

***HYPERPARAMETER TUNING BERBASIS
METAHEURISTIC SEARCH PADA APRIORI DAN FP-
GROWTH UNTUK BUNDLING PROMOSI
PENJUALAN UMKM BERDASARKAN POLA
TRANSAKSI PEMBELIAN***

SKRIPSI

**Oleh:
Ferdy Hartanto Primanda
202010225177**



**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Judul Skripsi : *Hyperparameter Tuning* berbasis *Metaheuristic Search* pada *Apriori* dan *FP-Growth* untuk *Bundling* Promosi Penjualan UMKM berdasarkan Pola Transaksi Pembelian.

Nama Mahasiswa : Ferdy Hartanto Primanda

Nomor Pokok Mahasiswa : 202010225177

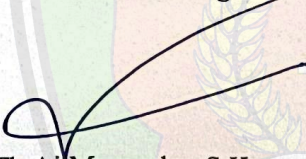
Program Studi/Fakultas : Informatika/Ilmu Komputer

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 28 Juli 2025

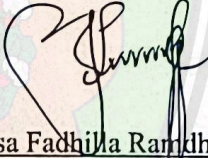
Jakarta, 5 Agustus 2025

MENYETUJUI,

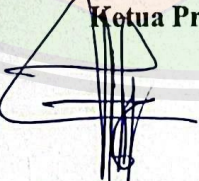
Pembimbing I


Dr. Tb Ai Munandar, S.Kom., M.T.
NIDN.0413098403

Pembimbing II


Khairunnisa Fadhila Ramdhania, M.Si.
NIDN.0328039201

Ketua Program Studi


Ahmad Fathurrozi, S.E., M.M.S.I.
NIP.2012486

Program Studi Informatika
Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Bhayangkara Jakarta Raya

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : *Hyperparameter Tuning* berbasis *Metaheuristic Search* pada *Apriori* dan *FP-Growth* untuk *Bundling Promosi Penjualan UMKM* berdasarkan Pola Transaksi Pembelian.

Nama Mahasiswa : Ferdy Hartanto Primanda

Nomor Pokok Mahasiswa : 202010225177

Program Studi/Fakultas : Informatika / Ilmu Komputer

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 28 Juli 2025

Jakarta, 5 Agustus 2025

MENGESAHKAN,

Ketua Tim Penguji : Ahmad Fathurrozi, S.E., M.M.S.I.
NIDN: 0327117402

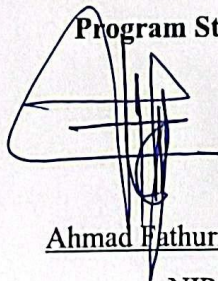
Penguji I : Aida Fitriyani, S.Kom., M.M.S.I.
NIDN: 0302078508

Penguji II : Dr. Tb Ai Munandar, S.Kom., M.T.
NIDN: 0413098403

MENGETAHUI,

Ketua

Program Studi Informatika

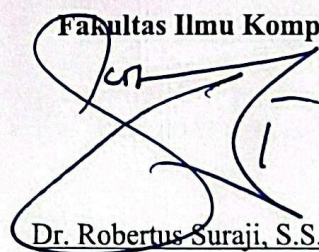


Ahmad Fathurrozi, S.E., M.M.S.I.

NIP.2012486

Dekan

Fakultas Ilmu Komputer



Dr. Robertus Suraji, S.S., M.A.

NIP.1904406



UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA

LEMBAR PERNYATAAN BUKAN PLAGIASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ferdy Hartanto Primanda
NPM : 202010225177
Program Studi : Informatika
Fakultas : Ilmu Komputer
Judul Tugas Akhir : *Hyperparameter Tuning* berbasis *Metaheuristic Search* pada *Apriori* dan *FP-Growth* untuk *Bundling* Promosi Penjualan UMKM berdasarkan Pola Transaksi Pembelian.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan skripsi yang telah saya buat ini merupakan **hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya**. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini merupakan plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan tata tertib di Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan dari pihak manapun.

Jakarta, 5 Agustus 2025

Penulis,



Ferdy Hartanto Primanda

ABSTRAK

Ferdy Hartanto Primanda.202010225177. *Hyperparameter Tuning* berbasis *Metaheuristic Search* pada *Apriori* dan *FP-Growth* untuk *Bundling* Promosi Penjualan UMKM Berdasarkan Pola Transaksi Pembelian.

