

Skripsi Geofisika

**ANALISIS PENGARUH *EL NINO SOUTHERN OSCILLATION*
TERHADAP CURAH HUJAN DI NUSA TENGGARA TIMUR DAN NUSA
TENGGARA BARAT**



OLEH:

ANDI FAUSTA TRIXIE RUHBAN

H061191008

DEPARTEMEN GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

HALAMAN PETUNJUK SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH *EL NINO SOUTHERN OSCILLATION*

TERHADAP CURAH HUJAN DI NUSA TENGGARA TIMUR DAN NUSA

TENGGARA BARAT

Skripsi Untuk Melengkapi Tugas-tugas Dan Memenuhi Syarat Untuk Mencapai
Gelar Sarjana



OLEH:

ANDI FAUSTA TRIXIE RUHBAN

H061191008

DEPARTEMEN GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS PENGARUH *EL NINO SOUTHERN OSCILLATION*
TERHADAP CURAH HUJAN DI NUSA TENGGARA TIMUR DAN NUSA
TENGGARA BARAT**

Oleh:

ANDI FAUSTA TRIXIE RUHBAN

H061191008

SKRIPSI

Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Ujian Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains Program
Pendidikan Sarjana, Departemen Geofisika Ini Telah Disetujui Oleh Tim Pembimbing Pada

Tanggal Seperti Tertera di Bawah Ini

Makassar, 10 Maret 2023

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pertama


Prof. Dr. Halmar Halide, M.Sc
NIP. 196303151987101001


Saaduddin, M.Sc
NIP. 1989032022043001

**Ketua Departemen Geofisika
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin Makassar**


Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng
NIP.196709291993031003

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Karya tulis saya, skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana) di Universitas Hasanuddin.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing dan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi

Makassar, 10 Maret 2023

Yang membuat pernyataan,



Andi Fausta Trixie Ruhban
H061191008

ABSTRAK

Prediksi curah hujan seringkali dilakukan untuk mengantisipasi kejadian dan yang akan terjadi di masa yang datang. Penelitian yang dilakukan pada tahun 2009 oleh *Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap* mengeluarkan prediksi curah hujan untuk tahun 2010 – 2020 yang menunjukkan ada dan tidaknya perubahan yang signifikan di beberapa pulau di Indonesia. Pada penelitian yang dilakukan oleh Qian, dkk. (2010) Curah hujan di Indonesia juga dipengaruhi oleh aktivitas ENSO karena terletak pada *Intertropical Convergence Zone*. Pengaruh ENSO berbeda-beda antar wilayah, bergantung pada lokasi dan topografi dari wilayah yang ditempati tersebut. Pada penelitian ini dilakukan pada 24 titik stasiun curah hujan di Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat dengan tujuan penelitian yaitu memverifikasi prediksi curah hujan *Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap* di Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat dan menganalisis pengaruh *El Nino Southern Oscillation* terhadap curah hujan di Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat. Untuk memverifikasi prediksi curah hujan pada penelitian ini dilakukan dengan metode *Heidke Skill Score* dengan data curah hujan. Lalu untuk melihat pengaruh ENSO terhadap curah hujan dilakukan perhitungan korelasi menggunakan data Nino 3.4 dan curah hujan dengan metode Korelasi Pearson. Hasil yang didapatkan dari metode *Heidke Skill Score*, menunjukkan bahwa prediksi curah hujan di Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat yang dikeluarkan oleh *Indonesia's climate change Sectoral Roadmap* kurang tepat dibandingkan dengan data observasi yang ada dengan menunjukkan nilai dibawah 1 (*nonskill*) yaitu -0.39 sampai 0.17. Kemudian hasil yang didapatkan pada korelasi *El Nino Southern Oscillation* dengan curah hujan di Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat berada pada rentang 0.05 – 0.99 yang artinya pengaruh *El Nino Southern Oscillation* terhadap curah hujan di Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat rendah hingga tinggi yang juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti *Intertropical Convergence Zone*, topografi, posisi geografis, dan iklim lokal dari suatu wilayah.

Kata kunci: Curah Hujan, ENSO, *Heidke Skill Score*, Korelasi Pearson.

ABSTRACT

Rainfall predictions are often done to anticipate events that will occur in the future. Research conducted in 2009 by the Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap released predictions of rainfall for the years 2010 – 2020 which showed whether or not there were significant changes in several islands in Indonesia. In the research conducted by Qian, et al. (2010) Rainfall in Indonesia is also affected by ENSO activity because it is located in the Intertropical Convergence Zone. The effect of ENSO varies between regions, depending on the location and topography of the area it occupies. This research was conducted at 24 rainfall station points in East Nusa Tenggara and West Nusa Tenggara with the aim of research namely to verify the predictions of the Indonesian Climate Change Sectoral Roadmap rainfall in East Nusa Tenggara and West Nusa Tenggara and to analyze the effect of El Nino Southern Oscillation on rainfall in East Nusa Tenggara and West Nusa Tenggara. To verify the prediction of rainfall in this study, the Heidke Skill Score method was used with rainfall data. Then to see the effect of ENSO on rainfall, correlation calculations were carried out using Nino 3.4 data and rainfall using the Pearson Correlation method. The results obtained from the Heidke Skill Score method show that the predictions of rainfall in East Nusa Tenggara and West Nusa Tenggara issued by Indonesia's climate change Sectoral Roadmap are less precise than the existing observation data by showing values below 1 (non-skill), namely -0.39 to 0.17. Then the results obtained on the El Nino Southern Oscillation correlation with rainfall in East Nusa Tenggara and West Nusa Tenggara are in the range of 0.05 – 0.99, which means that the influence of El Nino Southern Oscillation on rainfall in East Nusa Tenggara and West Nusa Tenggara is low to high which is also influenced by several factors such as the Intertropical Convergence Zone, topography, geographical position, and local climate of a region.

