

MASALAH RUTE KENDARAAN LISTRIK MULTI-DEPOT DENGAN *TIME WINDOWS* MENGGUNAKAN *TWO-STAGE HYBRID ANT COLONY ALGORITHM*

ELFINA TAN



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA TERAPAN
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Masalah Rute Kendaraan Listrik Multi-Depot dengan *Time Windows* Menggunakan *Two-Stage Hybrid Ant Colony Algorithm*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Mei 2025

Elfina Tan
M0502241010

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

ELFINA TAN. Masalah Rute Kendaraan Listrik Multi-Depot dengan *Time Windows* Menggunakan *Two-Stage Hybrid Ant Colony Algorithm*. Dibimbing oleh TONI BAKHTIAR dan JAHARUDDIN.

Vehicle routing problem adalah masalah pencarian rute bagi kendaraan yang harus berangkat dari depot, mengunjungi setiap pelanggan tepat satu kali, lalu kembali lagi ke depot. Masalah ini telah berkembang menjadi berbagai jenis varian, salah satunya adalah *multi-depot electric vehicle routing problem with time windows* (MDEVPTW). MDEVPTW adalah masalah *vehicle routing problem* yang menggunakan kendaraan listrik, berangkat dan kembali ke beberapa pilihan depot, dan harus memenuhi *time windows* pelanggan. MDEVPTW sudah diselesaikan dengan metode eksak dalam bentuk *mixed integer linear programming* (MILP) pada penelitian sebelumnya. Waktu komputasi untuk metode eksak ini mencapai 19 jam untuk kasus 10 pelanggan, 1 depot, dan 1 stasiun pengisian daya. Waktu komputasi ini dinilai tidak efektif untuk operasional perusahaan, karena sebuah perusahaan bisa saja memiliki puluhan atau bahkan ratusan pelanggan. Oleh karena itu, diperlukan metode pendekatan yang disebut sebagai metode metaheuristik untuk mendekati solusi dari metode eksak. Metode metaheuristik yang diajukan dalam penelitian ini adalah *two stage hybrid ant colony algorithm* (TSHACA).

Tujuan dari penelitian ini adalah melihat seberapa baik solusi yang diberikan metode TSHACA dibandingkan metode eksak dan menerapkan TSHACA pada kasus yang lebih besar, yaitu 25, 50, dan 100 pelanggan. Untuk kasus besar, data yang digunakan berasal dari data solomon bertipe c101 dan r205. Parameter model dan data 10 pelanggan diambil dari penelitian sebelumnya. Kapasitas baterai kendaraan pada penelitian ini adalah 75 kWh, sedangkan kapasitas muatan kendaraan adalah 125 kg untuk kasus 10, 25, dan 50 pelanggan, lalu 200 kg untuk kasus 100 pelanggan.

Metode TSHACA terdiri dari dua tahapan, yaitu klasterisasi dan penentuan rute. Pada proses klasterisasi, setiap klaster yang terbentuk harus memiliki total permintaan pelanggan yang tidak lebih dari kapasitas kendaraan. Penelitian ini menggunakan dua jenis *k*-means untuk melakukan klasterisasi, yaitu *k*-means yang dimodelkan menjadi MILP dan *improved k*-means. *k*-means MILP hanya diterapkan pada kasus 10 dan 25 pelanggan, sedangkan *improved k*-means diterapkan pada kasus 50 dan 100 pelanggan. Jumlah klaster dipilih berdasarkan nilai *silhouette index* tertinggi. Jumlah klaster minimumnya adalah total permintaan dibagi dengan kapasitas muatan kendaraan, lalu jumlah klaster maksimumnya adalah jumlah kendaraan yang tersedia.

Penentuan rute pada TSHACA menggunakan algoritma *ant colony* yang dimodifikasi. Pada saat pemilihan pelanggan pertama, harus dipastikan bahwa *time windows* pelanggan tersebut bisa dikunjungi. Jika pelanggan tersebut belum bisa dikunjungi, maka akan dilakukan pemilihan acak lagi sampai mendapatkan pelanggan yang bisa dikunjungi. Kemudian, algoritma pemilihan pelanggan selanjutnya memadukan metode deterministik dan probabilistik dalam memilih pelanggan selanjutnya yang akan dikunjungi semut. Selain itu, nilai visibilitas juga ditentukan dengan memprioritaskan *time windows* pelanggan-pelanggan yang

sudah memenuhi. Pada tahap ini, akan dilakukan pemeriksaan *time windows* lagi. Selanjutnya, algoritma pembaruan feromon juga dimodifikasi agar bisa mengeksplor solusi lebih baik.

