

Skripsi Geofisika

**ANALISIS PENGARUH *EL NINO SOUTHERN OSCILLATION*
TERHADAP CURAH HUJAN DI PULAU SUMATERA**

Disusun dan Diajukan Oleh:

MUH. HAQQUL FAHMI

H061191020



DEPARTEMEN GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

HALAMAN JUDUL

**ANALISIS PENGARUH *EL NINO SOUTHERN OSCILLATION*
TERHADAP CURAH HUJAN DI PULAU SUMATERA**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Pada Departemen Geofisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin*

OLEH:

**MUH. HAQQUL FAHMI
H061191020**

DEPARTEMEN GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PENGARUH *EL NINO SOUTHERN OSCILLATION*
TERHADAP CURAH HUJAN DI PULAU SUMATERA**

Disusun dan Diajukan Oleh:

MUH. HAQQUL FAHMI

H061191020

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Program Sarjana Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

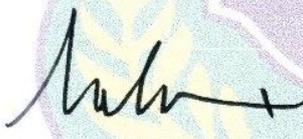
Pada 24 Januari 2023

Dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pertama


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


Drs. Hasanuddin, M.S
NIP. 195712311987031021

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


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

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Muh. Haqqul Fahmi

NIM : H061191020

Departemen : Geofisika

Judul Skripsi : Analisis Pengaruh *El Nino Southern Oscillation* Terhadap
Curah Hujan di Pulau Sumatera

Menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas Hasanuddin atau Lembaga Penelitian lain kecuali kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang sudah lazim digunakan, karya tulis ini merupakan murni dari gagasan penelitian saya sendiri, kecuali arahan Tim Pembimbing dan masukan Tim Penguji.

Makassar, 24 Januari 2023

Yang membuat pernyataan,



Muh. Haqqul Fahmi

SARI BACAAN

Menurut proyeksi atau prediksi yang dibuat oleh *Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap* (ICCSR) bahwa pada tahun 2010 sampai 2020 curah hujan cenderung meningkat setiap bulannya dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Selain itu terdapat beberapa penelitian yang menyatakan bahwa curah hujan di beberapa wilayah di Pulau Sumatera tidak berkaitan dengan ENSO. Hal ini perlu untuk diverifikasi menggunakan data observasi yang ada. Salah satu metode verifikasi yang populer adalah *Heidke Skill Score* (HSS). Untuk melihat pengaruh ENSO terhadap curah hujan digunakan metode Korelasi Pearson dengan menggunakan data curah hujan dan ENSO Nino 3.4. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan nilai HSS Pulau Sumatera berkisar antara -0,12 - 0,33. Nilai tersebut masih sangat jauh dari nilai 1 (*perfect skill*) sehingga dapat disimpulkan bahwa prediksi *Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap* masih belum tepat. Sedangkan nilai korelasi antara curah hujan dan ENSO di Pulau Sumatera didominasi oleh korelasi sedang dan rendah yang berkisar antara -0,11 - -0,73. Adanya perbedaan jumlah curah hujan di setiap wilayah stasiun curah hujan menyebabkan variasi korelasi curah hujan dan ENSO.

Kata Kunci: *Heidke Skill Score* (HSS), Korelasi Pearson, Curah Hujan, ENSO.

ABSTRACT

Prediction made by the Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap (ICCSR) states that from 2010 to 2020 rainfall tends to increase every month compared to previous years. In addition, there are some studies that state that rainfall in some areas of Sumatera Island is not related to ENSO. This needs to be verified using existing observational data. One of the popular verification methods is the Heidke Skill Score (HSS). In order to see the influence of ENSO on rainfall, the Pearson Correlation method is used using rainfall data and ENSO Nino 3.4. Based on the results of the study, the HSS value of Sumatera Island ranged from -0.12 - 0.33. The value is still very far from the score of 1 (perfect skill) so it can be concluded that the prediction of Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap is still not accurate. Meanwhile, the correlation value between rainfall and ENSO on the Sumatera Island is dominated by moderate and low correlations ranging from -0.11 - -0.73. The difference in the amount of rainfall in each rainfall station area causes variations in the correlation of rainfall and ENSO.

Keywords: Heidke Skill Score (HSS), Pearson Correlation, Rainfall, ENSO.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wa Rahmatullaahi Wa Barakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin. Segala puji bagi Allah SWT. Atas rahmat dan nikmat yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Analisis Pengaruh *El Nino Southern Oscillation* Terhadap Curah Hujan di Pulau Sumatera” sebagai salah satu syarat tugas akhir pada jenjang studi Strata Satu (S1) di Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW., keluarga, para sahabat beliau dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan orang-orang terdekat penulis yang sangat dicintai. Pertama tama saya ingin mengucapkan Alhamdulillah serta terima kasih kepada Allah SWT atas berkah, rahmat, kekuatan, serta selalu mendengar curahan hati mahasiswa yang selalu mengeluh ini. Selanjutnya penulis ingin berterima kasih kepada kedua Orang Tua penulis, **dr. H. Saparuddin Abidin** dan **Dra. Nurjannah, M.H.** yang sering dibuat marah oleh penulis. Terima kasih atas kasih sayangnya selama 21 tahun ini serta bimbingannya sehingga penulis dapat menyelesaikan studi S1. Tak lupa pula kepada nenek tercinta, nenek **Mawi** serta kedua kakak tercinta, **Eka Farmawaty, S.Pd., M.Pd** dan **Isnawan Abdhi, S.H.** yang selalu membantu dan menyayangi adiknya ini. Terima kasih juga kepada adik-adik dirumah, **Onang, Renji** dan **Mochi** tercinta. Selain itu ucapan terima kasih juga diberikan kepada:

