



SKRIPSI

IMPLEMENTASI HIBRIDA *K-PROTOTYPES* DENGAN *ANT COLONY OPTIMIZATION (ACO)* UNTUK PENGELOMPOKAN PRIORITAS PENANGANAN *STUNTING* BERDASARKAN KABUPATEN/KOTA DI INDONESIA

DEANITA NUR FAUZIZAH
NPM 22083010005

DOSEN PEMBIMBING
Trimono, S.Si., M.Si.
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

IMPLEMENTASI HIBRIDA *K-PROTOTYPES* DENGAN *ANT COLONY OPTIMIZATION* (ACO) UNTUK PENGELOMPOKAN PRIORITAS PENANGANAN *STUNTING* BERDASARKAN KABUPATEN/KOTA DI INDONESIA

Oleh:

DEANITA NUR FAUZIZAH
NPM. 22083010005

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 31 Agustus 2026:

Menyetujui,

Trimono, S.Si., M.Si.

NIP. 19950908 202203 1 003



(Pembimbing I)

Muhammad Nasrudin, M.Stat.

NIP. 19960909 202406 1 002



(Pembimbing II)

Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T.

NIP. 19830310 202121 1 006



(Ketua Penguji)

Aviolla Terza Damaliana, S.Si., M.Stat.

NIP. 19940802 202203 2 015



(Penguji I)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer



Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT.

NIP. 19681126 199403 2 001

LEMBAR PERSETUJUAN

**IMPLEMENTASI HIBRIDA *K-PROTOTYPES* DENGAN *ANT COLONY OPTIMIZATION* (ACO) UNTUK PENGELOMPOKAN PRIORITAS
PENANGANAN *STUNTING* BERDASARKAN KABUPATEN/KOTA DI
INDONESIA**

Oleh:

DEANITA NUR FAUZIZAH
NPM. 22083010005

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi

Menyetujui,

Koordinator Program Studi Sains Data
Fakultas Ilmu Komputer


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

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Deanita Nur Fauzizah
NPM : 22083010005
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, 14 September 2026
Yang Membuat Pernyataan,



DEANITA NUR FAUZIZAH
NPM. 22083010005

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Deanita Nur Fauzizah / 22083010005
Judul Skripsi : Implementasi Hibrida *K-Prototypes* Dengan *Ant Colony Optimization* (ACO) Untuk Pengelompokan Prioritas Penanganan *Stunting* Berdasarkan Kabupaten/Kota Di Indonesia
Dosen Pembimbing : 1. Trimono, S.Si., M.Si.
2. Muhammad Nasrudin, M.Stat.

Stunting merupakan salah satu permasalahan kesehatan yang memerlukan penanganan berdasarkan karakteristik masing-masing wilayah. Perbedaan kondisi antarwilayah menyebabkan kebutuhan penanganan *stunting* tidak dapat disamakan pada setiap kabupaten/kota. Penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan kabupaten/kota di Indonesia berdasarkan indikator yang berkaitan dengan *stunting* serta menentukan prioritas penanganannya menggunakan metode *K-Prototypes* dengan optimasi *Ant Colony Optimization* (ACO). Data yang digunakan terdiri atas 514 kabupaten/kota dengan variabel kategorikal berupa prevalensi *stunting* dan prevalensi *wasting* serta variabel numerik berupa prevalensi *underweight*, air minum layak, akses sanitasi layak, dan imunisasi dasar lengkap. Metode *K-Prototypes* digunakan karena mampu mengolah data dengan tipe numerik dan kategorikal, sedangkan ACO digunakan untuk mengoptimalkan parameter *gamma* yang memengaruhi proses perhitungan jarak pada *K-Prototypes*. Penentuan jumlah *cluster* menggunakan *Elbow Method* menghasilkan jumlah *cluster* sebanyak tiga. Hasil optimasi ACO memperoleh nilai *gamma* terbaik sebesar 14,78. Evaluasi menggunakan *Silhouette Score* dan *Davies-Bouldin Index (DBI)* menunjukkan bahwa *K-Prototypes* dengan optimasi ACO menghasilkan *Silhouette Score* sebesar 0,3691 dan DBI sebesar 1,1535, lebih baik dibandingkan *K-Prototypes* tanpa optimasi yang menghasilkan *Silhouette Score* sebesar 0,3286 dan DBI sebesar 1,2063. Hasil pengelompokan menghasilkan tiga *cluster*, yaitu *cluster* 1 sebagai wilayah prioritas tinggi yang terdiri atas 116 kabupaten/kota, *cluster* 2 sebagai wilayah kondisi baik yang terdiri atas 177 kabupaten/kota, dan *cluster* 3 sebagai wilayah prioritas menengah yang terdiri atas 221 kabupaten/kota. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penerapan optimasi ACO pada *K-Prototypes* dapat meningkatkan kualitas pengelompokan dan memberikan gambaran karakteristik wilayah yang dapat digunakan sebagai salah satu dasar dalam menentukan prioritas penanganan *stunting*.

