yang minimal adalah dengan memikirkan lokasi-lokasi yang harus dikunjungi sedemikian rupa sehingga menghasilkan rute yang memiliki jarak tempuh terpendek.

TSP (*Traveling Salesman Problem*) merupakan sebuah model permasalahan transportasi yang memiliki tujuan mendapatkan rute terpendek. TSP adalah masalah seorang *salesman* yang harus mengunjungi beberapa lokasi (kota) dan kembali lagi ke lokasi awal (kota asal) namun menggunakan rute

terpendek dan setiap kota hanya boleh dikunjungi sekali (Yaghini, Momeni, dan Sarmadi, 2011). Dengan pemodelan TSP maka diharapkan akan mendapatkan kombinasi rute terpendek yang dapat digunakan dalam perencanaan transportasi.

Namun pada dunia nyata, suatu pabrik akan menjadwalkan kegiatan transportasi untuk suatu jangka waktu tertentu, mungkin untuk 1 bulan, 3 bulan, atau bahkan 1 semester. Penjadwalan dilakukan agar perusahaan dapat menghitung biaya yang harus disiapkan dalam kegiatan transportasi. Kegiatan penjadwalan seperti itu memiliki masalah dalam menghitung total jarak yang ditempuh dalam satu periode karena setiap kali melakukan transportasi, akan membutuhkan rute transportasi yang berbeda-beda karena jumlah kota yang akan dikunjungi berbeda-beda.

Masalah penjadwalan diatas dapat didekati dengan pemberian peluang setiap kota untuk dikunjungi berdasarkan perkiraan ahli maupun data masa lalu. Setiap kota akan memiliki peluangnya tersendiri untuk dikunjungi. Sebagai contoh suatu pabrik FMCG (*Fast Moving Consumer Good*) akan membuat penjadwalan untuk mengirim barang ke beberapa kota di bulan depan. Frekuensi tiap kota untuk dikunjungi tergantung dari seberapa banyak konsumen yang mengkonsumsi barang tersebut di kota tersebut.

Sebagai pemisalan sudah dilakukan peramalan, yaitu kota A rata-rata mendapatkan kunjungan 6 kali di hari yang berbeda dalam 1 bulan (30 hari), maka kota A tersebut memiliki peluang 0,2 untuk dikunjungi. Kota B memiliki peluang 0,1 karena rata-rata hanya dikunjungi sebanyak 3 kali dalam 1 bulan. Kota C dan D memiliki peluang 0,6 dan 0,4 untuk dikunjungi. Dengan adanya peluang tersebut maka ada kemungkinan dalam 1 hari dapat mengunjungi 2 kota saja, pada hari lainnya 4 kota harus dikunjungi, pada hari lainnya hanya 1 kota yang dikunjungi, dan kemungkinan kombinasi kunjungan kota lainnya. Masalah seperti itu kurang baik jika dimodelkan dengan TSP karena akan sangat merepotkan dimana setiap kota memiliki peluangnya sendiri-sendiri untuk dikunjungi sehingga harus menghitung semua rute yang dapat dihasilkan dari tiap jumlah kota dan tujuan kota yang berbeda-beda.

Penelitian lebih lanjut dilakukan oleh Jaillet (1985) agar permasalahan dalam dunia nyata seperti diatas dapat dimodelkan secara matematis. Dalam penelitiannya Jaillet menamai model tersebut PTSP (*Probabilistic Traveling Salesman Problem*). PTSP adalah model turunan dari TSP dimana semua kota

yang akan dikunjungi memiliki peluangnya masing-masing. Menurut Jaillet, PTSP bertujuan untuk menghasilkan satu *a priori tour* yang dapat menghasilkan nilai *expected length* terkecil. *A priori tour* didapatkan dengan mencari satu *template route* (urutan kota yang harus dikunjungi) yang dapat menghasilkan *expected length* terkecil dari beberapa *template route* yang mungkin dihasilkan.

Berdasarkan contoh kasus FMCG diatas dan pengertian dari PTSP, maka PTSP lebih tepat untuk digunakan dalam dunia nyata. Alasan lain yaitu bila menggunakan TSP, maka harus dibuat banyak kombinasi rute untuk tiap jumlah kota yang berbeda. Seperti pada saat akan mengunjungi 5 kota maka harus membuat 1 rute baru, pada saat mengunjungi 8 kota maka harus membuat 1 rute baru, pada saat mengunjungi 34 kota maka harus membuat 1 rute baru. Hal tersebut tentu sangat merepotkan bila menggunakan TSP. Selain itu dengan metode TSP, perusahaan akan sulit memperkirakan modal yang dibutuhkan untuk transportasi dalam kurun waktu tertentu.

