



SKRIPSI

**IDENTIFIKASI KLASTER WILAYAH RAWAN
DEMAM BERDARAH DENGUE DENGAN
PENDEKATAN SPATIAL '*K*'LUSTER ANALYSIS
BY TREE EDGE REMOVAL (SKATER) DI
KABUPATEN LAMONGAN**

CAHYA EKA MELATI
NPM 22083010090

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T.
Muhammad Nasrudin. M.Stat.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI SAINS DATA
SURABAYA
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

**IDENTIFIKASI KLASTER WILAYAH RAWAN DEMAM BERDARAH
DENGUE DENGAN PENDEKATAN SPATIAL 'K'LUSTER ANALYSIS BY
TREE EDGE REMOVAL (SKATER) DI KABUPATEN LAMONGAN**

Oleh:

Cahya Eka Melati
NPM. 22083010090

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Tim Penguji Sidang Skripsi Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur pada Tanggal 9 Juni 2026:

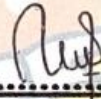
Menyetujui,

Dr.Ir.Mohammad Idhom, S.P.,S.Kom., M.T.
NIP.19830310 2021211 006



..... (Pembimbing I)

Muhammad Nasrudin, M.Stat.
NIP.19960909 202406 1 002



..... (Pembimbing II)

Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom.
NIP.19920909 202203 2 009



..... (Ketua Penguji)

Amri Muhaimin, S.Stat., M.Stat., M.S.
NIP.19950723 202406 1 002



..... (Penguji I)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer



Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT.
NIP. 19681126 199403 2 001

LEMBAR PERSETUJUAN

**IDENTIFIKASI KLASTER WILAYAH RAWAN DEMAM BERDARAH
DENGUE DENGAN PENDEKATAN *SPATIAL* 'K'LUSTER ANALYSIS BY
TREE EDGE REMOVAL (SKATER) DI KABUPATEN LAMONGAN**

Oleh:
CAHYA EKA MELATI
NPM. 22083010090

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi



Menyetujui,

**Plt. Koordinator Program Studi Sains Data
Fakultas Ilmu Komputer**

Dr. I Gede Susrama Mas Divasa, ST., MT.
NIP. 19700619 2021211 009

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Cahya Eka Melati
NPM : 22083010090
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Sains Data
Fakultas : Fakultas Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila di kemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Surabaya, 9 Juni 2026
Yang Membuat Pernyataan,



CAHYA EKA MELATI
NPM. 22083010090

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Cahya Eka Melati / 22083010090
Judul Skripsi : Identifikasi Klaster Wilayah Rawan Demam Berdarah Dengue Dengan Pendekatan *Spatial 'K'luster Analysis by Tree Edge Removal* (SKATER) di Kabupaten Lamongan
Dosen Pembimbing : 1. Dr.Ir.Mohammad Idhom, S.P, S.Kom., M.T.
2. Muhammad Nasrudin, M.Stat.

Demam Berdarah Dengue (DBD) masih menjadi permasalahan kesehatan masyarakat di Indonesia dengan jumlah kasus yang terus meningkat setiap tahun. Kabupaten Lamongan merupakan salah satu daerah di Provinsi Jawa Timur yang mengalami peningkatan kasus DBD dengan distribusi antarkecamatan yang tidak merata. Kondisi tersebut menunjukkan pentingnya analisis spasial untuk mengidentifikasi pola persebaran penyakit dan menentukan wilayah prioritas penanganan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi klaster wilayah rawan DBD di Kabupaten Lamongan menggunakan *metode Spatial 'K'luster Analysis by Tree Edge Removal* (SKATER). Data penelitian meliputi *Incidence Rate* (IR) DBD, kepadatan penduduk, luas wilayah, persentase sanitasi layak, persentase pengelolaan sampah rumah tangga (PSRT), dan curah hujan pada 27 kecamatan di Kabupaten Lamongan. Analisis *Moran's I* menunjukkan bahwa sebagian besar variabel memiliki autokorelasi spasial yang signifikan. Penentuan jumlah klaster optimal dilakukan menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO) dan *Adaptive Particle Swarm Optimization* (APSO). Hasil penelitian menunjukkan jumlah klaster optimal sebanyak lima klaster dengan nilai *Sum of Squared Error* (SSE) sebesar 84.1297. Klaster yang terbentuk terdiri atas kategori sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Kecamatan Ngimbang termasuk kategori sangat rendah, sedangkan Kecamatan Karangbinangun termasuk kategori sangat tinggi. Hasil penelitian juga diimplementasikan dalam aplikasi berbasis *Graphical User Interface* (GUI) untuk mempermudah visualisasi dan interpretasi hasil klasterisasi. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode SKATER yang dioptimasi menggunakan PSO dan APSO mampu menghasilkan pengelompokan wilayah rawan DBD yang representatif secara spasial sehingga dapat digunakan sebagai dasar penentuan prioritas intervensi dan pengambilan kebijakan pengendalian DBD di Kabupaten Lamongan.