Keywords: ENSO, Heidke Skill Score, Pearson Correlation, Rainfall.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah Rabbil 'alamin. Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul “**Pengaruh El-Nino Southern Oscillation Terhadap Curah Hujan di Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat**” untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Departemen Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Shalawat beserta salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada Rasulullah ﷺ, kepada keluarganya, para sahabat, dan kepada umatnya hingga akhir zaman, aamiin.

Terimakasih yang sedalam-dalamnya saya ucapkan kepada orang tua saya, Ayahanda **Andi Ruhban, S.ST, M.Kes.** dan Ibunda **Marlia** serta Kakanda **Andi Favian Orvala Ruhban, S.Tr.Kes.**, yang selalu memberikan dukungan moril maupun materil serta doa kepada penulis.

Dalam kesempatan ini pula penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya dari berbagai pihak atas bantuan, nasihat, didikan, bimbingan, dan doa yang diberikan kepada penulis selama ini. Untuk itu dengan senang hati penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak **Prof. Dr. Halmar Halide, M.Sc** selaku dosen pembimbing utama dalam penulisan skripsi ini, yang telah meluangkan waktunya untuk

membimbing, memberikan ilmu dan nasihat sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.

2. Bapak **Saaduddin, M.Sc** selaku dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan bimbingan, nasihat, saran-saran serta ilmunya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak **Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng** dan Bapak **Dr. Sakka, M.Si** selaku tim Penguji yang telah memberikan nasihat dan kritik serta masukan-masukan dalam penulisan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Departemen Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin terkhusus kepada Ibu **Makhrani S.Si. M.Si.** selaku Dosen Penasehat Akademik, staf Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam terkhusus staf Departemen Geofisika, Staf Laboratorium, Staf Perpustakaan Pusat dan Staf Perpustakaan Fakultas atas segala bantuan, ilmu dan arahan yang bermanfaat bagi penulis.
5. Kakak-Kakak Geofisika Unhas terkhusus Kak **Muh. Syafrizal, S.Si** dan Kak **Andika, S.Si, M.Si** yang telah memberikan bantuan serta saran kepada penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini
6. Guru-guru terbaik penulis di **TK Puspawangi, SD Inpres Tamalanrea 1, SMPN 12 Makassar, dan SMAN 11 Makassar** yang telah menjadikan penulis sebagai insan yang penuh dengan ilmu pengetahuan.
7. Kawan se-TA dengan topik ENSO, khususnya **Rodjil** dan **Afikah** yang saling bertukaran pikiran selama kepenulisan Skripsi.

8. **HMGF FMIPA Unhas, SPE Unhas SC, dan UKM Seni Tari Unhas** sebagai wadah berorganisasi juga sebagai rumah kedua bagi penulis serta orang-orang yang ada di dalamnya yang telah berbagi ilmu dan pengalaman sehingga penulis dapat mengembangkan pengetahuan dan keterampilan di luar akademik.
9. Kawan-kawan **Geofisika'19 dan HMGF'19** yang selalu menemani proses perkuliahan di setiap harinya dan kebersamaan penulis menjalankan kehidupan kampus di setiap waktunya.
10. Dan untuk seluruh keluarga, kerabat dan sahabat yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang senantiasa selalu memberi dukungan moral maupun materil kepada penulis.

Makassar, 10 Maret 2023

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, positioned above the word 'Penulis'.

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
HALAMAN PETUNJUK SKRIPSI	<u>ii</u>
LEMBAR PENGESAHAN	<u>ii</u>
PERNYATAAN KEASLIAN	iiiv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	<u>viii</u>
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Ruang Lingkup	3
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
BAB II	5
II.1 El Nino Southern Oscillation (ENSO).....	5
II.1.1 ENSO - Fase Netral.....	6
II.1.2 ENSO -Fase La Nina.....	7
II.1.3 ENSO - Fase El Nino	9
II.2 Curah Hujan.....	10
II.3 Hubungan ENSO dan Curah Hujan	10
II.4 Kondisi Regional	13
II.4.1 Nusa Tenggara Timur	13
II.4.2 Nusa Tenggara Barat.....	14
II.5 Korelasi Pearson	14
II.6 Heidke Skill Score	16
II.7 Metode Interpolasi <i>Inverse Diverse Weighting</i> (IDW).....	18
BAB III	19

III.1 Lokasi Penelitian	19
III.2 Alat dan Bahan	19
III.2.1 Alat.....	19
III.2.2 Bahan	19
III.3 Prosedur Penelitian.....	20
III.3.1 Tahap Persiapan dan Pengumpulan Data.....	20
III.3.2 Tahap Pengolahan Data	20
III.4 Bagan Alir Penelitian	23
BAB IV	24
IV.1 Hasil	24
IV.1.1 <i>Hedike Skill Score</i> Curah Hujan di Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat.....	24
IV.1.2 Korelasi <i>El Nino Southern Oscillation</i> dan Curah Hujan di Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat.....	26
IV.2 Pembahasan.....	29
IV.2.1 Heidke Skill Score Curah Hujan di Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat.....	29
IV.2.2 Korelasi <i>El Nino Southern Oscillation</i> dan curah hujan di Nusa Tenggara Timur dan NusanTenggara Barat.....	30
BAB V.....	32
V.1 Kesimpulan.....	32
V.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA.....	33
LAMPIRAN.....	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Posisi daerah <i>Nino</i> 3.4 di Samudera Pasifik.....	5
Gambar 2.2 ENSO Fase Netral Atau Normal.....	6
Gambar 2.3 ENSO Fase <i>La Nina</i>	7
Gambar 2.4 ENSO Fase <i>El Nino</i>	9
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	19
Gambar 3. 2 Bagan Alir Penelitian	23
Gambar 4. 1 Peta Nilai HSS Prediksi Curah Hujan di Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat.....	25
Gambar 4. 2 Peta Nilai Korelasi ENSO dengan Curah Hujan di Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat.....	28

