



SKRIPSI

IMPLEMENTASI ALGORITMA *MULTIPLEX LEIDEN* DENGAN SKEMA *ADAPTIVE LAYER WEIGHTING* UNTUK KLASTERISASI PENGUNJUNG TAMAN IMPIAN JAYA ANCOL

AJENG PUSPA WARDANI
NPM 22083010040

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 ALGORITMA *MULTIPLEX LEIDEN* DENGAN SKEMA *ADAPTIVE LAYER WEIGHTING* UNTUK KLASTERISASI PENGUNJUNG TAMAN IMPIAN JAYA ANCOL

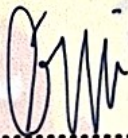
Oleh:
AJENG PUSPA WARDANI
NPM. 22083010040

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 24 Februari 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)

Kartika Maulida Hindrayani, S. Kom., M. Kom.

NIP. 19920909 202203 2 009


.....

(Ketua Penguji)

Shindi Shella May Wara, M. Stat.

NIP. 19960518 202406 2 003


.....

(Penguji I)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer


.....
Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT.

NIP. 19681126 199403 2 001

LEMBAR PERSETUJUAN

IMPLEMENTASI ALGORITMA *MULTIPLEX LEIDEN* DENGAN SKEMA *ADAPTIVE LAYER WEIGHTING* UNTUK KLASTERISASI PENGUNJUNG TAMAN IMPIAN JAYA ANCOL

Oleh:

**AJENG PUSPA WARDANI
NPM. 22083010040**

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi

Menyetujui,

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

Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.
NIP. 19801205 200501 1 002

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Ajeng Puspa Wardani
NPM : 22083010040
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, 3 Maret 2026
Yang Membuat Pernyataan,



AJENG PUSPA WARDANI
NPM. 22083010040

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Ajeng Puspa Wardani / 22083010040
Judul Skripsi : Implementasi Algoritma *Multiplex Leiden* dengan Skema *Adaptive Layer Weighting* untuk Klasterisasi Pengunjung Taman Impian Jaya Ancol
Dosen Pembimbing : 1. Trimono, S.Si., M.Si.
2. Muhammad Nasrudin, M. Stat.

PT Pembangunan Jaya Ancol merupakan destinasi rekreasi terbesar di Indonesia. Namun, pada tahun 2024 perusahaan ini mengalami penurunan dalam jumlah kunjungan dan pendapatan pada segmen pariwisata. Kondisi tersebut mendorong adanya pemahaman yang lebih mendalam terhadap karakteristik serta segmentasi pengunjung Ancol yang bersifat heterogen. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi struktur kluster pengunjung secara komprehensif sebagai dasar perumusan strategi layanan yang lebih tepat sasaran. Metode penelitian yang digunakan adalah deteksi komunitas berbasis jaringan dengan menerapkan algoritma *Multiplex Leiden*, yang dipilih karena kemampuannya dalam menghasilkan partisi kluster yang stabil dan konsisten dibandingkan algoritma lainnya. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari survei internal perusahaan, dari mana sepuluh variabel terpilih digunakan sebagai dasar segmentasi pengunjung. Data survei tersebut dipraproses dan dikonstruksi menjadi graf untuk merepresentasikan hubungan kesamaan antarindividu. Setiap variabel direpresentasikan sebagai satu *layer* graf, yang selanjutnya dikombinasikan dalam struktur graf *multi-layer*. Untuk menghindari dominasi preferensi manual dalam proses klasterisasi, diterapkan skema *adaptive layer weighting* yang menyeimbangkan kontribusi tiap *layer* dengan mempertimbangkan pembobotan awal serta karakteristik topologis graf. Hasil klasterisasi menghasilkan 30 kluster dengan nilai total *quality* sebesar 0,290, *Adjusted Rand Index* (ARI) sebesar 0,831, serta *mean conductance* sebesar 0,364. Metrik tersebut menunjukkan bahwa partisi kluster yang dihasilkan memiliki kualitas yang stabil dan konsisten. Untuk analisis lanjutan, dipilih lima kluster terbesar yang mencerminkan karakteristik pengunjung yang beragam, mulai dari kluster yang sensitif terhadap harga hingga kluster yang mengutamakan kenyamanan berwisata. Hasil pengelompokan ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam perumusan strategi pemasaran dan pengembangan layanan pariwisata yang lebih tepat sasaran.

