

**PENERAPAN K-MEANS DAN ALGORITMA GENETIKA UNTUK
MENYELESAIKAN MTSP
(STUDI KASUS PADA PERJALANAN MENUJU SELURUH SMA DI
KABUPATEN PROBOLINGGO)**

SKRIPSI



OLEH:

MUHAMMAD FAIZ NAILUN NI'AM

NIM : 1842200034

UNIVERSITAS NURUL JADID

PAITON PROBOLINGGO

FAKULTAS SOSIAL DAN HUMANIORA

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA

JUNI 2022

**PENERAPAN K-MEANS DAN ALGORITMA GENETIKA UNTUK
MENYELESAIKAN MTSP
(STUDI KASUS PADA PERJALANAN MENUJU SELURUH SMA DI
KABUPATEN PROBOLINGGO)**

SKRIPSI

DIAJUKAN KEPADA UNIVERSITAS NURUL JADID
PAITON PROBOLINGGO UNTUK MENYELESAIKAN
SALAH SATU PERSYARATAN DALAM MENYELESAIKAN
PROGRAM SARJANA PENDIDIKAN MATEMATIKA

OLEH :

MUHAMMAD FAIZ NAILUN NI'AM

NIM : 1842200034

UNIVERSITAS NURUL JADID
PAITON PROBOLINGGO
FAKULTAS SOSIAL DAN HUMANIORA
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA

JUNI 2022

ABSTRAK

MTSP

KATA PENGANTAR

Segenap puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat, karunia, dan rahmat yang diberikan oleh-Nya, sehingga penulis berkesempatan untuk menyelesaikan penelitian skripsi ini yang berjudul "Penerapan *K*-means dan Algoritma Genetika untuk Menyelesaikan MTSP".

Dalam penelitian dan penyusunan laporan ini, telah mendapatkan banyak bantuan, dukungan, bimbingan, serta do'a yang sangat berharga sehingga penulisan skripsi ini dapat berjalan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Oleh karena itu kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah memberikan dukungan dan membantu selama penyusunan skripsi ini.

1. Keluarga terutama orang tua yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan penelitian ini.
2. Bapak [[nama bapak hamid]] dan Ibu [[nama ibu shofia]] selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan tenaganya serta memberikan bimbingan, wawasan, dan ilmu yang sangat berharga dalam menyelesaikan penelitian ini.
3. Ibu [[nama bu olief]] selaku dosen penguji proposal yang telah memberikan masukan, nasehat, dan perbaikan pada proposal penelitian yang sebelumnya telah dibuat.
4. Seluruh teman-teman dari Prodi Matematika angkatan 2018 sebagai teman

seperjuangan dalam menyelesaikan skripsi yang juga saling memberikan semangat dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi.

5. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung terlibat dalam membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Kami menyadari bahwa dalam penelitian ini masih terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu kami menerima dengan baik segala kritik dan masukan yang dapat membangun bagi kami. Kami berharap skripsi ini dapat memberi manfaat bagi banyak pihak.

Probolinggo, 26 Mei 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	ii
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian dan Pengembangan	2
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Masalah Penelitian	3

II KAJIAN PUSTAKA	5
A. Penelitian Relevan	5
B. Dasar Teori	6
1. <i>Multiple Traveling Salesman Problem</i>	6
2. Algoritma	7
3. Algoritma <i>k</i> -means	8
4. Algoritma Genetika	9
III KERANGKA TEORITIK DAN PENGEMBANGAN	10
A. Model Penelitian dan Pengembangan	10
B. Prosedur Penelitian dan Pengembangan	11
1. Data Penelitian	11
2. Instrumen Pendukung	11
3. Langkah-langkah Dalam Tahap Pengolahan Data	13
IV HASIL	16
A. Penyajian Data Uji Coba	16
B. Analisis Data	16
C. Revisi Produk	16
V PENUTUP	17
A. Kesimpulan	17

