



PERAMALAN HARGA CABAI RAWIT MERAH DENGAN GRU DAN TCN BERDASARKAN HASIL PENGGEROMBOLAN PROVINSI DENGAN MAHALANOBIS *DISTANCE-BASED* DTW

JASMITA YASMIN



**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

- 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 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.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Peramalan Harga Cabai Rawit Merah dengan GRU dan TCN Berdasarkan Hasil Penggerombolan Provinsi dengan Mahalanobis *Distance-Based DTW*” 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.

Dalam penyusunan karya ini, penulis menggunakan bantuan kecerdasan buatan ChatGPT untuk membantu perbaikan tata bahasa, penyusunan kalimat agar lebih jelas dan sistematis, serta penyempurnaan sintaks pemrograman yang digunakan dalam analisis data. Setelah menggunakan alat/layanan tersebut, penulis meninjau dan menyunting konten sesuai kebutuhan serta bertanggung jawab penuh atas isi karya tugas akhir ini.

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

Bogor, Agustus 2026

Jasmita Yasmin
G1401221069



ABSTRAK

JASMITA YASMIN. Peramalan Harga Cabai Rawit Merah dengan GRU dan TCN Berdasarkan Hasil Penggerombolan Provinsi dengan Mahalanobis *Distance-Based* DTW. Dibimbing oleh ANWAR FITRIANTO dan INDAHWATI.

Cabai rawit merah merupakan komoditas pangan strategis yang memiliki volatilitas dan disparitas harga antardaerah yang tinggi sehingga diperlukan penggerombolan berdasarkan kemiripan pola harga sebelum dilakukan peramalan. Penelitian ini bertujuan menggerombolkan 34 provinsi di Indonesia menggunakan penggerombolan hierarki berbasis *Mahalanobis Distance-Based Dynamic Time Warping* (MDDTW), membandingkan kinerja model *Gated Recurrent Unit* (GRU) dan *Temporal Convolutional Network* (TCN), serta melakukan peramalan harga pada setiap gerombol. Data yang digunakan berupa harga cabai rawit merah mingguan periode Januari 2023 hingga April 2026 bersumber dari Pusat Informasi Harga Pangan Strategis Nasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pautan rata-rata menghasilkan koefisien *cophenetic* tertinggi sebesar 0,733 dan membentuk dua gerombol optimal berdasarkan nilai *Silhouette* sebesar 0,438 dan *Calinski-Harabasz Index* sebesar 22,105. Model GRU memberikan kinerja lebih baik dibandingkan TCN, dengan nilai MAPE, MAE, dan RMSE pada data uji masing-masing sebesar 8,513%, 5.112, dan 6.729 untuk *Prototype* 1, serta 5,862%, 5.292, dan 7.624 untuk *Prototype* 2. Hasil peramalan menunjukkan bahwa model GRU mampu mengikuti kecenderungan perubahan harga pada kedua *prototype*, meskipun cenderung mengestimasi nilai harga lebih rendah saat terjadi lonjakan harga.

Kata kunci: cabai rawit merah, GRU, MDDTW, penggerombolan deret waktu, TCN

@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.



ABSTRACT

JASMITA YASMIN. Forecasting Red Bird's Eye Chili Prices Using GRU and TCN Based on Provincial Clustering with Mahalanobis Distance-Based DTW. Supervised by ANWAR FITRIANTO and INDAH WATI.

Red bird's eye chili is a strategic food commodity in Indonesia characterized by high price volatility and substantial interregional price disparities, necessitating clustering based on price pattern similarity prior to forecasting. This study aimed to cluster the 34 provinces of Indonesia using hierarchical clustering based on Mahalanobis Distance-Based Dynamic Time Warping (MDDTW), compare the forecasting performance of Gated Recurrent Unit (GRU) and Temporal Convolutional Network (TCN) models, and forecast prices for each cluster. The study used weekly red bird's eye chili price data from January 2023 to April 2026 obtained from the National Strategic Food Price Information Center (PIHPS). The results showed that the average linkage method produced the highest cophenetic correlation coefficient of 0,733 and generated two optimal clusters based on a Silhouette coefficient of 0,438 and a Calinski-Harabasz Index of 22.105. The GRU model outperformed the TCN model, achieving testing MAPE, MAE, and RMSE values of 8,513%, 5.112, and 6.729, respectively, for Prototype 1, and 5,862%, 5.292, and 7.624, respectively, for Prototype 2. The forecasting results indicated that the GRU model was able to capture the overall price trends of both prototypes, although it tended to underestimate prices during periods of sharp price increases.

Keywords: clustering time series, GRU, MDDTW, red bird's eye chili, TCN



@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.

PERAMALAN HARGA CABAI RAWIT MERAH DENGAN GRU DAN TCN BERDASARKAN HASIL PENGGEROMBOLAN PROVINSI DENGAN MAHALANOBIS *DISTANCE-BASED* DTW

JASMITA YASMIN

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
2026**



@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 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.



Judul Skripsi : Peramalan Harga Cabai Rawit Merah dengan GRU dan TCN
Berdasarkan Hasil Penggerombolan Provinsi dengan Mahalanobis
Distance-Based DTW

Nama : Jasmita Yasmin
NIM : G1401221069

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Anwar Fitrianto, S.Si, M.Sc.

Pembimbing 2:

Dr. Ir. Indahwati, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Statistika dan Sains Data:

Dr. Bagus Sartono, S.Si., M.Si.

