



# **ANALISIS PROYEKSI *SOUTH PACIFIC CONVERGENCE ZONE* (SPCZ) DAN PENGARUHNYA TERHADAP CURAH HUJAN DI INDONESIA MENGGUNAKAN DATA LUARAN MODEL CMIP6**

**PUTU NINIEN RAHAYU PUTRI**



**PROGRAM STUDI KLIMATOLOGI TERAPAN  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**



## PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Analisis Proyeksi *South Pacific Convergence Zone* (SPCZ) dan Pengaruhnya terhadap Curah Hujan di Indonesia menggunakan Data Luaran Model 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 tesis ini.

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

Bogor, Juli 2024

Putu Ninien Rahayu Putri  
G2501202016

## RINGKASAN

PUTU NINIEN RAHAYU PUTRI. Analisis Proyeksi *South Pacific Convergence Zone* (SPCZ) dan Pengaruhnya terhadap Curah Hujan di Indonesia menggunakan Data Luaran Model CMIP6. Dibimbing oleh RAHMAT HIDAYAT dan RINI HIDAYATI.

*South Pacific Convergence Zone* (SPCZ) merupakan zona konveksi terkuat di belahan bumi selatan yang ditandai oleh tingkat keawanan dan curah hujan yang tinggi. Penelitian ini bertujuan mendapatkan proyeksi SPCZ dan pengaruhnya terhadap curah hujan di Indonesia di masa depan. Pada proses analisis, karakteristik SPCZ ditentukan menggunakan data angin zonal dan meridional luaran model CMIP6 terkoreksi (ACCESS-CM2, EC-Earth3-Veg, dan NorESM2-MM) tahun 2031-2060 pada skenario perubahan iklim tingkat menengah dan tinggi (SSP 245 dan SSP 585) yang dibandingkan dengan periode historis tahun 1981-2010. Karakteristik SPCZ yang diteliti diantaranya kekuatan konvergensi SPCZ, luas wilayah SPCZ, dan posisi SPCZ. Adapun hubungan kekuatan SPCZ dan curah hujan di Indonesia dianalisis menggunakan analisis korelasi.

Hasil analisis menunjukkan kekuatan konvergensi diproyeksikan mengalami peningkatan terutama di bagian barat dan mengalami penurunan di sisi timurnya. Rata-rata kekuatan SPCZ disimulasikan mengalami peningkatan 2,36% hingga 24 % pada SSP 245, sedangkan 3,5% hingga 23,5% pada SSP 585. Variabilitas luas wilayah SPCZ diproyeksikan mengalami peningkatan hingga mencapai 2,3% pada model EC-Earth3-Veg, sedangkan model lainnya mensimulasikan adanya penurunan hingga 7%. Perubahan posisi pusat latitude SPCZ disimulasikan bergerak lebih ke selatan hingga 2,1°. Sementara itu, posisi pusat longitude SPCZ diproyeksikan berpindah lebih ke barat mencapai 3,6° pada masa depan.

Korelasi antara proyeksi kekuatan SPCZ dengan curah hujan di Indonesia periode tahun 2031-2060 menunjukkan terdapat perubahan dibanding periode historisnya. Pada bulan Desember-Januari-Februari (DJF), wilayah Indonesia bagian tengah yang sebelumnya memiliki korelasi positif sebesar 0,4 berubah menjadi korelasi negatif sebesar -0,2 pada sebagian besar model. Pada bulan Maret-April-Mei (MAM), wilayah Indonesia bagian tengah dan timur yang semula didominasi dengan koefisien korelasi positif sebesar 0,4 berubah menjadi korelasi negatif hingga mencapai -0,4 pada SSP 245 dan -0,5 pada SSP 585 yang menunjukkan hubungan berbalik arah yang cukup kuat. Kemudian pada bulan Juni-Juli-Agustus (JJA), di wilayah Indonesia tengah dan timur menunjukkan hubungan dengan koefisien korelasi yang tidak signifikan yang sebelumnya bernilai positif sebesar 0,2. Sementara itu, pada bulan September-Oktober-November (SON) menunjukkan adanya korelasi positif sebesar 0,4 hampir di seluruh wilayah Indonesia yang juga ditemukan pada periode historis.

Kata kunci: angin, CMIP6, curah hujan, konvergensi, SPCZ



## SUMMARY

PUTU NINIEN RAHAYU PUTRI, S.Si. Analysis of South Pacific Convergence Zone (SPCZ) Projections and its Influence on Rainfall in Indonesia using CMIP6 Model Data. Supervised by RAHMAT HIDAYAT and RINI HIDAYATI.

The South Pacific Convergence Zone (SPCZ) is the largest convection feature in the Southern Hemisphere, indicated by high level of cloudiness and precipitation. This research aims to analyze the projections variability of the SPCZ and its impact on Indonesian rainfall in the future. The projection variability of the SPCZ is determined using bias-corrected zonal and meridional wind from three model in Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (ACCESS-CM2, EC-Earth3-Veg, and NorESM2-MM) for the period of 2031-2060 under medium forcing scenarios (SSP 245) and high forcing scenario (SSP 585) compared to the historical period of 1981-2010. From these datasets, the projections of SPCZ strength, area, and centroid location are identified. The relationship between SPCZ strength and rainfall in Indonesia was analyzed using correlation analysis.