Kata Kunci: Demam Berdarah Dengue, Klasterisasi Spasial, SKATER, PSO, APSO

ABSTRACT

Student Name / NPM : Cahya Eka Melati / 22083010090
Undergraduate thesis title : *Identification of Dengue Hemorrhagic Fever Prone Area Clusters Using the Spatial 'K'luster Analysis by Tree Edge Removal (SKATER) Method in Lamongan Regency*
Advisors : 1. *Dr.Ir.Mohammad Idhom, S.P, S.Kom., M.T.*
2. *Muhammad Nasrudin, M.Stat.*

Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) remains a public health problem in Indonesia, with the number of cases continuing to increase each year. Lamongan Regency is one of the regions in East Java Province experiencing an increase in DHF cases with uneven distribution across sub-districts. This condition highlights the importance of spatial analysis to identify disease distribution patterns and determine priority areas for intervention. This study aims to identify clusters of DHF-prone areas in Lamongan Regency using the Spatial 'K'luster Analysis by Tree Edge Removal (SKATER) method. The research data include Dengue Incidence Rate (IR), population density, area size, percentage of proper sanitation, percentage of household waste management (PSRT), and rainfall across 27 sub-districts in Lamongan Regency. Moran's I analysis showed that most variables had significant spatial autocorrelation. The optimal number of clusters was determined using Particle Swarm Optimization (PSO) and Adaptive Particle Swarm Optimization (APSO). The results showed that the optimal number of clusters was five, with a Sum of Squared Error (SSE) value of 84.1297. The resulting clusters were categorized into very low, low, moderate, high, and very high vulnerability levels. Ngimbang Sub-district was classified as very low vulnerability, while Karangbinangun Sub-district was classified as very high vulnerability. The research results were also implemented in a Graphical User Interface (GUI)-based application to facilitate visualization and interpretation of the clustering results. This study demonstrates that the SKATER method optimized using PSO and APSO can produce spatially representative clustering of DHF-prone areas, which can be used as a basis for determining intervention priorities and supporting decision-making in DHF control policies in Lamongan Regency.

Keywords: *Dengue Hemorrhagic Fever, Spatial Clustering, SKATER, PSO, APSO*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	9
1.3. Batasan Masalah.....	9
1.4. Tujuan Penelitian.....	9
1.5. Manfaat Penelitian.....	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1. Penelitian Terdahulu.....	11
2.2. Kerangka Teori.....	18
2.2.1. Demam Berdarah Dengue	19
2.2.2. Analisis Spasial.....	21
2.2.3. Klastering Spasial	21
2.2.4. <i>K-Nearest Neighbor</i> (KNN)	22
2.2.5. Uji <i>Indeks Moran's</i>	23
2.2.6. Struktur Data Graf	25
2.2.7. SKATER Klastering	26
2.2.8. <i>Particle Swarm Optimization</i> (PSO).....	29