1. Kepada Bapak **Prof. Dr. Halmar Halide, M.Sc.** selaku dosen pembimbing utama. Terimakasih atas segala waktu, ilmu, nasehat dan segala hal yang diluangkan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kepada Bapak **Drs. Hasanuddin, M.Si.** selaku dosen pembimbing pertama dan penasehat akademik. Terima kasih atas ilmu dan bimbingannya sejak awal perkuliahan penulis.
3. Kepada Bapak **Dr. Muhammad Hamzah Syahrudin, S.Si., M.T.** dan Bapak **Saaduddin, M.Sc.** selaku tim penguji. Terimakasih atas kritik dan saran yang akhirnya membantu lahirnya segala tulisan yang ada dalam skripsi ini.
4. Kepada Bapak **Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng.** selaku Ketua Departemen Geofisika, seluruh dosen-dosen yang telah mendedikasikan waktunya sebagai pengajar. Terimakasih atas ilmu yang tidak akan pernah sia-sia kalian ajarkan. Semoga menjadi amal jariyah untuk kehidupan akhirat.
5. Kepada Staf Departemen Geofisika, serta Staf Fakultas MIPA yang telah membantu dalam menyelesaikan urusan-urusan akademik, terkhusus selama pengurusan penelitian ini. Terimakasih.
6. Kepada Kakak-kakak Geofisika Unhas terkhusus kepada kakak-kakak Asisten Laboratorium dan Kak **Muh. Syafrizal, S.Si** yang telah membantu dalam perkuliahan serta penyusunan skripsi ini.
7. Kepada sobat burenknya MTsN 2 Makassar, **Sanunggarah Talaohu** dan **Rahmat Hidayat Zakir** yang suka sekali ajak makan miped. Temanku yang sama terus selama 3 tahun di SMANSA, **Andi Astryd Azzahra Farid**

dan **Nur Fatiah Hendrik** yang jarang sekali mki ketemu. Tak lupa pula **Lily Febriyanti Zulkifli** dan **Siti Yana Nabilah**.

8. Kepada **Suleha Ismail** dan **Dian Mutmainna S** sebagai partner skripsi yang selalu sama-sama sejak seminar proposal hingga ujian skripsi.
9. Kepada sobat Meteo yang tetap setia dengan Matlabnya terkhusus kepada sobat leang-leang (**Huda, Haerul, Arsyih** dan **Sindy**) dan ENSO (**Jinaan, Rodjil, Afikah** dan **Fausta**) yang telah bersama melewati suka duka per-TA-an ini. Bismillah baruga menunggu.
10. Kepada **Liani** sobat nowa yang mau cari organisasi sampai terdampar ke kopma dan HAGI. **Haidir, Ashar, William, Kafa, Nur, Nurul, Muli, Reika, Asyifah, Risda, Ismi, Ayul, Mey, Nanda, dan Yuli** yang sering kumintaki jawaban apalagi kalau satu kelompok. Kak **Tiara** bu pres ku yang sibuk kesana kemari. **Andry** dan **Caca** yang selalu kutanya tentang TA.
11. Kepada teman-teman **Geofisika 2019** lainnya yang tidak bisa saya sebutkan semua. Terima kasih atas 3 tahun 6 bulannya yang sangat berharga. Semoga kita semua sukses diluar sana dan bisa bertemu kembali.
12. Kepada teman-teman di **Kopma Unhas** terkhusus kepada **Tim Uperma** yang sangat kompak sampai akhir.
13. Kepada teman-teman, kakak dan adik Pengurus **HAGI SC UNHAS**.
14. Kepada **TWICE** yang selalu menginspirasi dan menemani lewat lagu-lagunya disaat galau dan kosong.
15. Kepada **Muh. Haqqul Fahmi** yang suka curhat ke diri sendiri. Finally, we made it.