NIP 197804112005011002

Tanggal Ujian:
17 Juli 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2026 sampai bulan Juli 2026 ini ialah peramalan data deret waktu tingkat gerombol, dengan judul “Peramalan Harga Cabai Rawit Merah dengan GRU dan TCN Berdasarkan Hasil Penggerombolan Provinsi dengan Mahalanobis *Distance-Based DTW*”.

Penulis menyadari bahwa proses penyusunan skripsi ini tidak dapat berjalan dengan baik tanpa adanya dukungan, bimbingan, motivasi, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan tulus dan penuh kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Djunaidi, Ibu Khusnul Khotimah, Kakak Syavina Ananda, dan Adik Nuzurul Amaliyah selaku kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberi dukungan, doa, dan kasih sayang kepada penulis.
2. Bapak Dr. Anwar Fitrianto, S.Si, M.Sc. dan Ibu Dr. Ir. Indahwati, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, membantu, memotivasi, dan memberikan saran serta masukan sehingga karya ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Bapak Dr. Bagus Sartono, S.Si., M.Si. selaku penguji luar komisi, Ibu Eka Putri Nur Utami, S.Stat., M.Si. selaku moderator seminar hasil, dan Bapak Dr. Septian Rahardiantoro, S.Stat., M.Si. selaku moderator kolokium yang memberikan saran dan masukan untuk penulisan karya ilmiah ini.
4. Dosen dan tenaga pendidik Program Studi Statistika dan Sains Data IPB University yang telah memberikan ilmu, bimbingan, serta bantuan dalam kelancaran administrasi selama masa perkuliahan hingga penyusunan karya ilmiah ini.
5. Avrel, Naiya, Keyzha, Aurally, Yumna, Zalfa, Laili, Ashfiyaa, Fathania, dan Khansa selaku sahabat terdekat penulis yang senantiasa hadir menemani, membantu, dan memberikan dukungan selama masa kuliah dan penyusunan karya ilmiah ini.
6. Bayna Forever 17, Semgal, dan Adkesmuach yang telah menemani dan memberi semangat penulis dalam penyusunan karya ilmiah ini.
7. Teman-teman Marinestic Statistika 59 yang telah menjadi teman perjalanan selama hampir 4 tahun selama menempuh pendidikan di IPB University.
8. A. Muh. Irsyad Darwis yang menjadi tempat berbagi cerita bagi penulis serta sosok yang menemani dan membantu penulis dalam melewati berbagai fase selama penulisan karya ilmiah ini.

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

Bogor, Agustus 2026

Jasmita Yasmin



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penggerombolan Hierarki	4
2.2 <i>Mahalanobis Distance-Based Dynamic Time Warping</i>	5
2.3 Validitas Ukuran Kemiripan	7
2.4 Ukuran Penentuan Jumlah Gerombol	7
2.5 <i>Gated Recurrent Unit</i>	8
2.6 <i>Temporal Convolutional Network</i>	9
2.7 Evaluasi Kebaikan Model	11
METODE	13
3.1 Data	13
3.2 Prosedur Analisis Data	13
HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Praproses Data	16
4.2 Eksplorasi Data	16
4.3 Penggerombolan Data Deret Waktu	18
4.4 Data <i>Prototype</i>	22
4.5 Pemodelan GRU dan TCN	22
4.6 Peramalan Harga Cabai Rawit Merah	25
SIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Simpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	32
RIWAYAT HIDUP	36



DAFTAR TABEL

1	Kategori nilai MAPE untuk peramalan	12
2	Arsitektur dan kombinasi <i>hyperparameter</i> model GRU	14
3	Arsitektur dan kombinasi <i>hyperparameter</i> model TCN	14
4	Matriks hasil perhitungan jarak MDDTW	18
5	Nilai koefisien korelasi <i>cophenetic</i> setiap pautan	19
6	Nilai koefisien <i>Silhouette</i> dan <i>Calinski-Harabasz Index</i>	19
7	Rincian anggota setiap gerombol	20
8	Kombinasi <i>hyperparameter</i> terbaik pada model GRU	24
9	Kombinasi <i>hyperparameter</i> terbaik pada model TCN	24
10	Hasil evaluasi data latih dan uji pada model GRU dan TCN	24
11	Perbandingan harga aktual dan nilai peramalan <i>Prototype 1</i>	26
12	Perbandingan harga aktual dan nilai peramalan <i>Prototype 2</i>	26

DAFTAR GAMBAR

1	Perbandingan pemetaan jarak <i>Euclidean</i> dan DTW	5
2	Arsitektur GRU	9
3	Arsitektur TCN	10
4	Plot deret waktu harga cabai rawit merah pada provinsi di Indonesia	16
5	Plot kotak garis harga cabai rawit merah pada provinsi di Indonesia	17
6	Plot deret waktu Gerombol 1	20
7	Plot deret waktu Gerombol 2	21
8	<i>Prototype</i> harga cabai rawit merah tiap gerombol	22
9	Skema proses <i>Time Series Cross Validation</i>	23
10	Plot peramalan <i>Prototype 1</i> selama 8 minggu	25
11	Plot peramalan <i>Prototype 2</i> selama 8 minggu	26

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Hasil perhitungan matriks jarak <i>Mahalanobis Distance-Based Dynamic Time Warping</i>	34
2	Lampiran 2 Dendrogram penggerombolan hierarki menggunakan 3 pautan	35