Traveling Salesman Problem (TSP) merupakan masalah kombinatorial yang penting dan sudah banyak diketahui secara umum (Yaghini, et.al., 2011). Seperti TSP, PTSP memiliki solusi yang merupakan kombinasi keputusan dipilihnya suatu rute perjalanan. Hal itu dapat menjadi alasan PTSP dapat digolongkan ke dalam permasalahan optimasi kombinatorial. Dengan semakin banyaknya kombinasi solusi yang dapat dihasilkan maka akan membuat semakin besar ruang pencarian solusinya. Sehingga bila dilakukan perhitungan dengan metode eksak maka akan memakan waktu yang sangat lama (Talbi, 2009). Hal itu mengakibatkan dikembangkannya metode-metode baru untuk menyelesaikan PTSP dengan menggunakan algoritma heuristik.

I.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

PTSP merupakan masalah yang lebih mirip dengan keadaan di dunia nyata. Sedangkan TSP dapat dikatakan sebagai kondisi khusus dari PTSP dimana setiap kota memiliki peluang sebesar 1 untuk dikunjungi atau dengan kata lain semua kota akan selalu dikunjungi dalam kurun waktu tertentu. Dari perbedaan tersebut, maka dapat dikatakan PTSP memakan waktu yang lebih lama untuk dapat dipecahkan. Hal itu dikarenakan bila peluang setiap kota yang akan dikunjungi berbeda maka set rute perjalanan akan berbeda juga.

Menurut Yaghini, et.al. (2011) dalam mencari solusi masalah TSP, dapat menggunakan dua metode, yaitu metode eksak dan metode pendekatan. Menurut Yaghini, et.al. (2011) untuk permasalahan dengan ukuran besar, telah dibuktikan bahwa algoritma-algoritma perhitungan eksak hampir tidak mungkin menghasilkan solusi optimal dalam kurun waktu yang masuk akal. Maka dari itu, metode pendekatan akan dipilih untuk memecahkan kasus PTSP karena PTSP merupakan kasus turunan dari TSP. Metode pendekatan terbagi dua yaitu heuristik dan metaheuristik (Yaghini, et.al., 2011). Dalam penelitian kali ini yang dipakai adalah algoritma metaheuristik. Dengan menggunakan algoritma metaheuristik maka diharapkan akan mendapatkan solusi yang baik dalam kurun waktu yang masuk akal.

Penelitian-penelitian sebelumnya sudah mencoba memecahkan kasus PTSP dengan beberapa algoritma metaheuristik, yaitu seperti algoritma *Hybrid Multi-Swarm Particle Swarm Optimization* (Marinakos dan Marinaki, 2009), *Viral Systems* (Sentosa, 2015), *Bat Algorithm* (Adya, 2015) dan *Dragonfly Algorithm* (Lilian, 2016). Algoritma algoritma metaheuristik tersebut berhasil memecahkan PTSP. Dengan begitu maka akan dicoba dengan algoritma metaheuristik lain, yaitu Algoritma (CS) *Cuckoo Search*.

Algoritma CS dipilih karena pada penelitian sebelumnya (Lia dan Zhang, 2015) dalam penyelesaian masalah TSP yang menggunakan algoritma CS memberikan hasil yang *feasible* dan efektif serta nilai uang lebih baik dibandingkan dengan algoritma PSO dan ACO. Hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel I.1 dan Tabel I.2. Pada Tabel I.1 dan Tabel I.2 tersebut CS memiliki rata-rata dan hasil terbaik yang paling kecil dibandingkan algoritma PSO, ACO, dan DE, dimana tujuan dari TSP adalah mendapatkan rute paling minimum.

Tabel I.1 Tabel Rangkuman Hasil *Route Length* Pada Kasus TSP berlin52

Algoritma	Hasil rata-rata	Hasil terbaik
PSO	8288,44	7647,56
ACO	7696,30	7647,56
DE	7605,63	7560,93
CS	7594,82	7544,32

Sumber : Lia dan Zhang (2015)

Keunggulan lain dari *Cuckoo Search* ini adalah penggunaan *random step* dengan menggunakan *Levy Flights* (konsep pencarian makanan secara *random* pada hewan ketika sedang terbang). *Levy Flight* memungkinkan pencarian nilai optimal dalam waktu yang lebih singkat (Yang dan Deb, 2010).