B. Saran	17
DAFTAR PUSTAKA	18
LAMPIRAN	21
RIWAYAT HIDUP	23

DAFTAR GAMBAR

II.1	Solusi MTSP dengan membagi menjadi 6 klaster	7
II.2	Solusi MTSP dengan membagi menjadi 5 klaster	7
III.1	Visualisasi data menggunakan jupyter notebook	12
III.2	Menandai beberapa lokasi pada google earth	13
III.3	Mengekspor data dan menjadikannya ke format excel	14

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kabupaten Probolinggo adalah salah satu dari beberapa kabupaten yang sedang berkembang di provinsi Jawa Timur. Banyak sekolah-sekolah menengah yang tersebar di Kabupaten Probolinggo. Oleh karena itu jika ada sebuah instansi yang akan menyebarkan barang, pamflet atau undangan kepada sekolah-sekolah tersebut diperlukanlah sebuah rute yang paling pendek agar dapat mempermudah perjalanan.

Selama bertahun-tahun, telah banyak penelitian tentang *Multiple Traveling Salesman Problem* (MTSP). Berbagai metode telah digunakan untuk mencari solusi MTSP, salah satunya adalah Algoritma Genetika (AG), ada banyak upaya untuk menggunakan AG dalam pengklasteran, metode ini dapat menemukan solusi lebih cepat daripada beberapa algoritma lain yang digunakan untuk pengklasteran [6]. Kemampuan menemukan solusi dari AG dimanfaatkan untuk mencari pusat klaster yang sesuai di ruang fitur sedemikian rupa sehingga kesamaan dari klaster yang dihasilkan dioptimalkan [9]. Ada juga upaya untuk menggunakan metode paralel untuk TSP untuk meningkatkan efisiensi [7]. Namun, menurut Zhang efisiensi AG akan menurun dengan cepat jika digunakan pada skala kota besar [16].

Penggunaan AG dan algoritma k -means adalah metode yang efektif untuk

menyelesaikan MTSP, selain itu juga dapat menghindari persilangan antar salesman seperti yang dibahas oleh Lu pada artikelnya [8]. Dari gabungan semua perspektif tersebut, dalam proposal ini, digunakanlah AG dan k -means untuk menyelesaikan kasus pembagian klaster dan pencarian rute terdekat tiap klaster di seluruh SMP di Kabupaten Probolinggo.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, maka rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana cara mencari solusi *multiple traveling salesman problem* dengan k -means dan algoritma genetika?
2. Bagaimana pembagian klaster dan penentuan rute terdekat menuju seluruh SMA di Kabupaten Probolinggo?

C. Tujuan Penelitian dan Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk:

1. Mengetahui cara menemukan solusi *multiple traveling salesman problem* dengan k -means dan algoritma genetika.
2. Menemukan solusi pembagian klaster dan penentuan rute terdekat menuju seluruh SMA di Kabupaten Probolinggo.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Bagi Penulis, mengetahui cara menyelesaikan kasus *Multiple Traveling Salesman Problem* yang telah dipelajari yaitu dengan menggunakan metode *K-Means Clustering* dan Algoritma Genetika serta penulis dapat mengembangkan ilmu pemrograman python pada komputer.
2. Bagi Program Studi Pendidikan Matematika, menambah ilmu mengenai metode optimasi dan pencarian rute terdekat yang dapat diterapkan serta dipelajari kembali oleh mahasiswa pendidikan matematika untuk tahun-tahun selanjutnya, serta mengetahui rute-rute terdekat untuk menuju ke seluruh SMA di Kabupaten Probolinggo.
3. Bagi Masyarakat, dapat menggunakan metode tersebut untuk menyelesaikan kasus *Multiple Traveling Salesman Problem*, seperti penyebaran pestisida, pengintaian musuh pada militer, pendistribusian barang, dan lain-lain.