Most of models simulating increases in the western part of the SPCZ and decreases on the eastern edge of the SPCZ. The changes in strength of SPCZ is increased by 2,36% to 24% under SSP 245 and 3,5% to 23,5% under SSP 585. Furthermore, the variability of SPCZ area is projected inconsistent change depending on the model climate. The variability of the area of SPCZ is projected to increase by up to 2,3% in the EC-Earth3-Veg model, while other models simulate a decrease of up to 7%. Changes in the latitude position of the SPCZ, are simulated to move further south by 2,1°. Meanwhile, the longitude position of the SPCZ is projected to shift further west by 3,6°.

The correlation between the projected strength of the SPCZ and rainfall in Indonesia for the period 2031-2060 shows that there is a change compared to the historical period. In December-January-February (DJF), the central Indonesia region which previously had a positive correlation of 0,4 changed to a negative correlation of -0,2 in most models. In March-April-May (MAM), the central and eastern regions of Indonesia which were originally dominated by a positive correlation coefficient of 0,4 turned into a negative correlation until it reached -0,4 in SSP 245 and -0,5 in SSP 585 which showed a strong reversal relationship. Then in June-July-August (JJA), in central and eastern Indonesia showed a relationship with an insignificant correlation coefficient which was previously positive at 0,2. Meanwhile, in September-October-November (SON) showed a positive correlation of 0,4 in almost all regions of Indonesia which was also found in the historical period.

*Keywords:* CMIP6, convergence, rainfall, SPCZ, wind



- 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, 2024  
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.*

# **ANALISIS PROYEKSI *SOUTH PACIFIC CONVERGENCE ZONE* (SPCZ) DAN PENGARUHNYA TERHADAP CURAH HUJAN DI INDONESIA MENGGUNAKAN DATA LUARAN MODEL CMIP6**

**PUTU NINIEN RAHAYU PUTRI**

Tesis  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Magister Sains pada  
Program Studi Klimatologi Terapan

**PROGRAM STUDI KLIMATOLOGI TERAPAN  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**



**@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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Tesis : Analisis Proyeksi *South Pacific Convergence Zone* (SPCZ) dan Pengaruhnya terhadap Curah Hujan di Indonesia menggunakan Data Luaran Model CMIP6  
Nama : Putu Ninien Rahayu Putri  
NIM : G2501202016

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Rahmat Hidayat, S.Si., M.Si.

---

Pembimbing 2:

Dr. Ir. Rini Hidayati, M.S.

---

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Ir. Tania June, M.Sc.

NIP 196328061988032001

---

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu

Pengetahuan Alam:

Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si.

NIP 197807232007011001

---

Tanggal Ujian: 1 Juli 2024

Tanggal Lulus:





## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan penelitian tugas akhir yang berjudul “Analisis Proyeksi *South Pacific Convergence Zone (SPCZ)* dan Pengaruhnya terhadap Curah Hujan di Indonesia menggunakan Data Luaran Model CMIP6”. Penelitian ini ditulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains (M.Si.) pada Program Studi Klimatologi Terapan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

Penulisan penelitian ini merupakan keterlibatan beberapa pihak, sehingga penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Rahmat Hidayat, S.Si., M.Si. dan Dr. Ir. Rini Hidayati, M.S. selaku komisi pembimbing, terima kasih Bapak dan Ibu atas masukan dan arahnya dalam memberikan bimbingan, motivasi, dan semangat kepada penulis sehingga penyusunan penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik,
2. Dr. Ana Turyanti, S.Si., M.T. selaku Penguji Luar Komisi dan Dr. I Putu Santikayasa, S.Si., M.Sc. selaku Pimpinan Sidang yang banyak memberikan saran membangun untuk penelitian ini,
3. Dosen dan Staf Departemen Geofisika dan Meteorologi yang telah memberikan arahan dan pelayanan yang terbaik selama penulis menempuh pendidikan Magister,
4. Keluarga penulis yang tersayang, Ibu, Bapak, dan Kakak-kakak penulis yang senantiasa memberikan doa terbaik dan kasih sayang kepada penulis,
5. Rekan-rekan dari program studi Klimatologi Terapan yang telah membersamai dalam berbagai kesempatan,
6. Keluarga besar Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah V Jayapura yang telah memberikan kesempatan dan dukungan untuk menyelesaikan studi.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Segala kritik dan saran sangat diharapkan oleh penulis demi kemajuan penelitian ini. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak dan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2024

*Putu Ninien Rahayu Putri*

## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>South Pacific Convergence Zone (SPCZ)</i>	4
2.2 Pola Curah Hujan di Indonesia	5
2.3 <i>Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6)</i>	6
2.4 Model ACCESS-CM2, EC-Earth3-Veg, dan NorESM2-MM	7
2.5 <i>Shared Socioeconomic Pathways (SSP)</i>	8
III METODE	10
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Prosedur Analisis Data	12
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Kekuatan <i>South Pacific Convergence Zone (SPCZ)</i>	16
4.2 Luas Wilayah <i>South Pacific Convergence Zone (SPCZ)</i>	20
4.3 Posisi <i>South Pacific Convergence Zone (SPCZ)</i>	22
4.4 Hubungan Kekuatan SPCZ dan Curah Hujan di Indonesia	25
V SIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Simpulan	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	37
RIWAYAT HIDUP	41