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Interpretasi dari Nilai R positif (hubungan searah).....	15
Tabel 2.2 Interpretasi dari Nilai R negatif (hubungan berlawanan).....	15
Tabel 2.3 Tabel Perbandingan <i>Heidke Skill Score</i>	17
Tabel 4. 1 Nilai <i>Heidke Skill Score</i> Curah Hujan di Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat.....	24
Tabel 4. 2 Peta Nilai Korelasi ENSO dengan Curah Hujan di Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat.....	26

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Prediksi Curah Hujan <i>Indonesia's Climate Change Sectoral Roadmap</i>
Lampiran 2: <i>Script Matlab</i>
Lampiran 3: Data Penelitian.....

BAB I

PENDAHULUAN

I.I Latar Belakang

ENSO (*El Nino Southern Oscillation*) adalah salah satu fenomena global yang terjadi akibat adanya penyimpangan kondisi interaksi antara lautan dan atmosfer sepanjang Samudera Pasifik sekitar ekuator dari keadaan normalnya sehingga mempengaruhi variabilitas iklim di daerah ekuator samudera Pasifik dan beberapa bagian bumi. *El Nino* terjadi di saat suhu permukaan laut di bagian timur Samudera Pasifik meningkat, namun suhu di barat Samudera Pasifik dan sekitar Indonesia mengalami penurunan (penyimpangan) sehingga curah hujan menurun. Hal sebaliknya akan terjadi pada fenomena *La Nina*. Untuk mengetahui fenomena ENSO dapat dilihat dari indikator anomali suhu permukaan laut, tekanan udara di atmosfer / *Southern Oscillation*, dan elevasi permukaan laut (Handoko et al, 2019). Sebagai salah satu daerah tropis yang dinamika atmosfernya unik menyebabkan wilayah Indonesia rentan mengalami penyimpangan atau anomali dari kondisi normal. Anomali curah hujan umumnya disebabkan oleh fenomena global (Rachman, 2019).

Curah hujan di Indonesia juga dipengaruhi oleh aktivitas ENSO karena terletak pada ITCZ (*Intertropical Convergence Zone*). Pengaruh ENSO berbeda-beda antar wilayah, bergantung pada lokasi dan topografi dari wilayah yang ditempati tersebut (Qian dkk., 2010). Pada umumnya, di wilayah Nusa Tenggara Timur memiliki pola Curah Hujan musonal yakni wilayah-wilayah yang mengalami perbedaan curah hujan yang tegas antara musim hujan dengan musim kemarau. Pada penelitian ini

menunjukkan bahwa Zona Musim Hujan dengan Periode Musim Hujan lebih pendek dari Normalnya pada setiap kali kejadian *El Nino* tidak sama yang berarti bahwa pengaruh *El Nino* terhadap Periode Musim Hujan tidak merata di setiap Zona Musim setiap tahun. Fenomena *El Nino* berdampak pada mundurnya awal musim hujan, pendeknya Periode Musim Hujan dan Sifat Hujan di Bawah Normal di sebagian besar Zona Musim di wilayah NTT. Hal ini karena mengingat luasnya provinsi NTT yang merupakan provinsi kepulauan dengan letak topografi dan geografis di setiap daerah berbeda yang menyebabkan keragaman hujan di setiap daerah dan disebabkan juga oleh adanya interaksi antara atmosfer dan laut yang tidak menentu setiap saat pengaruh faktor-faktor pengendali Iklim, seperti topografi, lamanya penyinaran, perbedaan garis lintang, arah angin, perbedaan suhu daratan dan lautan dan lain-lain. (Kain et al, 2018).

Perubahan sirkulasi atmosfer selama *El Nino* juga menyebabkan anomali pada beberapa wilayah termasuk di Nusa Tenggara Barat (NTB). (Nurlatifah dan Wulandari, 2019). Pada musim JJA, koefisien korelasi Anomali SST *Nino* .3.4 dan curah hujan di NTB cenderung negatif dan terkuat jika dibandingkan dengan musim lainnya. Hal ini kemungkinan disebabkan koherensi spasial curah hujan NTB pada musim JJA lebih baik dibandingkan musim lainnya. Secara spasial, hampir seluruh wilayah di NTB pada bulan *El Nino* mengalami penurunan curah hujan. Sebaliknya, hampir seluruh wilayah di NTB pada bulan *La Nina* mengalami peningkatan curah hujan. Penurunan atau peningkatan curah hujan terkecil pada saat *El Nino* atau *La Nina* terjadi di bagian barat daya Pulau Sumbawa. Artinya, pengaruh fenomena ENSO di kawasan ini cenderung lemah.

