

PROYEKSI CURAH HUJAN DI WILAYAH JAWA– NUSA TENGGARA MENGGUNAKAN MODEL REGCM5 BERBASIS DATA CMIP6

DEARLYN MERRY CHRISTINE TOGATOROP



**DEPARTEMEN GEOFISIKA DAN METEOROLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@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.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Proyeksi curah hujan di wilayah Jawa–Nusa Tenggara menggunakan model RegCM5 berbasis data CMIP6” 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, Juli 2025

Dearlyn Merry Christine Togatorop
G2401211039



@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.



ABSTRAK

DEARLYN MERRY CHRISTINE TOGATOROP. Proyeksi curah hujan di wilayah Jawa–Nusa Tenggara menggunakan model RegCM5 berbasis data CMIP6. Dibimbing oleh AKHMAD FAQIH dan ARNIDA LAILATUL LATIFAH.

Wilayah Jawa – Nusa Tenggara rentan terhadap dampak perubahan iklim, terutama variabilitas curah hujan musiman yang memengaruhi sektor pertanian. Penelitian ini mengevaluasi kinerja tiga model iklim CMIP6 (EC-Earth3, CMCC-ESM2, NorESM2-MM) terhadap data observasi CHIRPS periode historis menggunakan diagram Taylor dan *Taylor Skill Score*. Model EC-Earth3 menunjukkan performa terbaik dan dipilih sebagai input utama untuk simulasi *dynamical downscaling* dengan RegCM5. Faktor koreksi berbasis metode delta-ratio dihitung dari keluaran RegCM5 dan EC-Earth3, diterapkan pada seluruh model CMIP6 untuk periode historis dan proyeksi. Koreksi bias terhadap data observasi CHIRPS juga dilakukan untuk meningkatkan akurasi. Proyeksi curah hujan periode 2026–2055 berdasarkan skenario SSP2-4.5 dan SSP5-8.5 menunjukkan penurunan intensitas curah hujan musim hujan (DJF) sekitar 18% dan peningkatan curah hujan musim kemarau (JJA) sebesar 22%. Kondisi ini berpotensi berdampak signifikan pada sektor pertanian, dengan wilayah pesisir Pulau Jawa paling rentan terhadap perubahan tersebut.

Kata kunci: curah hujan, *dynamical downscaling*, RegCM5, proyeksi

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.



@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.



ABSTRACT

DEARLYN MERRY CHRISTINE TOGATOROP. Rainfall Projection for the Java–Nusa Tenggara Regions Based on CMIP6 Data Using RegCM5 Model. Supervised by AKHMAD FAQIH and ARNIDA LAILATUL LATIFAH.

The Java–Nusa Tenggara region is vulnerable to the impacts of climate change, particularly seasonal rainfall variability that affects the agricultural sector. This study evaluates the performance of three CMIP6 climate models (EC-Earth3, CMCC-ESM2, and NorESM2-MM) against CHIRPS observational data for the historical period using the Taylor diagram and Taylor Skill Score. EC-Earth3 model demonstrated the best performance and was selected as the primary input for dynamical downscaling simulations using RegCM5. A correction factor based on the delta-ratio method was calculated from RegCM5 and EC-Earth3 outputs, and applied to all CMIP6 models for both historical and projection periods. Bias correction against CHIRPS data was also performed to improve projection accuracy. Rainfall projections for 2026–2055 under SSP2-4.5 and SSP5-8.5 scenarios indicate a decrease in wet season (DJF) rainfall intensity by approximately 18% and an increase in dry season (JJA) rainfall by 22%. These changes could significantly affect agriculture, with coastal areas of Java being the most vulnerable to such impacts.

Keywords: dynamical downscaling, projections, rainfall, RegCM5



@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 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.



@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

**PROYEKSI CURAH HUJAN DI WILAYAH
JAWA–NUSA TENGGARA MENGGUNAKAN MODEL
REGCM5 BERBASIS DATA CMIP6**

DEARLYN MERRY CHRISTINE TOGATOROP

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
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.



Hak cipta milik IPB University

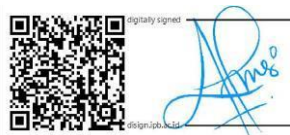
IPB University

Judul Skripsi : Proyeksi Curah Hujan di Wilayah Jawa – Nusa Tenggara Menggunakan Model RegCM5 Berbasis Data CMIP6

Nama : Dearlyn Merry Christine Togatorop
NIM : G2401211039

Disetujui oleh

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



Pembimbing 2:
Dr. Arnida Lailatul Latifah, S.Si., M.Sc.



