

KOREKSI BIAS STATISTIK DATA SUHU UDARA CMIP6 DI PULAU JAWA MENGGUNAKAN METODE *QUANTILE* *MAPPING* DAN *QUANTILE DELTA MAPPING*

FIORENZA DIANDRA PERMADI



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



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Koreksi Bias Statistik Data Suhu Udara CMIP6 di Pulau Jawa Menggunakan Metode *Quantile Mapping* dan *Quantile Delta Mapping*” 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

Fiorenza Diandra Permadi
G5401221022

- 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

FIORENZA DIANDRA PERMADI. Koreksi Bias Statistik Data Suhu Udara CMIP6 di Pulau Jawa Menggunakan Metode *Quantile Mapping* dan *Quantile Delta Mapping*. Dibimbing oleh SRI NURDIATI dan MOCHAMAD TITO JULIANTO.

Data suhu udara CMIP6 memiliki bias statistik terhadap observasi yang berpotensi menurunkan akurasi proyeksi iklim. Penelitian ini menerapkan *Quantile Mapping* (QM) dan *Quantile Delta Mapping* (QDM) untuk mengoreksi bias data CMIP6 model MPI-ESM1-2-HR di Pulau Jawa menggunakan ERA5-Land sebagai referensi, dengan periode kalibrasi 1970-1999 dan validasi 2000-2014. Hasil menunjukkan bias positif CMIP6 yang bervariasi antarprovinsi, dari sekitar 1,5°C di Jawa Barat dan DI Yogyakarta hingga 3,24°C di Banten. Setelah koreksi, RMSE turun dari 2,59 menjadi 0,68 (QM) dan 0,71 (QDM), sedangkan uji *Kolmogorov-Smirnov* menunjukkan distribusi hasil koreksi tidak berbeda signifikan dari observasi ($p\text{-value} = 0,0975$). Proyeksi suhu 2015-2100 menunjukkan kenaikan sekitar 0,9°C pada SSP2-4,5 (skenario mitigasi sedang dengan emisi menengah) dan 1,8°C pada SSP5-8,5 (skenario tanpa mitigasi dengan emisi tinggi), dengan DI Yogyakarta dan Jawa Barat memproyeksikan suhu akhir abad tertinggi.

Kata kunci: koreksi bias, CMIP6, *Quantile Delta Mapping*, *Quantile Mapping*

ABSTRACT

FIORENZA DIANDRA PERMADI. Statistical Bias Correction of CMIP6 Air Temperature Data in Java Island Using *Quantile Mapping* and *Quantile Delta Mapping* Methods. Supervised by SRI NURDIATI and MOCHAMAD TITO JULIANTO.

Air temperature data from the CMIP6 global climate model contain significant statistical bias relative to observational data, potentially reducing the accuracy of climate projections. This study applied the *Quantile Mapping* (QM) and *Quantile Delta Mapping* (QDM) methods to correct bias in CMIP6 MPI-ESM1-2-HR data over Java Island, using ERA5-Land as the observational reference with a calibration period of 1970-1999 and a validation period of 2000-2014. Results revealed a positive CMIP6 bias varying across provinces, from approximately 1,5°C in West Java and DI Yogyakarta to 3,24°C in Banten. Following correction, RMSE decreased from 2,59 to 0,68 (QM) and 0,71 (QDM), while the *Kolmogorov-Smirnov* test confirmed that corrected distributions were not significantly different from observations ($p\text{-value} = 0,0975$). Projections for 2015-2100 indicate temperature increases of approximately 0,9°C under SSP2-4,5 (a medium-emission mitigation scenario) and 1,8°C under SSP5-8,5 (a high-emission scenario without significant mitigation efforts, with DI Yogyakarta and West Java projected to experience the highest end-of-century temperatures).

Keywords: bias correction, CMIP6, *Quantile Delta Mapping*, *Quantile Mapping*,



@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, 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.

KOREKSI BIAS STATISTIK DATA SUHU UDARA CMIP6 DI PULAU JAWA MENGGUNAKAN METODE *QUANTILE* *MAPPING* DAN *QUANTILE DELTA MAPPING*

FIORENZA DIANDRA PERMADI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Matematika pada
Program Studi S1 Matematika

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Elis Khatizah, S.Si., M.Si., Ph.D.