Pada *Indonesia Climate Change Sectoral roadmap* (ICCSR) menunjukkan proyeksi perubahan curah hujan berdasarkan analisis data observasi yang menunjukkan bahwa tidak akan ada perubahan yang signifikan dari curah hujan tahunan rata-rata saat ini di wilayah Jawa-Bali untuk periode 2010 hingga 2015. Namun, proyeksi curah hujan periode 2010 hingga 2020 menunjukkan peningkatan yang lebih signifikan pada curah hujan periode Desember-Januari-Februari-Maret di 6 wilayah yang luas termasuk Nusa Tenggara. Di samping itu, dengan variabilitas yang lebih besar, curah hujan yang diharapkan di Sumatera dan Papua diperkirakan akan meningkat hampir di semua musim hingga tahun 2020. Sebaliknya, curah hujan diproyeksikan menurun selama periode Juli-Agustus-September untuk wilayah seperti Jawa-Bali, Sulawesi, Kalimantan, dan Maluku (Sriyanti,2010).

Dari kondisi-kondisi ideal di atas dan beberapa hal yang melatar belakangi penelitian kali ini, maka akan dilakukan penelitian untuk memverivikasi akurasi prediksi curah hujan dengan data observasi menggunakan HSS (*Heidke Skill Score*) dan analisis korelasi untuk mengetahui bagaimana pengaruh *El Nino Southern Oscillation* terhadap curah hujan di Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat.

I.2 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini yaitu menganalisis akurasi prediksi curah hujan menggunakan HSS (*Heidke Skill Score*) di Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat serta menganalisis pengaruh *El Nino Southern Oscillation* pada curah hujan menggunakan data *Nino 3.4* dan data curah hujan dari tahun 1981-2021 menggunakan metode analisis korelasi.

I.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana akurasi prediksi curah hujan menggunakan *HSS (Heidke Skill Score)* di NTT dan NTB pada tahun 1981-2021?
2. Bagaimana pengaruh *El Nino Southern Oscillation* terhadap curah hujan di NTT dan NTB

I.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

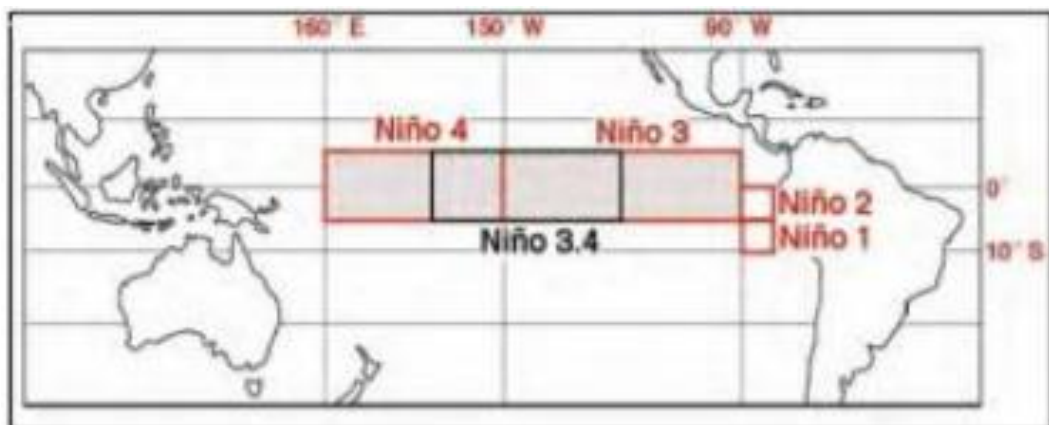
1. Memverifikasi prediksi curah hujan *Indonesia's climate change Sectoral Roadmap* di Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat
2. Menganalisis pengaruh *El Nino Southern Oscillation* terhadap curah hujan di Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 El Nino Southern Oscillation (ENSO)

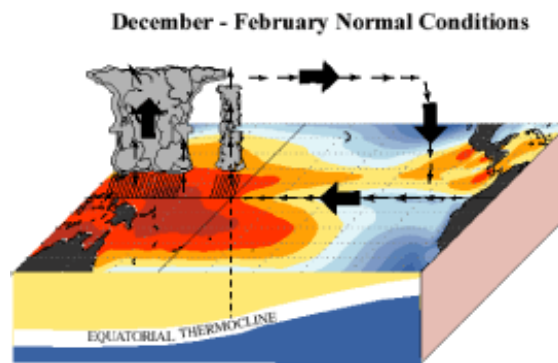
El-Nino merupakan salah satu bentuk penyimpangan iklim samudera Pasifik yang ditandai dengan kenaikan *SST* (*Sea Surface Temperature*) pada daerah katulistiwa bagian tengah dan timur. Sebagai indikator untuk memantau kejadian *El-Nino*, digunakan data pengukuran SPL zona *Nino 3.4* (170°BB - 120°BB dan 5°LS - 5°LU), dimana anomali positif mengindikasikan terjadi *El Nino*. Kenaikkan anomali *SST Nino 3.4* diikuti dengan melemahnya angin pasat yang menyebabkan pergeseran daerah konveksi pembentuk awan-awan hujan. pada kondisi normal, daerah konveksi berada pada wilayah barat samudera Pasifik. Namun, pada kondisi *El Nino*, Zona konveksi bergeser ke tengah-tengah samudera Pasifik. kondisi ini umumnya terjadi menjelang akhir tahun. fenomena *La Nina* ditandai dengan menurunnya SPL di zona *Nino 3.4* (anomali negatif), sehingga sering disebut fase dingin.



Gambar 2.1. Posisi daerah *Nino 3.4* di Samudera Pasifik
(Sumber: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov>)

II.1.1 ENSO - Fase Netral

Fase netral disebut juga kondisi normal dari ENSO, di mana tidak terjadi *El Nino* maupun *La Nina*. Pada fase netral, suhu muka laut, pola hujan kawasan tropis dan sirkulasi atmosfer berada pada kondisi rata-ratanya. Berikut gambar fase ENSO Netral.



