

PENGOPTIMILISASIAN JARAK TEMPUH DALAM PENGIRIMAN BARANG PT.XYZ DENGAN SIMULASI ANNEALING

Holder Simorangkir^{*1}, Malabay², Kartini³

^{1,2,3}Prodi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Esa Unggul
Email: ^{1*}holder@esaunggul.ac.id, ²malabay@esaunggul.ac.id, ³kartini@esaunggul.ac.id

(Diserahkan: 16-07-2023, Artikel Review: 26-07-2023, Diterima: 01-08-2023, Diterbitkan: 20-08-2023)

Abstrak

Perkembangan Teknologi Informasi yang ada saat ini dapat menjanjikan pada masyarakat pebisnis untuk dapat berkompetisi dengan tersedianya produk di toko yang dimiliki untuk dijual kepada masyarakat yang membutuhkan di daerah sekitar lingkungan toko tersebut. Dari berbagai masalah yang ada dalam menjalankan kegiatan bisnis yang dihadapi, seperti: ketersediaan produk, waktu pengiriman, biaya pengiriman, kesiapan transportasi dan lainnya, maka yang perlu diperhatikan adalah bagaimana mengoptimalkan biaya-biaya tersebut khususnya waktu dan biaya transportasi. Metode yang digunakan adalah membandingkan model Graf Lengkap dengan Algoritma Simulasi *Annealing* yang dapat membantu para pengambil keputusan rute dan biaya transportasi yang dikeluarkan sebagai pilihan solusi yang terbaik.

Kata kunci: Optimalisasi, Graf Lengkap, Algoritma Simulasi *Annealing*, Transportasi

OPTIMIZATION OF DISTANCE IN DELIVERY OF GOODS PT. XYZ USING ANNEALING SIMULATION

Abstract

Developments in Information Technology that exist today can promise the business community to be able to compete with the availability of products in stores that are owned to be sold to people who need them in the area around the shop environment. Of the various problems that exist in carrying out business activities, such as: product availability, delivery time, shipping costs, transportation readiness and others, what needs to be considered is how to optimize these costs, especially transportation time and costs. The method used is to compare the Complete Graph model with the Simulated Annealing Algorithm which can help route decision makers and transportation costs incurred as the best choice of solution.

Keywords: Optimization, Complete Graph, Simulated Annealing Algorithm, Transportation

PENDAHULUAN

Proses distribusi barang sampai saat ini merupakan kegiatan yang vital dalam kehidupan ini. Berbagai penyebaran tempat tinggal masyarakat yang mengakibatkan kebutuhan utama masyarakat yang menyebar ini berdampak pada bertambahnya toko-toko menjual kebutuhan utama masyarakat, seperti Alfamart, Alfamidi, Indomart dan yang sejenisnya. Distribusi barang kebutuhan utama masyarakat perlu diberi perhatian agar di toko-toko tersebut tidak mengalami kekurangan atau kekosongan barang yang diperlukan masyarakat atas keterlambatan barang-barang tersebut sampai di tempat tujuan, yang dapat memicu kenaikan harga barang. Barang-barang kebutuhan utama ini perlu

mendapat perhatian dalam pendistribusiannya agar terjaga ketersediaan barang yang diperlukan.

Perkembangan Teknologi Informasi yang ada saat ini memberikan kemudahan kepada antar perusahaan untuk bertukar data tentang ketersediaan barang di toko-toko patner bisnisnya dengan menggunakan jaringan komunikasi ektranet. Ekstranet adalah jaringan komunikasi yang digunakan antar dua perusahaan yang saling membutuhkan. Jaringan komunikasi pada era ini, dapat memudahkan pelaku bisnis melakukan kegiatannya dengan real time, terkecuali dalam pengiriman barang dalam bentuk fisik.

Pada saat ini berbagai perusahaan dapat hadir dalam persaingan bisnis yang sangat ketat, terlebih dalam perusahaan retail yang memang setiap saat barang dagangannya harus tersedia di toko. Perusahaan ini harus didukung oleh Perusahaan Jasa

atau perusahaan yang memiliki transportasi untuk mengantar barang-barang yang dibutuhkan oleh masyarakat sekitar toko-toko tersebut. Untuk dapat berkompetisi maka diperlukan berbagai strategi untuk dapat memenangkan persaingan bisnis yang ada, salah satunya adalah bagaimana dapat mengoptimalkan biaya-biaya yang digunakan dalam operasional agar tidak berdampak pada harga jual produknya.

