Skripsi Geofisika

IDENTIFIKASI PENGARUH *EL NINO* TERHADAP CURAH HUJAN BULANAN DI SULAWESI SELATAN PERIODE 1991-2022

OLEH:

NURHASANA

H061181008

DEPARTEMEN GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

HALAMAN JUDUL

IDENTIFIKASI PENGARUH *EL NINO* TERHADAP CURAH HUJAN BULANAN DI SULAWESI SELATAN PERIODE 1991–2020

SKRIPSI

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

OLEH:

NURHASANA

H061181008

DEPARTEMEN GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

HALAMAN PENGESAHAN

IDENTIFIKASI PENGARUH *EL NINO* TERHADAP CURAH HUJAN BULANAN DI SULAWESI SELATAN PERIODE 1991-2020

Disusun dan diajukan oleh:

NURHASANA

H061 18 1008

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

Pada tanggal 28 November 2022

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama	Pembimbing Pertama
Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng	**Rakhmat Prasetia, SP. M.Si**
NIP. 196709291993031003	**NIP.198009142002121003**

Ketua Departemen

Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng

NIP. 196709291993031003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Nurhasana
NIM	: H061181008
Program Studi	: Geofisika
Jenjang	: S1
Judul TA	: Identifikasi Pengaruh *El Nino* Terhadap Curah Hujan Bulanan di Sulawesi Selatan Periode 1991–2020

menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar asli karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik di Universitas Hasanuddin atau lembaga penelitian lain kecuali bagian acuan dan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim, karya tulis inipun murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, kecuali arahan Tim Pembimbing dan masukan Tim Penguji.

Makassar, November 2022

Yang membuat pernyataan,

Nurhasana

iv

SARI BACAAN

Sulawesi Selatan memiliki tiga tipe pola curah hujan diantaranya yaitu tipe monsunal, tipe ekuatorial serta tipe lokal. Daerah penelitian terletak di Provinsi Sulawesi Selatan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh *El Nino* terhadap anomali curah hujan bulanan dan pengaruh *El Nino* terhadap pola spasial anomali curah hujan bulanan di Sulawesi Selatan periode 1991-2020. Data yang digunakan yaitu data 50 pos hujan yang tersebar di Sulawesi Selatan selama 30 tahun. Analisis yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara anomali curah hujan dan indikator ONI yaitu analisis *time series* lag 1. Hasil yang didapatkan yaitu apabila terjadi *El Nino* di Lautan Pasifik maka curah hujan akan mengalami penurunan dan anomali curah hujan akan mengalami peningkatan bahkan dapat mengakibatkan terjadinya kekeringan. Hasil analisis spasial pada saat kondisi *El Nino* lemah dan *El Nino* sedang, Sulawesi Selatan mengalami penurunan curah hujan di sisi bagian barat. Sedangkan saat kondisi *El Nino* kuat, Sulawesi Selatan mengalami penurunan curah hujan di sisi barat dan timur Sulawesi Selatan.

Kata kunci: Sulawesi Selatan, Curah Hujan, ONI.

ABSTRACT

South Sulawesi has three types of rainfall, namely the monsoon type, the equatorial type and the local type. The research area is located in South Sulawesi Province. This study aims to analyze the effect of El Nino on monthly rainfall anomalies and the effect of El Nino on the spatial pattern of monthly rainfall anomalies in South Sulawesi for the period 1991-2020. The data used is data from 50 rain posts spread across South Sulawesi for 30 years. The analysis used to determine the relationship between rainfall anomalies and ONI indicators is time series lag 1 analysis. The results obtained are that if an El Nino occurs in the Pacific Ocean, rainfall will decrease and rainfall anomalies will increase and can even cause drought. The results of the spatial analysis when the El Nino conditions were weak and the El Nino was moderate, South Sulawesi experienced a decrease in rainfall on the west side. Meanwhile, when El Nino conditions are strong, South Sulawesi experiences decreased rainfall on the west and east sides of South Sulawesi.