E. Batasan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang penelitian dan tujuan penelitian, batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. MTSP pada skripsi ini menggunakan 1 kota asal dan setiap salesman akan berangkat dan kembali pada simpul kota yang sama.
2. MTSP pada skripsi ini menggunakan menggunakan k -means untuk pengklasteraan dan algoritma genetika untuk menentukan rute terdekatnya.
3. Banyak titik tujuan selalu lebih besar dari setiap salesman.
4. Titik tujuan merupakan seluruh SMA di Kabupaten Probolinggo baik negeri maupun swasta.
5. Setiap titik tujuan diasumsikan selalu terhubung dan berjalan lurus
6. Tidak ada prioritas kota mana saja yang dilalui terlebih dahulu

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Penelitian Relevan

Ada beberapa hasil penelitian sebelumnya yang memiliki keterkaitan dengan penelitian ini. Penelitian berjudul "Applying K-means and Genetic Algorithm for Solving MTSP" [8]. Penelitian tersebut membahas tentang persilangan jalur antar tiap salesman yang dapat dihindari dengan menggunakan algoritma genetika dan *k*-means. Dari penelitian tersebut dihasilkan bahwa dengan penggunaan algoritma genetika dan *k*-means untuk menyelesaikan MTSP dapat meminimalisir terjadinya tabrakan antar salesman.

Penelitian kedua berjudul "Optimasi *Multiple Travelling Salesman Problem* (MTSP) Pada Penentuan Rute Optimal Penjemputan Penumpang *Travel* Menggunakan Algoritme Genetika" [13]. Penelitian tersebut membahas tentang permasalahan MTSP yaitu beberapa orang salesman yang akan berangkat dari kantor *travel* menuju ke alamat penjemputan masing-masing penumpang. Pada permasalahan tersebut menggunakan representasi permutasi, proses reproduksi *crossover* dengan *one cut point crossover*, proses mutasi dengan *exchange mutation*, dan proses seleksi dengan *elitism selection*.

Mayuliana, N. K., Kencana, E. N., dan Harini, L. P. I. dalam artikelnya yang

berjudul “Penyelesaian Multitraveling Salesman Problem dengan Algoritma Genetika” [11], mempelajari tentang kinerja algoritma genetika berdasarkan jarak minimum dan waktu pemrosesan yang diperlukan untuk 10 kali pengulangan untuk setiap kombinasi kota penjual. Artikel karangan Al-Khateeb, B., dan Yousif, M. berjudul "*SOLVING MULTIPLE TRAVELING SALESMAN PROBLEM BY MEERKAT SWARM OPTIMIZATION ALGORITHM*" [2] dalam artikel ini mengusulkan algoritma metaheuristik yang disebut algoritma *Meerkat Swarm Optimization* (MSO) untuk memecahkan MTSP dan menjamin solusi berkualitas baik dalam waktu yang wajar untuk masalah kehidupan nyata.

B. Dasar Teori

1. *Multiple Traveling Salesman Problem*

Menurut Al-Omeer dan Ahmed, *Multiple Travelling Salesman Problem* (MTSP) adalah salah satu kombinatorial optimasi masalah, yang dapat didefinisikan sebagai berikut: Ada m jumlah salesman yang harus melakukan perjalanan ke n sejumlah kota dimulai dengan depot dan berakhir di depot yang sama [3]. Selanjutnya para salesman harus melakukan perjalanan dari satu kota ke kota lain secara terus menerus tanpa mengulang kota mana saja yang telah dilintasi oleh para salesman dan mempertimbangkan jalur terpendek selama perjalanan tersebut. Metode MTSP sebenarnya banyak sekali, namun yang digunakan dalam penelitian ini adalah algoritma genetika dan algoritma

k -means.

Contoh solusi MTSP:

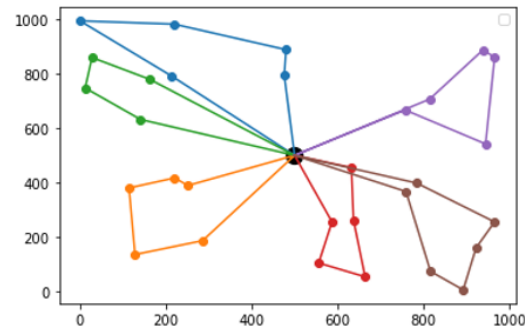


Figure II.1: Solusi MTSP dengan membagi menjadi 6 klaster

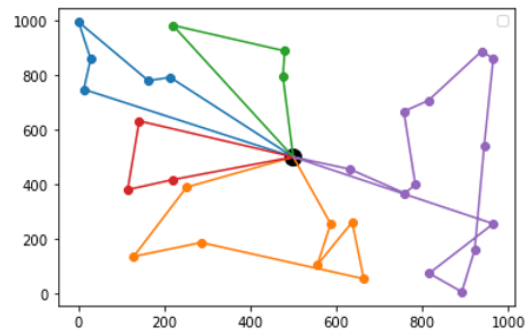


Figure II.2: Solusi MTSP dengan membagi menjadi 5 klaster

2. Algoritma

Maulana menyebutkan dalam artikelnya algoritma adalah kumpulan perintah untuk menyelesaikan suatu masalah dan diselesaikan dengan cara sistematis, terstruktur dan logis [10]. Algoritma digunakan untuk memecahkan permasalahan yang dialami oleh seorang pengguna program.

3. Algoritma *k*-means

K-Means adalah jenis metode klasifikasi tanpa pengawasan yang mempartisi item data menjadi satu atau lebih kluster [1]. *K*-Means mencoba untuk memodelkan suatu dataset ke dalam kluster-kluster sehingga item-item data dalam suatu kluster memiliki karakteristik yang sama dan memiliki karakteristik yang berbeda dengan cluster lainnya.

Menurut S Monalisa [12] tahapan mengkluster menggunakan algoritma *k*-means adalah sebagai berikut:

1. Menentukan banyak kluster sesuai dengan keinginan
2. Pilih beberapa *centroid* secara acak sesuai banyak kluster
3. Hitung jarak titik ke centroid dengan rumus *euclidean distance*

$$d_{xy} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (\text{II.1})$$

4. Titik-titik yang tersebar masuk ke kluster yang sama dengan titik *centroid* yang paling dekat
5. Perbarui *centroid* dengan menghitung nilai rata-rata nilai pada masing-masing kluster
6. Lakukan iterasi sebanyak mungkin dengan kembali ke tahapan 3 sampai tidak ada perubahan kluster atau perubahan nilai *centroid*

4. Algoritma Genetika

Pada artikel Hermanto disebutkan bahwa algoritma genetika adalah algoritma yang digunakan untuk mencari solusi suatu permasalahan dengan cara yang lebih alami yang terinspirasi dari teori evolusi [5]. Dalam hal ini, algoritma genetika dapat juga digunakan untuk pencarian sebuah rute terpendek dalam sebuah kasus perjalanan.

Menurut Armanda RS [4] dalam artikelnya menyampaikan penyelesaian masalah menggunakan algoritma genetika memerlukan beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Menyiapkan populasi, dalam penelitian ini yang digunakan adalah data yang telah diklaster menggunakan algoritma *k*-means
2. Melakukan reproduksi dengan crossover dan mutasi pada pembentukan awal populasi
3. Seleksi dengan metode elitism
4. Menentukan nilai fitness agar mendapatkan solusi akhir yang optimal. Berikut merupakan persamaan perhitungan dalam mengetahui nilai fitness pada metode algoritma genetika

$$fitness = \frac{10000}{RMSE} \quad (II.2)$$

5. Iterasi dilakukan untuk generasi berikutnya.

BAB III

KERANGKA TEORITIK DAN PENGEMBANGAN

A. Model Penelitian dan Pengembangan

Research and Development (R&D) atau penelitian dan pengembangan adalah suatu metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk [14]. Berdasarkan pendapat tersebut, metode *Research and Development (R&D)* atau penelitian dan pengembangan dalam bidang pendidikan merupakan penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan atau mengembangkan dan memvalidasi suatu produk pendidikan secara efektif. Model penelitian dan pengembangan dalam skripsi ini melalui tahapan sebagai berikut:

1. Tahap pengumpulan data, kegiatan yang dilakukan pada tahap pertama adalah peneliti mengumpulkan data. Pada tahap ini peneliti juga mencari informasi data, yaitu membaca artikel penelitian sebelumnya yang berkaitan dan juga menyiapkan alat bantu atau aplikasi yang akan digunakan untuk membantu pengolahan data. Dari tahap ini data akan dikumpulkan untuk kemudian melanjutkan ke tahapan selanjutnya.
2. Tahap pengolahan data, pada tahap ini penulis mulai mengolah data yang telah dikumpulkan sebelumnya untuk di olah dan dari tahap ini akan dilakukan ujicoba untuk mengetahui keefektifan suatu produk.