Diketahui oleh

Ketua Departemen Geofisika dan Meteorologi:
Dr. Ana Turyanti, S.Si., M.T.
NIP. 197107071998032002



Tanggal Ujian:
30 Juli 2025

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 Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2025 sampai bulan Juli 2025 ini berjudul “Proyeksi curah hujan di wilayah Jawa–Nusa Tenggara menggunakan model RegCM5 berbasis data CMIP6”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada :

1. Bapak Dr. Akmad Faqih, S.Si., selaku dosen pembimbing pertama dan Ibu Dr. Arnida Lailatul Latifah, S.Si., M.Sc., selaku dosen pembimbing kedua, yang telah membimbing dan banyak memberikan saran selama penulisan skripsi.
2. Bapak Dr. I Putu Santikayasa, S.Si., M.Sc. selaku dosen penguji, atas kesediaannya menguji dan memberikan saran terkait skripsi ini.
3. Bapak Utoyo Ajie Linarka, S.T., yang telah memberikan masukan dan saran selama pengolahan data.
4. Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Cibinong, yang telah memberikan izin serta fasilitas dalam mendukung pelaksanaan penelitian ini.
5. Keluarga, terutama orang tua penulis, Bapak Dapot Togatorop dan Ibu Lisnawaty Purba, S.E., serta adik-adik penulis, yaitu Marshel Togatorop (adik pertama), Lady Togatorop (adik kedua), dan Munawara Togatorop (adik ketiga), yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan.
6. Pasangan penulis, Afriel Lumban Gaol, S.Kel., yang telah membantu, mendukung, serta memotivasi penulis selama melakukan penelitian.
7. Sahabat penulis, Soly Deo Aritonang yang telah membantu dan mendukung penulis selama melakukan penelitian.
8. Keluarga terdekat penulis, yaitu Robet Purba, S.E., Brando Purba, dan Angelina Barasa, S.E., yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis selama berkuliah di Bogor.
9. Anindya, Pasca, dan Lintang yang telah menjadi bagian dari cerita selama kuliah.
10. Naufal, Faqih, Adi, Fidoh, Salamah, dan Tiara, selaku teman-teman satu bimbingan yang memberikan bantuan dan saran kepada penulis.
11. Teman-teman GFM58 “MarkasBesar” yang telah memberikan banyak cerita, pengalaman, dan dukungan kepada penulis dalam bentuk apapun.

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

Bogor, Juli 2025

Dearlyn Merry Christine Togatorop



@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.



DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
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 Curah Hujan di Wilayah Indonesia	3
2.2 <i>Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6)</i>	4
2.3 <i>Shared Socioeconomic Pathways (SSPs)</i>	5
2.4 <i>Downscaling Menggunakan RegCM5</i>	6
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Data	9
3.3 Prosedur Penelitian	10
3.4 Evaluasi Performa Model CMIP6	12
3.5 <i>Dynamic Downscaling Menggunakan RegCM5</i>	14
3.6 <i>Hybrid Downscaling Berdasarkan Output RegCM5</i>	15
3.7 Analisis Perubahan Curah Hujan (tahun 2026 – 2055)	17
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Evaluasi Performa Model CMIP6	21
4.2 <i>Dynamic Downscaling Menggunakan RegCM5</i>	26
4.3 <i>Hybrid Downscaling Berbasis RegCM5</i>	30
4.4 Proyeksi dan Perubahan Curah Hujan Pada Periode 2026 – 2055 terhadap Periode Historis (1985 – 2014)	31
V SIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Simpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	48
RIWAYAT HIDUP	63



