

Penerapan Algoritma *Particle Swarm Optimization* dalam Optimasi Penentuan Rute Wisata di Kota Surabaya dengan *Universal Transverse Mercator*

*Nurul Aini Alifah, Anif Fitria Dewi Marselina, Arini Trianingsih, Asih Saputri, Nadhia Rizqy Amalia, Regita Afriani, Amelia Maslaqun Naila, Andreas Nugroho Sihananto

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

Artikel Histori:

Disubmit: Januari 2023

Diterima: Maret 2023

Diterbitkan: Juni 2023

DOI

[10.33005/jifti.v5i1.172](https://doi.org/10.33005/jifti.v5i1.172)

**ABSTRAK**

Penelitian ini mengaplikasikan algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) untuk mengoptimalkan penentuan rute wisata di Kota Surabaya menggunakan sistem koordinat Universal Transverse Mercator (UTM). Algoritma PSO membantu dalam mengeksplorasi dan mengeksploitasi ruang pencarian untuk menemukan solusi optimal. Penelitian ini memiliki tujuan dalam merancang perangkat lunak untuk membantu wisatawan dalam merencanakan rute perjalanan yang efisien, sehingga meningkatkan pengalaman wisatawan dan mendukung pengelolaan pariwisata di Kota Surabaya. Dataset yang digunakan berasal dari Kaggle dan hanya mengambil tempat wisata di Surabaya. Data latitude dan longitude dari setiap tempat wisata di konversi ke koordinat UTM untuk mempermudah perhitungan jarak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai fitness terbaik yang berhasil didapatkan merupakan nilai fitness pada iterasi ke-30 hingga ke-50 dengan nilai fitness atau total jarak tempuh minimum sebesar 0.0037814121133019356 atau 0.0038. Rute perjalanan yang dimulai dari Balai Kota Surabaya dan diakhiri di Klenteng Sanggar Agung dipilih karena memiliki jarak tempuh total terpendek berdasarkan hasil perhitungan nilai fitness yang telah dilakukan oleh algoritma PSO. Rute optimal ini memungkinkan wisatawan untuk mengunjungi lebih banyak destinasi dengan waktu yang lebih efisien.

Kata Kunci: Particle Swarm Optimization, Universal Transverse Mercator, Nilai Fitness, Wisata Surabaya

How to Cite:

Alifah, N. A., Marselina, A. F. D., Trianingsih, A., Saputri, A., Amalia, N. R., Afriani, R., Naila, A. M., Sihananto, A. N. (2022). Penerapan Algoritma *Particle Swarm Optimization* dalam Optimasi Penentuan Rute Wisata di Kota Surabaya dengan *Universal Transverse Mercator*. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi dan Robotika*, 5(1), 1-8. <https://doi.org/10.33005/jifti.v5i1.172>.

***Corresponding Author:**

Email : 21081010012@student.upnjatim.ac.id

Alamat : Jl. Rungkut Madya, Gn. Anyar, Kec. Gn. anyar, Surabaya, Jawa Timur, 60294



This article is published under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

PENDAHULUAN

Kota Surabaya adalah kota terbesar kedua di Indonesia yang mempunyai destinasi wisata yang menarik (Handoko, 2020). Surabaya merupakan salah satu kota terbesar di Indonesia, dengan memiliki sejarah Panjang yang dapat dikembangkan menjadi objek wisata (Nurany & Fitriawardhani, 2024). Surabaya merupakan salah satu kota besar di Indonesia yang menjadi favorit wisatawan. Di Surabaya terdapat 98 tempat wisata yang dapat dikunjungi berdasarkan banyaknya tempat wisata yang ada (Crhristianti dkk., 2018). Beberapa destinasi pariwisata yang sering dikunjungi oleh isatawan diantaranya adalah Tugu Pahlawan, Museum 10 November, Hutan Bambu Keputih, Atlantis Land, Klenteng Sanggar Agung, Patung Buddha Empat Rupa, Kampung Arab, Kebun Binatang Surabaya, Surabaya North Quay, Patung Suro dan Boyo, Food Junction Grand Pakuwon, Ekowisata Mangrove Surabaya, Air Mancur Menari, Monumen Kapal Selam, dan destinasi wisata menarik lainnya.