Tabel I.2 Tabel Rangkuman Hasil *Route Length* Pada Kasus TSP rd100

Algoritma	Hasil rata-rata	Hasil terbaik
PSO	8604,86	8295
ACO	8453,18	8258
DE	8125,32	7956
CS	8079,34	7942

Sumber : Lia dan Zhang (2015)

Berdasarkan kelebihan-kelebihan pada beberapa penelitian dan kesimpulan yang telah dibuat oleh peneliti-peneliti sebelumnya maka algoritma CS ini akan dicoba untuk menyelesaikan kasus PTSP dan dibandingkan hasilnya dengan algoritma BA (Adya, 2015) karena sama-sama algoritma yang terinspirasi dari binatang terbang dan BA berada dalam satu golongan algoritma dengan PSO. Algoritma *Dragonfly* juga akan dijadikan pembanding karena algoritma tersebut sama-sama menggunakan *Lévy Flights* dalam perhitungannya dan dapat dibilang algoritma terbaru yang dipakai untuk menyelesaikan masalah PTSP (Lilian, 2016).

Dari semua itu, sama seperti algoritma-algoritma yang lain pun, parameter yang dipakai dalam algoritma mungkin memiliki pengaruh terhadap performansi suatu algoritma dalam mencari solusi. Terdapat empat parameter yang dipakai dalam algoritma CS ini, yaitu jumlah sarang, maksimum iterasi, *alpha*, dan probabilitas sarang buruk. Parameter yang akan digunakan pada algoritma CS ini juga perlu diteliti. Parameter-parameter tertentu perlu diuji sehingga diketahui apakah parameter tersebut berpengaruh atau tidak terhadap performansi pencarian solusi algoritma CS ini.

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan, maka didapatkan beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana penerapan algoritma *Cuckoo Search* untuk *Probabilistic Traveling Salesman Problem*?
2. Parameter apa sajakah dari algoritma *Cuckoo Search* yang berpengaruh terhadap performansi algoritma *Cuckoo Search*?

3. Bagaimana performansi algoritma Cuckoo Search dibandingkan dengan algoritma *Bat Algorithm* (Adya, 2015) dan *Dragonfly Algorithm* (Lilian, 2016)?

I.3 Pembatasan Masalah

Masalah yang diamati perlu dibatasi agar penelitian lebih terfokus sehingga dalam penelitian penerapan algoritma CS ini akan dibuat beberapa batasan. Batasan masalah yang dirumuskan dalam penelitian kali ini adalah kasus-kasus yang dicoba adalah kasus hipotetikal. Sedangkan tidak ada asumsi yang digunakan dalam penelitian ini.

I.4 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan memiliki beberapa tujuan, antara lain adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan algoritma pencarian solusi berdasarkan model algoritma *Cuckoo Search* untuk diterapkan pada *Probabilistic Traveling Salesman Problem*.
2. Mengetahui ada tidaknya pengaruh parameter terhadap performansi algoritma *Cuckoo Search* dan parameter yang berpengaruh (jika ada).
3. Mengetahui performansi algoritma *Cuckoo Search* dibandingkan dengan algoritma *Bat Algorithm* (Adya, 2015) dan *Dragonfly Algorithm* (Lilian, 2016) dalam menyelesaikan *Probabilistic Traveling Salesman Problem*.

I.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat memberikan manfaat bagi pihak penulis dan pembaca. Bagi Pembaca diharapkan dapat memberikan inspirasi mengenai teknik pencarian solusi untuk *Probabilistic Traveling Salesman Problem* khususnya menggunakan algoritma CS. Selain itu, dapat menambah referensi untuk penelitian yang berkaitan mengenai algoritma CS dan *Probabilistic Traveling Salesman Problem*. Sedangkan bagi penulis, mampu menerapkan ilmu-ilmu yang diperoleh di bangku kuliah. Penulis juga dapat menambah wawasan dalam penerapan algoritma CS pada permasalahan yang diteliti.

I.6 Metodologi Penelitian

Pada subbab ini akan dibahas mengenai metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini. Metodologi penelitian yang dilakukan berdasarkan langkah yang dapat dilihat pada Gambar VII.1.