Gambar 2.2 Enso fase netral atau normal (sumber gambar

https://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/ENSO/New/phase_neutral.html)

Selama fase ENSO Netral, suhu muka laut di bagian barat Pasifik akan selalu lebih hangat dari bagian timur Pasifik. Pada umumnya suhu laut yang relatif lebih dingin di Pasifik Timur menyebabkan iklim yang lebih kering di wilayah tersebut. Pada fase ini, *upwelling* atau naiknya air laut kaya nutrisi terjadi di pantai Pasifik utara Amerika Selatan. *Upwelling* mendukung ekosistem laut yang sehat dan mendorong peningkatan produksi perikanan di kawasan Pasifik timur.

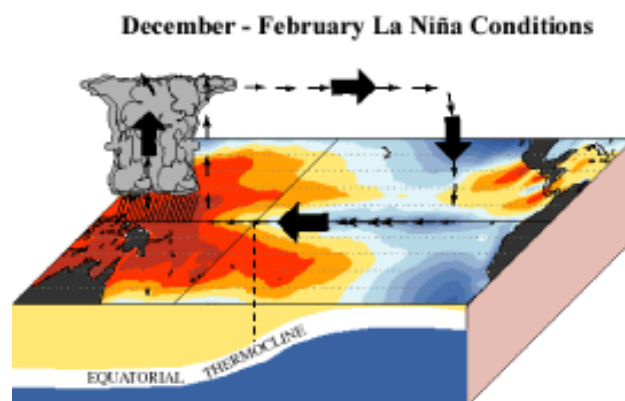
Sebagaimana terlihat pada **Gambar 2** tentang fase netral ENSO, pada bagian bawah atmosfer aliran udara bergerak dari timur ke barat, begitu juga arus laut di permukaan. Pada bagian atas atmosfer, aliran udara bergerak dari barat ke timur, karena adanya konvergensi pada area laut yang hangat di barat Pasifik. Konvergensi tersebut mendorong pembentukan hujan pada wilayah tersebut termasuk Indonesia.

Termoklin akan miring ke bawah ke arah barat ekuator Pasifik. Termoklin adalah lapisan batas antara air hangat pada bagian atas dan air dingin pada bagian bawah lautan. Kemiringan termoklin pada fase ENSO Netral akan mendorong terjadinya upwelling di wilayah timur Pasifik.

II.1.2 ENSO – La Nina

Fase *La Nina* disebut fase ENSO dingin (*cold phase*). Ada juga yang menyebut *La Nina* sebagai fase netral yang diperkuat. Hal ini karena adanya hembusan angin pasat dari Pasifik timur ke arah barat sepanjang ekuator menjadi lebih kuat dari biasanya. Umumnya, *La Nina* memberi dampak berupa peningkatan curah hujan di wilayah ekuator barat Pasifik termasuk Indonesia dan potensi kekeringan di wilayah ekuator timur Pasifik. Peningkatan curah hujan di bagian barat Pasifik karena adanya peningkatan sistem konvektif.

Peningkatan sistem konvektif terjadi karena adanya desakan dari pasat timuran yang menggeser sistem konvektif yang biasanya ada di ekuator tengah Pasifik ke arah barat Pasifik hingga wilayah perairan Indonesia bagian tengah dan timur.



Gambar 2.3 ENSO fase *La Nina* (sumber gambar

https://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/ENSO/New/phase_neutral.html)

Selama fase *La Nina*, karakteristik yang terbentuk dari Gambar 3 di atas sebagai berikut:

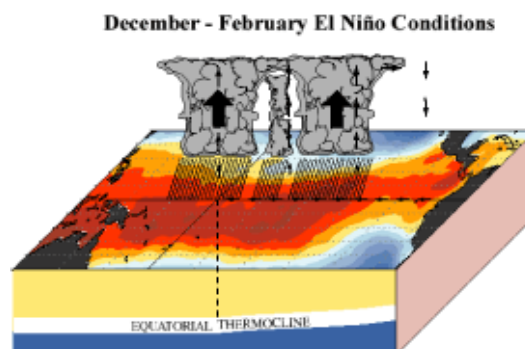
- Pada sirkulasi bagian bawah atmosfer, selama fase *La Nina* terjadi penguatan pasat timuran yang berhembus ke barat ke Pasifik bagian tengah dan barat hingga Indonesia. Anomali tekanan udara yang lebih tinggi dari biasanya meluas hingga Pasifik tengah ekuator, sedang pada Pasifik barat anomali tekanan menjadi lebih rendah dari biasanya. Gradien tekanan ini yang mendorong penguatan pasat timuran atau juga yang merupakan sirkulasi *Walker* timuran.
- Arus laut pada permukaan juga mengalami penguatan dari timur ke barat sepanjang ekuator dari Pasifik timur ke bagian barat. Hal ini merupakan dampak timbal balik dari penguatan angin pasat. Artinya pada fase *La nina*, terjadi peningkatan perpindahan massa air laut pada bagian permukaan sebagai hasil dari mendinginnya suhu muka laut dibanding rata-ratanya atau dibanding pada saat fase netral pada daerah ekuator timur dan tengah Pasifik.
- Sirkulasi atmosfer bagian atas juga mengalami penguatan pergerakan dari barat ke timur. Adanya konvergensi pada lapisan bawah atmosfer di atas permukaan laut yang hangat di barat Pasifik membuat massa udara yang sangat lembab tersebut bergerak naik. Proses naiknya massa udara menyebabkan potensi terjadinya hujan deras. Sampai pada bagian atas atmosfer massa udara yang naik telah kering karena telah melepaskan kandungan uap air menjadi hujan. Adanya divergensi pada bagian atas atmosfer menyebabkan massa udara bergerak ke timur lalu turun di atas lautan yang dingin di Pasifik timur.
- Selama fase *La Nina* Pada termoklin akan semakin miring ke barat Pasifik, di mana pada Pasifik timur lapisan termoklin menjadi lebih tinggi dari normalnya.

