

KONSTRUKSI MODEL PREDIKSI KEKERINGAN MENGUNAKAN *CONVOLUTIONAL LONG-SHORT TERM MEMORY*

RIZKY NUGRAHA PUTRA HERLAMBAH



**DEPARTEMEN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
IPB UNIVERSITY
BOGOR
2025**

- 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 “Konstruksi Model Prediksi Kekeringan Menggunakan *Convolutional Long-Short Term Memory* (ConvLSTM)” 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, November Tahun 2025

Rizky Nugraha Putra Herlambang
G2401201080



ABSTRAK

RIZKY NUGRAHA PUTRA HERLAMBANG. Konstruksi Model Prediksi Kekeringan menggunakan *Convolutional Long-Short Term Memory* (ConvLSTM). Dibimbing oleh AKHMAD FAQIH.

Peningkatan risiko kekeringan dan banjir di sektor pertanian sangat terkait erat dengan variabilitas iklim, yang ditandai oleh pola curah hujan yang fluktuatif. Untuk mengatasi tantangan ini, dikembangkan model prediksi kekeringan menggunakan *Convolutional Long Short-Term Memory* (ConvLSTM), yang secara efektif menggabungkan kemampuan CNN dalam mengenali pola spasial dengan keunggulan LSTM dalam memodelkan urutan data temporal. Model ini dilatih menggunakan data historis curah hujan dan suhu permukaan laut sebagai prediktor utama, serta dioptimalkan melalui proses *hyperparameter tuning* dan *cross validation*. Hasilnya, model ConvLSTM menunjukkan peningkatan akurasi yang signifikan, dibuktikan dengan penurunan nilai MAE dan RMSE serta peningkatan *r-squared*. Evaluasi performa mencatat hasil terbaik pada *issued time* Desember, dengan korelasi prediksi dan data observasi mencapai 0,65. Temuan ini menegaskan potensi ConvLSTM dalam menyediakan prediksi kekeringan yang lebih akurat, sehingga memberikan implikasi penting bagi peningkatan ketahanan pangan dan pengelolaan risiko bencana.

Kata kunci: ConvLSTM, *cross validation*, *Deep learning*, ROC, *Taylor Diagram*



@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 IPB University

ABSTRACT

RIZKY NUGRAHA PUTRA HERLAMBANG. Construction of a Drought Prediction Model using Convolutional Long-Short Term Memory (ConvLSTM). Supervised by AKHMAD FAQIH.

The increased risk of drought and floods in the agricultural sector is closely linked to climate variability, which is characterized by highly fluctuating rainfall patterns. To address this challenge, a drought prediction model was developed using Convolutional Long Short-Term Memory (ConvLSTM), which effectively combines the advantages of CNN in recognizing spatial patterns with the strengths of LSTM in modeling temporal data sequences. This model was trained using historical rainfall and sea surface temperature data as the primary predictors and was optimized through Hyperparameter tuning and Cross validation. The results showed the ConvLSTM model demonstrated a significant improvement in accuracy, evidenced by a reduction in MAE and RMSE values and an increase in R-squared. Performance evaluation noted the best results at the December issued time, with a prediction and observation data correlation reaching 0.65. These findings affirm the potential of ConvLSTM in providing more accurate drought predictions, thus providing important implications for improving food security and disaster risk management.

Keywords: ConvLSTM, cross validation, *Deep learning* , ROC, taylor diagram

- 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.

KONSTRUKSI MODEL PREDIKSI KEKERINGAN MENGUNAKAN *CONVOLUTIONAL LONG-SHORT TERM MEMORY* (ConvLSTM)

RIZKY NUGRAHA PUTRA HERLAMBAH

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Geofisika dan Meteorologi

**DEPARTEMEN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
IPB UNIVERSITY
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 Dr. Bambang Dwi Dasanto
- 2 Dr. Idung Risdiyanto



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University



Judul Skripsi : Konstruksi Model Prediksi Kekeringan menggunakan
Convolutional Long-Short Term Memory (ConvLSTM)

Nama : Rizky Nugraha Putra Herlambang
NIM : G2401201080

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Akhmad Faqih, S.Si.



Diketahui oleh

Ketua Departemen Geofisika dan Meteorologi:
Dr, Ana Turyanti, S.Si., M.T.
NIP. 19710707 199803 2 002

Tanggal Ujian:
05 November 2025

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 Januari 2024 sampai bulan Desember 2025 ini ialah *machine learning* untuk pemodelan iklim, dengan judul "Konstruksi Model Prediksi Kekeringan menggunakan *Convolutional Long-Short Term Memory*". Ungkapan terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Dr. Akhmad Faqih, S.Si. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing serta memberi banyak masukan.
2. Ayah Yoga, Ibu Lena, Adik Keisha dan Kevin yang telah memberikan doa dan dukungan baik secara materi maupun moral.
3. Diri sendiri yang selalu semangat, mau berjuang dan berusaha sekuat tenaga, serta tidak menyerah sampai titik akhir. Terima kasih karena bisa menjadi diri yang kuat dan pantang menyerah.
4. Windah Basudara yang telah menemani serta menghibur penulis selama studi di IPB University.
5. Azriel, Syadalian, Ichsan, Alifio, Andra dan Ahza selaku teman kontrakan yang telah menemani baik dalam keadaan suka maupun duka.
6. Iqbal Dony, Anietya Putri, Al Akhsal, Rashad Muhammad selaku rekan satu bimbingan sebagai tempat untuk berdiskusi.
7. Seluruh teman-teman GFM angkatan 57 yang telah memberikan dukungan, dan saran dalam pengerjaan penelitian ini.