3. Tahap analisis, setelah mendapatkan hasil uji coba peneliti mulai menganalisis hasil, menjabarkan, serta mengevaluasinya.
4. Tahap implementasi, pada tahap terakhir ini penelitian yang telah dievaluasi dapat digunakan dan diterapkan pada tempat penelitian.

B. Prosedur Penelitian dan Pengembangan

1. Data Penelitian

Berdasarkan studi kasus dalam skripsi ini, data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data koordinat dari seluruh SMA di Kabupaten Probolinggo. Data nama-nama sekolah dikumpulkan dari <https://data.sekolah-kita.net>, dan data koordinat dikumpulkan melalui aplikasi Google Earth yang dapat diunduh langsung ke dalam bentuk excel. Waktu yang diperlukan peneliti untuk mengumpulkan data dari web tersebut kurang lebih sekitar satu bulan.

2. Instrumen Pendukung

1. Python

Dalam penelitian ini akan digunakan bahasa pemrograman python untuk mempermudah pengerjaan. Bahasa python adalah bahasa pemrograman baru di masa sekarang, karena dalam bahasa ini lebih simple dan singkat dalam membuat program [15]. Bahasa pemrograman ini merupakan bahasa pemrograman yang pal-

ing mudah dipelajari dari pada bahasa pemrograman yang lain. Serta dalam bahasa pemrograman ini dapat menjalankan beberapa rumus matematika di dalamnya. Selain itu bahasa Python telah digunakan secara luas, dan masuk dalam 3 besar bahasa pemrograman yang digunakan dalam beberapa tahun belakangan.

2. Jupyter Notebook

Jupyter Notebook adalah aplikasi web gratis yang digunakan untuk membuat dan membagikan dokumen yang memiliki kode, hasil hitungan, visualisasi, dan teks. Notebook ini juga mendukung 3 bahasa pemrograman salah satunya adalah bahasa pemrograman python. Banyak kelebihan yang disajikan dari aplikasi ini salah satunya adalah visualisasi data, mendokumentasikan kode, dan menjalankan kode dalam setiap sel.

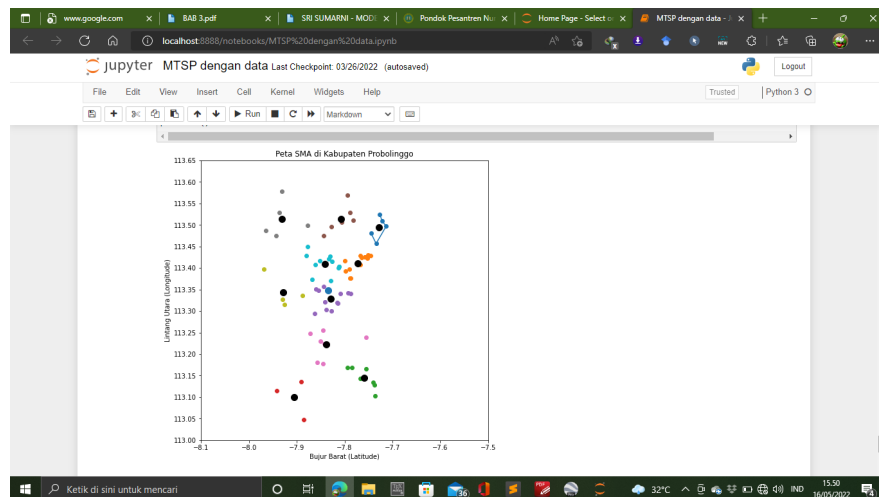
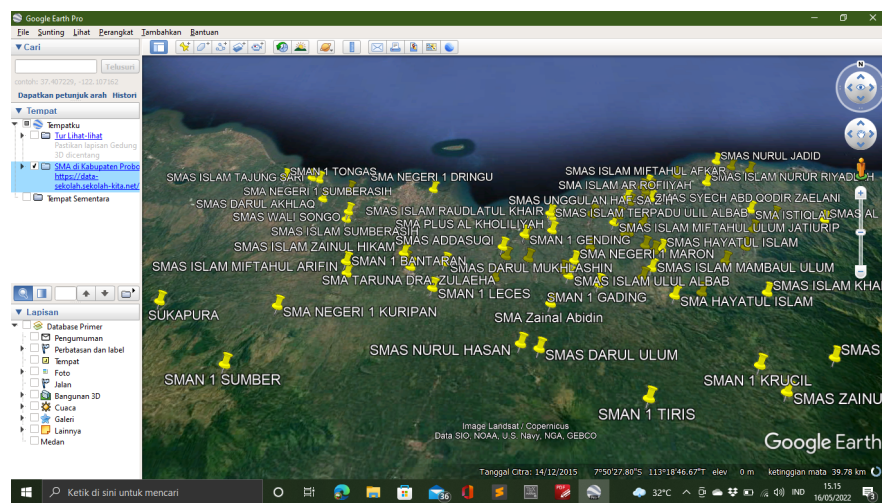