Serta terima kasih juga kepada seluruh pihak yang membantu dalam kuliah dan penyusunan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu. Penulis juga memohon maaf sebesar-besarnya atas segala perbuatan dan ucapan yang sekiranya tidak berkenan. Segala bentuk kritik, masukan, dan saran penulis harapkan guna penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini berguna dikemudian hari dalam memberikan informasi kepada pihak-pihak yang membutuhkan

Wassalamu'alaikum Wa Rahmatullahi Wa Barakatuh

Makassar, 24 Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
SARI BACAAN	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Ruang Lingkup	3
I.3 Rumusan Masalah	4
I.4 Tujuan Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Cuaca dan Iklim	5
II.2 Siklus Hidrologi	7
II.3 Curah Hujan	8
II.4 Curah Hujan Pulau Sumatera	11
II.5 ENSO	11
II.6 Korelasi Pearson.....	13

II.7. <i>Heidke Skill Score</i>	15
II.8. Metode <i>Inverse Diverse Weighting</i>	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
III.1 Lokasi Penelitian.....	18
III.2 Alat dan Bahan.....	18
III.2.1 Alat.....	19
III.2.2 Bahan	19
III.3 Prosedur Penelitian	200
III.3.1 Tahap Persiapan dan Pengolahan Data.....	200
III.3.2 Tahap Pengolahan Data	200
III.4 Bagan Alir Penelitian.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
IV.1 <i>Heidke Skill Score</i> Curah Hujan di Pulau Sumatera.....	23
IV.2 Korelasi Curah Hujan dan <i>El Nino Southern Oscillation</i> di Pulau Sumatera	26
BAB V PENUTUP	31
V.1 Kesimpulan	31
V.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Hidrologi	8
Gambar 2.2 Wilayah ENSO	13
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian	18
Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian	22
Gambar 4.1 Peta Nilai HSS Prediksi Curah Hujan di Pulau Sumatera.....	25
Gambar 4.2 Peta Nilai Korelasi Curah Hujan dan ENSO di Pulau Sumatera	29

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Analisis Nilai R positif.....	14
Tabel 2.2 Analisis Nilai R negatif.....	15
Tabel 4.1 Nilai <i>Heidke Skill Score</i> Curah Hujan di Pulau Sumatera	23
Tabel 4.2 Nilai Korelasi Curah Hujan dan <i>El Nino Southern Oscillation</i> di Pulau Sumatera	26

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki keunikan cuaca dan iklim. Indonesia dilalui oleh garis khatulistiwa sehingga menjadikannya sebagai negara tropis. Oleh karena itu, Indonesia mempunyai dua musim, yaitu musim kemarau dan musim hujan. Perubahan musim ini kadang tidak menentu diakibatkan oleh beberapa faktor, salah satunya ialah faktor oseanik dan atmosfer.

Air adalah salah satu faktor yang penting untuk kehidupan makhluk hidup di dunia ini. Kebutuhan air sangat vital bagi keberlangsungan makhluk hidup, khususnya manusia. Menurut siklus hidrologi, sumber utama dari air adalah air hujan. Hujan adalah hasil penguapan dan kondensasi dari sumber air yang ada di bumi. Siklus hidrologi ini dimulai dari proses penguapan atau evaporasi air yang ada di bumi. Selanjutnya uap air tersebut mengalami kondensasi dan kemudian membentuk awan. Awan ini akan semakin membesar dan menghasilkan hujan (Mulyono, 2016).

Hujan merupakan peristiwa jatuhnya titik air dari atmosfer menuju permukaan bumi. Curah hujan ini dapat diartikan sebagai banyaknya air yang turun akibat hujan tersebut. Hujan merupakan sumber utama yang menyuplai keadaan air di permukaan bumi. Hujan yang terjadi disuatu wilayah akan berbeda dengan wilayah lainnya. Perbedaan ini menimbulkan sifat atau karakteristik tersendiri untuk hujan tersebut. Hujan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya ketinggian tempat, jarak dari laut, arah angin dan suhu (Dwirani, 2019).

ENSO adalah fenomena yang terdiri atas fase panas (*El Nino*) dan fase dingin (*La Nina*). *El Nino* dan *La Nina* ini adalah bagian dari peristiwa ENSO. Sedangkan *Southern Oscillation* adalah perubahan terhadap sirkulasi angin yang disebabkan oleh perbedaan suhu laut di Samudera Pasifik Timur dan Samudera Pasifik Barat. Pada saat *El Nino* terjadi, suhu permukaan laut di Samudera Pasifik akan meningkat dari biasanya. Sebaliknya, suhu permukaan laut akan menurun dari keadaan biasa saat terjadi *La Nina*. Peristiwa tersebut disebabkan oleh adanya sistem sirkulasi angin, pergerakan atmosfer dan juga tekanan permukaan di atas laut sepanjang zona ekuator (McGregor dan Nieuwolt, 1998).

Menurut Prabowo dkk (2020), di Pulau Sumatera terdapat dua macam pola curah hujan, yaitu pola monsonal dan ekuatorial. Di bagian selatan Pulau Sumatera terdapat pola monsonal ditandai dengan adanya satu puncak dan satu lembah hujan dalam setahun. Fase puncak terdapat pada bulan Desember sampai Februari, lalu fase lembah terdapat pada bulan Juni hingga Agustus. Di bagian utara dan tengah terdapat pola hujan ekuatorial ditandai dengan adanya dua fase puncak dan dua fase lembah curah hujan. Fase puncak terdapat pada bulan April dan Oktober, lalu fase lembah terdapat pada bulan Februari dan Juni.