Berdasarkan data dari pemerintah Kota Surabaya, pada tahun 2023 terdapat lonjakan jumlah kunjungan wisatawan di Kota Surabaya yaitu sebanyak 17.425.476 orang atau 17,4 juta orang. Jumlah ini melebihi target kunjungan yang ditetapkan sebelumnya, yaitu sebanyak 13.746.856 orang (Dinas Komunikasi dan Informatika Provinsi Jawa Timur, 2023). Data jumlah kunjungan wisatawan ini mengalami peningkatan dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya. Peningkatan ini menunjukkan daya tarik kota Surabaya yang semakin kuat di mata wisatawan domestik maupun internasional.

Kemajuan teknologi yang saat ini sudah sangat berkembang, memberikan banyak kemudahan bagi wisatawan dalam merencanakan perjalanan mereka apabila ingin bepergian ataupun menentukan rute ke tempat wisata yang diinginkan. Pada saat ini, terdapat teknologi yang sangat membantu wisatawan dalam bentuk aplikasi peta dan navigasi seperti *Google Maps*. *Maps* adalah teknologi pemetaan berbasis web yang menampilkan citra satelit beresolusi tinggi yang digunakan untuk peta jalan (Mukaromah, 2019). Aplikasi ini memberikan informasi jarak, waktu, tempuh, dan kondisi lalu lintas secara real time, sehingga para wisatawan dapat memilih rute terbaik untuk mencapai tujuan mereka. Meskipun teknologi peta dan navigasi sangat bermanfaat, masih diperlukan perangkat lunak atau software yang membantu para wisatawan menentukan rute wisata dengan batasan-batasan hari dalam informasi suatu tempat wisata dengan sajian data rute yang lebih, singkat, padat, dan jelas. Karena adanya kemacetan yang terjadi di Kota Surabaya menjadi masalah bagi para wisatawan, sehingga pencarian rute wisata terpendek untuk kunjungan suatu wilayah menjadi solusi yang sangat tepat (Sa'adah & Imah, 2018). Belum ada aplikasi yang secara khusus menyediakan rute wisata yang ideal berdasarkan preferensi dan keterbatasan waktu wisatawan, serta informasi tentang setiap tujuan wisata yang ringkas dan mudah dipahami. Salah satu cara yang bisa digunakan dalam pemutusan masalah tersebut adalah dengan menerapkan algoritma yang sesuai untuk pemilihan rute, salah satunya adalah algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO).

Particle Swarm Optimization (PSO) merupakan algoritma yang berbasis populasi yang terdiri dari sejumlah n partikel (Rizki & Nurlaili, 2019). Setiap partikel merepresentasikan hipotesis solusi dari permasalahan yang sedang dihadapi. Partikel-partikel ini bergerak melalui ruang pencarian dan mengubah posisinya seiring waktu untuk menemukan solusi yang optimal (Rizki & Nurlaili, 2019). Setiap partikel dalam PSO memiliki posisi dan kecepatan yang diperbarui di setiap iterasi berdasarkan pengalaman pribadi partikel dan pengalaman seluruh populasi partikel. Karena kemampuan algoritma ini untuk

mengeksplorasi dan mengeksploitasi ruang pencarian secara adaptif, algoritma ini sangat efektif untuk berbagai jenis masalah optimasi, termasuk penentuan rute wisata yang efisien. Karena kesederhanaan dan kemudahan dalam penggunaannya, algoritma Optimasi Swarm Partikel adalah algoritma yang paling umum digunakan dalam penyelesaian masalah. Algoritma ini dapat disesuaikan untuk menangani berbagai jenis masalah. Selain itu, algoritma tersebut menunjukkan hasil yang baik untuk masalah yang berkaitan dengan optimasi pencarian. Partikel Swarm Optimization telah digunakan sebagai penyelesaian masalah sebanyak 687 kertas di lembaga IEEE Xplore pada tahun 2006 [5, 6]. Dalam tugas akhir yang dikerjakan, Algoritma Partikel Swarm Optimization digunakan untuk menentukan rute pariwisata Kota Bandung dengan bantuan Ontology dan masalah Salesman Travelling, sambil mengevaluasi kinerja algoritma PSO (Dalyono dkk., 2017)