Figure III.1: Visualisasi data menggunakan jupyter notebook

3. Google Earth



3. Langkah-langkah Dalam Tahap Pengolahan Data

1. Menyiapkan data yang telah dikumpulkan sebelumnya.
2. Selanjutnya menentukan jumlah kluster yaitu sebanyak n kluster. Data yang telah dikumpulkan pada tahap ini akan dibagi menjadi beberapa kluster, metode yang digunakan algoritma k -means.
3. Langkah-langkah yang digunakan dalam metode k -means adalah sebagai berikut

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

Nama Sekolah	Latitude (Sumbu X)	Longitude (Sumbu Y)	Klaster	Urutan
SMAN 1 SUMBER	-7,94	113,11	D	
SMAN 1 SUKAPURA	-7,89	113,09	D	
SMAN 1 BANTARAN	-7,84	113,18	G	
SMA ISLAM MIFTAHUL ARIFIN	-7,86	113,18	G	
SMA TARUNA DRA. ZULAEHA	-7,85	113,23	G	
SMAN 1 LEDES	-7,87	113,25	G	
SMA ISLAM ZAINUL HIKAM	-7,84	113,22	G	
SMA IT KYAI SEKAR AL AMRI	-7,84	113,22	G	
SMA DARUL MUKHLASHIN	-7,85	113,26	G	
SMA ISLAM MIFTAHUL ULUM GUNUNG GENI	-7,86	113,29	E	
SMA NAZHATUT THOLIBIN	-7,84	113,30	E	
SMA ADASUJO	-7,83	113,30	E	
SMA ISLAM RADEN FATAH	-7,84	113,32	E	
SMAN 1 TIRIS	-7,97	113,40	I	
SMA DARUL ULUM	-7,93	113,33	I	
SMA NURUL HASAN	-7,93	113,31	I	
SMA HAYATUL ISLAM	-7,88	113,43	J	
SMAN 1 KRUCIL	-7,94	113,48	H	
SMA ISLAM AR ROHMAH	-7,93	113,58	H	11
SMA ISLAM NURUL HUDA	-7,94	113,53	H	10
SMA ZAINUL HASAN 2 KRUCIL	-7,96	113,49	H	
SMA ISLAM AL FALAK	-7,93	113,43	I	

Figure III.3: Mengekspor data dan menjadikannya ke format excel

(a) Memilih sebanyak n *centroid* secara acak, sesuai dengan berapa banyak salesman yang akan ditugaskan

(b) Menghitung jarak data ke *centroid* dengan rumus *euclidean distance*

$$d_{xy} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (\text{III.1})$$

(c) Titik-titik lokasi yang tersebar merupakan klaster yang sama dengan titik *centroid* paling dekat

(d) Perbarui *centroid* tiap klaster yang dihasilkan dengan menghitung nilai ko-ordinat rata-rata titik nilai pada masing-masing klaster.