Menurut proyeksi atau prediksi yang dibuat oleh *Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap* (ICCSR) bahwa pada tahun 2010 sampai 2020 curah hujan cenderung meningkat setiap bulannya dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Hal ini perlu untuk diverifikasi menggunakan data observasi yang ada. Salah satu metode verifikasi yang populer adalah *Heidke Skill Score* (HSS). Dengan

membandingkan data prediksi dan observasi, maka akan didapatkan nilai HSS yang menunjukkan keunggulan atau keakuratan dari prediksi tersebut.

Terdapat beberapa penelitian yang menyatakan bahwa curah hujan di beberapa wilayah di Pulau Sumatera tidak berkaitan dengan ENSO. Ada beberapa penelitian yang telah dilakukan untuk melihat korelasi antara curah hujan dan ENSO di Indonesia. Menurut Mulyana (2002), curah hujan sepanjang tahun di Sumatera terutama di sebelah utara ekuator tidak terkait dengan kejadian *El Nino*. Daerah Sumatera Barat, Riau, Sumatera Utara, dan Aceh curah hujannya tidak terpengaruh oleh El Nino. Hal tersebut kemungkinan akibat tidak adanya perubahan sirkulasi udara di atas wilayah tersebut selama El Nino berlangsung. Menurut Siregar, dkk (2021), fenomena *La Nina* secara umum memberikan pengaruh namun tidak signifikan terhadap variasi curah hujan di Provinsi Sumatera Utara.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk melakukan verifikasi terhadap prediksi atau proyeksi yang dibuat oleh *Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap* dan menganalisis korelasi atau hubungan antara curah hujan dan *El Nino Southern Oscillation* di pulau Sumatera.

1.2 Ruang Lingkup

Penelitian ini dibatasi pada verifikasi prediksi curah hujan *Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap* dan analisis pengaruh *El Nino Southern Oscillation* terhadap curah hujan di Pulau Sumatera. Data yang digunakan ialah data curah hujan di 29 titik di Pulau Sumatera dan data anomali ENSO.

I.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana akurasi prediksi curah hujan *Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap* di Pulau Sumatera?
2. Bagaimana analisis R (korelasi) antara curah hujan dengan data ENSO di Pulau Sumatera?

I.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Memverifikasi prediksi curah hujan *Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap* di Pulau Sumatera.
2. Menganalisis R (korelasi) antara curah hujan dengan data ENSO pada tahun menggunakan metode Korelasi Pearson di Pulau Sumatera.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Cuaca dan Iklim

Cuaca dan iklim merupakan salah satu unsur fisika dalam atmosfer. Cuaca dan iklim terdiri atas beberapa unsur, yaitu radiasi matahari, suhu dan kelembaban udara, lama penyinaran matahari, tekanan udara, arah dan kecepatan angin, curah hujan sebagainya. Cuaca ini waktunya lebih singkat dibandingkan iklim. Kisaran waktunya ialah kurang dari 24 jam (Nasir dkk, 2017).

Nilai unsur-unsur cuaca tersebut akan menunjukkan siklus. Siklus tersebut adalah perubahan cuaca diurnal yang terjadi mulai dari pukul 00.00 sampai dengan pukul 24.00. Jika dirata-ratakan, nilai unsur-unsur cuaca tersebut akan menghasilkan nilai cuaca pada hari tersebut. Secara kuantitatif, cuaca umumnya digunakan dalam karya ilmiah. Sementara secara kualitatif, cuaca digambarkan seperti suhu udara yang panas, kelembaban tinggi, langit berawan, langit mendung, angin kencang dan sebagainya. Hal tersebut adalah beberapa istilah yang umumnya digunakan oleh masyarakat awam. Cuaca tersebut dicatat secara terus-menerus pada jam-jam tertentu. Kumpulan cuaca tersebut menghasilkan data cuaca yang akan digunakan untuk menentukan suatu iklim (Nasir dkk, 2017).

Cuaca merupakan bagian dari kehidupan manusia. Cuaca merupakan semua peristiwa di atas bumi ini. Cuaca dan iklim merupakan fenomena di permukaan bumi yang disebabkan oleh keadaan udara di suatu wilayah, misalnya temperatur dan tekanan udara. Cuaca di planet yang satu akan berbeda dengan cuaca di planet lainnya. Hal ini disebabkan oleh jarak antara planet itu dengan matahari. Energi

panas dari matahari akan membuat siklus hidrologi dan udara di permukaan bumi. Daerah pantai dan pegunungan mempunyai cuaca yang berbeda dengan daerah lainnya. Begitupun dengan daerah perkotaan yang mempunyai ciri khas cuaca tersendiri (Watt dan Wilson, 2004).

Ada beberapa jenis dari cuaca, contohnya yaitu hujan, salju, badai dan sebagainya. Cuaca tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu suhu udara, tekanan udara dan pergerakan udara di wilayah tersebut. Kehidupan manusia sangat bergantung pada cuaca. Tumbuhan dan hewan sangat membutuhkan cuaca. Manusia juga sangat membutuhkannya, misalnya untuk menjemur pakaian menggunakan sinar matahari dan makanan yang didapatkan dari tumbuhan dan hewan (Oliver, 2004).