Kata Kunci: *Stunting*, *K-Prototypes*, *Ant Colony Optimization*, *Clustering*, Kabupaten/Kota.

ABSTRACT

Student Name / NPM : Deanita Nur Fauzizah / 22083010005
Undergraduate thesis title : *Hybrid Implementation of K-Prototypes with Ant Colony Optimization (ACO) for Clustering Stunting Handling Priorities by Regency/City in Indonesia*
Advisors : 1. Trimono, S.Si., M.Si.
2. Muhammad Nasrudin, M.Stat.

Stunting is a health issue that requires tailored interventions based on the characteristics of each region. Differences in conditions across regions mean that the needs for addressing stunting cannot be treated uniformly across all districts and cities. This study aims to classify districts and cities in Indonesia based on indicators related to stunting and to determine priorities for addressing the issue using the K-Prototypes method with Ant Colony Optimization (ACO). The data used comprised 514 districts/cities with categorical variables stunting prevalence and wasting prevalence and numerical variables underweight prevalence, access to safe drinking water, access to adequate sanitation, and completion of basic immunizations. The K-Prototypes method was used because it can process both numerical and categorical data, while ACO was used to optimize the gamma parameter that influences the distance calculation process in K-Prototypes. Determining the number of clusters using the Elbow Method resulted in three clusters. The ACO optimization yielded an optimal gamma value of 14,78. Evaluation using the Silhouette Score and the Davies-Bouldin Index (DBI) showed that K-Prototypes with ACO optimization yielded a Silhouette Score of 0.3691 and a DBI of 1.1535, which were better than those of K-Prototypes without optimization, which yielded a Silhouette Score of 0.3286 and a DBI of 1.2063. The clustering results yielded three clusters: Cluster 1, a high-priority area comprising 116 regencies/cities; Cluster 2, an area in good condition comprising 177 regencies/cities; and Cluster 3, a medium-priority area comprising 221 regencies/cities. These results indicate that applying ACO optimization to K-Prototypes can improve the quality of clustering and provide an overview of regional characteristics that can serve as a basis for determining priorities in addressing stunting.

Keywords: *Stunting, K-Prototypes, Ant Colony Optimization, Clustering, Regencies/Cities.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga proposal skripsi dengan judul **“Implementasi Hibrida *K-Prototypes* Dengan *Ant Colony Optimization* (ACO) Untuk Pengelompokan Prioritas Penanganan *Stunting* Berdasarkan Kabupaten/Kota di Indonesia”** dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Trimono, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Muhammad Nasrudin, M. Stat. selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasehat serta motivasi kepada penulis. Selain itu, selama penyusunan proposal skripsi penulis juga banyak menerima bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Bapak Amri Muhaimin, S.Stat., M.Stat., M.S. selaku Koordinator Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
3. Dosen-dosen Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
4. Orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan, motivasi, dan semangat tanpa henti sehingga penulis dapat menjalani proses ini dengan penuh keyakinan.
5. Teman-teman Sains Data angkatan 2022 serta sahabat-sahabat yang senantiasa memberikan bantuan, diskusi, dorongan, dan kebersamaan yang berarti selama proses pengerjaan proposal ini.
6. Semua pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, tetapi telah memberikan kontribusi dalam berbagai bentuk sehingga penyusunan proposal ini dapat berjalan dengan lancar.
7. Terakhir, penulis mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri karena telah berusaha, bertahan, dan tidak menyerah dalam menghadapi berbagai tantangan

