



PENGEMBANGAN MODEL PREDIKSI SIKLON TROPIS BERBASIS REGRESI LOGISTIK YANG TERINTEGRASI DENGAN MI-FS DAN mRMR

ADWIN ZAKARIA AFDAL



**DEPARTEMEN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
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 “Pengembangan Model Prediksi Siklon Tropis Berbasis Regresi Logistik yang Terintegrasi dengan MI-FS dan mRMR” 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, Juni 2026

Adwin Zakaria Afdal
G2401221005

- 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.

ABSTRAK

ADWIN ZAKARIA AFDAL. Pengembangan Model Prediksi Siklon Tropis Berbasis Regresi Logistik yang Terintegrasi dengan MI-FS dan mRMR. Dibimbing oleh BAMBANG DWI DASANTO.

Wilayah selatan Indonesia merupakan salah satu pusat formasi siklon tropis di Samudra Hindia dan dunia, namun belum terdapat model prediksi yang secara khusus dikembangkan untuk wilayah ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi model probabilistik untuk prediksi siklogensis menggunakan regresi logistik multivariat, yang diintegrasikan dengan metode *Mutual Information Feature Selection* (MI-FS) dan algoritma *Minimum Redundancy Maximum Relevance* (mRMR), dengan berbagai variabel atmosfer, oseanik, dan variabilitas iklim skala besar sebagai prediktor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel dinamika atmosfer lapisan bawah, khususnya ketinggian geopotensial, kecepatan vertikal, vortisitas relatif, dan divergensi, mendominasi dalam prediksi formasi siklon tropis, diikuti oleh variabel dinamika atmosfer lapisan atas, termodinamika atmosfer, serta variabilitas iklim skala besar. Peningkatan jumlah prediktor meningkatkan kemampuan diskriminasi model, sementara kemampuan probabilistik relatif tidak berubah. Konfigurasi model optimal diperoleh pada penggunaan sembilan prediktor teratas (Model 9), yakni ketinggian geopotensial, kecepatan vertikal, RMM2, vortisitas relatif, divergensi, vortisitas potensial, RMM1, *vertical wind shear*, dan ENSO, dengan skor performa multi-metrik tertinggi sebesar 0,97994, karena mampu merepresentasikan faktor utama formasi siklon tropis tanpa redundansi informasi yang berlebihan.

Kata kunci: siklogensis, regresi logistik, seleksi fitur, dinamika atmosfer, variabilitas iklim

ABSTRACT

ADWIN ZAKARIA AFDAL. Development of a Tropical Cyclone Prediction Model Based on Logistic Regression Integrated with MI-FS and mRMR. Supervised by BAMBANG DWI DASANTO.

The southern region of Indonesia is one of the centers of tropical cyclone formation in the Indian Ocean and the world, however, there is no dedicated predictive model that has been developed specifically for this region. This study aims to develop and evaluate a probabilistic model for tropical cyclone genesis prediction using multivariate logistic regression, with the integration of Mutual Information Feature Selection (MI-FS) and Minimum Redundancy Maximum Relevance (mRMR) algorithm, with various atmospheric, oceanic, and large-scale climate variability as predictors. The result indicate that lower-atmospheric dynamical variables, particularly geopotential height, vertical velocity, relative vorticity, and divergence dominate the prediction of tropical cyclone formation, followed by upper-atmosphere dynamics, atmospheric thermodynamics, and large-scale climate variability variables. The increase of the number of predictors



@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.

improve the model's discrimination ability, while probabilistic skill remain unchanged. The optimal model configuration is obtained using the top nine (Model 9) predictors, namely geopotential height, vertical velocity, RMM2, relative vorticity, divergence, potential vorticity, RMM1, vertical wind shear, and ENSO, yielding the highest multi-metric performance score of 0,97994 by effectively representing the primary drivers of tropical cyclone genesis without excessive information redundancy.

Keywords: cyclone genesis, logistic regression, feature selection, atmospheric dynamics, climate variability

@Hak cipta milik IPB University

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.



© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
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.

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.

PENGEMBANGAN MODEL PREDIKSI SIKLON TROPIS BERBASIS REGRESI LOGISTIK YANG TERINTEGRASI DENGAN MI-FS DAN mRMR

ADWIN ZAKARIA AFDAL

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada
Program Studi Meteorologi Terapan

**DEPARTEMEN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Ana Turyanti, S.Si., M.T.

2. Givo Alsepan, S.Si., M.Sc., PhD.



Judul Skripsi : Pengembangan Model Prediksi Siklon Tropis Berbasis Regresi
Logistik yang Terintegrasi dengan MI-FS dan mRMR

Nama : Adwin Zakaria Afdal
NIM : G2401221005

Disetujui oleh



Pembimbing:

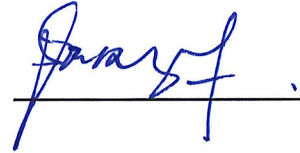
Dr. Drs. Bambang Dwi Dasanto, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Geofisika dan Meteorologi

Dr. Ana Turyanti, S.Si., M.T.