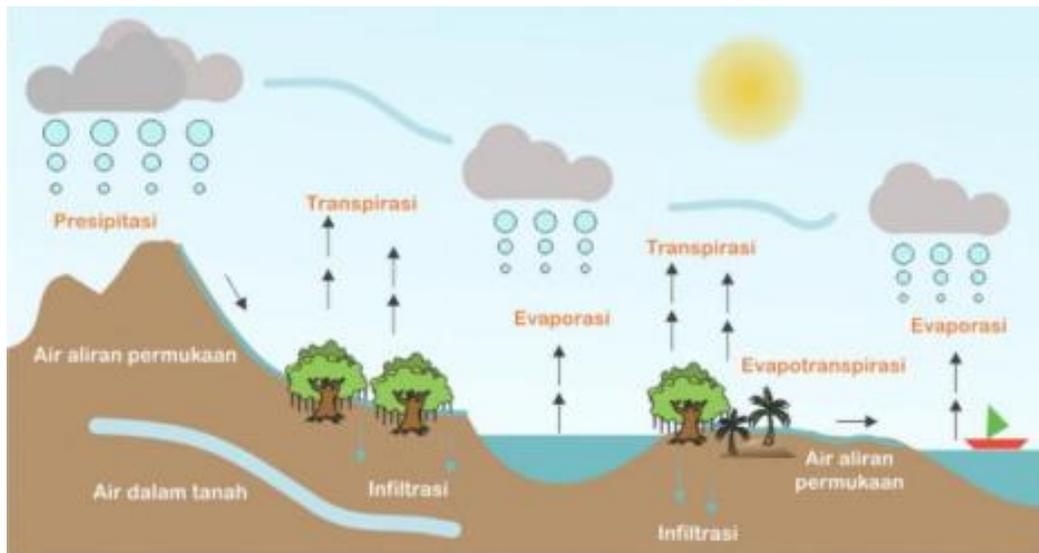
Iklm adalah fenomena meteorologi jangka panjang. Iklm adalah kumpulan cuaca dalam periode waktu tertentu. Iklm termasuk daerah tropis, subtropis, dan Arktik. Daerah tropis adalah daerah yang berada di dekat khatulistiwa, atau biasa disebut ekuator. Ciri khas wilayah Arktik dan Antartika adalah memiliki massa es besar (Oliver, 2004).

Iklm juga disebabkan oleh adanya arus laut. Arus tersebut dapat menghangatkan atau mendinginkan iklm. Misalnya, di daerah yang lebih dekat ke laut, iklimnya lebih dingin daripada di pedalaman. Musim panas dapat menjadi lebih panas dari sebelumnya dan musim dingin dapat menjadi semakin dingin di pedalaman ini. Daerah pegunungan, di sisi lain, memiliki iklm yang lebih dingin daripada dataran rendah di sekitarnya (Matthews, 2005).

Peramalan cuaca adalah menentukan akan seperti apa cuaca yang akan datang. Dengan mengamati perubahan udara dan membandingkannya dengan pola cuaca sebelumnya, peramal cuaca bisa secara akurat memprediksi cuaca untuk besok, lusa, dan bahkan beberapa hari yang akan datang. Namun, tidak menutup kemungkinan juga perkiraan tersebut salah (Kodoatie dan Sjarief, 2010).

II.2 Siklus Hidrologi

Siklus Hidrologi merupakan serangkaian proses perpindahan air yang meliputi proses pergerakan maupun perubahan wujud air dari bumi (permukaan tanah dan di dalam tanah) ke udara (atmosfer) maupun sebaliknya yang berlangsung secara kontinyu. Secara singkat, siklus hidrologi dapat dijelaskan sebagai berikut: air dari permukaan bumi (air tanah, air sungai, air laut) mengalami proses penguapan (transpirasi dan evaporasi) akibat kenaikan suhu pada siang hari. Kemudian air tersebut mengalami proses penggumpalan (kondensasi) dan membentuk awan. Gumpalan awan yang telah terbentuk tersebut kemudian jatuh, kembali ke bumi melalui proses hujan air maupun salju (presipitasi) akibat perubahan iklim dan cuaca. Butiran air hujan tersebut kemudian masuk ke permukaan tanah (infiltrasi), diserap akar dan sebagian lagi mengalir di permukaan (sungai). Air permukaan (air tanah dan sungai) mengalir ke laut karena adanya perbedaan ketinggian, kemudian mengalami proses penguapan (transpirasi) kembali, begitu seterusnya. Berikut adalah ilustrasi dari siklus hidrologi (Kiswanto, 2022)



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi (Kiswanto, 2022)

Menurut Suwignyo (2001), pergerakan air dari laut, menguap menjadi awan, terkondensasi jatuh sebagai hujan, kemudian mengalir melalui sungai kembali ke laut disebut siklus Hidrologi. Proses dalam Siklus Hidrologi tidaklah sederhana, tetapi sangat kompleks, melalui berbagai media alami dan buatan, dalam waktu singkat, tahunan, puluhan tahun bahkan mungkin ratusan tahun. Kompleksitas Siklus Hidrologi dipengaruhi oleh beberapa faktor :

1. Siklus Hidrologi dapat berupa siklus pendek, siklus sedang dan siklus panjang.
2. Distribusi hujan terhadap parameter waktu dan tempat sangat beragam.
3. Intensitas siklus dipengaruhi oleh faktor geografi, geologi, iklim, vegetasi dan faktor-faktor buatan di daerah aliran sungai.