Dalam penelitian ini, algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) diterapkan untuk optimasi penentuan rute wisata di Kota Surabaya dengan menggunakan sistem koordinat Universal Transverse Mercator (UTM). Universal Transverse Mercator (UTM) merupakan sistem koordinat yang banyak digunakan untuk pemetaan dan navigasi, memungkinkan representasi koordinat geografis yang akurat, sehingga memudahkan dalam perhitungan jarak dan rute (USGS Science for a Changing World). Dengan menggunakan algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) dan sistem koordinat Universal Transverse Mercator (UTM) diharapkan rute wisata yang ideal dapat diperoleh, sehingga wisatawan dapat mengunjungi lebih banyak destinasi wisata dengan waktu yang lebih efisien. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang perangkat lunak yang dapat membantu wisatawan merencanakan rute perjalanan mereka ke Kota Surabaya. Penelitian ini akan memberikan informasi tentang rute terbaik dan mempertimbangkan batasan waktu dan preferensi wisatawan. Dengan demikian, diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat meningkatkan pengalaman wisatawan dan membantu pengelolaan pariwisata Kota Surabaya menjadi lebih baik.

METODE PENELITIAN

Sumber data yang digunakan dalam implementasi algoritma ini didapatkan dari website kaggle dengan judul dataset Indonesia Tourism Destination. Data tersebut berisikan wisata yang ada di Jakarta, Jogja, Bandung, Semarang dan Surabaya yang terdiri dari kolom Place Id, Place_Name, Description, Category, City, Price, Time_Minutes, Coordinate, Latitude, dan Longitude. Dalam program ini, data yang diambil hanya tempat wisata yang ada di Surabaya. Sebelum melakukan penghitungan, perlu dilakukan pengolahan data terlebih dahulu. Dalam dataset hanya memiliki tabel latitude dan longitude, sehingga dapat dilakukan perhitungan menggunakan Universal Transverse Mercator (UTM) untuk menentukan sistem koordinat setiap tempat wisata yang disimpan dalam variabel X dan Y

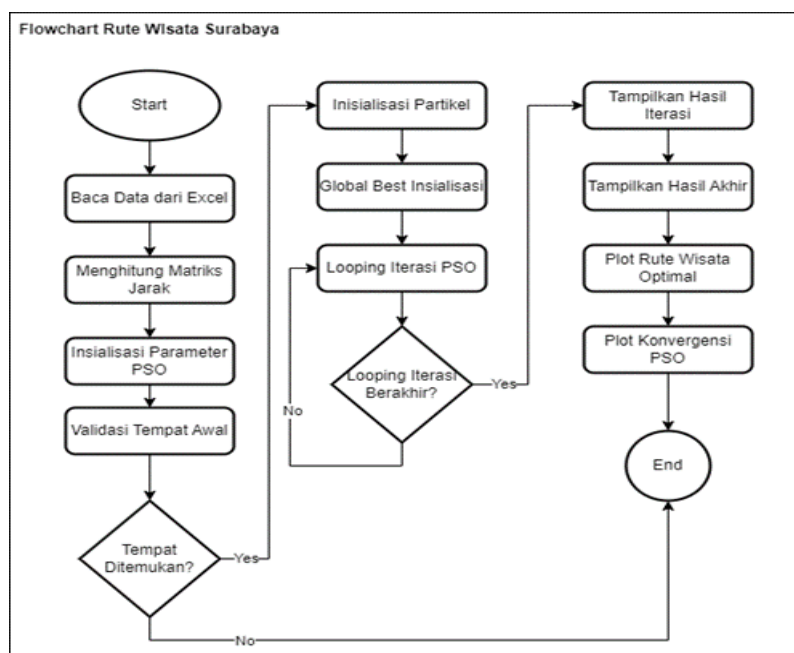
Atribut Data

Atribut data yang digunakan dalam program PSO ini terdiri dari:

- a. `places[i][0]`: Id Tempat
- b. `places[i][1]`: Nama Tempat
- c. `places[i][2]`: Koordinat X
- d. `places[i][3]`: Koordinat Y
- e. `distance_matrix[i][j]`: Jarak antara tempat ke-i dan tempat ke-j
- f. `self.position`: Posisi partikel (urutan tempat wisata)

- g. self.velocity: Kecepatan partikel
- h. self.best_position: Posisi terbaik lokal partikel
- i. self.best_score: Nilai fitness terbaik lokal partikel
- j. global_best_position: Posisi terbaik global
- k. global_best_score: Nilai fitness terbaik global
- l. num_particles: Jumlah partikel
- m. num_iterations: Jumlah iterasi
- n. w: Inertia weight
- o. c1: Cognitive coefficient
- p. c2: Social coefficient
- q. iteration_list: Daftar iterasi
- r. gbest_list: Daftar nilai fitness terbaik global per iterasi
- s. best_route: Rute terbaik yang ditemukan
- t. x_coords: Koordinat X dari rute terbaik
- u. y_coords: Koordinat Y dari rute terbaik
- v. labels: Label nama tempat dari rute terbaik
- w. starting_place_name: Nama tempat wisata tujuan awal yang dimasukkan oleh user
- x. starting_place_index: Index dari tujuan awal dalam array places

Alur program penentuan rute wisata di kota surabaya yang dirancang dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk *flowchart*. *Flowchart* merupakan penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan prosedur suatu program dan dapat mempengaruhi penyelesaian masalah yang khususnya perlu dipelajari dan dievaluasi lebih lanjut (Indrajani, 2011). *Flowchart* dari alur program penentuan rute wisata di kota surabaya dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Algoritma Penentuan Rute Wisata di Surabaya dengan Algoritma PSO

HASIL DAN PEMBAHASAN

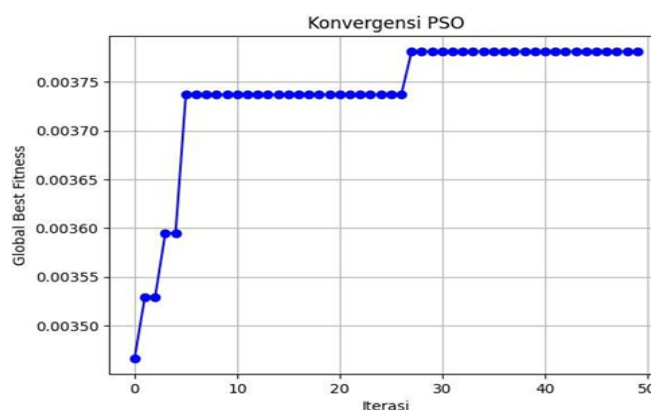
Pemilihan rute wisata yang optimal merupakan hal penting yang harus dilakukan untuk meminimalkan waktu perjalanan dan memaksimalkan jumlah kunjungan ketika perjalanan wisata. Penggunaan algoritma PSO dapat membantu mengoptimalkan pemilihan rute wisata terbaik sesuai dengan pemilihan tujuan wisata pertama oleh pengguna. Hasil yang didapat pada output program adalah berupa nilai Fitness yang digunakan untuk mengukur jarak terbaik dan urutan rute perjalanan, dengan nilai fitness yang dihitung sebagai kebalikan dari total jarak rute ($1/\text{jarak}$). Berikut adalah penjelasan dari hasil program yang telah dijalankan. Saat program dijalankan, informasi mengenai iterasi, skor terbaik global (jarak terpendek) yang ditemukan, dan rute sesuai dengan skor terbaik tersebut dicetak pada setiap iterasi yang akan didapat setelah user memasukkan titik awal wisata atau titik keberangkatan.