Keywords: South Sulawesi, Rainfall, ONI

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillahirobbil ‘alamin. Segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadirat Allah SWT. berkat Rahmat dan Karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains dengan judul **“Identifikasi Pengaruh *El Nino* Terhadap Curah Hujan Bulanan di Sulawesi Selatan Periode 1991–2020”**. Dalam penulisan skripsi ini, penulis dengan segala keterbatasan pengetahuan dan kemampuan dapat melewati berbagai hambatan yang ada berkat bantuan dari berbagai pihak. Berkenaan dengan hal tersebut, izinkan penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sangat tulus kepada **Ayahanda Johari** dan **Ibunda Andi Nurmiati**, serta saudara-saudara terkasih dan tersayang **Nurmanto dan Muhammad Nur Anizam** atas segala dukungan yang diberikan baik dukungan moril, materil, pengorbanan, dan kasih sayang yang tak terhingga serta do’a yang tak henti terucap di setiap sujudnya. Untuk semua keluarga besar yang senantiasa memberikan motivasi dan nasehat kepada penulis diucapkan terima kasih.

Dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak **Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M. Eng** selaku pembimbing utama, Bapak **Rakhmat Prasetia, SP. M, Si** selaku pembimbing pertama yang telah sabar dan tulus memberikan bimbingan serta mengarahkan penulis hingga mampu menyelesaikan skripsi ini.

2. Bapak **Dr. Sakka, M. Si** dan Bapak **Dr. Erfan, M. Si** selaku Tim Penguji yang telah memberikan banyak arahan, masukan dan saran kepada penulis dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak **Dr. Eng. Amiruddin, S.Si., M.Si,** selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.
4. Bapak **Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M. Eng.,** selaku Ketua Departemen Geofisika FMIPA Unhas.
5. Bapak **Dr. Erfan, M. Si** selaku Sekretaris Departemen Geofisika FMIPA Unhas.
6. Dosen-dosen pengajar yang telah memberikan ilmunya serta memberi bimbingan selama perkuliahan dan menjadi orang tua kedua kami di bangku perkuliahan.
7. Staf jurusan, fakultas, laboratorium dan perpustakaan FMIPA UNHAS, atas semua ilmu yang telah diajarkan dan pelayanan yang telah diberikan.
8. Bapak Endang Abdurrohim selaku Koordinator Bidang Data dan Informasi BMKG Stasiun Klimatologi Kelas I Maros.
9. Seluruh karyawan dan staf di Bagian Data dan Informasi Stasiun Klimatologi Kelas I Maros, terkhusus kepada Kak Adityo Wicaksono, S.ST, Chaterina Restu Malino, S.Tr dan Vidyana Andika Kusumadewi, S.Tr.
10. Teman-teman seperjuangan dari maba 2018 terima kasih atas kebersamaan dan dukungannya sehingga penulis dapat sampai titik ini, semoga kebersamaan dan rasa kekeluargaan masih bisa terjalin hingga akhir hayat.

11. Teman-teman KKN UNHAS 106 BIRINGKANAYA 8 yang selalu memberikan semangat kepada penulis.
12. Kak Atong Pramana Asikin, Kak Rahmi Asikin, dan Khanza Arisha Novian yang selalu meluangkan waktunya untuk memberikan semangat dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
13. Semua pihak yang tidak sempat penulis sebutkan satu per satu yang telah banyak memberikan bantuan dan kemudahan dalam proses penulisan ini.

Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca maupun penulis. Penulis telah mengerahkan segala kemampuan dalam menyelesaikan skripsi ini, namun sebagai manusia yang memiliki kekurangan, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan karena sesungguhnya kesempurnaan hanyalah milik Allah SWT. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun dari Anda sangat penulis harapkan. Semoga Allah SWT. senantiasa melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya. Aamiin.

Wassalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL..... ii

HALAMAN PENGESAHAN.....iii

PERNYATAAN KEASLIAN.....iv

SARI BACAAN..... v

ABSTRACT.....vi

KATA PENGANTAR.....vii

DAFTAR ISI..... x

DAFTAR GAMBAR.....xiii

DAFTAR TABEL..... xvi

BAB I PENDAHULUAN.....1

I.1 Latar Belakang.....1

I.2 Ruang Lingkup..... 4

I.3 Rumusan Masalah.....4

I.4 Tujuan Penelitian.....4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5

II.1 Topografi Wilayah 5

II.2 ENSO (*El Nino Southern Oscillation*)..... 5

II.3 *El Nino*.....*7*

II.4 *La Nina* 11

II.5 Curah Hujan..... 14

II.6 *The Oceanic Nino Index* (Indeks ONI)..... 17

BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... 23

III.1 Lokasi Penelitian.....23

III.2 Alat dan Bahan.....23

III.2.1 Alat..... 23

III.2.2 Bahan.....24

III.3 Prosedur Penelitian..... 24

III.3.1 Persiapan dan Pengumpulan Data..... 24

III.3.2 Pengolahan Data.....27

III.4 Bagan Alir Penelitian.....30

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... 31

IV.1 Hasil.....31

IV.1.1 Korelasi Antara *El Nino* Terhadap Curah Hujan Bulanan Periode 1991-2020.....31

IV.1.1.1 Amparita/Tellulimpoe (Sidrap).....32

IV.1.1.2 BPP Palanro (Barru).....35

IV.1.1.3 Macope/Awangpone (Bone)..... 38

IV.1.1.4 Siwa/P.Panua/Kaluku (Wajo).....44

IV.1.1.5 BPP Angkona (Luwu Timur)..... 45

IV.1.1.6 Wara (Palopo)..... 48

IV.1.2 Persentase Anomali Curah Hujan Bulanan Akibat Fenomena *El Nino* Periode 1991-2020.....51

IV.1.2.1 *El Nino* Lemah..... 52

IV.1.2.2 *El Nino* Sedang.....58

IV.1.2.3 *El Nino* Kuat.....65

IV.1.2.4 Wilayah Bagian Barat..... 70
IV.1.2.5 Wilayah Bagian Timur..... 78
IV.1.2.6 Wilayah Bagian Pesisir..... 85
IV.2 Pembahasan..... 93
IV.2.1 Pemrosesan Data Curah Hujan.....93
IV.2.2 Curah Hujan Bulanan Periode 1991-2020..... 93
IV.2.3 Fenomena ENSO (*El Nino Southern Oscillation*) Periode 1991-2020..... 95
IV.2.4 Identifikasi Kejadian *El Nino*..... 98
IV.2.5 Pengaruh Fenomena *El Nino* Terhadap Curah Hujan Bulanan Periode 1991-2020.....101
IV.2.6 Korelasi Antara Fenomena *El Nino* Terhadap Curah Hujan Periode 1991-2020..... 104
IV.2.7 Persentase Anomali Curah Hujan Bulanan Akibat Fenomena *El Nino* Periode 1991-2020..... 120
BAB V PENUTUP..... 123
V.1 Kesimpulan..... 123
V.2 Saran.....124
DAFTAR PUSTAKA.....125
LAMPIRAN.....131

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kondisi *El Nino*..... 8

Gambar 2.2 Kondisi *La Nina*..... 13

Gambar 2.3 Grafik ONI (*Oceanic Nino Index*) Tahun 1991-2020..... 21

Gambar 2.4 Posisi Nino 3.4..... 22

Gambar 3.1 Lokasi Penelitian..... 23

Gambar 3.2 Peta Sebaran pos Hujan dan Lokasi Penelitian..... 25

Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian..... 30

Gambar 4.1 Grafik Korelasi antara Fenomena *El Nino* Terhadap Curah Hujan di Amparita/Tellulimpoe Bulan Januari-November Periode 1991-2020.....33

Gambar 4.2 Grafik Korelasi antara Fenomena *El Nino* Terhadap Curah Hujan di BPP Palanro Bulan Februari-Desember Periode 1991-2020.....37

Gambar 4.3 Grafik Korelasi antara Fenomena *El Nino* Terhadap Curah Hujan di Macope/Awangpone Bulan Januari-Desember Periode 1991-2020.....40

Gambar 4.4 Grafik Korelasi antara Fenomena *El Nino* Terhadap Curah Hujan di Siwa/P.Panua/Kaluku Bulan Januari-Desember Periode 1991-2020.....43