Pada kasus 10 pelanggan, klaster dengan nilai *silhouette index* tertinggi adalah 3 klaster. Total biaya untuk 3 klaster ini adalah Rp 989.021,91 dengan waktu komputasi 0,9 detik untuk klasterisasi dan 0,0181 detik untuk peruteannya. Metode eksak untuk parameter yang sama memberikan total biaya sebesar Rp 959.055,70 dengan waktu komputasi 2.200 detik. Biaya yang dihasilkan metode eksak hanya lebih murah 3,12% dibandingkan metode TSHACA, tetapi perbedaan waktu komputasinya sangat jauh. Oleh karena itu, metode TSHACA merupakan metode yang baik untuk mendekati solusi eksak.

Untuk implementasi pada kasus yang besar, akan diperiksa apakah nilai *silhouette index* berpengaruh pada total biaya. Pada kasus 25 pelanggan, total biaya paling kecil diberikan oleh 5 klaster yang memiliki nilai *silhouette index* tertinggi, yaitu 0,525. Pada kasus 50 pelanggan, total biaya paling kecil juga diberikan oleh klaster dengan nilai *silhouette index* tertinggi, yaitu 11 klaster. Begitupun untuk 100 pelanggan, klaster dengan nilai *silhouette index* tertinggi memberikan total biaya terkecil, yaitu 10 klaster. Kemudian, peneliti coba untuk tidak memasukkan biaya tetap kendaraan ke total biaya, karena semakin banyak klaster yang terbentuk, biaya tetapnya juga semakin tinggi. Setelah dikurangi biaya tetap, kasus 25 pelanggan dan 50 pelanggan memberikan hasil yang sama, yaitu total biaya terkecil tetap dihasilkan oleh 5 klaster dan 11 klaster. Kasus 100 pelanggan menunjukkan hasil yang beda. Jumlah klaster yang memberikan total biaya terkecil adalah klaster maksimumnya, yaitu 25 klaster dengan nilai *silhouette index* yang tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil.

Waktu komputasi untuk proses klasterisasi kasus 25 pelanggan adalah 28 detik, lalu untuk peruteannya adalah 32 detik. Untuk kasus 50 pelanggan, waktu komputasi klasterisasinya adalah 0,02 detik dan peruteannya adalah 152 detik. Untuk kasus 100 pelanggan, waktu komputasi klasterisasinya adalah 0,03 detik dan peruteannya adalah sekitar 600 detik. Karena waktu komputasi metode ini tidak lama, maka metode ini bisa menjadi metode pendekatan yang baik untuk menggantikan metode eksak yang membutuhkan memori besar dan waktu komputasi lama.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah TSHACA membutuhkan waktu komputasi yang jauh lebih sedikit dari metode eksak dengan pendekatan solusi yang baik. Metode ini adalah metode metaheuristik yang baik yang tidak memerlukan memori yang besar, sehingga praktis untuk digunakan. Jika biaya tetap kendaraan diperhitungkan, maka cukup memilih jumlah klaster dengan nilai *silhouette index* tertinggi untuk mendapatkan biaya terkecil.

Kata kunci: depot, kendaraan listrik, *k*-means, TSHACA, *soft time windows*



SUMMARY

ELFINA TAN. Solving the Multi-Depot Electric Vehicle Routing Problem with Time Windows Using a Two-Stage Hybrid Ant Colony Algorithm. Supervised by TONI BAKHTIAR JAHARUDDIN.

The Vehicle Routing Problem (VRP) is an optimization problem in which vehicles must depart from a depot, visit each customer exactly once, and return to the depot. This problem has evolved into various variants, one of which is the Multi-Depot Electric Vehicle Routing Problem with Time Windows (MDEV RPTW). MDEV RPTW involves electric vehicles departing from and returning to multiple depot options while meeting customer time windows. In previous research, MDEV RPTW has been solved using an exact method in the form of Mixed Integer Linear Programming (MILP). However, the computation time for this exact method reached 19 hours for a case with 10 customers, 1 depot, and 1 charging station. Due to this long computation time, an approximate method known as a metaheuristic approach is needed to obtain a near-optimal solution in a more efficient manner, because a company can have more than 10 customer. The proposed metaheuristic method in this study is the Two-Stage Hybrid Ant Colony Algorithm (TSHACA).