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

Bogor, Desember 2025

Rizky Nugraha Putra Herlambang

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Kekeringan	3
2.2 Model Prediksi Cuaca	3
2.3 <i>El Nino-Southern Oscillation</i> (ENSO)	3
2.4 <i>Indian Ocean Dipole</i> (IOD)	4
2.5 <i>North American Multi-Model Ensemble</i> (NMME)	4
2.6 <i>Model Output Statistics</i> (MOS)	4
2.7 <i>Artificial Neural Networks</i>	5
2.8 <i>Convolutional Long-Short Term Memory</i>	6
2.9 <i>Hyperparameter Tuning</i>	6
2.10 <i>Cross Validation</i>	6
2.11 <i>Receiver Operating Characteristics</i>	6
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Wilayah Kajian	7
3.3 Alat dan Bahan	7
3.4 Prosedur Kerja	8
3.5 Pra Proses Data	9
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Periode Kekeringan Pulau Jawa	13
4.2 Pra-proses data	14
4.3 Pemilihan Periode Prediktor	14
4.4 Konstruksi dan Pelatihan Model	15
4.5 Evaluasi Performa Model	20
4.6 Korelasi Indikator Iklim terhadap Prediktan	31
V SIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 Simpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	39
RIWAYAT HIDUP	42

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 TABEL

1	Tabel 1 Data yang digunakan dalam penelitian	8
2	Tabel 2 Model NMME yang digunakan	8
3	Tabel 3 Periode target dan <i>lead time</i> yang digunakan	8
4	Tabel 4 Variabel yang digunakan untuk <i>input</i>	14
5	Tabel 5 Nilai koefisien determinasi antara prediktor dan prediktan pada periode 1981/1982 – 2009/2010	15
6	Tabel 6 Konstruksi model ConvLSTM	15
7	Tabel 7 Hasil akurasi awal sebelum pelatihan	19
8	Tabel 8 Hasil akurasi setelah pelatihan	19

DAFTAR GAMBAR

9	Gambar 1 Fase <i>Training</i> dan <i>forecasting</i> pada MOS (Marzban <i>et al.</i> 2006)	5
10	Gambar 2 Wilayah kajian Pulau Jawa	7
11	Gambar 3 Diagram alir penelitian	9
12	Gambar 4 Struktur ConvLSTM yang digunakan (Shi <i>et al.</i> 2015)	11
13	Gambar 5 Grafik akumulasi curah hujan di Pulau Jawa tahun 1981-2010	13
14	Gambar 6 Grafik SPI di Pulau Jawa tahun 1981-2010	13
15	Gambar 7 Ilustrasi <i>K-folds cross validation</i>	16
16	Gambar 8 <i>Scatter plot</i> prediktor model dengan prediktan chirps sebelum <i>Training</i> pada <i>issued time</i> bulan November, Desember, Januari, Februari dan Maret	17
17	Gambar 9 <i>Scatter plot</i> prediktor model dengan prediktan chirps setelah <i>Training</i> pada <i>issued time</i> bulan November, Desember, Januari, Februari dan Maret	18
18	Gambar 10 Rataan <i>Learning curve</i> 4 model NMME	21
19	Gambar 11 Diagram Taylor hasil prediksi <i>Standardized Precipitation Index</i> terhadap data observasi	22
20	Gambar 12 Peta korelasi pearson yang ternormalisasi hasil prediksi <i>Standardized Precipitation Index</i> model CanSIPsv2, CanCM4i, CanSIPS-IC3, dan GEM-NEMO pada <i>issued time</i> November, Desember, Januari, Februari dan Maret di Pulau Jawa	24
21	Gambar 13 Peta RMSE ternormalisasi hasil prediksi <i>Standardized Precipitation Index</i> model CanSIPsv2, CanCM4i, CanSIPS-IC3, dan GEM-NEMO pada <i>issued time</i> November, Desember, Januari, Februari dan Maret di Pulau Jawa	25
22	Gambar 14 Peta standar deviasi ternormalisasi hasil prediksi <i>Standardized Precipitation Index</i> model CanSIPsv2, CanCM4i, CanSIPS-IC3, dan GEM-NEMO pada <i>issued time</i> November, Desember, Januari, Februari dan Maret di Pulau Jawa	26

23	Gambar 15 Peta <i>Skill score</i> hasil prediksi <i>Standardized Precipitation Index</i> model CanSIPsv2, CanCM4i, CanSIPS-IC3, dan GEM-NEMO pada <i>issued time</i> November, Desember, Januari, Februari dan Maret di Pulau Jawa	29
24	Gambar 16 Peta hasil prediksi <i>Standardized Precipitation Index</i> model CanSIPsv2, CanCM4i, CanSIPS-IC3, dan GEM-NEMO pada <i>issued time</i> November, Desember, Januari, Februari dan Maret di Pulau Jawa	29
25	Gambar 17 <i>Receiver Operating Characteristics</i> dari masing-masing model	30

DAFTAR LAMPIRAN

25	Lampiran 1 Script konstruksi serta pelatihan dan uji model ConvLSTM yang digunakan	40
26	Lampiran 2 Tabel nilai koefisien determinasi berdasarkan <i>issued time</i>	40
27	Lampiran 3 Tabel nilai metrik akurasi sebelum dan sesudah pelatihan	40