Gambar 4.5 Grafik Korelasi antara Fenomena *El Nino* Terhadap Curah Hujan di BPP Angkona Bulan Januari-Desember Periode 1991-2020.....47

Gambar 4.6 Grafik Korelasi antara Fenomena *El Nino* Terhadap Curah Hujan di Wara Bulan Januari-Desember Periode 1991-2020... 50

Gambar 4.7 Peta Persentase Anomali Curah Hujan Bulanan pada Kondisi *El Nino* Lemah Bulan Januari-Desember Periode 1991-2020...54

Gambar 4.8 Peta Persentase Anomali Curah Hujan Bulanan pada Kondisi *El Nino* Sedang Bulan Januari-Desember Periode 1991-2020..60

Gambar 4.9 Peta Persentase Anomali Curah Hujan Bulanan pada Kondisi *El Nino* Kuat Bulan Januari-Desember Periode 1991-2020.....67

Gambar 4.10 Peta Pos Hujan Bagian Barat.....71

Gambar 4.11 Grafik Persentase Anomali Curah Hujan Bulanan Pada Kondisi *El Nino* Bagian Barat Bulan Januari-Desember Periode 1991-2020.....75

Gambar 4.12 Peta Pos Hujan Bagian Timur..... 79

Gambar 4.13 Grafik Persentase Anomali Curah Hujan Bulanan Pada Kondisi *El Nino* Bagian Timur Bulan Januari-Desember Periode 1991-2020.....83

Gambar 4.14 Peta Pos Hujan Bagian Pesisir.....86

Gambar 4.15 Grafik Persentase Anomali Curah Hujan Bulanan pada Kondisi *El Nino* Bagian Pesisir Bulan Januari-Desember Periode 1991-2020.....90

Gambar 4.16 Grafik Curah Hujan Rata-rata Bulanan Periode 1991-2020....94

Gambar 4.17 Grafik *Oceanic Nino Index* Periode 1991-2020..... 95

Gambar 4.18 Hubungan antara Fenomena *El Nino* Terhadap Curah Hujan

Bulanan.....100

Gambar 4.19 Grafik Curah Hujan dan ONI Periode 1991-2020.....101

Gambar 4.20 Grafik *Time Series* Curah Hujan dan ONI pada Kondisi *El Nino* di Amparita/Tellulimpoe periode 1991-2020..... 108

Gambar 4.21 Grafik *Time Series* Curah Hujan dan ONI pada Kondisi *El Nino* di BPP Palanro periode 1991-2020.....110

Gambar 4.22 Grafik *Time Series* Curah Hujan dan ONI pada Kondisi *El Nino* di Macope/Awangpone periode 1991-2020.....113

Gambar 4.23 Grafik *Time Series* Curah Hujan dan ONI pada Kondisi *El Nino* di Siwa/P.Panua/Kaluku periode 1991-2020..... 115

Gambar 4.24 Grafik *Time Series* Curah Hujan dan ONI pada Kondisi *El Nino* di BPP Angkona periode 1991-2020..... 117

Gambar 4.25 Grafik *Time Series* Curah Hujan dan ONI pada Kondisi *El Nino* di Wara periode 1991-2020.....120

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Indeks ONI (*Oceanic Nino Index*) Tahun 1991-2020.....19

Tabel 3.1 Nama Pos Hujan dan Lokasi Penelitian.....25

Tabel 3.2 Klasifikasi Fenomena Nino 3.4 SST Index.....27

Tabel 4.1 Interpretasi Koefisien Korelasi r.....31

Tabel 4.2 Nama Pos Hujan Bagian Barat.....71

Tabel 4.3 Nama Pos Hujan Bagian Timur.....79

Tabel 4.4 Nama Pos Hujan Bagian Pesisir.....86

Tabel 4.5 Identifikasi Kejadian *El Nino*.....96

Tabel 4.6 Koefisien Korelasi Antara Fenomena *El Nino* Terhadap Curah Hujan di Amparita/Tellulimpoe, BPP Palanro, Macope/ Awangpone, Siwa/P.Panua/ Kaluku, BPP Angkona dan Wara..... 105

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Curah hujan ialah salah satu unsur iklim yang sangat penting, tetapi keberadaannya secara spasial serta temporal masih sulit diprediksi. Selain sifatnya yang bergerak maju, proses fisis yang terlibat juga sangat kompleks. Ketidakpastian hujan ini semakin besar saat terjadi anomali iklim berupa *El Nino Southern Oscillation* (ENSO). Berbagai peristiwa bencana di Indonesia memberikan gambaran bahwa sebagian besar peristiwa bencana terkait dengan fenomena *El Nino Southern Oscillation* (ENSO). Curah hujan di Pulau Sulawesi juga dipengaruhi oleh fenomena *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) [1].