Kata Kunci: *Adaptive Layer Weighting, Deteksi Komunitas, Graf Multi-layer, Multiplex Leiden, Segmentasi Pelanggan*

ABSTRACT

Student Name / NPM : Ajeng Puspa Wardani / 22083010040
Undergraduate thesis title : *Implementation of the Multiplex Leiden Algorithm with Adaptive Layer Weighting Scheme for Clustering Visitors of Taman Impian Jaya Ancol*
Advisors : 1. Trimono, S.Si., M.Si.
2. Muhammad Nasrudin, M. Stat.

PT Pembangunan Jaya Ancol, Indonesia's largest recreational destination, faced a significant challenge in 2024 with declining visitor numbers and tourism revenue. To address this, a deep understanding of visitor heterogeneity is essential for formulating targeted service strategies. This study aims to comprehensively identify visitor community structures as a foundation for effective market segmentation. The research utilizes a network-based community detection approach via the Multiplex Leiden algorithm, selected for its ability to produce more stable and consistent clustering partitions compared to alternative methods. The study uses secondary data from internal company surveys, employing ten selected variables as the basis for segmentation. Data preprocessing involves transforming these variables into graph representations to model similarity relationships between individuals. Each variable is represented as a separate layer within a multi-layer graph structure. To prevent results from being dominated by manual preferences, an adaptive layer weighting scheme was applied, balancing each layer's contribution by considering both initial weights and topological characteristics. The clustering process yielded 30 clusters with a total quality value of 0.290, an Adjusted Rand Index (ARI) of 0.831, and a mean conductance of 0.364. These metrics confirm that the resulting partitions are stable and consistent. Further analysis focuses on the five largest clusters, which represent diverse visitor profiles—ranging from highly price-sensitive groups to those prioritizing comfort. These findings are expected to serve as a strategic foundation for developing targeted marketing campaigns and improving tourism services at Ancol.

Keywords: *Adaptive Layer Weighting, Community detection, Multi-layer Graph, Multiplex Leiden, Customer Segmentation*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga proposal skripsi dengan judul **“Implementasi Algoritma *Multiplex Leiden* dengan Skema *Adaptive Layer Weighting* untuk Klasterisasi Pengunjung Taman Impian Jaya Ancol”** dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Trimono, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing utama yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasehat serta motivasi kepada penulis. Dan penulis juga banyak menerima bantuan dari berbagai pihak, baik itu berupa moril, spiritual maupun materil. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.MT., selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Novirina Henrasarie, M.T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, S.T., M.T., IPU., selaku Koordinator Program Studi Sains Data UPN “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Muhammad Nasrudin, M. Stat. selaku dosen pembimbing kedua penulis yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam penyusunan buku skripsi ini.
5. Bapak/Ibu dosen yang telah memberi pengetahuan kepada penulis selama menempuh pendidikan di program studi S1 Sains Data, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
6. Papa, Mama, Mukti, Ayu, serta seluruh keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan moral, serta dukungan finansial kepada penulis selama menjalani perkuliahan dan mengerjakan penelitian ini.
7. Mami Anggi, Bu Dewi, Ka Novi, dan Mas Tito selaku pihak penghubung penulis dengan perusahaan yang membantu dalam proses pengambilan data untuk penelitian ini.

8. Kebanggaan Keluarga (Vanessa, Eci, Anggi, Chica, Azzah, Tamara, Manda) sahabat terdekat, tersayang, terlama penulis yang selalu membersamai penulis diberbagai fase kehidupan.
9. Komploten (Lidya, Fira, Sela, Chelin, Aden, Melin, Adek, Bitu, Ayak) yang menemani penulis dari awal perkuliahan hingga akhir menyelesaikan masa studi ini.
10. Bismillah Sukses Lulus (Fira, Sela, Hauzan, Dafi, Faris, Meli, Abang) yang membersamai penulis dalam proses pengerjaan skripsi, pengurusan administrasi, serta berbagai persiapan lainnya hingga tahap akhir.
11. Teman terdekat penulis yang senantiasa mendengarkan keluh kesah, memberikan dukungan, dan selalu menemani selama proses penyusunan penelitian ini.
12. Semua pihak yang memberikan dukungan kepada penulis selama proses penelitian ini berlangsung.