Berikut adalah penjelasan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian kali ini:

1. Studi Literatur

Studi literatur diperlukan untuk memahami masalah yang ada dan untuk mencari solusi yang baik. Tahap ini dilakukan dengan mencari sumber atau referensi terpercaya untuk digunakan dalam penelitian sehingga didapatkan solusi dan kesimpulan yang baik.

2. Identifikasi dan Perumusan Masalah

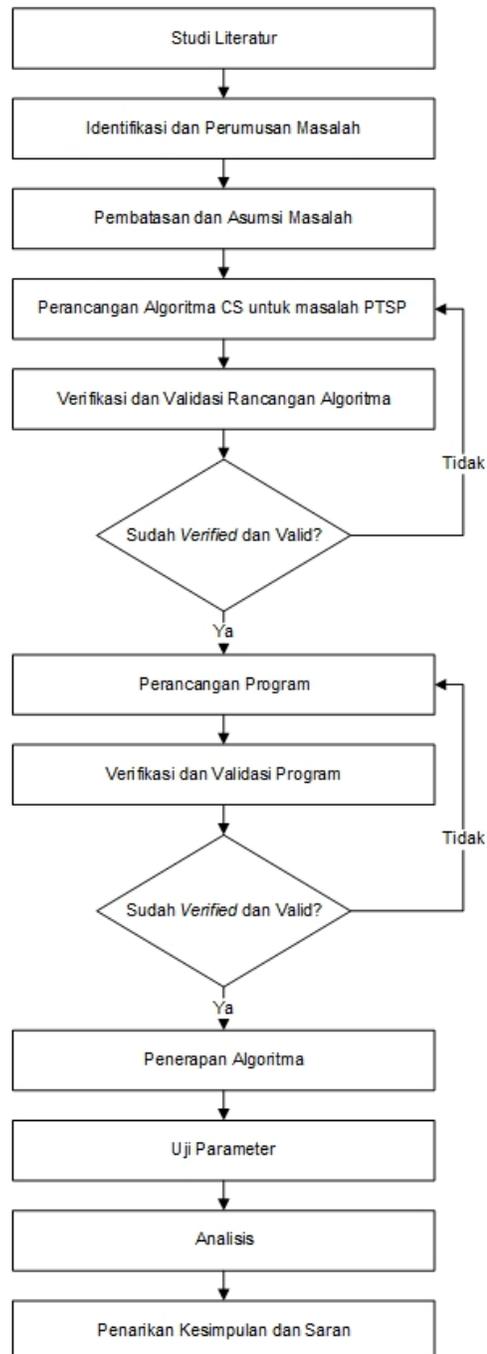
Identifikasi masalah adalah dasar dilakukannya penelitian. Pada identifikasi masalah semua masalah yang dihadapi dituliskan, penentuan hal-hal yang akan diteliti, dan alasan pemilihan metode yang akan digunakan. Setelah masalah sudah teridentifikasi maka akan dikerucutkan menjadi rumusan masalah.

3. Pembatasan dan Asumsi Masalah

Pembatasan dan Asumsi dilakukan agar penelitian menjadi lebih terfokus dan cakupan yang akan diteliti tidak terlalu besar. Cakupan penelitian yang tidak terlalu besar maka akan mempermudah penelitian sehingga dapat menghasilkan kesimpulan yang baik dan benar.

4. Perancangan Algoritma CS untuk masalah PTSP

Pada tahap ini, algoritma CS akan disesuaikan dengan masalah PTSP. Hal tersebut perlu dilakukan karena algoritma CS pada awalnya dirancang untuk masalah kontinu sedangkan masalah PTSP merupakan masalah yang diskrit. Oleh karena itu penyesuaian perlu dilakukan agar dapat mencapai tujuan yaitu mendapatkan solusi optimal yang *feasible*.



Gambar I.1 Metodologi Penelitian Penerapan Algoritma *Cuckoo Search* Pada PTSP

5. Verifikasi dan Validasi Perancangan Algoritma
Setiap rancangan perlu dilakukan verifikasi dan validasi. Hal itu diperlukan agar performansi yang dilakukan sesuai dengan harapan dan

solusinya dapat sesuai dengan masalah yang dihadapi. Verifikasi dilakukan dengan cara membuat secara manual tiap langkah yang ada. Sedangkan validasi dilakukan dengan cara memastikan bahwa algoritma yang dirancang dapat berjalan tanpa melanggar konstrain dan menghasilkan solusi yang *feasible*.