Pada tahun 2016, Sopia Lestari *et al.* melakukan penelitian terkait pengaruh *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) terhadap curah hujan ekstrem di sekitar Pulau Sulawesi dan Maluku periode 1972-2012. Pada penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) berpengaruh terhadap variasi total curah hujan serta jumlah hari hujan di Pulau Sulawesi dan Maluku baik spasial maupun musiman. Dampak *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) lebih banyak didominasi terjadi selama bulan selama Juli-November pada jumlah curah hujan dari hari basah, sedangkan dampaknya lebih kecil didominasi terjadi di bulan Desember-Februari. Kebalikannya, perbedaan frekuensi hujan lebat lebih terlihat di musim pancaroba di stasiun-stasiun yang tipe curah hujannya tergolong Tipe AI (seluruh wilayah Maluku/Sulawesi), BI (Maluku Selatan), dan C (Sulawesi Khatulistiwa). Disimpulkan bahwa *El Nino Southern Oscillation*

(ENSO) memengaruhi waktu di awal musim hujan pada wilayah tersebut [2].

El Nino Southern Oscillation (ENSO) ialah sebuah fenomena penyimpangan dari suhu muka laut pada Samudera Pasifik dekat ekuator bagian tengah dan timur. *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) adalah *Global Climate System* yang terjadi nonperiodik. *El Nino* adalah fase ENSO dingin. Fenomena *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) ini akan berdampak pada intensitas curah hujan yang diamati di Indonesia. Jika fenomena *El Nino* terjadi pada musim kemarau maka cenderung memperparah dampak kekeringan dan apabila terjadi pada musim hujan akan mengurangi curah hujan yang diamati di musim tersebut [3].

Pada tahun 2017, Farras Nabilah ***et*** *al.* melakukan penelitian terkait analisis pengaruh *El Nino* serta *La Nina* terhadap curah hujan tahun 1998-2016 menggunakan indikator *Oceanic Nino Indeks* (ONI) di Provinsi Jawa Barat. Pada penelitian tersebut didapatkan hasil analisis spasial antara *Sea Surface Temperature* (SST) dengan curah hujan pada fenomena *El Nino* pada daerah Jawa Barat serta laut Jawa dihasilkan bahwa di bulan Agustus sampai September adalah keadaan *El Nino* tertinggi dengan nilai suhu permukaan laut rata-rata 27,71℃-27,75℃ yang diikuti dengan penurunan intensitas curah hujan rata-rata 1,63 mm/hari-1,86 mm/hari [1].

Oceanic Nino Indeks (ONI) adalah indeks yang menunjukkan pembagian wilayah dan mengukur nilai *Sea Surface Temperature* (SST) di wilayah-wilayah tersebut di laut Pasifik [1]. *Oceanic Nino Indeks* (ONI) merupakan salah satu parameter yang seringkali digunakan untuk meratakan peristiwa *El Nino Southern Oscillation* (ENSO). *Oceanic Nino Indeks* (ONI) berdasarkan pada suhu

permukaan laut dari rata-rata pada wilayah Nino 3.4 serta merupakan ukuran utama untuk memantau, menilai serta memprediksi *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) [3].

Berdasarkan BPS 2019, Sulawesi Selatan adalah salah satu provinsi di Indonesia yang dipengaruhi oleh iklim tropis basah dengan rata-rata curah hujan 289 mm per tahun [4]. Terletak di dekat laut serta dialiri oleh banyak sungai menjadikan Provinsi Sulawesi Selatan banyak dipengaruhi oleh kondisi hidrologinya. Sulawesi Selatan terdapat Gunung Bawakaraeng di Selatan, serta Gunung Lompobattang dan Gunung Latimojong di Utara, pada bagian tengah membentang bukit karst sepanjang Maros serta Pangkep yang mempunyai klimatologi yang membedakan antara musim di pantai bagian Barat dan Timur [5].