Dari hasil penelitian sebelumnya “Studi Pemetaan Distribusi Logistik Kebutuhan Pokok Di Provinsi Banten” oleh Bambang Dwi Suseno, 2020 [1], menyatakan bahwa pemerintah pusat maupun daerah berkepentingan dalam meminimalkan resiko negatif dari spekulasi harga bahan pangan yang berfluktuasinya, untuk ini perlu dilengkapi komunikasi jaringan ektranet untuk mengetahui kondisi ketersediaan barang yang dibutuhkan sehingga produsen dapat segera mengirimkan kebutuhan yang diperlukan toko yang menjadi mitra bisnis di daerah tujuan.

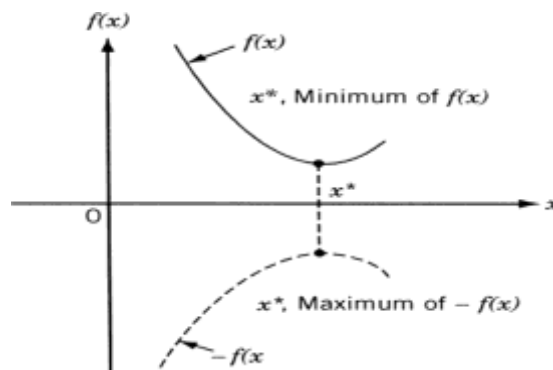
Demikian juga dalam jurnal “Menentukan Rute Terpendek Dengan Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall Dalam Pendistribusian Barang Pada PT. ROPY RAY PUTRATAMA” oleh Ridwan Mukti M, Mulyono, 2018 [2][3], menyatakan distribusi barang menentukan penghematan pada perusahaan dalam berbagai hal. Penentuan jalur terpendek dapat ditentukan perusahaan dengan menghubungkan ke berbagai toko. Pencarian jalur terpendek dapat menggunakan algoritma Floyd-Warshall. Dari hasil analisis yang dilakukan perlu dibuatkan graf yang sesuai dengan jumlah toko sehingga dapat dibangun jalur-jalur distribusi dengan jarak terpendek.

Pada saat ini, masalah yang dihadapi oleh para perusahaan dapat dilihat dari berbagai faktor yang ada dan perlu diteliti, seperti masalah kesiapan transportasi, biaya, waktu, ketersediaan barang, pengiriman tepat waktu, demikian juga PT.XYZ yang melakukan bisnis pengiriman barang ke berbagai toko-toko partner bisnisnya dengan berkompetisi dalam waktu dan biaya operasional pengiriman yang dapat dioptimalisasikan [4].

METODE PENELITIAN

Optimalisasi adalah suatu pilihan atau tindakan dalam menghasilkan kondisi optimal dengan kondisi tertentu. Dalam rancangan, pembangunan dan keberlanjutan sistem rekayasa, dapat menggunakan sejumlah teknologi dan keputusan manajerial dalam kondisi tahapan. Target yang dihasilkan dari berbagai keputusan yang ada adalah bagaimana meminimalkan usaha dan upaya yang diperlukan atau diinginkan dalam mencapai keuntungan yang maksimal, juga perlu didefinisikan suatu proses optimasi untuk memperoleh titik maksimum atau minimum dari persamaan yang diberikan [5]. Perhatikan gambar 1, bila nilai x^* berhubungan dengan titik minimum pada fungsi $f(x)$ maka kondisi yang sama

dengan titik maksimum negatif dari fungsi yang sama $f(x)$. Jadi optimisasi dapat didefinisikan dengan meminimalkan, maka fungsi maksimum dapat diperoleh dengan minimum negatif dari fungsi.