selama proses penyusunan skripsi ini. Semoga pencapaian ini menjadi awal dari perjalanan yang lebih baik serta memotivasi penulis untuk terus belajar.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat kekurangan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya, dengan segala keterbatasan yang penulis miliki semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, 9 Agustus 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
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.....	8
1.3 Batasan Masalah	8
1.4 Tujuan Penelitian	9
1.5 Manfaat Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Penelitian Terdahulu.....	11
2.2 Kerangka Teori	20
2.2.1 Stunting.....	20
2.2.2 Prevalensi <i>Stunting</i>	21
2.2.3 Akses Sanitasi Layak.....	22
2.2.4 Imunisasi lengkap	22
2.2.5 Air Minum Layak	23
2.2.6 Prevalensi <i>Wasting</i>	23

2.2.7 <i>Underweight</i>	24
2.2.8 Klasterisasi	25
2.2.9 <i>Elbow Method</i>	26
2.2.10 <i>K-Prototypes Clustering</i>	27
2.2.11 <i>Ant Colony Optimization (ACO)</i>	28
2.2.12 <i>Davies Bouldin Index (DBI)</i>	30
2.2.13 Silhouette Score	31
2.2.14 <i>Graphical User Interface (GUI)</i> Berbasis Streamlit.....	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1 Variabel Penelitian dan Sumber Data	33
3.1.1 Prevalensi <i>Stunting</i>	34
3.1.2 Akses Sanitasi Layak	34
3.1.3 Imunisasi Lengkap	34
3.1.4 Air Minum Layak	34
3.1.5 Prevalensi <i>Wasting</i>	35
3.1.6 Prevalensi <i>Underweight</i>	35
3.2 Langkah Analisis	36
3.2.1 Mengumpulkan Data.....	37
3.2.2 <i>Preprocessing</i> Data.....	37
3.2.3 Standarisasi Data.....	37
3.2.4 Penentuan Jumlah Kluster Optimum.....	37
3.2.5 <i>K-Prototypes Clustering</i>	38
3.2.6 Optimasi <i>Ant Colony Optimization (ACO)</i>	39
3.2.7 Evaluasi Model	41
3.2.8 Hasil Analisis	41
3.2.9 Implementasi Sistem.....	41
3.3 Desain Sistem.....	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Hasil Penelitian	45
4.1.1 <i>Preprocessing</i> Data	45

4.1.2 Standarisasi Data	51
4.1.3 Penentuan jumlah klaster optimum	53
4.1.4 K-Prototypes clustering.....	59
4.1.5 Ant Colony Optimization (ACO)	66
4.1.6 Evaluasi Model	68
4.1.7 Analisis Hasil.....	71
4.2 Graphical User Interface (GUI).....	76
4.2.1 Halaman Beranda	77
4.2.2 Halaman Menu Dataset	77
4.2.3 Halaman Analisis Deskriptif	80
4.2.4 Halaman Modeling Clustering	83
4.2.5 Halaman Hasil Clustering	85
BAB V PENUTUP	89
5.1 Kesimpulan.....	89
5.2 Saran Pengembangan.....	90
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram alir	36
Gambar 3.2 Desain sistem	42
Gambar 4.1 Histogram Distribusi Variabel Numerik	48
Gambar 4.2 Distribusi Variabel Kategori	49
Gambar 4.3 Deteksi Outlier pada Variabel Numerik.....	50
Gambar 4. 4 Hasil Penanganan <i>Outlier</i>	51
Gambar 4.5 Grafik Metode <i>Elbow</i>	58
Gambar 4. 6 Distribusi <i>Cluster</i> tanpa optimasi.....	61
Gambar 4. 9 Tampilan Halaman Menu.....	77
Gambar 4.10 Tampilan Halaman <i>Dataset</i>	78
Gambar 4.11 Tampilan Halaman <i>Upload Data</i>	78
Gambar 4.12 Tampilan Halaman Pengolahan Data.....	79
Gambar 4.13 Tampilan Halaman Data <i>cleaning</i>	79
Gambar 4. 14 Tampilan Halaman Analisis Deskriptif.....	80
Gambar 4.15 Tampilan Halaman Distribusi Data Numerik	81
Gambar 4.16 Tampilan Halaman Distribusi Kategori	82
Gambar 4.17 Tampilan Halaman Standarisasi Data	83
Gambar 4.18 Tampilan Halaman Penentuan Jumlah <i>Cluster</i>	84
Gambar 4.19 Tampilan Halaman Pemodelan <i>K-Prototypes</i> Tanpa Optimasi	85
Gambar 4. 20 Tampilan Halaman Optimasi Parameter Gamma Menggunakan <i>Ant Colony Optimization (ACO)</i>	86
Gambar 4.21 Tampilan Halaman Hasil <i>Clustering</i> dan Perbandingan Evaluasi ..	87
Gambar 4. 22 Tampilan Halaman Pengelompokan Anggota <i>Cluster</i>	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	11
Tabel 3.1 Variabel Penelitian.....	33
Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian.....	36
Tabel 4.1 Data Penelitian	45
Tabel 4.2 Missing value	46
Tabel 4.3 Statistik Deskriptif Variabel Numerik	47
Tabel 4.4 Standarisasi Data.....	52
Tabel 4.5 Hasil Pembentukan <i>Centroid</i> Awal	54
Tabel 4.6 Nilai Cost Function	57
Tabel 4.7 Hasil Cluster	60
Tabel 4.8 Pengujian Optimasi Parameter Gamma	66
Tabel 4. 9 Optimasi parameter gamma	68
Tabel 4. 10 Evaluasi Model	68
Tabel 4.11 Karakteristik Variabel Numerik dan Kategori pada Setiap Cluster....	71