Judul Skripsi : Koreksi Bias Statistik Data Suhu Udara CMIP6 di Pulau Jawa
Menggunakan Metode *Quantile Mapping* dan *Quantile Delta Mapping*

Nama : Fiorenza Diandra Permadi

NIM : G5401221022

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Sri Nurdianti, M.Sc.

Pembimbing 2:

Mochamad Tito Julianto, S.Si., M. Kom.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Donny Citra Lesmana, S.Si., M.Fin.Math.
197902272005011001

Tanggal Ujian:
25 Mei 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2025 sampai bulan Mei 2026 ini ialah tugas akhir, dengan judul “Koreksi Bias Statistik Data Suhu Udara CMIP6 di Pulau Jawa Menggunakan Metode *Quantile Mapping* dan *Quantile Delta Mapping*”. Penyusunan karya ilmiah ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Yudi Oktofia dan Ibu Ratna Patricia selaku orang tua penulis atas segala doa, kasih sayang, dukungan moral maupun material yang tiada henti diberikan kepada penulis.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Nurdianti, M.Sc. dan Bapak Mochamad Tito Julianto, S.Si., M. Kom. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberikan arahan, bimbingan, serta masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan karya ilmiah ini.
3. Elis Khatizah, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan karya ilmiah ini.
4. Bang Syukri Arif Rafhida selaku asisten pembimbing Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Nurdianti, M.Sc. yang telah membantu dan membimbing penulis dalam proses penelitian dan penyusunan karya ilmiah ini.
5. Seluruh dosen Departemen Matematika IPB yang telah memberikan ilmu, wawasan, dan pengalaman selama masa perkuliahan.
6. Seluruh staf Departemen Matematika IPB yang telah membantu dalam urusan administrasi dan kelancaran studi penulis.
7. Bertha, Meilisa, Devi, Wulan, dan Nadita sebagai sahabat terdekat penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan menjadi tempat berbagi dalam suka dan duka.
8. Teman-teman Matematika 59 yang telah berjuang bersama serta memberikan kenangan dan kebersamaan selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini masih memiliki berbagai kekurangan dan belum mencapai kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2026

Fiorenza Diandra Permadi



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Suhu Udara	4
2.2 <i>Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6)</i>	4
2.3 Interpolasi Data <i>Bicubic Spline</i>	4
2.4 Sebaran Peluang Kontinu	5
2.5 <i>Kolmogorov-Smilnov Error (KSE)</i>	8
2.6 Koreksi Bias Statistik	8
2.7 Metrik Evaluasi Kinerja Model	10
III METODE	12
3.1 Sumber dan Jenis Data	12
3.2 Tahapan Penelitian	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Pengumpulan dan Ekstraksi Data	17
4.2 Interpolasi dan Pemotongan Wilayah	17
4.3 Identifikasi Sebaran Statistik	18
4.4 Koreksi Bias Per <i>Grid Point</i> (1970-1999)	20
4.5 Validasi Model (2000-2014)	21
4.6 Koreksi Bias Data Prediksi	22
4.7 Koreksi Bias Per Provinsi dan Zona Topografi	25
4.8 Analisis Tren Proyeksi	35
V SIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Simpulan	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	48
RIWAYAT HIDUP	56



