

PENERAPAN METODE DUA TINGKAT DENGAN DTW-SOM DAN AHC TERHADAP PENGGEROMBOLAN PROVINSI BERDASARKAN HARGA TELUR

MUHAMMAD RIZKY FAJAR



**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Penerapan Metode Dua Tingkat dengan DTW-SOM dan AHC terhadap Penggerombolan Provinsi Berdasarkan Harga Telur” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, September 2025

Muhammad Rizky Fajar
G1401211009



ABSTRAK

MUHAMMAD RIZKY FAJAR. Penerapan Metode Dua Tingkat dengan DTW-SOM dan AHC terhadap Penggerombolan Provinsi Berdasarkan Harga Telur. Dibimbing oleh BUDI SUSETYO dan SEPTIAN RAHARDIANTORO.

Telur ayam ras yang merupakan komoditas pangan penting di Indonesia memiliki disparitas harga antar provinsi dan fluktuasi harga yang tinggi. Permasalahan tersebut dapat dipengaruhi oleh faktor seperti biaya produksi, distribusi, dan pola konsumsi. Penelitian ini mengaplikasikan metode penggerombolan dua tingkat menggunakan DTW-SOM dan AHC untuk menggerombolkan provinsi berdasarkan pola perubahan harga telur ayam ras. Pada tingkat pertama, DTW-SOM memetakan provinsi berdasarkan kemiripan tingkat dan pola pergerakan harga, sementara tingkat kedua dengan AHC bertujuan memperoleh gerombol optimal. *Hyperparameter tuning* dengan Optuna dilakukan untuk menghasilkan kinerja penggerombolan optimal. Data yang berasal dari *website* PIHPS mencakup harga telur ayam ras tingkat konsumen harian per kilogram dari 104 kota/kabupaten di 34 provinsi Indonesia. Data diubah menjadi rata-rata harga telur ayam ras mingguan per provinsi untuk dapat digunakan dalam proses penggerombolan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi ukuran *grid* dan *hyperparameter* yang dioptimalkan menghasilkan kualitas penggerombolan terbaik dengan koefisien *silhouette* 0,52 dan indeks Dunn 0,34. Penelitian ini menghasilkan empat gerombol dengan karakteristik masing-masing gerombol adalah: (1) harga telur rendah, (2) harga telur sedang, (3) lonjakan harga tinggi, dan (4) harga telur tinggi.

Kata kunci: *dynamic time warping*, harga telur ayam ras, optuna, penggerombolan dua tingkat, *self-organizing maps*

ABSTRACT

MUHAMMAD RIZKY FAJAR. Implementation of the Two-Level Method with DTW-SOM and AHC to Cluster Provinces Based on Egg Prices. Supervised by BUDI SUSETYO and SEPTIAN RAHARDIANTORO.

Broiler chicken eggs, an essential food commodity in Indonesia, have price disparities between provinces and high price fluctuations. These issues can be influenced by factors such as production costs, distribution, and consumption patterns. This study applies a two-level clustering method using DTW-SOM and AHC to cluster provinces based on broiler chicken egg price change patterns. At the first level, DTW-SOM maps provinces based on similarity in price movement levels and patterns, while the second level, with AHC, aims to obtain optimal clusters. Hyperparameter tuning with Optuna is performed to produce optimal clustering performance. The data from the PIHPS website includes daily consumer prices of broiler chicken eggs per kilogram from 104 cities/districts in 34 provinces in Indonesia. The data was converted into weekly average broiler chicken egg prices per province for use in the clustering process. The study results show that the combination of grid size and optimized hyperparameters produces the best clustering quality with a silhouette coefficient of 0.52 and a Dunn index of 0.34. This study produced four clusters, with the characteristics of each cluster being as follows: (1) low egg prices, (2) moderate egg prices, (3) high price spikes, and (4) high egg prices.

Keywords: broiler chicken egg price, dynamic time warping, optuna, self-organizing maps, two-level clustering



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PENERAPAN METODE DUA TINGKAT DENGAN DTW-SOM DAN AHC TERHADAP PENGGEROMBOLAN PROVINSI BERDASARKAN HARGA TELUR

MUHAMMAD RIZKY FAJAR

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Statistika dan Sains Data

**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
1. Sachnaz Desta Oktarina, S.Stat., M.Agr.Sc., Ph.D.



Judul Skripsi : Penerapan Metode Dua Tingkat dengan DTW-SOM dan AHC
terhadap Penggerombolan Provinsi Berdasarkan Harga Telur

Nama : Muhammad Rizky Fajar
NIM : G1401211009

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Budi Susetyo, M.S.



Pembimbing 2:
Dr. Septian Rahardiantoro, S.Stat., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi Statistika dan Sains Data:
Dr. Bagus sartono, S.Si., M.Si.
NIP. 197804112005011002



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah yang berjudul “Penerapan Metode Dua Tingkat dengan DTW-SOM dan AHC terhadap Penggerombolan Provinsi Berdasarkan Harga Telur”. Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah menjadi bagian dalam perjalanan penulis menempuh studi sarjana, di antaranya:

1. Bapak Riduan, Ibu Sri, Mbak Nisa dan Salwa selaku keluarga tersayang penulis yang telah memberikan doa, semangat, kasih sayang dan dukungan penuh kepada penulis
2. Bapak Dr. Ir. Budi Susetyo, M.S. dan Bapak Dr. Septian Rahardiantoro S.Stat., M.Si. selaku komisi pembimbing yang selalu memberikan semangat, nasihat, dan arahan kepada penulis untuk menyelesaikan karya ilmiah ini dengan baik.
3. Ibu Sachnaz Desta Oktarina, S.Stat., M.Agr.Sc., Ph.D. selaku dosen penguji skripsi yang telah memberikan masukan dan saran dalam memperbaiki karya ilmiah ini.
4. Ibu Aulia Rizki Firdawanti, S.Stat., M.Si. selaku moderator Kolokium dan Ibu Laily Nissa Atul Mualifah, S.Si., M.Si. selaku moderator Seminar Hasil yang telah memberikan saran dan masukan untuk perbaikan karya ilmiah ini.
5. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Prodi Statistika dan Sains Data yang telah memberikan ilmu dan bantuan administratif selama perkuliahan.
6. Farhan Hrp, Fazrin, Farras, Farrel, Vita, Okta, Mutiara, Adisti, Dewi, Nabil, Reza, Angga, dan Farik selaku teman-teman terdekat saya di Statistika angkatan 58 yang telah banyak membantu saya serta berbagi suka dan duka bersama dalam menjalani kehidupan sebagai mahasiswa tingkat Sarjana.
7. Farhan Nst. dan Jasmine, yang terus mendukung penulis sejak SMA hingga bersama-sama menyelesaikan studi tingkat Sarjana di IPB.
8. Bang Arkan dan Kak Bibit selaku mentor dalam penulisan karya ilmiah ini serta Fadly, Windi, Hakim, Ignacia, Azra, dan Adel selaku teman-teman yang juga telah membantu menemani dan mengevaluasi jalannya penelitian ini.
9. Teman-teman Statistika58, Xternal, dan 6phouse atas segudang cerita berharga yang sulit untuk dilupakan.
10. Himpunan Mahasiswa Profesi Gamma Sigma Beta serta Keluarga Besar Statistika IPB yang telah menghadirkan suasana ideal untuk dapat berkembang dan mengasah kemampuan diri.
11. Kepada diri sendiri yang telah berani mendobrak batasan diri dan terus berkomitmen untuk selalu memberikan yang terbaik dan menyelesaikan apa yang telah dimulai.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, September 2025

Muhammad Rizky Fajar

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Analisis Gerombol Data Deret Waktu	3
2.2 Evaluasi Ukuran Ketidakmiripan	8
2.3 Ukuran Ketepatan Jumlah Gerombol	9
2.4 Optuna	10
III METODE	12
3.1 Data	12
3.2 Metode Analisis Data	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Praproses Data	15
4.2 Eksplorasi Data	16
4.3 <i>Hyperparameter Tuning</i>	18
4.4 Penggerombolan dan Pemilihan Kombinasi <i>Hyperparameter</i> Terbaik	18
4.5 Interpretasi Hasil Penggerombolan dengan <i>Hyperparameter</i> Terbaik	22
V SIMPULAN DAN SARAN	29
5.1 Simpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	35
RIWAYAT HIDUP	52

DAFTAR TABEL

1	Kategori penggerombolan berdasarkan koefisien <i>silhouette</i>	9
2	Kota/kabupaten yang mewakili setiap provinsi	12
3	Kombinasi <i>hyperparameter</i> yang dicobakan	18
4	<i>Quantization error</i> dari proses pelatihan DTW-SOM	20
5	Hasil perhitungan korelasi <i>cophenetic</i>	21
6	Hasil evaluasi penggerombolan terbaik untuk setiap jumlah gerombol provinsi	22
7	Informasi setiap gerombol	25

DAFTAR GAMBAR

8	Perbedaan jarak (a) DTW dan (b) <i>euclidean</i> (Cassisi <i>et al.</i> 2012)	3
9	Ilustrasi penentuan <i>warping path</i> menggunakan <i>dynamic programming</i> (Cassisi <i>et al.</i> 2012)	4
10	Ilustrasi proses pelatihan SOM (Ng dan Soo 2017): (a) langkah 1; (b) langkah 2; (c) langkah 3; (d) langkah 4; (e) langkah 5	6
11	<i>Pseudocode</i> pembaruan bobot pada DTW-SOM (Li <i>et al.</i> 2021)	7
12	Ilustrasi perhitungan bobot <i>neuron</i> baru <i>Nt</i> menggunakan DTW (Li <i>et al.</i> 2021)	8
13	Pengaruh data hilang: (a) contoh plot garis provinsi; (b) contoh plot garis kabupaten/kota di provinsi yang sama	15
14	Jumlah data hilang setiap kota atau kabupaten	16
15	Contoh plot deret waktu beberapa kota/kabupaten	16
16	Plot garis HTAR mingguan hasil praproses data	17
17	Boxplot HTAR mingguan setiap provinsi	17
18	<i>Slice plot</i> hasil proses <i>hyperparameter tuning</i> dengan Optuna untuk ukuran <i>grid</i> (a) 5×5 , (b) 5×6 , (c) 6×5 , dan (d) 6×6	19
19	Perubahan bobot setiap iterasi ke-34 untuk kombinasi <i>hyperparameter</i> (a) 1, (b) 2, (c) 3, (d) 4, (e) 5, (f) 6, (g) 7, dan (h) 8	20
20	Peta DTW-SOM	23
21	Perbandingan pola bobot akhir <i>neuron output</i> DTW-SOM dengan pola rata-rata serta median provinsi yang tergabung	23
22	Peta provinsi di Indonesia berdasarkan gerombol	24
23	Peta SOM berdasarkan gerombol	24
24	Plot garis deret waktu 34 provinsi berdasarkan gerombol	25
25	Plot garis gerombol 1	26
26	Plot garis gerombol 2	27
27	Plot garis gerombol 3	27
28	Plot garis gerombol 4	28

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR LAMPIRAN

1	Statistik deskriptif harga telur ayam ras mingguan setiap provinsi	36
2	Dendogram <i>Agglomerative Hierarchical Clustering</i>	37
3	<i>Output</i> DTW-SOM	40
4	Evaluasi hasil penggerombolan	48