DAFTAR GAMBAR

1	Tiga pola curah hujan di Indonesia. Tipe curah hujan lokal (warna merah), tipe curah hujan ekuatorial (warna hijau), dan tipe curah hujan monsunial (warna kuning). Sumber : BMKG 2015	3
2	Lima narasi dalam SSP (Sellers dan Ebi 2018)	5
3	Wilayah kajian penelitian	9
4	Diagram alir penelitian	19
5	Distribusi curah hujan spasial (a) rata-rata 30 tahun dan (b) musiman antara data CHIRPS (observasi) dan model CMIP6 pada periode 1985-2014 di wilayah Jawa – Nusa Tenggara	21
6	Rata-rata bulanan curah hujan (1985–2014) di daratan Jawa–Nusa Tenggara berdasarkan data observasi (CHIRPS) dan model CMIP6	22
7	Evaluasi performa tiga model CMIP6 (NorESM2, EC-Earth3, dan CMCC) terhadap data observasi CHIRPS menggunakan (a) diagram Taylor dan (b) TSS rata-rata 30 tahun	23
8	Anomali curah hujan rata-rata 30 tahun (a) dan distribusi sifat hujan rata-rata musiman (b) dari model CMIP6 terhadap data observasi (CHIRPS) di wilayah Jawa – Nusa Tenggara (1985– 2014)	24
9	Distribusi curah hujan spasial (a) rata-rata 30 tahun dan (b) musiman antara data observasi CHIRPS, model global EC-Earth3, dan hasil <i>downscaling</i> EC-Earth3 pada periode 1985-2014 di wilayah Jawa – Nusa Tenggara	27
10	Rata-rata bulanan curah hujan (1985–2014) di wilayah Jawa–Nusa Tenggara berdasarkan data observasi (CHIRPS), model EC-Earth3 dan RegCM5	28
11	Diagram Taylor rata-rata 30 tahun (a) dan TSS rata-rata 30 tahun (b) antara model global EC-Earth3 dan hasil <i>downscaling</i> EC-Earth3 terhadap data observasi (CHIRPS) selama periode 1985-2014	29
12	Visualisasi spasial faktor koreksi (rasio antara data model EC-Earth3 dengan data hasil RegCM5) pada tahun 1985-2014	30
13	Plot hasil koreksi (rasio antara data model EC-Earth3 dengan data RegCM5) pada tahun 1985–2014	31
14	Distribusi spasial curah hujan rata-rata musiman antara data historis dan proyeksi berdasarkan hasil multi-model <i>ensemble</i> menggunakan dua skenario yaitu SSP2-4.5 dan SSP5-8.5	32
15	Plot proyeksi curah hujan rata-rata bulanan antara data historis (1985–2014) dan data proyeksi (2026–2055)	33
16	Distribusi sifat hujan rata-rata musiman berdasarkan model CMIP6 dan <i>ensemble mean</i> di wilayah Jawa–Nusa Tenggara (2026–2055) berdasarkan (a) SSP2-4.5 dan (b) SSP5-8.5	34
17	Perubahan curah hujan musiman secara spasial di wilayah Jawa – Nusa Tenggara pada tahun 2026–2055 berdasarkan skenario SSP2-4.5 dan SSP5-8.5	35
18	Plot perubahan curah hujan di wilayah Jawa – Nusa Tenggara pada tahun 2026–2055 berdasarkan skenario SSP2-4.5 dan SSP5-8.5	36
19	Tren rata-rata tahunan curah hujan pada periode historis (1985–2014) dan proyeksi (2026–2055) untuk SSP2-4.5 dan SSP5-8.5	36

DAFTAR TABEL

1	Data penelitian yang digunakan	10
2	Konfigurasi model (RegCM5) yang digunakan (Dary <i>et al.</i> 2025)	15

DAFTAR LAMPIRAN

3	Lampiran 1 <i>Name List</i> untuk Simulasi RegCM5	49
4	Lampiran 2 Distribusi spasial curah hujan rata-rata bulanan data observasi (CHIRPS) dan data model CMIP6 (EC-Earth3, CMCC-ESM2, dan NorESM2-MM) pada tahun 1985–2014 di wilayah Jawa–Nusa Tenggara	53
5	Lampiran 3 Distribusi spasial curah hujan rata-rata bulanan data observasi (CHIRPS), model CMIP6 terbaik (EC-Earth3) dan RegCM5 pada tahun 1985–2014 di wilayah Jawa–Nusa Tenggara	54
6	Lampiran 4 Hasil pengaplikasian faktor koreksi pada model (a) CMCC dan (b) NorESM2 pada periode historis (1985–2014) di wilayah Jawa–Nusa Tenggara	55
7	Lampiran 5 Hasil koreksi bias tiga model CMIP6 (a) CMCC, (b) NorESM2, dan (c) EC-Earth3 menggunakan data observasi (CHIRPS) pada periode historis (1985–2014) di wilayah Jawa – Nusa Tenggara secara temporal	56
8	Lampiran 6 Hasil koreksi bias model CMCC menggunakan data observasi CHIRPS pada periode historis (1985–2014) di wilayah Jawa – Nusa Tenggara secara spasial	57
9	Lampiran 7 Hasil koreksi bias model NorESM menggunakan data observasi CHIRPS pada periode historis (1985–2014) di wilayah Jawa – Nusa Tenggara secara spasial	58
10	Lampiran 8 Hasil koreksi bias model EC-Earth3 menggunakan data observasi CHIRPS pada periode historis (1985–2014) di wilayah Jawa – Nusa Tenggara secara spasial	59
11	Lampiran 9 Distribusi spasial curah hujan rata-rata bulanan dihitung dari <i>ensemble mean</i> data historis (1985–2014) dan proyeksi (2026–2055) berdasarkan dua skenario iklim SSP2-4.5 dan SSP5-8.5	60
12	Lampiran 10 Perubahan curah hujan rata-rata bulanan secara spasial di wilayah Jawa– Nusa Tenggara pada periode proyeksi 2026–2055 berdasarkan skenario SSP2-4.5 dan SSP5-8.5 terhadap periode historis 1985–2014	61



@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.