Dampaknya yaitu peningkatan *upwelling* yang memungkinkan peningkatan air laut yang kaya nutrisi naik ke permukaan laut di sekitar ekuator Pasifik timur. Pada akhirnya selama fase *La Nina* terjadi peningkatan hasil tangkapan nelayan di Pasifik timur.

II.1.3 ENSO - Fase El Nino

Fase *El Nino* disebut juga sebagai fase ENSO hangat. Fase ini merupakan anomali iklim dari kondisi normal. Angin pasat yang biasa berhembus dari timur ke barat melemah. Pelemahan ini dikaitkan dengan meluasnya suhu muka laut yang hangat di timur dan tengah Pasifik.

Naiknya suhu muka laut di daerah Pasifik Timur menyebabkan perubahan pada sirkulasi atmosfer. Hingga saat ini masih belum diketahui penyebab meningkatnya suhu muka laut di kawasan daerah bagian timur Pasifik. Perubahan sirkulasi atmosfer pada fase *El Nino* dipicu menurunnya tekanan udara di timur Pasifik dan sebaliknya di barat Pasifik tekanan udara justru meningkat. Pusat konvektif bergeser ke Pasifik tengah dikarenakan *Walker* timuran melemah dan *Walker* barat menguat menuju wilayah konvektif, sebagaimana terlihat pada **Gambar 4** berikut.



Gambar 2. 4. ENSO fase *El Nino* (sumber gambar

https://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/ENSO/New/phase_neutral.html)

Karakteristik lautan dan atmosfer yang terbentuk selama fase *El Nino* sebagai berikut:

- Sirkulasi pada bagian bawah atmosfer melemah karena terbentuknya anomali tekanan rendah pada bagian tengah dan timur Pasifik sedang di barat Pasifik anomali tekanan tinggi meningkat. Karena gradien tekanan antara Pasifik tengah dan timur menurun, dampaknya aliran angin pasat dari timur Pasifik ke arah barat melemah. Sebaliknya munculnya aliran *Walker* baratan dari Pasifik barat menuju wilayah tekanan rendah di Pasifik bagian tengah hingga timur.
- Sirkulasi arus laut permukaan akan mengikuti sirkulasi atmosfer yang terbentuk di atasnya. Dengan demikian selama *El Nino*, terjadi perpindahan massa air laut dari barat ke timur sebagai hasil dari proses naiknya suhu muka laut di Pasifik tengah dan timur.
- Terbentuknya konvergensi pada bagian tengah dan timur Pasifik menyebabkan massa udara naik dan meningkatkan proses konvektif yang membentuk potensi hujan deras di kawasan tersebut. Massa udara yang naik hingga lapisan atas atmosfer menjadi kering setelah melepaskan uap air dalam proses konvektif kemudian bergerak ke barat Pasifik kemudian turun di lautan yang lebih dingin di barat Pasifik tersebut.
- Selama fase *El Nino* kemiringan termoklin berkurang yang menekan terjadinya *upwelling*. Dampaknya adalah tangkapan ikan nelayan di Pasifik timur berkurang.

II.2 Curah Hujan

Curah hujan adalah parameter iklim yang terlihat jelas perilakunya akibat anomali iklim. peristiwa anomali iklim acapkali berulang yang didasari ketergantungan

antara dinamika atmosfer. Indikator dominan yang sering digunakan untuk melihat gejala terjadinya anomali iklim ialah suhu dan kelembaban. Suhu udara adalah salah satu unsur yang sangat krusial dari keadaan cuaca. suhu udara suatu wilayah umumnya diukur dalam dua kondisi atau keadaan, suhu udara minimum dan suhu udara maksimum. Tetapi, untuk menghitung suhu udara permukaan rata-rata harian dapat menggunakan data suhu udara pengamatan pukul 07.00 LT, 13.00 LT dan 18.00 LT. Keadaan suhu udara di suatu daerah di permukaan bumi ditentukan oleh faktor lama penyinaran matahari, kemiringan sinar matahari, keadaan awan dan keadaan permukaan bumi. Kelembapan udara adalah banyaknya uap air yang terkandung dalam udara atau atmosfer. Besarnya kelembapan udara tergantung dari masuknya uap air ke atmosfer karena adanya penguapan dari air yang ada di lautan, danau, sungai serta air dari tanah. Proses transpirasi atau penguapan dari tumbuh-tumbuhan juga mempengaruhi besarnya kelembapan udara.

Curah hujan pada wilayah tropis merupakan salah satu unsur iklim yang paling tinggi keragamannya. Keragaman ciri curah hujan diakibatkan oleh faktor geografis, topografis, orografis, struktur dan orientasi kepulauannya. Keragaman tersebut mengakibatkan pola sebaran curah hujan cenderung tidak merata antara daerah yang satu dengan daerah yang lain dalam ruang lingkup yang luas. Fenomena cuaca yang dapat berubah dengan cepat mengakibatkan kesulitan dalam memprediksi cuaca di Indonesia (Adawiah dan Syaharruddin, 2022).