6. Perancangan Program

Bila perancangan algoritma sudah diverifikasi dan valid maka dapat dibuat program pada komputer. Hal ini dilakukan agar dapat membantu perhitungan dalam iterasi yang ditentukan sehingga perhitungan tidak dilakukan secara manual. Program dirancang dalam *software* NetBeans v.8.2. *Software* NetBeans dipilih karena memiliki beberapa kelebihan daripada *software* lain yaitu bahasa pemrogramannya yang mudah dan koordinasi program dengan komputer dalam mengolah data yang ada.

7. Verifikasi dan Validasi Program

Seperti halnya pada perancangan algoritma, hasil pemrograman komputer harus diverifikasi dan divalidasi agar tidak terjadi kesalahan dalam perhitungan. Hal ini sangat penting dikarenakan perhitungan akan dilakukan berkali-kali dan saling berhubungan. Program yang sudah jadi dilakukan verifikasi dengan cara dilihat apakah program sudah mengeksekusi *input* sampai dengan menghasilkan *output* dengan tahapan-tahapan yang benar sesuai dengan *flowchart* pada perancangan algoritma. Sedangkan validasi dilakukan dengan cara menguji apakah program sesuai dengan batasan-batasan masalah .

8. Penerapan Algoritma

Ditahap ini, akan dilakukan penerapan algoritma CS yang sudah dirancang pada program untuk memecahkan beberapa kasus hipotetikal PTSP. Selain itu parameter-parameter ditentukan nilainya agar mendapatkan kombinasi parameter dan dapat mengetahui kombinasi parameter yang baik. Hal ini dilakukan untuk mengetahui performansi dari algoritma CS yang sudah dikembangkan untuk masalah PTSP.

9. Uji Parameter

Parameter-parameter yang dipakai pada algoritma ini akan diteliti apakah ada parameter yang berpengaruh atau tidak dalam perhitungan. Hal ini dapat mengetahui parameter apa saja yang dapat mempengaruhi performansi dari algoritma CS dan pada nilai berapa hasil lebih baik.

10. Analisis

Analisis perlu dilakukan agar dapat mengetahui penyebab dari beberapa kondisi yang terjadi selama penelitian. Hal tersebut berguna untuk membantu peneliti dan pembaca dalam memahami kondisi yang terjadi. Selain itu analisis juga dilakukan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari perancangan algoritma CS ini. Dengan diketahuinya kelebihan dan kekurangan maka diharapkan penelitian selanjutnya dapat lebih fokus dan maksimal dalam menggunakan algoritma CS pada kasus-kasus yang lain.

11. Kesimpulan dan Saran

Setelah semua selesai dilakukan maka akan ditarik kesimpulan dari hasil penelitian ini. Selain itu saran juga diberikan untuk para peneliti selanjutnya sehingga dapat meneliti dengan lebih baik.

I.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan penelitian yang dilakukan dapat dijelaskan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, identifikasi dan perumusan masalah, pembatasan masalah dan asumsi penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian beserta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi pemaparan teori-teori yang mendukung pelaksanaan penelitian. Teori-teori tersebut didapatkan dari sumber-sumber referensi yang didapatkan dari proses studi literatur.

BAB III PERANCANGAN ALGORITMA PENCARIAN SOLUSI PTSP

Bab ini berisi tentang penjelasan mengenai hubungan antara permasalahan dengan algoritma yang dipakai untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, perhitungan untuk mendapatkan *expected length*, dan perhitungan algoritma dalam mencari solusi *objective function*-nya. Selain itu proses verifikasi dan validasi akan dilakukan pada bab ini.

BAB IV PENERAPAN ALGORITMA

Bab ini berisi tentang perancangan program, verifikasi dan validasi program. Hal lain seperti penentuan kasus yang dipakai, kombinasi parameter, dan penerapan program CS terhadap beberapa kasus PTSP akan dilakukan pada bab ini. Pengujian terhadap beberapa parameter CS juga dilakukan untuk mengetahui pengaruh yang ditimbulkan.

BAB V ANALISIS

Bab ini berisi tentang alasan-alasan serta pertimbangan yang dipakai dalam melakukan penelitian ini. Hal ini penting agar dapat mengetahui dasar pemikiran dalam pengembangan dan penerapan algoritma.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang pengambilan kesimpulan dari hasil penelitian untuk menjawab rumusan masalah yang ada. Saran untuk penelitian selanjutnya akan diberikan agar penelitian selanjutnya mendapatkan arahan yang baik dan mampu meneliti lebih baik lagi.