II.3 Curah Hujan

Curah hujan merupakan banyaknya air yang jatuh di permukaan bumi dalam periode waktu tertentu. Curah hujan diukur dalam milimeter di atas horizontal,

tanpa adanya penguapan, limpasan, dan rembesan. Satuan curah hujan adalah mm, dengan 1 milimeter curah hujan berarti ada 1 liter air yang terukur per 1 meter persegi. Jumlah curah hujan yang turun bervariasi dari satu negara ke negara lain, dengan beberapa negara menerima banyak curah hujan. Ada negara dengan curah hujan rendah dan curah hujan rendah (Nababan dan Winarto, 2019)

Iklim yang ada Indonesia terdiri atas dua jenis musim, yaitu musim kemarau dan musim hujan. Musim hujan dimulai pada bulan November atau Desember sampai bulan April atau Mei, sedangkan musim kemarau dimulai pada bulan Mei atau Juni sampai bulan Oktober atau Nopember. Jumlah curah hujan di setiap daerah berbeda-beda.. Tinggi hujan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu iklim, topografi dan vegetasi (hutan). Daerah kepulauan Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) dan Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) dengan tinggi curah hujan tahunan berkisar 1.000 mm turun dalam waktu 4 bulan, di Pulau Jawa tinggi hujan mencapai 1.500 s/d 4.000 mm dalam durasi 5 hingga 6 bulan, sedangkan di Pulau Sumatera tinggi hujan tahunan dapat mencapai antara 2.000 sampai 6.000 mm dalam durasi sampai 7 bulan pertahun (Suwignyo, 2021).

Semua makhluk hidup di Bumi sangat membutuhkan air. Air adalah zat yang melahirkan kehidupan di bumi. Menurut dokter dan pakar kesehatan manusia, minum air putih delapan gelas per hari adalah wajib. Air bisa dikatakan sebagai anugerah dari Tuhan Yang Maha Esa. Bagi tumbuhan, kebutuhan akan air juga mutlak. Tanpa air, apalagi di musim kemarau, tanaman cepat mati. Tumbuhan dan hewan sangat membutuhkan air. Keduanya mati tanpa air. Dapat dikatakan bahwa air adalah sumber kehidupan. Oleh karena itu, air adalah zat yang paling diperlukan

bagi makhluk hidup. Itulah sebabnya di bidang pertanian, kekeringan dikatakan sebagai bencana yang sangat parah dibandingkan dengan bencana lain. Bahkan saat tergenang, tanaman bisa tetap hidup, dan kelangkaan pupuk masih bisa dikejar. Air adalah bagian terpenting dari sumber daya alam dengan sifat yang unik dibandingkan dengan sumber daya lainnya. Air termasuk dalam sumber daya terbarukan dan bersifat dinamis. Artinya, sumber air utama berupa hujan selalu terjadi sepanjang tahun tergantung jam atau musim (Kodoatie dan Sjarief, 2010).

Ada tiga jenis curah hujan yang dikenal kebanyakan orang saat ini, yaitu monsunial, lokal dan ekuatorial. Ketiga macam curah hujan itu dapat direpresentasikan sebagai berikut. Pola curah hujan monsunial yaitu pola curah hujan bulanan dengan satu curah hujan minimum, dan grafiknya akan berbentuk huruf V. Curah hujan paling sedikit terjadi pada musim timur atau musim kemarau, sedangkan hujan terjadi pada musim barat atau musim hujan. Musim Timur terjadi pada bulan Juni, Juli, dan Agustus saat Matahari berada di garis balik utara, yaitu pada koordinat 23,5°LU. Karena matahari berada di titik balik matahari, udara di atas benua Asia menjadi sangat panas, menciptakan sistem tekanan rendah di atas Asia. Berlawanan dengan kondisi tersebut, belahan bumi selatan tidak mengalami pemanasan yang intensif, sehingga udara di atas benua Australia mengalami tekanan yang tinggi daripada sebelumnya (Sipayung dkk, 2010).

Pola curah hujan ekuator merupakan pola curah hujan khatulistiwa dengan pola curah hujan bulanan yang khas, dengan dua kejadian curah hujan maksimum per tahun. Curah hujan terbanyak terjadi setelah bulan Maret atau September. Pola

curah hujan lokal adalah pola curah hujan yang lebih kuat dipengaruhi oleh karakteristik lokal seperti topografi lokal dan angin lokal (Sipayung dkk, 2010).