Gambar 1, Minimum $f(x)$ sama dengan maksimum of $-f(x)$

Traveling Salesman Problem

Traveling Salesman Problem (TSP) adalah cara penyelesaian masalah untuk mencari kondisi optimal yang memang sukar diselesaikan secara konvensional. Penyelesaian eksak pada masalah optimisasi ini dapat menggunakan algoritma yang menimbulkan berbagai kemungkinan-kemungkinan solusi yang timbul. TSP mengharuskan para traveling salesman melakukan perjalanan ke berbagai kota tujuan dalam memasarkan produk perusahaannya. Berbagai kota yang dijalaninya para traveling salesman harus dibentuk menjadi satu jalur sedemikian sehingga semua kota itu dapat ditinggahi hanya sekali dan berakhir pada kota semula. Permasalahan TSP ini adalah mencari jalur terpendek dari traveling salesman tersebut. Penyelesaian masalah yang pasti dari TSP ini adalah perjalanan ke berbagai kota dengan menghitung jarak terpendek dari berbagai perjalanan ke berbagai kota yang memungkinkan. Pola waktu perhitungan yang digunakan akan bertambah banyak alternatif solusi dari jalur perjalanan traveling salesman dan bila jumlah kotanya bertambah dikunjungi. Masalah ini menjelaskan dan memperlihatkan alternatif penyelesaian pasti terhadap masalah TSP ini [6].

Distribusi

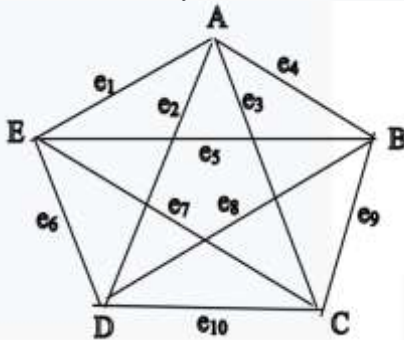
Distribusi adalah usaha untuk pengiriman dan penyampaian dalam bentuk barang atau jasa dari perusahaan ke pelanggan sehingga produk tersebut dapat digunakan sesuai dengan kebutuhannya. Proses distribusi merupakan kegiatan pemasaran yang mampu [7]:

- Meningkatkan nilai tambah produk
- Mempercepat arus pemasukan barang dalam pemasaran fisik dan non fisik

Pengertian arus adalah arus kegiatan pemasaran yang berlangsung antara bisnis ke bisnis yang terlibat dalam pemasaran pada proses pemasaran.

Teori Graf

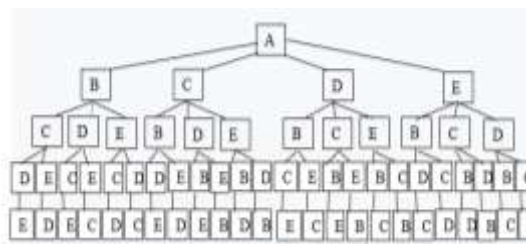
Graf adalah kumpulan dari Vertex dan Edge yang dapat dituliskan secara umum $G = (V, E)$ dengan G adalah graf, V adalah vertex (titik) dan E adalah Edge (garis), Garis yang menghubungkan dua buah titik. atau V dapat dikatakan sejumlah kota dan E adalah garis atau jalan yang menghubungkan kota yang satu ke kota lainnya [8][9].



Gambar 2. Graf Lengkap (K5)

Pohon Terstruktur

Pohon terstruktur adalah sebuah pohon yang banyak dipakai dalam masalah struktur data. Struktur pohon ini banyak dipakai dalam berbagai masalah seperti Pohon Keputusan, Sistem Pakar dan lainnya, dengan sejumlah simpul atau titik yang terhubung



Gambar 3. Pohon Terstruktur

Dari Gambar 3. dapat dijelaskan bahwa A adalah akar kemudian tahap berikutnya adalah cabang (level n) dan bila tidak dapat bercabang lagi maka disebut daun [10]. Gambar 3 ini adalah penjabaran dari Graf Lengkap dengan K_5 , di mana dalam tahapan prosesnya dapat membangun berbagai alternatif solusi yang dapat diambil oleh seorang manajemen untuk memutuskan jalur mana yang akan dilalui oleh tranporter barang dalam mengantar produk yang diperlukan oleh setiap toko yang dimiliki partner bisnisnya sehingga kondisi toko

tidak kosong dan tidak menghilangkan kepercayaan masyarakat sekitar toko dan juga dapat melakukan penghemat biaya transportasi yang digunakan. Dari gambar 3, dapat diketahui jarak yang dilalui transporter yang mengantar barang berdasarkan akar sampai ke daun, adalah[11]:

$$S = AB + BC + CD + DE = e4 + e9 + e10 + e6 \tag{1}$$

dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$. (banyak jalur distribusi yang dapat dilalui)

Dari sekian banyak alternatif yang dapat dilalui oleh transporter yang mengantar barang dapat dipilih satu atau lebih jalur yang optimal dalam melakukan kegiatan tersebut [12].