Penelitian dilakukan pada UMKM Nasi Uduk Mama Ipan yang menjual produk secara *offline* dan *online*, namun hanya memiliki data transaksi *online* yang dapat dianalisis. Permasalahan utama terletak pada keterbatasan pemilik usaha dalam mengolah data tersebut untuk mendukung strategi promosi. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan *association rule mining* menggunakan Algoritma *Apriori* dan *FP-Growth* yang dioptimasi melalui *Hyperparameter Tuning* berbasis Algoritma *Metaheuristic*. Proses penelitian diawali dengan tahap praproses data, meliputi penghapusan kolom tidak relevan dan transformasi data transaksi ke dalam format biner. Selanjutnya, empat Algoritma *metaheuristic*—Algoritma Genetik, *Ant Colony Optimization (ACO)*, *Particle Swarm Optimization (PSO)*, dan *Simulated Annealing (SA)*—digunakan untuk menentukan nilai *minimum support* dan *minimum confidence* yang optimal bagi Algoritma *Apriori* dan *FP-Growth*. Pemodelan dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan pustaka *mlxtend.frequent_patterns*, dan aturan asosiasi disaring berdasarkan ambang *lift ratio* di atas 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa baik Algoritma *Apriori* maupun *FP-Growth* menghasilkan *bundling* produk yang identik ketika menggunakan parameter dari Algoritma Genetik. Algoritma *Apriori* menunjukkan keunggulan dalam kecepatan eksekusi, sedangkan *FP-Growth* lebih efisien dalam penggunaan memori. Temuan ini membuktikan bahwa integrasi antara *association rule mining* dan optimasi berbasis *metaheuristic* dapat secara efektif mendukung pengambilan keputusan promosi berbasis data pada sektor UMKM.

Kata Kunci : *Association rule; FP-Growth; Apriori; Metaheuristic; UMKM*

ABSTRACT

Ferdy Hartanto Primanda.202010225177. Metaheuristic-Based Hyperparameter Tuning on Apriori and FP-Growth for Sales Promotion Bundling in MSMEs Based on Purchase Transaction Patterns.

The research focuses on the MSME Nasi Uduk Mama Ipan, which sells products both offline and online, although only online transaction data is available for analysis. The main issue lies in the business owner's limited capability to process the data for promotional strategy development. This study aims to implement association rule mining using the Apriori and FP-Growth algorithms, optimized through hyperparameter tuning based on metaheuristic algorithms, to generate meaningful product bundling from transaction data.. The research process begins with data preprocessing, including the removal of irrelevant columns and the transformation of transaction data into a binary format. Subsequently, four metaheuristic algorithms—Genetic Algorithm, Ant Colony Optimization (ACO), Particle Swarm Optimization (PSO), and Simulated Annealing (SA)—are used to determine the optimal values of minimum support and minimum confidence for the Apriori and FP-Growth algorithms. Modeling is conducted using the Python programming language with the mlxtend.frequent_patterns library, and association rules are filtered based on a lift ratio threshold above 1. The results show that both Apriori and FP-Growth algorithms produce identical product bundling when using parameters obtained from the Genetic Algorithm. Apriori demonstrates superiority in execution speed, while FP-Growth is more memory-efficient. These findings confirm that integrating association rule mining with metaheuristic-based optimization can effectively support data-driven promotional decision-making in the MSME sector.

Keywords : Association rule; FP-Growth; Apriori; Metaheuristic; MSME.

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai sivitas akademik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ferdy Hartanto Primanda
NPM : 202010225177
Program Studi : Informatika
Fakultas : Ilmu Komputer
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bhayangkara Jakarta Raya **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-Exclusive Royalty-Free Right)**, atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Hyperparameter Tuning berbasis Metaheuristic Search pada Apriori dan FP-Growth untuk Bundling Promosi Penjualan UMKM berdasarkan Pola Transaksi Pembelian.

beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya dan mempublikasikannya di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik hak cipta.

Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggung jawab saya pribadi

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 5 Agustus 2025

Yang Menyatakan



Ferdy Hartanto Primanda

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul “*Hyperparameter Tuning berbasis Metaheuristic Search pada Apriori dan FP-Growth untuk Bundling Promosi Penjualan UMKM Berdasarkan Pola Transaksi Pembelian*’.” serta shalawat dan salam selalu dicurahkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu ‘Alaihi Wa Sallam. Penyusunan dan penyelesaian proposal penelitian ini, banyak memperoleh bantuan serta bimbingan dari banyak pihak sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian tepat waktu. Ucapan terima kasih disampaikan kepada kedua orang tua tercinta dan juga ditujukan kepada:

1. Bapak Irjen Pol. (Purn) Prof. Dr. Drs. Bambang Karsono, S.H., M.M. Selaku Rektor dari Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
2. Bapak Dr. Robertus Suraji, S.S., M.A. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
3. Bapak Ahmad Fathurrozi, S.E., M.M.S.I. Selaku Ketua Program Studi Informatika yang telah memberikan pengesahan penelitian ini.
4. Bapak Dr. Tb. Ai. Munandar, S.Kom., M.T. dan Ibu Khairunnisa Fadhillah Ramdhania, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I (satu) dan Do Pembimbing II (dua) penelitian yang telah banyak memberikan bantuan, masukan, dan motivasi dalam penyelesaian penelitian ini.
5. Kepada bapak dan ibu dosen ilmu komputer yang telah memberikan ilmu dan saran yang bermanfaat selama perkuliahan.

6. Terimakasih kepada Ibu Suhartini, selaku *owner* di UMKM Nasi Uduk Mama Ipan yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian.
7. Kepada teman-teman seperjuangan yang sering memberikan saran dan do'a untuk kelancaran penulisan proposal skripsi ini.

Peneliti menyadari masih banyak kekurangan dari laporan ini, baik dari segi materi maupun teknik penyajiannya, kurangnya pengetahuan dan pengalaman peneliti dalam penyelesaian tugas akhir serta bentuk motivasi dengan baik dari para pembaca. Semoga penelitian ini bermanfaat untuk mahasiswa yang sedang menyelesaikan skripsi sebagai referensi penulisan. Peneliti ucapkan terima kasih, semoga mendapatkan balasan dengan baik dari Allah SWT.

Jakarta, 5 Agustus 2025



Ferdy Hartanto Primanda

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN BUKAN PLAGIASI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Batasan Masalah	5
1.7 Sistematika Tugas Akhir.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 <i>State of The Art</i>	7
2.2 <i>Algoritma Metaheuristic</i>	12
2.3 <i>Hyperparameter Tuning</i>	24
2.4 <i>Data Mining</i>	25
2.5 <i>Cross Industry Standard Process for Data Mining</i>	26
2.6 <i>Association Rule</i>	29
2.7 <i>Market Basket Analysis</i>	32
2.8 <i>Algoritma Apriori</i>	34
2.9 <i>Algoritma FP-Growth</i>	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	48
3.1 Jenis / Objek Penelitian.....	48
3.2 Metode Pengumpulan Data	49
3.3 Kerangka Penelitian	49

3.4	Analisis Data.....	51
3.5	Perangkat Penelitian.....	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		56
4.1	<i>Modelling</i>	56
4.2	<i>Analisis Frequent item</i>	56
4.3	Simulasi Perhitungan Manual Algoritma <i>Metaheuristic</i>	59
4.4	Pemilihan parameter terbaik berbasis Metaheuristic Search	87
4.5	<i>Analisis Frequent Sequence</i>	93
BAB V PENUTUP.....		97
5.1	Kesimpulan	97
5.2	Saran	98
DAFTAR PUSTAKA		99
LAMPIRAN.....		103