2.2.9. <i>Adaptive Particle Swarm Optimization</i> (APSO)	32
2.2.10. Evaluasi Kualitas Kluster	34
2.2.11. GUI.....	38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	39
3.1. Variabel Penelitian dan Sumber Data.....	39
3.2. Langkah Analisis	42
3.3. Desain Sistem.....	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	55
4.1. Pengumpulan Data	55
4.2. <i>Preprocessing</i> Data	56
4.2.1. Merubah Nama Kolom Variabel.....	56
4.2.2. Pengecekan Nama Kecamatan.....	57
4.2.3. Perbaikan Nama Kecamatan Yang Tidak Sama dan Pengecekan Ulang	59
4.2.4. Penggabungan Data Penelitian dan Data <i>Shapefile</i>	60
4.2.5. Transformasi Sistem Koordinat ke UTM.....	62
4.2.6. Statistika Deskriptif.....	64
4.3. Membentuk <i>K-Nearest Neighbor</i> (KNN)	68
4.3.1. Standarisasi Data.....	69
4.3.2. <i>K-Nearest Neighbor</i> (KNN)	71
4.4. Uji Moran's I.....	72
4.5. Graf Berbobot.....	76
4.6. <i>Minimum Spanning Tree</i> (MST)	79
4.7. Optimasi Jumlah Kluster PSO dan APSO	81
4.7.1. <i>Particle Swarm Optimization</i> (PSO).....	81
4.7.2. <i>Adaptive Particle Swarm Optimization</i> (APSO)	92
4.7.3. Evaluasi Optimasi PSO dan APSO	101
4.8. Partisi <i>Minimum Spanning Tree</i> (MST)	103
4.9. Evaluasi Kluster.....	107
4.9.1. Perbandingan SKATER vs <i>Hierarchical Clustering</i>	111

4.10. Analisis Hasil Kluster	112
4.10.1. Rata-Rata Variabel Tiap Kluster.....	113
4.10.2. Uji Perbedaan Karakteristik Antar Kluster.....	114
4.10.3. Interpretasi Karakteristik Setiap Kluster	118
4.11. <i>Graphical User Interface</i> (GUI)	122
4.11.1. Halaman Home	123
4.11.2. Halaman Input Data	124
4.11.3. Halaman <i>Preprocessing</i>	125
4.11.4. Halaman SKATER.....	126
4.11.5. Halaman Hasil	127
BAB V PENUTUP	129
5.1. Kesimpulan	129
5.2. Saran Pengembangan.....	131
DAFTAR PUSTAKA	133
LAMPIRAN	137

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Graf Berbobot [28].....	25
Gambar 2.2. MST [31]	27
Gambar 2.3. Partisi MST [32]	29
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	42
Gambar 3.2. Diagram Alir Optimasi PSO.....	46
Gambar 3.3. Diagram Alir Optimasi APSO	48
Gambar 3.4. Halaman <i>Home Page</i>	51
Gambar 3.5. Halaman <i>Input Data</i>	52
Gambar 3.6. Halaman <i>Preprocessing</i>	53
Gambar 3.7. Halaman SKATER.....	53
Gambar 3.8. Halaman Hasil Klaster	54
Gambar 4.1. Peta Sebaran Variabel	67
Gambar 4.2. Visualisasi Graf Berbobot	79
Gambar 4.3. Visualisasi MST.....	80
Gambar 4.4. Visualisasi Partisi MST	105
Gambar 4.5. Visualisasi Peta Klaster Wilayah Rawan DBD	107
Gambar 4.6. Visualisasi Boxplot Setiap Variabel	117
Gambar 4.7. Tampilan Halaman <i>Home</i>	124
Gambar 4.8. Tampilan Halaman <i>Input Data</i>	125
Gambar 4.9. Tampilan Halaman <i>Preprocessing</i>	125
Gambar 4.10. Tampilan Halaman SKATER	126
Gambar 4.11. Tampilan Halaman Hasil.....	127