II.4 Curah Hujan Pulau Sumatera

Pulau Sumatera memiliki keunikan iklim baik secara lokal ataupun regional. Pulau ini dikelilingi oleh Samudera Hindia, Laut Jawa, Selat Malaka dan Karimata serta berhadapan dengan Laut Cina Selatan. Hal ini mengakibatkan adanya proses terjadinya awan dan hujan di Sumatera (Hermawan, 2010).

Ciri-ciri iklim di Pulau Sumatera, terutama sifat curah hujan, dapat dianalisis secara tepat dengan menggunakan data-data iklim dan cuaca yang didapat dari Stasiun Meteorologi. Namun intensitas curah hujan ini juga ditentukan oleh ketersediaan jumlah alat pengukur hujan. Di Pulau Jawa, di mana jaringan sensor hujan cukup padat dan merata, sehingga data lebih akurat. Namun, di wilayah seperti Sumatera, kepadatan jaringan penakar hujan tidak sama di semua provinsi dan tidak setinggi di Jawa (Hermawan, 2010).

II.5 ENSO

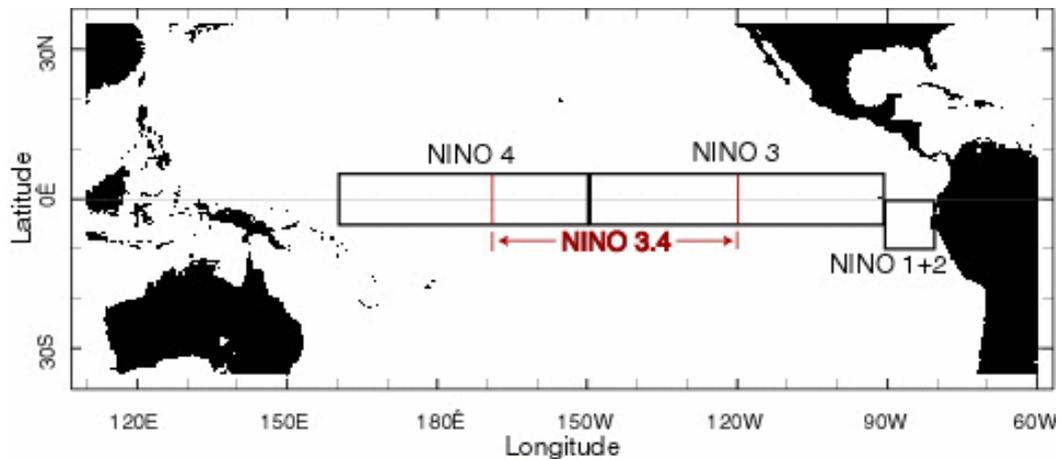
ENSO adalah salah satu masalah meteorologi global yang terjadi selama rentang waktu 2 hingga 7 tahun. Salah satu akibat dari ENSO adalah perubahan curah hujan. Ketika *El Niño* terjadi, salah satu akibat yang ditimbulkan adalah berkurangnya awan yang terbentuk dan curah hujan di Indonesia, yang menyebabkan kekeringan dan berkurangnya kandungan air tanah. Sebaliknya, *La Niña* mempengaruhi pembentukan awan dan peningkatan curah hujan di Indonesia sehingga menyebabkan banjir (Harijono, 2008).

ENSO adalah istilah yang menggabungkan dua fenomena: *El Niño* yang merupakan fenomena samudera dan Osilasi Selatan yang merupakan fenomena atmosfer. ENSO kurang populer di media publik dan masyarakat awam. Istilah El Nino lah yang sering digunakan. Variabel ENSO yang umum digunakan adalah SOI (*Southern Oscillation Index*), yaitu selisih antara nilai indeks tekanan Tahiti dan Darwin, Australia. Kemudian ada SST (*Sea Surface Temperature*) yaitu anomali suhu permukaan laut dan juga variabel lainnya. Naiknya suhu permukaan laut di Pasifik barat akan menyebabkan gangguan cuaca pada ENSO, sehingga curah hujan tidak mencukupi di wilayah Pasifik timur, termasuk Indonesia. Sebaliknya, ketika terjadi *La Niña* yaitu pemanasan terjadi di Pasifik timur, hujan lebat akan terjadi di wilayah tersebut (Lakshmi *et al*, 2003).

El Niño Southern Oscillation (ENSO) adalah fenomena perubahan iklim yang ditandai dengan perubahan anomali suhu permukaan laut di daerah Samudera Pasifik tropis. Anomali suhu permukaan laut yang positif (*El Niño*) dapat menyebabkan kekeringan yang ekstrim, sedangkan anomali suhu permukaan laut yang negatif (*La Niña*) dapat mengakibatkan musim hujan yang panjang di beberapa wilayah Indonesia (Hidayat dkk, 2022). Akibatnya, musim kemarau sangat kering di sebagian besar wilayah Indonesia dan *El Niño* menunda dimulainya awal musim hujan. Di sisi lain, musim hujan di *La Niña* dimulai lebih awal dari biasanya (Safitri, 2015).