(e) Iterasi dilakukan untuk generasi berikutnya sampai yaitu dengan kembali ke tahapan (b) sampai tidak ada perubahan klaster atau perubahan nilai *centroid*

4. Selanjutnya melakukan proses TSP pada setiap klaster yang telah dibagi, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

- (a) Membuat populasi awal secara random menggunakan data yang telah diklaster
- (b) Melakukan reproduksi dengan metode *crossover* dengan peluang 0,95
- (c) Melakukan mutasi pada data dengan peluang 0,01
- (d) Selanjutnya seleksi dengan mode eliminasi
- (e) Menentukan nilai fitness agar mendapatkan solusi akhir yang optimal dengan rumus:

$$fitness = \frac{10000}{RMSE} \quad (III.2)$$

- (f) Iterasi dilakukan dengan cara kembali ke tahapan b untuk generasi berikutnya sampai hasil yang dilakukan optimal atau mendekati optimal.
5. Ketika proses diatas selesai dilakukan maka dihasilkanlah pembagian klaster dan rute terdekat tiap klaster menuju seluruh SMP di Kabupaten Probolinggo
6. Mengevaluasi data yang dihasilkan

BAB IV

HASIL

A. Penyajian Data Uji Coba

B. Analisis Data

C. Revisi Produk

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

B. Saran

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agusta, Y. (2007). K-means–penerapan, permasalahan dan metode terkait. *Jurnal Sistem dan informatika*, 3(1):47–60.
- [2] Al-Khateeb, B. and Yousif, M. (2019). Solving multiple traveling salesman problem by meerkat swarm optimization algorithm. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 54(3).
- [3] Al-Omeer, M. A. and Ahmed, Z. H. (2019). Comparative study of crossover operators for the mtsp. In *2019 International Conference on Computer and Information Sciences (ICCIS)*, pages 1–6. IEEE.
- [4] Armanda, R. S. and Mahmudy, W. F. (2016). Penerapan algoritma genetika untuk penentuan batasan fungsi kenggotaan fuzzy tsukamoto pada kasus peramalan permintaan barang. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 3(3):169–173.
- [5] Hermawanto, D. (2003). Algoritma genetika dan contoh aplikasinya. *Retrieved*, 10(25):2013.
- [6] Krishna, K. and Murty, M. N. (1999). Genetic k-means algorithm. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, 29(3):433–439.
- [7] Li, L., Zhang, K., Yang, S., and He, J. (2016). Parallel hybrid genetic algorithm

for maximum clique problem on opencl. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, 13(6):3595–3600.

- [8] Lu, Z., Zhang, K., He, J., and Niu, Y. (2016). Applying k-means clustering and genetic algorithm for solving mtsp. pages 278–284.
- [9] Maii, U. and Bandyopadhyay, S. (2000). Genetic algorithm-based clustering technique. j. *Pattern Recogn*, 33:1455–1465.
- [10] Maulana, G. G. et al. (2017). Pembelajaran dasar algoritma dan pemrograman menggunakan el-goritma berbasis web. *J. Tek. Mesin*, 6(2):8.
- [11] Mayuliana, N. K., Kencana, E. N., and Harini, L. P. I. (2015). Penyelesaian multi traveling salesman problem dengan algoritma genetika. *E-Jurnal Mat*, 6(1):1–6.
- [12] Monalisa, S. (2018). Klasterisasi customer lifetime value dengan model lrfm menggunakan algoritma k-means. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, 5(2):247–252.
- [13] Raditya, P. M. R. and Dewi, C. (2017). Optimasi multiple travelling salesman problem (m-tsp) pada penentuan rute optimal penjemputan penumpang travel menggunakan algoritme genetika. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN*, 2548:964X.
- [14] Sugiyono, D. (2016). Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan r&d.

- [15] Syahrudin, A. N. and Kurniawan, T. (2018). Input dan output pada bahasa pemrograman python. *Jurnal Dasar Pemrograman Python Stmik, January*, pages 1–7.
- [16] Zhang, K., Yang, S., Qiu, M., et al. (2014). Parallel genetic algorithm with openc1 for traveling salesman problem. In *Bio-Inspired Computing-Theories and Applications*, pages 585–590. Springer.

Lampiran 1 Daftar Hadir Peserta

Lampiran 2 Instrumen Penelitian

RIWAYAT HIDUP