Dari Gambar 2, menunjukkan proses penginputan titik awal tujuan yang dipilih oleh user untuk memulai rute, yaitu "Balai Kota Surabaya". Proses iterasi dimulai dengan membaca data titik wisata yang berada di Surabaya, yang kemudian data tersebut dikonversi ke dalam koordinat Universal Transverse Mercator (UTM) yang didapat berdasarkan Garis Lintang dan Garis Bujur masing-masing lokasi wisata. Selanjutnya, proses optimasi akan dijalankan dalam jumlah sebanyak 50 iterasi untuk menemukan rute terbaik yang menghubungkan seluruh titik wisata yang telah ditentukan.

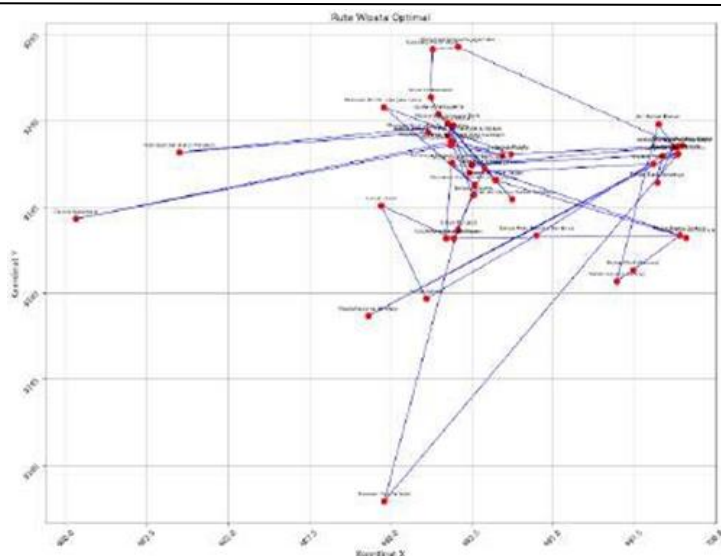
Pada gambar 3, menampilkan grafik konvergensi PSO yang menunjukkan proses pencarian solusi oleh algoritma PSO. Pada awal iterasi terjadi peningkatan nilai fitness dengan cepat hingga iterasi ke-10 yang menunjukkan bahwa algoritma dengan cepat menemukan solusi yang lebih baik pada awal iterasi. Kemudian pada iterasi ke-10 sampai iterasi ke-30 terjadi stabilitas yang menunjukkan bahwa algoritma yang dijalankan mulai mengalami kesulitan untuk menemukan solusi yang lebih baik dan sebagian besar iterasi tidak menghasilkan peningkatan yang signifikan. Pada tahap terakhir yaitu sampai dengan iterasi ke-50, peningkatan kembali terjadi yang mana hal ini menunjukkan bahwa pada akhir iterasi algoritma berhasil menemukan solusi yang lebih baik lagi.

*** Masukkan tujuan pertama Anda:

Gambar 2. Proses Penginputan Tujuan Pertama
Sumber: Data Diolah



Gambar 3. Grafik Konvergensi PSO
Sumber: Data Diolah



Gambar 4. Rute Wisata Optimal

Sumber: Data Diolah

Beberapa fase tersebut menunjukkan bahwa algoritma PSO efektif dapat bekerja secara optimal dalam menemukan solusi yang baik dalam beberapa iterasi awal, lalu mengalami periode stabilisasi di mana tidak ada peningkatan signifikan dalam nilai fitness. Namun, di iterasi akhir, algoritma berhasil menemukan solusi yang lebih baik lagi. Grafik konvergensi yang didapat menunjukkan proses pencarian solusi oleh PSO dan bagaimana partikel-partikel berevolusi dari iterasi ke iterasi untuk mencapai rute wisata yang optimal. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai fitness terbaik yang berhasil didapatkan merupakan nilai fitness pada iterasi ke-30 hingga ke-50 dengan nilai fitness atau total jarak tempuh minimum sebesar 0.0037814121133019356 atau 0.0038.