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, 2 Maret 2026

Ajeng Puspa Wardani

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
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	19
2.2.1. PT Pembangunan Jaya Ancol	19
2.2.2. Analisis Segmentasi Pelanggan	20
2.2.3. Data Jaringan (<i>Graph-Based Data</i>)	23
2.2.4. <i>Multi Layered Graph</i>	27
2.2.5. <i>Adaptive Layer Weighting</i>	29
2.2.6. <i>Social Network Analysis (SNA)</i>	31
2.2.7. Deteksi Komunitas dalam Jaringan.....	33
2.2.8. Algoritma <i>Leiden</i>	34

2.2.9.	<i>Multiplex Leiden</i>	37
2.2.10.	Evaluasi Klaster	39
2.2.11.	Streamlit.....	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		43
3.1.	Variabel Penelitian dan Sumber Data.....	43
3.2.	Langkah Analisis	45
3.1.1.	Pengumpulan Data.....	46
3.1.2.	<i>Preprocessing</i> Data.....	46
3.1.3.	Konstruksi <i>Multi-layer</i> Graf	48
3.1.4.	<i>Community Detection</i> dengan Algoritma <i>Multiplex Leiden</i>	49
3.1.5.	Evaluasi	51
3.1.6.	Intepretasi Klaster	51
3.1.7.	Pembuatan Sistem <i>Graphic User Interface</i> (GUI)	52
3.3.	Desain Sistem	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		56
4.1.	Hasil Penelitian.....	57
4.1.1	Pengumpulan Data.....	57
4.1.2	<i>Preprocessing</i> Data.....	57
4.1.3	Kontruksi <i>Multi-Layer</i> Graf.....	74
4.1.4	<i>Community Detection</i> dengan Algoritma <i>Multiplex Leiden</i>	85
4.1.5	Evaluasi	98
4.1.6	Intepretasi Klaster	102
4.2.	Tampilan Antar Muka (<i>Graphical User Interface</i>)	114
4.2.1	Halaman <i>Homepage</i>	114
4.2.2	Halaman <i>Dataset</i>	115
4.2.3	Halaman Konstruksi Graf.....	117
4.2.4	Halaman Klasterisasi	118
4.2.5	Halaman Hasil Klasterisasi.....	120
BAB V PENUTUP		121
5.1.	Kesimpulan	121
5.2.	Saran Pengembangan.....	123

DAFTAR PUSTAKA.....	125
LAMPIRAN.....	130

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Grafik Pengunjung 2014-2024 [4]	20
Gambar 2.2. Segmentasi Pelanggan [22]	21
Gambar 2.3. Kategori Segmentasi Pelanggan.....	21
Gambar 2.4. Graf Tak Berarah [32]	24
Gambar 2.5. Graf Berbobot [32]	24
Gambar 2.6. Graf <i>Multi-layer</i> [35].....	25
Gambar 2.7. <i>Pillar Multi-layer Graph</i> [40]	28
Gambar 2.8. <i>Social Network Analysis</i> [44]	32
Gambar 2.9. Deteksi Komunitas [46]	33
Gambar 2.10. Tahapan Algoritma <i>Leiden</i> [12]	35
Gambar 3.1. Diagram Alir	45
Gambar 3.2. Desain Sistem.....	53
Gambar 4.1. Diagram Batang “Domisili”	68
Gambar 4.2. Diagram Batang “Usia”	68
Gambar 4.3. Diagram Batang “Status Pernikahan”	68
Gambar 4.4. Diagram Batang “Status Ekonomis Sosial (SES)”	69
Gambar 4.5. Diagram Batang “ <i>Spending Rate</i> ”	69
Gambar 4.6. Diagram Batang “Tempat Wisata yang Terakhir Dikunjungi”	70
Gambar 4.7. Diagram Batang “Tempat Wisata yang Akan Dikunjungi”	70
Gambar 4.8. Diagram Batang “ <i>Top of Mind</i> Terhadap Ancol”	70
Gambar 4.9. Output Matriks <i>Co-Occurrence</i> Platform Digital	72
Gambar 4.10. Output Matriks <i>Co-Occurrence</i> Faktor Pengalaman Terbaik di Ancol	73
Gambar 4.11. Visualisasi Hasil Akhir Graf	82
Gambar 4.12. Ilustrasi Tahap 1	95
Gambar 4.13. Ilustrasi Tahap 2 dan 3	97
Gambar 4.14. Visualisasi Nilai <i>Conductance</i>	102
Gambar 4.15. Visualisasi Distribusi Ukuran Klaster	102
Gambar 4.16. Tampilan <i>Homepage</i>	114