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dataset Penelitian	97
Lampiran 2. Kode Script dan GUI	97
Lampiran 1. Hasil Pengelompokan Kabupaten/Kota.....	109
Lampiran 4. LoA Jurnal.....	110

DAFTAR NOTASI

X	:	Matriks data penelitian
x_i	:	Data ke- i
q_i	:	<i>Centroid</i> pada <i>cluster</i> ke- i
$d(x_i, q_l)$	:	Jarak antara data ke- i dengan <i>centroid cluster</i> ke- l
n	:	Jumlah objek atau data
k	:	Jumlah <i>cluster</i>
m	:	Jumlah variabel numerik
μ_{il}	:	Elemen matriks partisi yang bernilai 1 jika objek ke- i menjadi anggota <i>cluster</i> ke- l , dan 0 jika tidak
$d(x_i, q_l)$	:	Fungsi ketidaksamaan untuk variabel kategorikal
γ	:	Parameter pembobot yang menyeimbangkan kontribusi variabel numerik dan kategorikal
$P_{ij}^k(t)$	:	Probabilitas entitas optimasi ke- k berpindah dari titik ke j titik pada iterasi ke- t
$\tau_{ij}(t)$	:	Intensitas feromon pada jalur dari titik i ke titik j pada iterasi ke- t
η_{ij}	:	Informasi heuristik pada jalur dari titik i ke titik j
α	:	Parameter pengatur pengaruh feromon
β	:	Parameter pengatur pengaruh nilai heuristik atau fitness
N_i^k	:	Himpunan titik yang belum dikunjungi oleh entitas optimasi ke- k ketika berada pada titik i
ρ	:	Tingkat evaporasi feromon

$\Delta\tau_{ij}$	:	Penambahan feromon pada jalur dari titik i ke titik j
Q	:	Konstanta atau intensitas penguatan feromon
F_k	:	Nilai fungsi <i>fitness</i> yang diperoleh semut ke-k
t	:	Indeks iterasi pada proses ACO
S_i	:	Rata-rata jarak objek dalam cluster ke-i terhadap <i>centroid cluster</i>
R_{ij}	:	Rasio perbandingan kekompakan cluster I dan j dengan jarak antar- <i>centroid</i>
D_i	:	Nilai maksimum R_{ij} pada cluster ke-i
DBI		<i>Davies Bouldin Index</i>
$a(i)$	:	Rata-rata jarak objek i terhadap objek lain dalam cluster yang sama
$b(i)$	:	Rata-rata jarak objek i terhadap objek pada cluster terdekat
$s(i)$		<i>Nilai Silhouette</i> untuk objek i