Dalam mencari nilai fitness pada algoritma Particle Swarm Optimization (PSO) untuk permasalahan mencari rute tempat wisata, dimulai dari menghitung total jarak tempuh rute wisata yang dihasilkan oleh algoritma PSO. Dalam proses ini, digunakan iterasi ke-30 hingga ke-50 yang merupakan iterasi paling optimal. Di mana jarak antara setiap pasangan titik (lokasi wisata) dihitung menggunakan rumus Euclidean Distance.

Rumus *Euclidean Distance*:

$$\text{Jarak} = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2$$

Selanjutnya setiap jarak yang diperoleh antara lokasi-lokasi wisata dijumlahkan untuk mendapatkan total jarak. Setelah mendapatkan total jarak, digunakannya rumus fitness yang didefinisikan sebagai kebalikan dari total jarak.

Perhitungan nilai fitness:

$$\begin{aligned}\text{Fitness} &= 1/\text{Total Jarak} \\ &= 1/1264,4514721054295 \\ &= 0.0037814121133019356\end{aligned}$$

Dengan nilai fitness yang diperoleh, dapat mengevaluasi seberapa baik rute yang dihasilkan oleh algoritma PSO. Semakin kecil total jarak yang ditempuh, semakin besar nilai fitness yang dihasilkan sehingga rute tersebut lebih optimal. Hal tersebut digunakan untuk membandingkan berbagai solusi terbaik dalam meminimalkan total jarak yang ditempuh.

Grafik pada gambar 3 menunjukkan bahwa algoritma PSO dapat bekerja secara optimal dalam menentukan rute wisata. Peningkatan yang signifikan pada nilai fitness di awal iterasi menjadi bukti bahwa algoritma yang dijalankan efektif dalam mengeksplorasi ruang solusi. Sementara itu stabilitas pada iterasi-iterasi akhir menunjukkan kemampuan algoritma PSO dalam menunjukkan kemampuannya dalam mengeksploitasi solusi terbaik yang dapat ditemukan.

Dari perhitungan nilai fitness pada 50 iterasi yang telah dilakukan kemudian didapat rute wisata paling optimal yang terdapat pada Gambar 4. dengan deskripsi urutan rute perjalanan yang dimulai dari Balai Kota Surabaya kemudian dilanjutkan ke Balai Kota Surabaya, Kenjeran Park, Taman Barunawati, Monumen Kapal Selam, Ciputra Waterpark, Food Junction Grand Pakuwon, Keraton Surabaya, Taman Flora Bratang Surabaya, Patung Sura dan Buaya, Taman Mundu, Patung Buddha Empat Rupa, Air Mancur Menari, Surabaya North Quay, Monumen Jalesveva Jayamahe, Kebun Bibit Wonorejo, Museum Kesehatan Dr. Adhyatma, Surabaya Museum (Gedung Siola), Hutan Bambu Keputih, Museum TNI AL Loka Jala Crana, House of Sampoerna, Gereja Perawan Maria Tak Berdosa Surabaya, Taman Hiburan Rakyat, Taman Ekspresi Dan Perpustakaan, Balai Kota Surabaya, Masjid Nasional Al-Akbar, Kebun Binatang Surabaya, Pantai Ria Kenjeran, Taman Kunang-Kunang, Taman Bungkul, Waterpark Kenjeran Surabaya, Museum De Javasche Bank, Monumen Tugu Pahlawan, Jembatan Merah, Museum Sepuluh Nopember Kota Surabaya, Taman Prestasi, Taman Buah Surabaya, Taman Air Mancur Menari Kenjeran, Taman Harmoni Keputih, Museum Mpu Tantular, Taman Pelangi, Monumen Bambu Runcing Surabaya, Taman Keputran, Rumah Batik, dan wisata terakhir Klenteng Sanggar Agung. Rute ini dipilih karena memiliki jarak tempuh total terpendek berdasarkan hasil perhitungan nilai fitness yang telah dilakukan oleh algoritma PSO. Namun, dalam hal lain rute ini tidak selamanya efektif untuk direalisasikan karena jarak yang dihasilkan tidak sesuai dengan kondisi geografis wilayah tersebut (Kota Surabaya). Hal ini dikarenakan jarak yang dihasilkan hanya dihitung berdasarkan nilai UTM atau nilai lintang dan bujur wilayah tersebut. Sehingga dapat disimpulkan bahwa meskipun nilai yang dihasilkan oleh algoritma PSO bersifat optimal, namun diperlukan pengkajian lebih lanjut agar nantinya hasil yang diperoleh dapat dijalankan sebagaimana tujuan dari adanya jurnal ini yaitu untuk menentukan rute wisata yang optimal di Kota Surabaya.