DAFTAR TABEL

1	<i>Ranking KS Error</i> pada sebaran data CMIP6 dan ERA5-Land	19
2	Hasil koreksi bias untuk data CMIP6 kalibrasi periode historis (1970-1999) dalam derajat Celcius (°C)	21
3	Hasil koreksi bias untuk data CMIP6 validasi periode historis (2000-2014) dalam derajat Celcius (°C)	21
4	Hasil evaluasi validasi untuk data CMIP6 (2000-2014)	22
5	Hasil koreksi bias untuk data CMIP6 prediksi (2015-2100) SSP2-4,5 dalam derajat Celcius (°C).	23
6	Hasil koreksi bias untuk data CMIP6 prediksi (2015-2100) SSP 5-8,5 dalam derajat Celcius (°C)	24
7	Analisis suhu per provinsi untuk ERA5 dengan CMIP6 mentah, hasil koreksi dengan QM, dan hasil koreksi dengan QDM (1970-2014)	26
8	Hasil evaluasi data CMIP6 yang belum dikoreksi bias per provinsi (1970-2014)	27
9	Hasil evaluasi data yang sudah dikoreksi bias per provinsi (1970-2014)	28
10	Rata-rata suhu daratan rendah dan pegunungan (1970-1999)	28
11	Hasil evaluasi data CMIP6 yang belum dikoreksi bias per zona topografi (1970-1999)	28
12	Hasil evaluasi data CMIP6 yang sudah dikoreksi per zona topografi (1970-1999)	29
13	Rata-rata suhu daratan rendah dan pegunungan (2000-2014)	30
14	Hasil evaluasi data CMIP6 yang belum dikoreksi bias per zona topografi (2000-2014)	30
15	Hasil evaluasi data CMIP6 yang sudah dikoreksi per zona topografi (2000-2014)	30
16	Hasil koreksi bias dengan QM proyeksi suhu per provinsi untuk SSP2 4,5 dan SSP5-8,5 dalam derajat Celcius (°C)	32
17	Hasil koreksi bias dengan QDM proyeksi suhu per provinsi untuk SSP2-4,5 dan SSP5-8,5 dalam derajat Celcius (°C)	32
18	Hasil koreksi bias dengan QM proyeksi suhu per zona topografi untuk SSP2-4,5 dan SSP5-8,5 dalam derajat Celcius (°C)	34
19	Hasil koreksi bias dengan QDM proyeksi suhu per zona topografi untuk SSP2-4,5 dan SSP5-8,5 dalam derajat Celcius (°C)	34
20	<i>Percentile</i> hasil koreksi dengan QM proyeksi per provinsi (2015-2040) dalam derajat Celcius (°C)	40
21	<i>Percentile</i> hasil koreksi dengan QM proyeksi per provinsi (2041-2070) dalam derajat Celcius (°C)	40
22	<i>Percentile</i> hasil koreksi dengan QM proyeksi per provinsi (2071-2100) dalam derajat Celcius (°C)	40
23	<i>Percentile</i> hasil koreksi dengan QDM proyeksi per provinsi (2015-2040) dalam derajat Celcius (°C)	40
24	<i>Percentile</i> hasil koreksi dengan QDM proyeksi per provinsi (2041-2070) dalam derajat Celcius (°C)	41
25	<i>Percentile</i> hasil koreksi dengan QDM proyeksi per provinsi (2071-2100) dalam derajat Celcius (°C)	41

26	<i>Percentile</i> hasil koreksi dengan QM proyeksi per zona topografi (2015-2040) dalam derajat Celcius (°C)	42
27	<i>Percentile</i> hasil koreksi dengan QM proyeksi per zona topografi (2041-2070) dalam derajat Celcius (°C)	42
28	<i>Percentile</i> hasil koreksi dengan QM proyeksi per zona topografi (2071-2100) dalam derajat Celcius (°C).	42
29	<i>Percentile</i> hasil koreksi dengan QDM proyeksi per zona topografi (2015-2040) dalam derajat Celcius (°C)	42
30	<i>Percentile</i> hasil koreksi dengan QDM proyeksi per zona topografi (2041-2070) dalam derajat Celcius (°C)	43
31	<i>Percentile</i> hasil koreksi dengan QDM proyeksi per zona topografi (2071-2100) dalam derajat Celcius (°C)	43