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>State of The Art</i>	7
Tabel 2. 2 <i>Binary Database</i>	33
Tabel 2. 3 <i>Database transaksi</i>	34
Tabel 2. 4 <i>Database Transaksi</i>	35
Tabel 2. 5 <i>Support Count 1-Itemset</i>	35
Tabel 2. 6 <i>Support Count 2-Itemset</i>	36
Tabel 2. 7 <i>Candidate Generation 3-Itemset</i>	36
Tabel 2. 8 <i>Support Count 3-Itemset</i>	37
Tabel 2. 9 <i>Database Transaksi Sebelum Reduksi Dimensi</i>	38
Tabel 2. 10 <i>Support Count 1-Itemset</i>	39
Tabel 2. 11 <i>Database Transaksi Setelah Reduksi Dimensi</i>	39
Tabel 2. 12 <i>Conditional Pattern Base Berdasarkan Data Transaksi</i>	45
Tabel 2. 13 <i>Frequent Patterns Generated</i>	47
Tabel 3. 1 Deskripsi dari setiap kolom pada data transaksi	52
Tabel 3. 2 Perangkat Penelitian.....	55
Tabel 4. 1 <i>Dataset Transaksi</i>	60
Tabel 4. 2 <i>Generate Kromosom secara Acak</i>	61
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan <i>Fitness Value</i> Algoritma Genetik	69
Tabel 4. 4 Perhitungan Probabilitas Terpilih	69
Tabel 4. 5 Isi masing-masing <i>Node</i>	72
Tabel 4. 6 Jalur Kromosom Acak	72
Tabel 4. 7 Tabel Perhitungan <i>ACO</i>	78
Tabel 4. 8 Inisiasi Partikel secara Acak	80
Tabel 4. 9 Hasil <i>Generate</i> Parameter Algoritma <i>PSO</i>	83
Tabel 4. 10 Pengujian Parameter terbaik Algoritma Genetik	88
Tabel 4. 11 Pengujian Parameter terbaik Algoritma <i>ACO</i>	88
Tabel 4. 12 Pengujian Parameter terbaik Algoritma <i>PSO</i>	89
Tabel 4. 13 Pengujian Parameter terbaik Algoritma <i>SA</i>	89
Tabel 4. 14 Parameter terbaik Algoritma <i>Metaheuristic</i> pada <i>Apriori</i>	90
Tabel 4. 15 Pengujian Parameter terbaik Algoritma Genetik	91
Tabel 4. 16 Pengujian Parameter terbaik Algoritma <i>ACO</i>	91
Tabel 4. 17 Pengujian Parameter terbaik Algoritma <i>PSO</i>	91
Tabel 4. 18 Pengujian Parameter terbaik Algoritma <i>SA</i>	92
Tabel 4. 19 Parameter terbaik Algoritma <i>Metaheuristic</i> untuk <i>FP-Growth</i>	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi Algoritma <i>Ant Colony Optimization</i>	16
Gambar 2. 2 Ilustrasi Algoritma <i>Particle Swarm Optimization</i>	19
Gambar 2. 3 Prosedur Algoritma <i>Simulated Annealing</i>	23
Gambar 2. 4 <i>CRISP-DM Life Cycle</i>	27
Gambar 2. 5 <i>FP-Tree</i> Setelah Pemindaian TID 1	40
Gambar 2. 6 <i>FP-Tree</i> Setelah Pemindaian TID 2	40
Gambar 2. 7 <i>FP-Tree</i> Setelah Pemindaian TID 3	41
Gambar 2. 8 <i>FP-Tree</i> Setelah Pemindaian TID 4	41
Gambar 2. 9 <i>FP-Tree</i> Setelah Pemindaian TID 5	42
Gambar 2. 10 <i>FP-Tree</i> Setelah Pemindaian TID 6	42
Gambar 2. 11 <i>FP-Tree</i> Setelah Pemindaian TID 7	43
Gambar 2. 12 <i>FP-Tree</i> Setelah Pemindaian TID 8	44
Gambar 2. 13 <i>FP-Tree</i> Setelah Pemindaian TID 9	44
Gambar 2. 14 Pembentukan <i>FP-Tree</i>	45
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	51
Gambar 3. 2 <i>Sample Data</i> Transaksi Nasi Uduk Mama Ipan	53
Gambar 3. 3 Data Transaksi Setelah Dilakukan Pemilihan Kolom	54
Gambar 4. 1 Top 10 Item Paling Laku	57
Gambar 4. 2 Tren Transaksi per Hari	58
Gambar 4. 3 Tren Transaksi per Jam	59
Gambar 4. 4 Hasil Pengujian Algoritma <i>Apriori</i>	94
Gambar 4. 5 Hasil Pengujian Algoritma <i>FP-Growth</i>	95
Gambar 4. 6 <i>Top 3 Item</i> UMKM Paling Laku	95
Gambar 4. 7 Tren Transaksi UMKM Paling Dominan	96

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1:** *Sample Raw Data Transaksi*
- Lampiran 2:** *Sample Data setelah Ekstrak*
- Lampiran 3:** *Source Code ubah data Format Biner*
- Lampiran 4:** *Function Konsumsi Memori & Waktu Eksekusi*
- Lampiran 5:** *Source Code Algoritma Genetik u/ Parameter Apriori/FP-Growth*
- Lampiran 6:** *Source Code Algoritma ACO u/ Parameter Apriori/FP-Growth*
- Lampiran 7:** *Source Code Algoritma PSO u/ Parameter Apriori/FP-Growth*
- Lampiran 8:** *Source Code Algoritma SA u/ Parameter Apriori/FP-Growth*
- Lampiran 9:** *Source Code Algoritma Apriori*
- Lampiran 10:** *Source Code Algoritma FP-Growth*
- Lampiran 11:** Plagiarisme
- Lampiran 12:** Biodata Mahasiswa
- Lampiran 13:** Surat Rekomendasi Pembimbing
- Lampiran 14:** Kartu Bimbingan Skripsi