II.3 Hubungan ENSO dan Curah Hujan

Fenomena ENSO secara global mempengaruhi pola iklim di seluruh dunia meskipun berbeda-beda untuk setiap daerah. Adanya ENSO akan mempengaruhi curah hujan di Indonesia. Terjadinya *El Nino* menyebabkan musim penghujan

datang lebih akhir serta menurunkan total curah hujan. Adapun *La Nina* merupakan penyebab meningkatnya curah hujan di Indonesia (Qian dkk., 2010). Dampak *El Nino* lebih besar dibandingkan dengan *La Nina*. Selain itu ada juga beberapa faktor yang mempengaruhi hubungan antara ENSO dan curah hujan seperti:

1) ITCZ (*Intertropical Convergence Zone*)

ITCZ adalah zona dimana suhu udara sekitarnya adalah yang tertinggi sehingga mengakibatkan tekanan udaranya menjadi rendah. Jika gerakan udara bergerak naik, maka berdasarkan hukum tekanan, udara akan bergerak ke tempat tersebut. Apabila selama di perjalanan udara tersebut membawa uap air maka hujan akan banyak jatuh di zona tersebut. ITCZ mempengaruhi korelasi antara ENSO dengan curah hujan melalui pengaruhnya pada aliran udara subtropis dan tropis. Semakin dekat dengan wilayah ITCZ maka curah hujan akan semakin besar pula. Saat fase *El Nino*, ITCZ bergeser ke bagian utara dan mengurangi intensitas curah hujan di wilayah tropis. Sebaliknya, saat fase *La Nina*, ITCZ bergeser ke bagian selatan dan meningkatkan intensitas curah hujan di daerah tropis (Sandy, 1985).

2) Topografi

Topografi merupakan salah satu faktor regional yang mempengaruhi korelasi antara ENSO dan curah hujan. Perbedaan ketinggian di suatu wilayah dapat mempengaruhi bagaimana udara dan uap air bergerak, sehingga mempengaruhi jumlah hujan yang terjadi. Misalnya, wilayah pegunungan memiliki tingkat curah hujan yang lebih tinggi dibandingkan dengan dataran rendah (Roy dkk., 2011).

3) Posisi Geografis

Posisi geografis juga mempengaruhi korelasi antara ENSO dan curah hujan. Wilayah yang berada di dekat garis khatulistiwa cenderung akan memiliki curah hujan yang lebih besar dibandingkan dengan wilayah yang berada di belahan bumi utara atau selatan (Roy dkk., 2011).

4) Iklim Lokal

Karakteristik iklim lokal juga mempengaruhi korelasi antara ENSO dan curah hujan. Misalnya, suatu wilayah yang memiliki iklim tropis akan memiliki curah hujan yang lebih besar dibandingkan dengan wilayah yang memiliki iklim sedang (Roy dkk., 2011).

II.4 Kondisi Regional

II.4.1 Nusa Tenggara Timur

Provinsi Nusa Tenggara Timur yang secara geografis terletak di selatan khatulistiwa dengan lokasi astronomi pada $11^{\circ} 10' \text{LS} - 07^{\circ} 30' \text{LS}$ dan $118^{\circ} 30' \text{BT} - 125^{\circ} 20' \text{BT}$, merupakan daerah yang berbatasan langsung dengan tempat tumbuhnya siklon tropis (cekungan), sehingga dampaknya harus diwaspadai, baik secara langsung maupun tidak langsung dari siklon tropis yang mempengaruhi cuaca, terutama curah hujan di wilayah Nusa Tenggara Timur. ENSO adalah fenomena interaksi atmosfer laut terpenting yang memengaruhi variabilitas iklim antar-tahunan dalam skala global.

Telah terbukti bahwa ENSO merupakan kontributor signifikan terhadap variabilitas siklon tropis dari tahun ke tahun di sebagian besar cekungan laut, ENSO mengubah sirkulasi atmosfer global yang mempengaruhi frekuensi siklon tropis dengan

mengubah sumber pusaran troposfer yang lebih rendah dan geser angin vertikal. Menanggapi setiap cekungan yang berbeda dengan ENSO, beberapa menunjukkan perubahan frekuensi peristiwa, sementara yang lain mempengaruhi perpindahan lokasi siklon tropis awal. Aktivitas siklon tropis di cekungan Pasifik secara langsung dipengaruhi oleh perubahan suhu permukaan laut sedangkan untuk cekungan lainnya hanya dipengaruhi secara tidak langsung melalui telekoneksi (Landsea, 2000).

II.4.2 Nusa Tenggara Barat

Nusa Tenggara Barat Terletak antara $115^{\circ} 46'$ - $119^{\circ} 5'$ BT dan $8^{\circ} 10'$ - $9^{\circ} 5'$ LS. Nusa Tenggara Barat (NTB) merupakan bagian dari wilayah Benua Maritim Indonesia yang dimana kondisi cuacanya sangat dipengaruhi oleh dinamika Samudra Pasifik dan Samudra Hindia. Salah satu dinamika yang mempengaruhi kondisi curah hujan adalah fenomena ENSO (*El Niño* dan *La Niña*) (Nurlatifah dan Wulandari, 2019).

Nusa Tenggara Barat merupakan daerah yang sensitif terhadap perubahan iklim. Dimana kondisi seperti ini bisa diakibatkan karena meningkatnya frekuensi iklim ekstrim seperti *El Nino* dan *La Nina*. Kemunculan *El Nino* dan *La Nina* dapat diperkirakan berdasarkan indikasi-indikasi dari beberapa parameter global seperti suhu permukaan laut (Jamili, 2018).