DAFTAR GAMBAR

1	Skema tahapan penelitian	16
2	Grafik ilustrasi rata-rata bulanan suhu di Pulau Jawa untuk CMIP6 dan ERA5-Land (1970-1999)	17
3	Histogram distribusi data suhu udara CMIP6	19
4	Histogram distribusi data suhu udara ERA5-Land	19
5	Grafik perbandingan hasil koreksi bias menggunakan QM dan QDM dengan data mentah CMIP6 dan data observasi ERA5-Land	22
6	Grafik perbandingan suhu Pulau Jawa untuk data CMIP6 SSP2-4,5 dengan QM dan QDM (2015-2100)	23
7	Grafik perbandingan suhu Pulau Jawa untuk data CMIP6 SSP5-8,5 dengan QM dan QDM (2015-2100)	24
8	Grafik perbandingan proyeksi suhu Pulau Jawa pada SSP2-4,5 dan SSP5-8,5 untuk hasil koreksi menggunakan QM dan QDM	25
9	Peta elevasi Pulau Jawa untuk data ERA5-Land	26
10	Diagram batang perbandingan suhu per provinsi untuk data ERA5, CMIP6, hasil QM dan QDM (1970-2014)	27
11	Hasil <i>time series</i> suhu dataran rendah (≥ 0 m , 500 m) dan pegunungan (≥ 500 m) di Pulau Jawa (1970-1999)	29
12	Hasil <i>time series</i> suhu dataran rendah (elevasi ≥ 0 m dan elevasi < 500 m) dan pegunungan (elevasi ≥ 500 m) di Pulau Jawa (2000-2014)	31
13	Grafik hasil proyeksi suhu yang dikoreksi biasanya dengan QM dan QDM provinsi Banten, Jawa Barat, DI Yogyakarta, DKI Jakarta, Jawa Tengah, dan Jawa Timur (2015-2100)	33
14	Grafik hasil proyeksi suhu yang dikoreksi biasanya dengan QM dan QDM untuk dataran rendah (≥ 0 m, < 500 m) dan pegunungan (≥ 500 m) (2015-2100)	34
15	Grafik <i>percentile</i> hasil koreksi dengan QM proyeksi suhu provinsi Banten, Jawa Barat, DI Yogyakarta, DKI Jakarta, Jawa Tengah, dan Jawa Timur untuk SSP2-4,5 dan 5-8,5 (1970-2100)	36
16	Grafik <i>percentile</i> hasil koreksi dengan QDM proyeksi suhu provinsi Banten, Jawa Barat, DI Yogyakarta, DKI Jakarta, Jawa Tengah, dan Jawa Timur untuk SSP2-4,5 dan 5-8,5 (1970-2100)	37

17	Grafik <i>percentile</i> hasil koreksi dengan QM proyeksi suhu per zona topografi untuk SSP2-4,5 dan SSP5-8,5 dataran rendah (≥ 0 m, < 500 m) dan pegunungan (≥ 500 m) (1970-2100)	38
18	Grafik <i>percentile</i> hasil koreksi dengan QDM proyeksi suhu per zona topografi untuk SSP2-4,5 dan SSP5-8,5 dataran rendah (≥ 0 m, < 500 m) dan pegunungan (≥ 500 m) (1970-2100)	39

DAFTAR LAMPIRAN

1	Kode MATLAB pengumpulan dan ekstraksi data	48
2	Kode MATLAB interpolasi dan pemotongan wilayah	49
3	Kode MATLAB identifikasi sebaran statistik	50
4	Kode MATLAB koreksi bias statistik regional Pulau Jawa (1970-1999)	50
5	Kode MATLAB koreksi bias statistik regional Pulau Jawa (2000-2014)	51
6	Kode MATLAB evaluasi validasi (2000-2014)	51
7	Kode MATLAB koreksi bias statistik regional Pulau Jawa SSP2-4,5 dan SSP 5-8,5 (2015-2100)	52
8	Kode MATLAB koreksi bias statistik per provinsi (1970-1999)	52
9	Kode MATLAB koreksi bias statistik per provinsi (2000-2014)	53
10	Kode MATLAB koreksi bias statistik per provinsi SSP2-4,5 dan SSP5-8,5 (2015-2100)	54
11	Kode MATLAB koreksi bias statistik per zona topografi (1970-1999)	54
12	Kode MATLAB koreksi bias statistik per zona topografi (2000-2014)	55
13	Kode MATLAB koreksi bias statistik per zona topografi SSP5-8,5 (2015-2100)	55
14	Kode MATLAB analisis per <i>percentile</i> untuk provinsi dan zona topografi	55