SIMPULAN

Berdasarkan penerapan Algoritma PSO untuk penentuan rute wisata di Kota Surabaya menggunakan Universal Transverse Mercator (UTM), maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut konversi koordinat geografis (latitude dan longitude) ke sistem koordinat UTM memberikan hasil yang akurat dan mempermudah perhitungan jarak antar tempat wisata. Penggunaan UTM memungkinkan perhitungan jarak yang lebih tepat, sehingga membantu dalam optimasi rute yang lebih efisien. PSO berhasil menemukan rute wisata yang optimal dengan nilai fitness atau total jarak tempuh minimum sebesar 0.0037814121133019356 atau 0.0038 pada iterasi ke-30 hingga ke-50. Rute wisata optimal yang dihasilkan mencakup sejumlah destinasi wisata utama di Surabaya, dimulai dari titik awal wisata yang dipilih oleh pengguna yaitu Balai Kota Surabaya dan berakhir di Klenteng Sanggar Agung. Algoritma PSO terbukti efektif dalam mengoptimalkan rute wisata di Kota

Surabaya. Program yang dihasilkan dapat membantu wisatawan merencanakan perjalanan yang efisien, memaksimalkan jumlah kunjungan, dan meminimalkan waktu perjalanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiman, I., Saori, S., Anwar, R., Fitriani, F., & Pangestu, M. (2021). Analisis Pengendalian Mutu di Bidang Industri Makanan (Studi Kasus: UMKM Mochi Kaswari Lampion Kota Sukabumi). *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(10), 2185-2190.
- Crhristianti, C., Hapsari, I., Prayoga, D. N. (2018). Perancangan Rute Perjalanan Wisata di Surabaya Dengan Menggunakan Angkutan Kota. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, .7(1), 3113-3130.
- Dalyono, Y. P., Herdiani, A., Rohmawati, A. A. (2017). Penentuan Rute Pariwisata Kota Bandung Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization. *e-Proceeding of Engineering*, 4(3), 4811-4817.
- Dempsey, C. (2023). *Universal Transverse Mercator (UTM) Coordinate System*. Retrieved from Geographyrealm: <https://www.geographyrealm.com/universal-transverse-mercator/>.
- Handoko, Y. (2020) Penentuan Rute Wisata Terbaik Menggunakan Metode Weighted Product. *Tugas Akhir Thesis*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Mukaromah, M. (2019). Penerapan Metode Fuzzy Sugeno untuk Menentukan Jalur Terbaik Menuju Lokasi Wisata di Surabaya. *Jurnal Matematika, Sains, dan Teknologi*, 20(2), 95-101.
- Nurany, F., & Fitriawardhani, T. (2024). Identifikasi Potensi Wisata Susur Sungai Kalimas Kota Surabaya. *PUBLICIANA*, 17(1), 1-11.
- Rizki, A. M., & Nurlaili, A. L. (2019). Algoritme *Particle Swarm Optimization* (PSO) untuk Optimasi Perencanaan Produksi Agregat Multi-Site pada Industri Tekstil Rumahan. *Journal of Computer, Electronic, and Telecommunication*, 1(2), 1-9.
- Sa'adah, A. N., & Imah, E. M. (2018). Sistem Informasi Rute Wisata di Kota Surabaya Menggunakan Algoritma Dijkstra dengan Graf Reduksi. *MATHunesa Jurnal Ilmiah Matematika*, 6(2), 107-115.