Spanning Tree

Sebuah Graf $G = (V, E)$ dikatakan Pohon Terstruktur bila Graf tersebut tidak memiliki Cycle di dalam graf tersebut. Pada graf tersebut dapat dibangun beberapa pohon yang menjadi alternatif solusi yang dapat digunakan sebagai solusi permasalahan. Solusi masalah yang dibangun dapat dikatakan menjadi Spanning Tree di mana semua titik (vertex) pada graf G dan V banyak titik yang dapat dilalui. Banyaknya *Spanning Tree* yang dapat dibangun dari sebuah graf lengkap adalah $n!$ Di mana n adalah banyak titik dalam graf lengkap tersebut [13].

Simulasi Annealing

Simulasi Annealing pada TSP diperlukan dalam mencari dan memastikan jalur yang dimungkinkan, sehingga menghasilkan jalur dengan jarak yang terpendek. Model Simulasi Annealing digunakan dalam menyelesaikan masalah TSP dan merupakan kondisi seperti adanya yang dibuat untuk memastikan jalur yang memungkinkan dan jalur-jalur yang dilalui merupakan energi yang digunakan dalam menyelesaikan masalah [14].

Dari informasi tentang TSP, maka

1. Jalur adalah lintasan yang dilalui ke semua kota sampai kembali ke kota asal dengan syarat setiap kota harus dilalui satu kali
2. Bila setiap kota diberikan indeks 1, 2, 3, 4... n maka dapat dihitung dengan permutasi kemungkinan jalur yang dilalui.

Jadi jalur dituliskan menjadi:

$$S = \{s_i \in N \mid (s_i \neq s_j)_{i \neq j}\} \tag{2}$$

Karena permasalahan TSP perlu ditentukan jalur-jalur terpendek dari satu kota ke kota lain, sehingga menghasilkan energi optimal atau total jarak yang dilalui maka energi dapat dituliskan menjadi[15]:

$$E = \sum_{i=1}^n d_i \tag{3}$$

d_i merupakan jarak kota dari kota sat uke kota lainnya atau ke $s(i)$ dan $s(i+1)$, bila posisi

dinyatakan dalam 2 dimensi (x,y) maka jarak atau energi dapat dihitung :

$$d_i = \sqrt{(S_x(i) - S_x(i + 1))^2 + (S_y(i) - S_y(i + 1))^2}$$

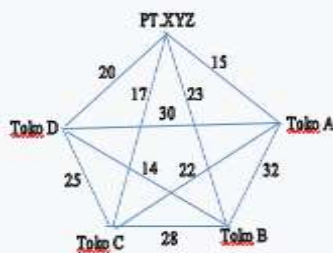
(4)

Sehingga pihak manajemen perusahaan dapat memberikan solusi dalam perjalanan mengantar barang kebutuhan yang diperlukan oleh setiap toko dapat terpenuhi dengan waktu dan biaya transportasi yang optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

PT.XYZ adalah sebuah Perusahaan Retail dan memiliki beberapa toko di Jakarta. Kebutuhan barang yang dijual di setiap toko display oleh para supplier berdasarkan produk yang dimiliki dan yang dikirim melalui permintaan dari para mitra bisnisnya. Kemajuan Teknologi Informasi saat ini, para *supplier* yang memasok produk-produk tersebut dengan mudah untuk mengetahui jumlah kebutuhan produk yang dibutuhkan oleh mitra bisnisnya dengan menggunakan jaringan komunikasi ektranet. Dari data yang dihasilkan lewat komunikasi pada jaringan ektranet maka pihak supplier dengan mudah mengetahui produk-produk yang akan dikirimkan dengan menggunakan transportasi yang tersedia. Sebelum berangkat untuk mendeliveri produk-produk tersebut ke toko-toko tersebut maka perlu ditentukan jalur yang dilalui transporter yang mengantar barang-barang tersebut, sehingga menimbulkan biaya transportasi yang optimal dan juga ketepatan waktu pengantaran barang. Jalur terpendek yang dapat dihitung sebelum melakukan perjalanan adalah jalur yang harus dipatuhi transporter tersebut karena berdampak dengan biaya transportasi yang dikeluarkan perusahaan. Dari permasalahan di atas, perlu dilakukan pembatasan masalah dengan tidak memperhitungkan kemacetan yang terjadi, baik masalah kondisi situasional maupun berdasarkan even yang terjadi secara temporer tanpa sepengetahuan dari kendaraan yang membawa produk yang dikirimkan.