## DAFTAR TABEL

1	Sumber dan jenis data yang digunakan	10
2	Daftar model CMIP6 yang digunakan dalam penelitian	11
3	Rata-rata dan perubahan kekuatan SPCZ periode proyeksi tahun 2031-2060	19
4	Rata-rata dan perubahan luas SPCZ periode proyeksi tahun 2031-2060	21
5	Rata-rata dan perubahan posisi latitude dan longitude wilayah SPCZ periode proyeksi tahun 2031-2060	24

## DAFTAR GAMBAR

1	Rata-rata posisi <i>South Pacific Convergence Zone</i>	4
2	Proyeksi emisi CO <sub>2</sub> dan peningkatan suhu rata-rata global pada SSP1 - SSP5	8
3	Diagram alir penelitian	12
4	Peta rata-rata tingkat konvergensi dan divergensi pada lapisan 925 hPa (s <sup>-1</sup> ) periode historis tahun 1981-2010 di wilayah SPCZ menggunakan data <i>Reanalysis</i> ERA5	16
5	Peta rata-rata tingkat konvergensi dan divergensi pada lapisan 925 hPa (s <sup>-1</sup> ) periode proyeksi tahun 2031-2060 di wilayah SPCZ dengan skenario SSP 245 dan SSP 585 model (a,b) ACCESS-CM2, (c,d) EC-Earth3-Veg, dan (e,f) NorESM2-MM	17
6	Timeseries kekuatan SPCZ (s <sup>-1</sup> ) periode historis tahun 1981-2010 di wilayah SPCZ menggunakan data <i>Reanalysis</i> ERA5	18
7	Timeseries kekuatan SPCZ (s <sup>-1</sup> ) periode proyeksi tahun 2031-2060 di wilayah SPCZ menggunakan skenario perubahan iklim (a) SSP 245 dan (b) SSP 585	18
8	Timeseries luas wilayah SPCZ periode historis tahun 1981-2010 menggunakan data <i>Reanalysis</i> ERA5	20
9	Timeseries luas wilayah SPCZ (km <sup>2</sup> ) periode proyeksi tahun 2031-2060 di wilayah SPCZ menggunakan skenario perubahan iklim (a) SSP 245 dan (b) SSP 585	21
10	Timeseries (a) pusat latitude (°LU) dan (b) pusat longitude (°BT) posisi SPCZ periode historis tahun 1981-2010 menggunakan data <i>Reanalysis</i> ERA5	22
11	Timeseries pusat latitude SPCZ (°LU) periode proyeksi tahun 2031-2060 di wilayah SPCZ menggunakan skenario perubahan iklim (a) SSP 245 dan (b) SSP 585	23
12	Timeseries pusat longitude SPCZ (°BT) periode proyeksi tahun 2031-2060 di wilayah SPCZ menggunakan skenario perubahan iklim (a) SSP 245 dan (b) SSP 585	23
13	Peta korelasi spasial kekuatan SPCZ dengan curah hujan di Indonesia periode historis 1981-2010 pada musim DJF, MAM, JJA, dan SON menggunakan data <i>Reanalysis</i> ERA 5 dan CHIRPS	25

14	Peta korelasi spasial kekuatan SPCZ dengan curah hujan di Indonesia periode proyeksi 2031-2060 pada musim DJF, MAM, JJA, dan SON pada skenario SSP 245 model (a) ACCESS-CM2, (b) EC-Earth3-Veg, dan (c) NorESM2-MM	27
15	Peta korelasi spasial kekuatan SPCZ dengan curah hujan di Indonesia periode proyeksi 2031-2060 pada musim DJF, MAM, JJA, dan SON pada skenario SSP 585 model (a) ACCESS-CM2, (b) EC-Earth3-Veg, dan (c) NorESM2-MM	28

### DAFTAR LAMPIRAN

1	Rata-rata kecepatan angin di wilayah SPCZ periode 1981-2010 Skenario <i>Historical</i> ACCESS-CM2	38
2	Rata-rata kecepatan angin di wilayah SPCZ periode 1981-2010 Skenario <i>Historical</i> EC-Earth3-Veg	38
3	Rata-rata kecepatan angin di wilayah SPCZ periode 1981-2010 Skenario <i>Historical</i> NorESM2-MM	39
4	Rata-rata curah hujan di Indonesia periode 1981-2010 Skenario <i>Historical</i> ACCESS-CM2	39
5	Rata-rata curah hujan di Indonesia periode 1981-2010 Skenario <i>Historical</i> EC-Earth3-Veg	40
6	Rata-rata curah hujan di Indonesia periode 1981-2010 Skenario <i>Historical</i> NorESM2-MM	40

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.