Pola curah hujan di Provinsi Sulawesi Selatan ada tiga tipe pola curah hujan diantaranya yaitu tipe monsunal, tipe ekuatorial serta tipe lokal. Setiap pola curah hujan mempunyai ciri yang berbeda-beda [6]. Sektor Barat memiliki pola musim hujan di periode Oktober-Maret dan musim kemarau di periode April-September (contohnya Kabupaten Selayar, Jeneponto, Takalar, Gowa, Makassar, Maros, serta Enrekang). Sektor Timur memiliki pola sebaliknya, yaitu musim hujan di periode April-September dan musim kering di periode Oktober-Maret (misalnya Kabupaten Pinrang, Sidrap, Wajo, Bone, dan Soppeng). Wilayah yang memiliki pola musim kombinasi dari keduanya dikenal sebagai sektor peralihan (misalnya sebagian wilayah Kabupaten Enrekang, Bulukumba, dan Luwu) [7].

Berdasarkan hal di atas, maka dilakukan penelitian terkait *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) berupa *El Nino* yang berhubungan dengan curah hujan di

Provinsi Sulawesi Selatan menggunakan indikator *Oceanic Nino Indeks* (ONI) dengan memerhatikan parameter curah hujan untuk mengetahui pengaruh dari fenomena *El Nino* terhadap curah hujan yang terjadi.

I.2 Ruang Lingkup

Penelitian ini menggunakan data sekunder curah hujan bulanan dari BMKG Stasiun Klimatologi Kelas I Maros dan data kejadian *El Nino* dari data ONI (*Oceanic Nino Index*) di Sulawesi Selatan dari periode 1991-2020 yang diperoleh melalui *website NOAA Climate.gov*. Jumlah pos hujan yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 50 pos hujan dengan jumlah data selama 30 tahun.

I.3 Rumusan Masalah

1) Bagaimana pengaruh *El Nino* terhadap anomali curah hujan bulanan di Sulawesi Selatan periode 1991-2020?
2) Bagaimana pengaruh *El Nino* terhadap pola spasial anomali curah hujan bulanan di Sulawesi Selatan periode 1991-2020?

I.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, dapat dikemukakan tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Menganalisis pengaruh *El Nino* terhadap anomali curah hujan bulanan di Sulawesi Selatan periode 1991-2020.
2) Menganalisis pengaruh *El Nino* terhadap pola spasial anomali curah hujan bulanan di Sulawesi Selatan periode 1991-2020

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Topografi Wilayah

Topografi Provinsi Sulawesi Selatan membentang dari dataran rendah hingga dataran tinggi dengan kondisi kemiringan 0 (nol) hingga 3 (tiga) persen artinya tanah yang cukup datar, 3 (tiga) sampai dengan 8 (delapan) persen adalah tanah yang relatif bergelombang dan 8 (delapan) sampai 45 (empat puluh lima) persen tanahnya curam. Provinsi Sulawesi Selatan dialiri 67 (enam puluh tujuh) sungai, di mana sebagian sungainya terletak di Kabupaten Luwu yaitu 25 (dua puluh lima) aliran sungai. Sungai yang terpanjang yaitu Sungai Saddang dengan panjang sekitar 150 km yang melintasi melalui 3 (tiga) kabupaten yaitu Kabupaten Tanah Toraja, Enrekang dan Pinrang. Selain itu, Provinsi Sulawesi Selatan juga memiliki beberapa gunung. Antara lain yaitu Gunung Latimojong dengan ketinggian 3.470 m di atas permukaan laut yang tertinggi. Gunung tersebut berdiri tegak di perbatasan Kabupaten Enrekang dan Kabupaten Luwu [8].