This study aims to evaluate how well TSHACA performs compared to the exact method and to apply TSHACA to larger cases with 25, 50, and 100 customers. For large-scale cases, the dataset used is derived from Solomon data types c101 and r205. The model parameters and 10 customer dataset are taken from previous research. The vehicle battery capacity in this study is 75 kWh, while the vehicle load capacity is 125 kg for cases with 10, 25, and 50 customers, and 200 kg for the 100 customer case.

The TSHACA method consists of two main stages: clustering and route determination. In the clustering stage, each cluster must have a total customer demand that does not exceed the vehicle's capacity. This study uses two types of k-Means clustering: MILP-based k-means (applied to 10 and 25 customer cases) and Improved k-means (applied to 50 and 100 customer cases). The number of clusters is selected based on the highest silhouette index value, with the minimum number of clusters determined by dividing the total demand by the vehicle's load capacity, and the maximum number of clusters determined by the total available vehicles.

In the route determination stage, TSHACA uses a modified Ant Colony Algorithm. First, the initial customer selection ensures that the chosen customer satisfies the time window constraints. If not, another customer is randomly selected until a valid choice is found. Then, the next customer selection combines deterministic and probabilistic methods to guide the ants' decisions. Additionally, the visibility value is adjusted to prioritize customers whose time windows are already satisfied. Time window constraints are rechecked throughout the process. Lastly, the pheromone update mechanism is modified to improve solution exploration and prevent premature convergence.

For the 10 customer case, the clustering process resulted in 3 clusters with the highest silhouette index. The total cost was Rp 989.021,91, with a computation time of 0,9 seconds for clustering and 1,492 seconds for routing. In comparison, the exact method yielded a slightly lower cost of Rp 959.055,70 but required 2.200 seconds to compute. The cost difference between the two methods was only 3,12%, yet the computation time for TSHACA was drastically shorter, making it a highly efficient approximation method.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

For larger cases with 25, 50, and 100 customers, this study examined whether the silhouette index influences total cost. In the 25 customer case, the lowest total cost was achieved with 5 clusters, which had the highest silhouette index of 0,525. In the 50 customer case, the lowest total cost was also obtained from 11 clusters, which had the highest silhouette index. Similarly, in the 100 customer case, the cluster with the highest silhouette index (10 clusters) initially provided the lowest total cost. However, when the fixed vehicle cost was excluded from the total cost, the lowest total cost was found when using the maximum number of clusters (25 clusters), even though the silhouette index was neither too high nor too low.

Regarding computation time, the 25 customer case required 28 seconds for clustering and 32 seconds for routing. For the 50 customer case, the clustering process took only 0,02 seconds, while routing took 152 seconds. In the 100 customer case, clustering took 0,03 seconds, and routing required approximately 600 seconds. Despite the increasing computation time as the problem size grew, TSHACA remained significantly faster than the exact method.

In conclusion, since TSHACA requires significantly less computation time than the exact method while maintaining near-optimal solutions, it is a promising metaheuristic approach for solving MDEVPTW efficiently. This method eliminates the need for large memory resources and long computation times, making it a practical alternative to exact optimization techniques. Additionally, if fixed vehicle costs are considered, selecting the number of clusters with the highest silhouette index is generally sufficient to obtain the lowest total cost.

Keywords: depot, electric vehicle, *k*-means, TSHACA, soft time windows

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

MASALAH RUTE KENDARAAN LISTRIK MULTI-DEPOT DENGAN *TIME WINDOWS* MENGGUNAKAN *TWO-STAGE HYBRID ANT COLONY ALGORITHM*

ELFINA TAN

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Matematika pada
Program Studi Matematika Terapan

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA TERAPAN
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Tesis : Masalah Rute Kendaraan Listrik Multi-Depot dengan *Time Windows* Menggunakan *Two-Stage Hybrid Ant Colony Algorithm*
Nama : Elfina Tan
NIM : M0502241010

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Toni Bakhtiar, S.Si., M.Sc.

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Drs. Jaharuddin, M.S.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Drs. Jaharuddin, M.S.