Gambar 4.17. Tampilan Menu <i>Dataset</i>	115
Gambar 4.18. Tampilan Setelah <i>Upload Dataset</i>	115
Gambar 4.19. Tampilan <i>Mapping</i> dan <i>Rename Variabel</i>	116
Gambar 4.20. Tampilan EDA.....	116
Gambar 4.21. Tampilan Halaman Konstruksi Graf.....	117
Gambar 4.22. Tampilan Ketika Graf Berhasil Dibuat.....	117
Gambar 4.23. Tampilan Hasil Visualisasi Graf.....	118
Gambar 4.24. Tampilan Halaman Klasterisasi	118
Gambar 4.25. Tampilan Ketika Mengatur Bobot per <i>Layer</i>	119
Gambar 4.26. Tampilan Hasil Klasterisasi.....	119
Gambar 4.27. Tampilan Hasil Ringkasan Klasterisasi.....	120

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Deskripsi Variabel <i>User Ancol</i>	44
Tabel 3.2. Struktur Data.....	44
Tabel 4.1. Dataset	59
Tabel 4.2. Jenis Variabel.....	64
Tabel 4.3. <i>Output Hasil Encoding</i>	66
Tabel 4.4. Statistik Konstruksi Graf	78
Tabel 4.5. Statistik <i>Preprocessing Layer</i>	81
Tabel 4.6. Hasil Percobaan Kombinasi Parameter.....	83
Tabel 4.7. <i>Final Weight</i>	85
Tabel 4.8. <i>Quality</i> tiap <i>Layer</i>	92
Tabel 4.9. Daftar <i>Edge Layer</i> Domisili.....	93
Tabel 4.10. Rangkuman <i>degree</i> tiap <i>node</i>	94
Tabel 4.11. Ukuran tiap Klaster	97
Tabel 4.12. <i>Conductance</i> per Klaster.....	103
Tabel 4.13. <i>Profiling</i> Karakteristik Demografis per Klaster.....	105
Tabel 4.14. <i>Profiling</i> Karakteristik Sosial Ekonomi per Klaster	106
Tabel 4.15. <i>Profiling</i> Karakteristik Perilaku Wisata per Klaster	108
Tabel 4.16. <i>Profiling</i> Karakteristik Perilaku Digital per Klaster	109
Tabel 4.17. <i>Profiling</i> Karakteristik Perilaku Digital per Klaster	110
Tabel 4.18. Saran Strategi tiap Klaster	112

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Video Wawancara	131
Lampiran 2. Dataset	132
Lampiran 3. Kode Script.....	133
Lampiran 4. Kode Script GUI.....	134
Lampiran 5. Tabel Keterangan Variabel.....	135

DAFTAR NOTASI

u, v	: Simpul
e	: Sisi
G	: Graf
G_L	: Graf <i>multi-layer</i>
w	: Bobot
p_i	: Manual <i>weight</i> untuk <i>layer</i> ke- i
α	: Parameter bobot manual <i>weight</i> (Alpha)
d	: Rerata <i>degree</i>
β	: Parameter bobot <i>degree</i> (Beta)
c	: Jumlah komponen
δ	: Parameter bobot untuk komponen (Delta)
L	: Himpunan <i>layer</i>
γ	: Parameter resolusi (Gamma)
Q	: <i>Modularity</i>
$\mathbf{A}_{ij}$	: Matriks ketetanggaan
$k_i k_j$	: Derajat simpul i dan j
m	: Total jumlah sisi
$\delta(C_i, C_j)$	: Fungsi delta <i>Kronecker</i>
n_c	: Jumlah pasangan <i>node</i>
$\phi(S)$	: Jumlah sisi yang menghubungkan simpul dalam dan luar
$S, \bar{S}$	: Simpul dalam dan luar klaster
$vol(S), vol(\bar{S})$	: Total derajat simpul