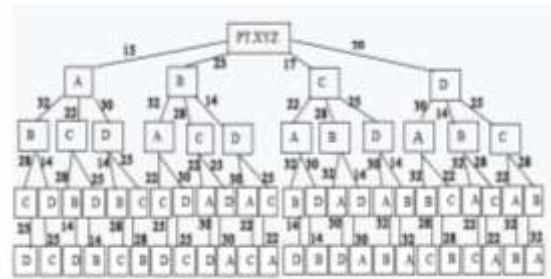
Bila PT.XYZ mengirimkan produk-produk yang dibutuhkan ke 4 toko (toko A, B, C dan D) dengan jarak dari gudang PT.XYZ ke toko-toko yang lainnya seperti tertera pada gambar 4 di bawah ini dalam km.



Gambar 4, Graf Lengkap K₅ Dalam Jarak Antara Toko.

Dari Gambar 4, ini dapat diterjemahkan ke dalam struktur pohon dalam memunculkan berbagai alternatif solusi perjalanan yang ditempuh oleh transporter yang mengantar produk ke toko-toko nya,

Dari gambar 4, dapat dibangun Spanning Tree dengan menggunakan permutasi dengan n! , bila n = 5, maka banyaknya permutasi yang dapat dilakukan dari graf lengkap K₅ adalah 5! = 120 permutasi, seperti gambar 5 ini dengan akar dapat dimulai dari PT.XYZ atau Toko A atau Toko B atau Toko C atau Toko D. Dalam masalah ini tempat keberangkatan awal dalam mengisi barang-barang tersebut ke transportasi adalah Gudang PT.XYZ, kemudian dilanjutkan ke pengantaran barang ke toko-toko selanjutnya, sebagai berikut:



Gambar 5. Jalur Dilalui Transporter

Dari Gambar 5 yang tertera dapat dihitung jarak yang ditempuh oleh transporter dalam mengantar barang ke toko yang telah ditentukan, yaitu:

$$d1 = \text{PT.XYZ ke toko A} + \text{toko A ke toko B} + \text{toko B ke toko C} + \text{toko C ke toko D}$$

$$= 15 + 32 + 28 + 25 = 100 \text{ km}$$

Jumlah proses perhitungan yang dapat dilakukan sebanyak 120 perhitungan, dilakukan dengan cara yang sama. Dari perhitungan yang dilakukan maka dapat diketahui, ada beberapa jarak terpendek dari jalur yang dilalui, antara lain:

Jalur minimum (ds), adalah;

$$Ds = \text{PT.XYZ ke toko A} + \text{toko A ke toko C} + \text{toko C ke toko D} + \text{toko D ke toko B}$$

$$= 15 + 22 + 25 + 14 = 76 \text{ km}$$

Juga ada beberapa jarak terpanjang dari jalur yang dilalui, antara lain:

Jalur maksimum (dl), adalah:

$$dl = \text{PT.XYZ ke B} + \text{B ke A} + \text{A ke D} + \text{D ke C}$$

$$= 23 + 32 + 30 + 25 = 107 \text{ km}$$

Ada 4 jalur di dalam penyelesaian masalah ini yang memiliki jalur terpendek yang sama dalam pengantar produk yang dibutuhkan dari setiap toko.

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan yang dilakukan pada sebelumnya tentang optimisasi jalur dalam pengantaran barang ke berbagai toko yang dimiliki perusahaan, dapat diambil kesimpulan, antara lain:

1. Gudang dan toko dapat dibangun menjadi graf lengkap (K5)
2. Dari graf lengkap (K5) menghasilkan pohon struktur dengan banyak cabang (jalur) sebanyak 120 jalur.
3. Dari jalur yang tersedia dapat dihitung dengan jarak terpendeknya adalah 76 km dan jarak terpanjangnya adalah 107 km.
4. Ada 4 jalur yang memiliki rute terpendek sebesar 76 km menjadi pilihan yang dilalui dalam mentransportasi barang dari gudang ke toko-toko tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. D. Suseno, *Studi Pemetaan Distribusi Logistik Barang Kebutuhan Pokok Di Provinsi Banten*, no. March. 2020.
- [2] M. R. Mukti and . M. ., "Menentukan Rute Terpendek Dengan Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall Dalam Pendistribusian Barang Pada Pt. Rapy Ray Putratama," *KARISMATIKA Kumpul. Artik. Ilmiah, Inform. Stat. Mat. dan Apl.*, vol. 4, no. 1, pp. 39–53, 2018, doi: 10.24114/jmk.v4i1.11857.
- [3] M. Muhlasin, N. Noviandi, R. N. Romadhon, and S. Wijaya, "Algoritma Floyd-Warshall Dalam Menentukan Rute Multi-Stop Untuk Efisiensi Pengiriman Barang," vol. 7, no. 2, pp. 80–88, 2022.
- [4] R. A. Kasengkang, S. Nangoy, and J. Sumarauw, "Analisis Logistik (Studi Kasus pada PT. Remenia Satori Tepas-Kota Manado)," *J. Berk. Ilm. Efisiensi*, vol. 16, no. 01, pp. 750–759, 2016.
- [5] S. S. Rao, *Engineering Optimization: Theory and Practice: Fourth Edition*. 2009.
- [6] S. Rohman, L. Zakaria, A. Asmiati, and A. Nuryaman, "Optimisasi Travelling Salesman Problem dengan Algoritma Genetika pada Kasus Pendistribusian Barang PT. Pos Indonesia di Kota Bandar Lampung," *J. Mat. Integr.*, vol. 16, no. 1, p. 61, 2020, doi: 10.24198/jmi.v16.n1.27804.61-73.
- [7] A. Sedayu, "Pendekatan QFD Menggunakan Respon Teknis Untuk Peningkatan Pelayanan Terminal : Studi Kasus Terminal Tlogomas Kota Malang," *J. Penelit. Transp. Darat*, vol. 20, no. 2, pp. 65–74, 2019, doi: 10.25104/jptd.v20i2.631.
- [8] B. Buhaerah, Z. Busrah, and H. Sanjaya, *Teori Graf dan Aplikasinya*. 2019.
- [9] H. Cahyono, "Penggunaan Video Pembelajaran Berbasis Aplikasi Bandicam pada Mata Kuliah Teori Graf Untuk Meningkatkan Kemampuan Abstraksi Mahasiswa," *J. Pendidik. Mod.*, vol. 6, no. 2, pp. 114–119, 2021, doi: 10.37471/jpm.v6i2.205.
- [10] F. Latifah, "Penerapan Algoritma Pohon Untuk Operasi Pengolahan dan Penyimpanan Data Dalam Teknik Pemrograman (Kajian Algorithma Pohon Pada Teknik Pemrograman)," *J. TECHNO Nusa Mandiri*, vol. XIII, no. 2, pp. 23–32, 2016, [Online]. Available: <http://ejournal.nusamandiri.ac.id/ejournal/index.php/techno/article/view/357/287>.
- [11] F. S. Gharehchopogh and B. Abdollahzadeh, "An efficient harris hawk optimization algorithm for solving the travelling salesman problem," *Cluster Comput.*, vol. 25, no. 3, pp. 1981–2005, 2022, doi: 10.1007/s10586-021-03304-5.
- [12] R. Paryanti and A. Thobirin, "Penerapan Teori Graf untuk Mencari Lintasan Tercepat Bus Trans-Jogja," *Forum MIPA*, pp. 1–9, 2011.
- [13] S. T. Kismanti and I. Mukhlash, "a Survey on Solution of Minimum Spanning Tree Using Soft Computing-Based Algorithm and Its Applications on Logistic Problems," *Borneo Sainstek*, vol. 01, no. 01, pp. 1–12, 2017, [Online]. Available: http://jurnal.borneo.ac.id/index.php/borneo_sainstek/article/view/880/584.
- [14] G. E. Noviardianto, M. Novel, and M. B. Legowo, "Penggunaan Metode Simulated Annealing untuk Optimasi Penempatan Posisi Access Point pada Jaringan WI-FI," *J. Al-AZHAR Indones. SERI SAINS DAN Teknol.*, vol. 5, no. 1, p. 10, 2019, doi: 10.36722/sst.v5i1.318.
- [15] J. B. Odili, A. Noraziah, and M. Zarina, "A Comparative Performance Analysis of Computational Intelligence Techniques to Solve the Asymmetric Travelling Salesman Problem," *Comput. Intell. Neurosci.*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/6625438.