II.5 Korelasi Pearson

Korelasi pearson adalah suatu bentuk rumus yang digunakan untuk mencari dan mengukur kemampuan asosiasi atau hubungan linear antara dua variabel yaitu variabel bebas (Independen) dan variabel terikat (dependen). Koefisien korelasi

dinyatakan dalam (Halide, 2009):

$$R = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2\} \{n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2\}}}$$

Dengan:

n = jumlah data

R = koefisien korelasi antara data observasi dan data prediksi

x_i = data observasi

y_i = data prediksi

Korelasi digunakan untuk menyatakan hubungan variabel satu terhadap variabel yang lainnya yang dinyatakan dalam persen. Berikut ialah tabel interpretasi nilai R (korelasi) positif dan negatif.

Tabel 2.1 Interpretasi dari Nilai R positif (hubungan searah) (Wilks, 2006).

R	Interpretasi
0	Tidak berkorelasi
0,01 - 0,20	Sangat rendah
0,21 - 0,40	Rendah
0,41 - 0,60	Agak rendah
0,61 - 0,80	Cukup
0,81 - 0,99	Tinggi
1	Sangat tinggi

Tabel 2.2 Interpretasi dari Nilai R negatif (hubungan berlawanan) (Wilks, 2006)

R	Interpretasi
---	--------------

0	Tidak berkorelasi
-0,01 - -0,20	Sangat rendah
-0,21 - -0,40	Rendah
-0,41 - -0,60	Agak rendah
-0,61 - -0,80	Cukup
-0,81 - -0,99	Tinggi
-1	Sangat tinggi

Untuk memudahkan pembacaan klasifikasi nilai korelasi, maka pengklasifikasian akan dipersempit menjadi 3 bagian yaitu, 0 – 0,4 (rendah), 0.4 – 0.7 (sedang), dan 0.7 – 1 (tinggi).

II.6 Heidke Skill Score

Heidke Skill Score (HSS) digunakan secara umum digunakan untuk membandingkan hasil observasi dan prediksi. *Heidke Skill Score (HSS)* mengukur peningkatan fraksional dari sebuah prediksi atas prediksi standar. Umumnya, ini standarisasi dengan kisaran total kemungkinan peningkatan di atas standar prediksi, yang berarti *Heidke Skill Score* dapat dibandingkan dengan aman pada kumpulan data yang berbeda. Kisaran nilai HSS adalah 0 hingga 1. Nilai 0 berarti *no skill*, dan *skillfull* memperoleh nilai HSS 1 (Heidke, 1926).

HSS merupakan skor yang populer, sebagian karena cukup mudah dihitung dan mungkin juga karena ramalan standar, peluang, relatif mudah dikalahkan. Skor standar lainnya juga dimungkinkan, seperti persistensi atau klimatologi, tetapi ini membutuhkan informasi tambahan untuk dihitung, dalam bentuk tabel

kemungkinan yang terpisah. *Heidke Skill Score* dapat dihitung menggunakan data dari tabel 3x3 dan rumus berikut ini:

Tabel 2.3 Tabel Perbandingan *Heidke Skill Score*

		Observation		
		<i>yes</i>	<i>no change</i>	<i>no</i>
prediction	<i>yes</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
	<i>no change</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>
	<i>no</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>i</i>

$$HSS = \frac{\frac{(a + e + i)}{n} + \frac{(a + b + c)(a + d + g) + (d + e + f)(b + e + h) + (g + h + i)(c + f + i)}{n^2}}{1 - \frac{(a + b + c)(a + d + g) + (d + e + f)(b + e + h) + (g + h + i)(c + f + i)}{n^2}}$$

Keterangan:

a = prediksi dan observasi menunjukkan adanya kenaikan curah hujan

b = prediksi menunjukkan adanya kenaikan curah hujan, tetapi observasi menunjukkan tidak ada perubahan curah hujan yang signifikan

c = prediksi menunjukkan adanya kenaikan curah hujan, tetapi observasi menunjukkan adanya penurunan curah hujan

d = prediksi menunjukkan tidak ada perubahan curah hujan yang signifikan, tetapi observasi menunjukkan adanya kenaikan curah hujan

e = prediksi dan observasi menunjukkan tidak ada perubahan curah hujan yang signifikan

f = prediksi menunjukkan tidak ada perubahan curah hujan yang signifikan, tetapi observasi menunjukkan adanya penurunan curah hujan

g = prediksi menunjukkan adanya penurunan curah hujan, tetapi observasi menunjukkan adanya kenaikan curah hujan

h = prediksi menunjukkan adanya penurunan curah hujan, tetapi observasi menunjukkan tidak ada perubahan curah yang signifikan

i = prediksi dan observasi menunjukkan adanya penurunan curah hujan

n = jumlah total data

II.7 Metode Interpolasi *Inverse Diverse Weighting* (IDW)

Metode IDW merupakan metode ketika setiap titik masukan memiliki efek lokal yang berkurang dengan jarak. Metode IDW ini memungkinkan untuk menyesuaikan bagaimana pengaruh relatif dari titik sampel. Nilai dalam interpolasi IDW ini mempengaruhi titik yang di input. Dampak yang terjadi akan semakin besar pada titik-titik yang lebih dekat sehingga menghasilkan permukaan dengan resolusi yang lebih detail (Pasaribu dan Haryani, 2012).

Kelebihan dari metode IDW ini yaitu kita dapat mengontrol klasifikasi interpolasi dengan membatasi titik input yang digunakan dalam proses interpolasi. Titik yang jauh dari titik sampel dan diperkirakan memiliki sedikit atau tidak ada korelasi spasial dapat dikeluarkan dari perhitungan. Titik yang digunakan dapat ditentukan untuk dipakai berdasarkan jarak yang ingin di interpolasi. Kelemahan IDW ini adalah tidak dapat memperkirakan nilai di atas nilai maksimum dan di bawah nilai minimum dari titik sampel (Pramono, 2008).