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	11
Tabel 3.1. Variabel Penelitian	39
Tabel 3.2. Struktur Data	42
Tabel 4.1. Dataset Penelitian	55
Tabel 4.2. Merubah Nama Kolom	57
Tabel 4.3. Kecamatan Yang Tidak Cocok	59
Tabel 4.4. Hasil Penggabungan Data	61
Tabel 4.5. Koordinat Centroid Kecamatan	63
Tabel 4.6. Statistika Deskriptif Variabel Penelitian	64
Tabel 4.7. Hasil Standarisasi Data	70
Tabel 4.8. Hasil Uji Moran's I	75
Tabel 4.9. Representasi Indeks Posisi Partikel terhadap Jumlah Kluster	87
Tabel 4.10. Posisi Awal Partikel pada Iterasi Pertama	87
Tabel 4.11. Nilai SSE Setiap Partikel pada Iterasi Pertama	88
Tabel 4.12. Hasil Iterasi PSO	90
Tabel 4.13. Hasil Akhir Optimasi PSO	91
Tabel 4.14. Hasil Iterasi APSO	99
Tabel 4.15. Hasil Akhir APSO	100
Tabel 4.16. Evaluasi Hasil PSO dan APSO	102
Tabel 4.17. Hasil Pengelompokan Kecamatan Berdasarkan Kluster	106
Tabel 4.18. Hasil Evaluasi Model SKATER	110
Tabel 4.19. Perbandingan SKATER vs <i>Hierarchical Clustering</i>	111
Tabel 4.20. Rata-Rata Tiap Variabel	113
Tabel 4.21. Rata-Rata Variabel Tiap Kluster	114
Tabel 4.22. Hasil Uji MANOVA	114
Tabel 4.23. Hasil Uji ANOVA	115

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Dataset</i>	137
Lampiran 2. <i>Source Code Program</i>	138
Lampiran 3. <i>Source Code GUI</i>	139
Lampiran 4. <i>LoA Jurnal Sinta</i>	140

DAFTAR NOTASI

I	:	Indeks Moran's
$E(I)$:	Nilai harapan (ekspektasi) dari I
$Var(I)$:	Varians dari I
n	:	Banyaknya lokasi kejadian
x_i	:	Nilai pada lokasi i
x_j	:	Nilai pada lokasi j
\bar{x}	:	Rata-rata dari variabel x
W_{ij}	:	Elemen pada matriks pembobot spasial lokasi i dan j
S_0	:	Jumlah total elemen pada matriks bobot spasial
d_e	:	Jarak <i>Euclidian</i>
x_{ik}	:	Nilai Peubah ke- k pada lokasi ke- i
x_{jk}	:	Nilai Peubah ke- k pada lokasi ke- j
$x_i x_i$:	Dua lokasi yang jaraknya dihitung
n	:	Jumlah variabel yang diamati
$f(x)$:	Fungsi Vektor Masukan
m	:	Jumlah Variabel
C_k	:	Himpunan objek spasial yang termasuk dalam kluster ke- k
x_{ij}	:	Nilai variabel ke- j dari objek spasial ke- i
$\overline{x_{jk}}$:	Rata-rata variabel ke- j untuk seluruh objek dalam kluster k
$Q(\Pi)$:	Nilai yang berkaitan dengan kualitas dari partisi Π
SSD_k	:	Jumlah kuadrat deviasi dalam kluster ke- k
E	:	<i>Error matrix</i> (variens dalam kluster)
H	:	<i>Hypothesis matrix</i> (variens antar kluster)
$pBest_i$:	Posisi terbaik yang ditemukan oleh partikel i
$gBest$:	Posisis terbaik yang ditemukan oleh kelompok
$rand_1$ dan $rand_2$:	Bilangan acak yang dihasilkan rentang $[0,1]$

w	:	<i>Inertia weight</i>
c_1	:	Koefesien kognitif
c_2	:	Koefesien sosial
r_1, r_2	:	Bilangan acak <i>uniform</i>
ω_{max}	:	Nilai maksimum bobot inersia
ω_{min}	:	Nilai minimum bobot inersia
t	:	Iterasi saat ini
T	:	Jumlah iterasi maksimum