NIP. 196511021993021001

Dekan Sekolah Sains Data, Matematika, dan
Informatika :

Prof. Dr. Ir. Agus Bueno, M.Si., M.Kom.

NIP. 196607021993021001

Tanggal Ujian: 16 Mei 2025

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2024 sampai bulan Maret 2025 ini ialah Pemodelan Riset Operasi, dengan judul “Masalah Rute Kendaraan Listrik Multi-Depot dengan *Time Windows* Menggunakan *Two-Stage Hybrid Ant Colony Algorithm*”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Toni Bakhtiar, S.Si., M.Sc. dan Prof. Dr. Drs. Jaharuddin, M.S. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator seminar, Elis Khatizah, S.Si., M.Si., Ph.D, dan penguji luar komisi pembimbing, Prof. Dr. Ir. I Wayan Mangku, M.Sc. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Departemen Matematika Terapan, Sekolah Sains Data, Matematika, dan Informatika, IPB University yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti program sinergi S1-S2. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Mei 2025

Elfina Tan



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Electric Vehicle Routing Problem (EVRP)</i>	5
2.2 <i>Multi-Depot Electric Vehicle Routing Problem with Time Windows (MDEVPTW)</i>	5
2.3 <i>k-Means Clustering</i>	9
2.4 <i>Silhouette Index</i>	12
2.5 <i>Ant Colony Optimization (ACO)</i>	12
2.6 <i>Two-Stage Hybrid Ant Colony Algorithm (TSHACA)</i>	14
III METODE	16
3.1 Data dan Alat	16
3.2 Tahapan Penelitian	18
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Perbandingan <i>k-Means MILP</i> dan <i>Improved k-Means</i>	21
4.2 Hasil TSHACA untuk 10 Pelanggan, 2 Depot, dan 1 Stasiun Pengisian Daya dan Perbandingannya dengan Metode Eksak	24
4.3 Hasil TSHACA untuk 25 pelanggan, 3 Depot, dan 3 Stasiun Pengisian Daya	26
4.4 Hasil TSHACA untuk 50 pelanggan, 3 Depot, dan 3 Stasiun Pengisian Daya	27
4.5 Skenario 100 pelanggan, 3 Depot, dan 3 Stasiun Pengisian Daya	29
V SIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Simpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	36
RIWAYAT HIDUP	42

DAFTAR TABEL

1	Data lokasi, jumlah permintaan, dan waktu pelayanan untuk perbandingan metode eksak dan TSHACA	16
2	Data sekunder	16
3	Data uji kasus besar	17
4	Koordinat depot dan stasiun pengisian daya untuk implementasi	18
5	Perbandingan <i>k</i> -Means MILP dan <i>improved k</i> -Means	21
6	Perbandingan <i>k</i> -means MILP dan <i>improved k</i> -means	24
7	Nilai <i>silhouette index</i> dan total biaya untuk 25 pelanggan	26
8	Rincian hasil 5 klaster 25 pelanggan	26
9	Nilai <i>silhouette index</i> dan total biaya untuk 50 pelanggan	28
10	Rincian hasil 11 klaster 50 pelanggan	28
11	Nilai <i>silhouette index</i> dan total biaya untuk 100 pelanggan	29

DAFTAR GAMBAR

1	<i>Scatter plot</i> data untuk uji kasus dengan <i>node</i> banyak. (A) <i>Scatter plot</i> 25 pelanggan; (B) <i>Scatter plot</i> 50 pelanggan; (C) <i>Scatter plot</i> 100 pelanggan	17
2	Hasil klasterisasi 2-4 klaster untuk 10 Pelanggan. (A) 2 klaster <i>k</i> -	22
3	Hasil klasterisasi 4-8 klaster untuk 25 Pelanggan. (A) 4 klaster <i>k</i> -	23
4	Rute 10 pelanggan dengan metode TSHACA	25
5	Rute 10 pelanggan dengan metode Eksak	25
6	Rute 25 pelanggan dengan 5 klaster	27
7	Rute 50 pelanggan dengan 11 klaster	29
8	Rute 100 pelanggan dengan 10 klaster	30
9	Rute 100 pelanggan dengan 25 klaster	31

DAFTAR LAMPIRAN

1	Sintaks <i>improved k</i> -Means yang ditulis dengan Python	37
2	Bagian dari sintaks TSHACA yang ditulis dengan Python	38
3	Hasil kodingan TSHACA	41

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.