NIP 197107071998032002



Tanggal Ujian:
29 Mei 2026

Tanggal Lulus:



@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.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan September 2025 sampai bulan Mei 2026 ini ialah Pemodelan Prediksi Siklon Tropis, dengan judul "Pengembangan Model Prediksi Siklon Tropis Berbasis Regresi Logistik yang Terintegrasi dengan MI-FS dan mRMR".

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Dr. Drs. Bambang Dwi Dasanto, M.Si. sebagai dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada:

1. Abi Afdal, Umi Nia, dan Albie yang selama ini memberikan dukungan, motivasi, dan doa hingga saat ini.
2. Purwietha Sari Putri Maharani yang dengan caranya sendiri telah memberikan dukungan secara berkelanjutan sejak masa awal perkuliahan hingga saat ini.
3. Fernando dan Atha, selaku teman tingkat akhir dan rekan sesama program sinergi yang telah kebersamai selama pengerjaan penelitian ini.
4. Serta kepada berbagai pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, atas segala bentuk bantuan dan kontribusi yang diberikan dalam proses penyusunan karya ilmiah ini.

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

Bogor, Juni 2026

Adwin Zakaria Afdal



@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.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Siklon Tropis dan Formasi Siklon Tropis	3
2.2 Karakteristik Regional Aktivitas Siklon Tropis	4
2.3 Faktor-Faktor Lingkungan Penentu Proses Formasi Siklon Tropis	4
2.4 Interaksi Antarvariabel dalam Formasi Siklon Tropis	13
2.5 Metode Regresi Logistik Multivariat	15
2.6 <i>Mutual Information Feature Selection (MI-FS)</i>	16
2.7 <i>Minimal Redundancy-Maximum Relevance (mRMR)</i>	16
2.8 Evaluasi Model	17
III METODE	19
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	19
3.2 Alat dan Bahan	19
3.3 Prosedur Penelitian	20
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Karakteristik Historis Siklon Tropis di Wilayah Kajian	25
4.2 Reduksi Dimensi Vertikal Menggunakan MI-FS	27
4.3 Kondisi Klimatologis dan Karakteristik Distribusi Variabel pada Kondisi Siklon Tropis dan Non-Siklon Tropis	28
4.4 <i>Ranking</i> Variabel Optimal Berbasis mRMR	43
4.5 Hasil Estimasi Model Regresi Logistik	46
4.6 Validasi dan Evaluasi Model	50
V SIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Simpulan	57
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	67
RIWAYAT HIDUP	77



@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.

DAFTAR TABEL

1	Data	19
2	Hasil reduksi dimensi vertikal	28
3	Hasil <i>ranking</i> variabel	44
4	Koefisien model hasil regresi logistik 1–8	47
5	Koefisien model hasil regresi logistik 9–16	48
6	Hasil uji multikolinearitas	49
7	Hasil validasi model	51
8	Hasil akhir validasi model	52

DAFTAR GAMBAR

1	<i>Causal loop</i> formasi siklon tropis yang menggambarkan interaksi antara indeks variabilitas iklim (merah), variabel termodinamika (biru), respons konvektif atmosfer (kuning), variabel dinamika atmosfer (hijau), <i>vertical wind shear</i> (ungu), serta variabel struktur atmosfer (putih)	14
2	Peta wilayah kajian	19
3	Diagram alir penelitian	20
4	Peta distribusi spasial titik formasi siklon tropis di wilayah kajian tahun 1995–2024	25
5	Grafik distribusi temporal formasi siklon tropis (a) bulanan dan (b) tahunan	26
6	Peta rata-rata divergensi 975 hPa per bulan tahun 1995–2024	29
7	Peta rata-rata ketinggian geopotensial 1000 hPa perbulan tahun 1995–2024	30
8	Peta rata-rata vortisitas relatif 900 hPa per bulan tahun 1995–2024	31
9	Peta rata-rata kecepatan vertikal 1000 hPa per bulan tahun 1995–2024	32
10	Peta rata-rata (a) kelembapan relatif 650 hPa dan (b) kelembapan spesifik 700 hPa per bulan tahun 1995–2024	33
11	Peta rata-rata vortisitas potensial 400 hPa per bulan tahun 1995–2024	34
12	Peta rata-rata tutupan awan 200 hPa per bulan tahun 1995–2024	35
13	Peta rata-rata <i>vertical wind shear</i> antara 925 hPa dan 250 hPa per bulan tahun 1995–2024	36
14	Peta rata-rata gradien suhu potensial ekuivalen per bulan tahun 1995–2024	37
15	Peta rata-rata suhu permukaan laut per bulan tahun 1995–2024	38
16	Peta tekanan rata-rata permukaan laut per bulan tahun 1995–2024	39
17	Grafik distribusi (a) NINO 3.4 dan (b) AUSMI tahun 1995–2024	40
18	Diagram (a) <i>Wheeler-Hendon</i> (biru menandakan fase dua hingga lima dan merah menandakan yang terjadi pada musim aktif siklon) dan (b) anomali jumlah siklon tropis pada setiap fase MJO	42
19	Distribusi variabel prediktor pada kejadian siklon dan non-siklon	43
20	Peta hasil prediksi bulan Januari 2021 untuk (a) Model 1; (b) Model 9; dan (c) Model 16	53

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	Lampiran 1 Hasil pemetaan Model 9 tahun 2020–2024	69
2	Lampiran 2 Nilai MI-FS	74

@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.