Wilayah yang paling umum digunakan adalah daerah *Niño 3.4*, dan ambang yang paling umum digunakan adalah keadaan SST (*Sea Surface Temperature*) positif

dari normal lebih besar atau sama dengan $+ 0,5 \text{ } ^\circ \text{C}$. Ilustrasi daerah *Nino 3.4* ditampilkan dalam gambar berikut (NOAA,2018).



Gambar 2.2 Wilayah ENSO (NCEI.NOAA.2022)

Peristiwa ENSO dimulai di ekuator yang membuat Pasifik barat jauh lebih hangat daripada Pasifik timur. Hal ini diakibatkan oleh beberapa faktor, yaitu perputaran bumi dan daerah tropis khatulistiwa. Para ilmuwan telah mengelompokkan intensitas *El Niño* berdasar pada nilai- nilai anomali suhu permukaan laut di atas ambang batas yang telah ditentukan di wilayah tertentu di Pasifik di daerah khatulistiwa. (NOAA,2018).

II.6 Korelasi Pearson

Koefisien korelasi pearson adalah ukuran ketergantungan linier antara dua acak variabel (vektor bernilai riil). Secara historis, ini adalah jenis korelasi formal pertama dan masih merupakan salah satu jenis korelasi yang paling banyak digunakan. Koefisien korelasi pearson dari dua variabel X dan Y secara formal didefinisikan sebagai kovarians dari dua variabel dibagi dengan produk dari standar

deviasi mereka (yang bertindak sebagai faktor normalisasi). Koefisien korelasi pearson mengukur kesamaan antara dua profil. Secara khusus mengukur kekuatan hubungan linier antara dua profil. (Zhou dkk, 2016).

Korelasi Pearson adalah suatu persamaan yang dipakai untuk menghitung dan memperkirakan kekuatan hubungan atau hubungan linier antara dua variabel, variabel independen (bebas) dan variabel dependen (terikat). Persamaan koefisien korelasinya adalah (Halide, 2009) :

$$R = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2\} \{n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2\}}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Korelasi dipakai untuk mengungkapkan hubungan antara satu variabel dengan variabel lain dalam bentuk persentase. Di bawah ini adalah tabel interpretasi nilai R positif dan negatif (korelasi).

Tabel 2.1 Analisis Nilai R positif (Wilks, 2006).

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

Tabel 2.2 Analisis Nilai R negatif (Wilks,2006)

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

II.7. Heidke Skill Score

HSS adalah salah satu metode yang biasanya digunakan untuk memperkirakan keunggulan dari prakiraan yang berkategori. Nilai HSS ini memiliki rentang $-\infty$ sampai 1. HSS yang positif menandakan bahwa prediksi tersebut mempunyai keunggulan. Nilai HSS yang mendekati 1 maka keunggulannya semakin baik. Jika nilai HSS negatif maka prediksi tersebut tidak lebih baik atau tidak cocok dengan prakiraan yang dibuat berdasarkan data obeservasi yang ada. Sedangkan HSS yang mendekati nol berarti prediksi tidak mempunyai keunggulan (*no skill*). Berikut adalah persamaan dari HSS (Muharsyah, 2017).

$$HSS = \frac{(\sum_{i=1}^k P_i - \sum_{i=1}^k P_i \bar{P}_i)}{(1 - \sum_{i=1}^k P_i \bar{P}_i)} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$HSS = \frac{\frac{(a+e+i)}{n} - \frac{(a+b+c)(a+d+g)(d+e+f)(b+e+h)+(g+h+i)(c+f+i)}{n^2}}{1 - \left(\frac{(a+b+c)(a+d+g)(d+e+f)(b+e+h)+(g+h+i)(c+f+i)}{n^2} \right)} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

a = prediksi dan observasi menunjukkan adanya kenaikan curah hujan

b = prediksi menunjukkan adanya kenaikan curah hujan, tetapi observasi tidak 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

II.8. Metode *Inverse Diverse Weighting*

Metode ini mengasumsikan bahwa setiap titik masukan memiliki efek lokal yang berkurang dengan jarak. Metode IDW umumnya dipengaruhi oleh invers jarak yang didapat dari rumus. Metode interpolasi ini memungkinkan Anda menyesuaikan pengaruh relatif dari titik sampel. Nilai *power* dalam interpolasi IDW ini

mempengaruhi titik input. Efek ini semakin besar pada titik-titik yang lebih dekat sehingga menghasilkan permukaan yang lebih detail (Pasaribu dan Haryani, 2012).

Keuntungan metode interpolasi IDW adalah kita dapat mengontrol karakteristik 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. Kita dapat memutuskan titik mana yang akan digunakan berdasarkan jarak yang ingin Anda interpolasi. Kelemahan interpolasi IDW adalah tidak dapat memperkirakan nilai di atas nilai maksimum dan di bawah nilai minimum dari titik sampel (Pramono, 2008).