II.2 *El Nino Southern Oscillation* (ENSO)

El Nino Southern Oscillation (ENSO) merupakan fenomena alam yang melibatkan fluktuasi suhu bagian atas laut di daerah ekuator lautan Pasifik yang diikuti dengan perubahan keadaan di atmosfer. Aktivitas *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) berpengaruh terhadap variabilitas curah hujan di Indonesia. Selain itu, kehadiran *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) menyebabkan semakin meluasnya serta mengakibatkan lambatnya durasi kabut asap akibat kebakaran lahan di Indonesia. Dengan demikian, *El Nino Southern Oscillation* (ENSO)

diduga turut menurunkan kualitas udara khususnya partikulat halus [9].

El Nino Southern Oscillation (ENSO) ialah sebuah fenomena penyimpangan yang berasal dari suhu muka laut di samudera Pasifik dekat ekuator bagian tengah serta timur. *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) adalah *Global Climate System* yang terjadi nonperiodik [3]. *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) terjadi akibat adanya penyimpangan kondisi antara samudera serta atmosfer di sepanjang Samudera Pasifik sekitar ekuator dari keadaan normalnya sebagai akibatnya memengaruhi variabilitas iklim di daerah ekuator Samudera Pasifik serta beberapa bagian bumi [10].

Fenomena *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) terdiri dari 2 (dua) peristiwa yaitu *El Nino* dan *La Nina*. *El Nino* dan *La Nina* ialah fenomena di ekuator Samudera Pasifik yang di tandai dengan 5 (lima) kejadian anomali suhu permukaan laut (SPL) rata-rata 3 (tiga) bulan berjalan pada wilayah Nino 3.4 dengan ambang batas +0,5℃ sampai (-0,5℃). Standar pengukuran ini di kenal dengan *Oceanic Nino Index* (ONI) [10].

El Nino Southern Oscillation (ENSO) terjadi pada waktu 3 (tiga) sampai 7 (tujuh) tahun yang memiliki intensitas yang bervariasi. Seiring dengan semakin intensifnya proses pemanasan global, intensitas terjadinya fenomena *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) semakin semakin tinggi. Salah satu mekanisme masuknya dampak *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) ke dalam wilayah Indonesia yaitu melalui arus laut. Arus lintas Indonesia dalam bentuk perubahan atau variabilitas suhu di permukaan dan dalam laut [11].

El Nino Southern Oscillation (ENSO) di tandai dengan anomali temperatur

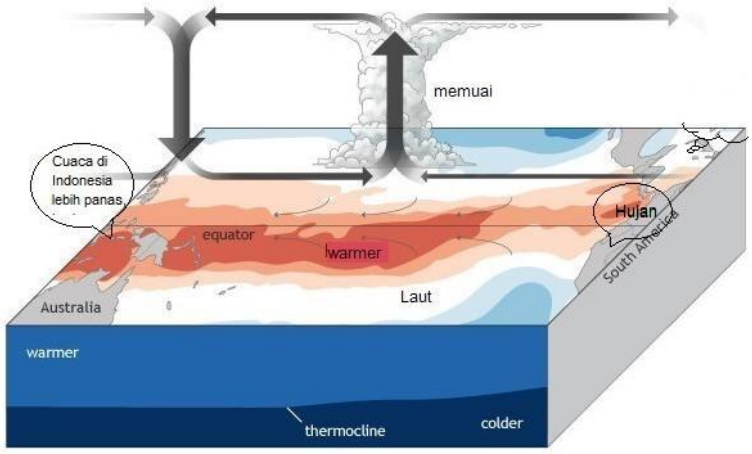
permukaan laut (menghangatnya permukaan laut mendeskripsikan kejadian *El Nino* sedangkan mendinginnya permukaan laut mendeskripsikan kejadian *La Nina*) serta anomali *Sea Level Pressure* (*Southern Oscillation*) [1].

II.3 *EL NINO*

El Nino ialah kondisi abnormalitas iklim yang di tandai dengan suhu permukaan laut (SPL) samudera Pasifik ekuator bagian timur serta tengah (di Pantai Barat Ekuador serta Peru) lebih tinggi dari rata-rata normalnya. Hal ini menyebabkan kerapatan udara di Pasifik Timur lebih rendah serta menimbulkan pusat tekanan rendah, yang selanjutnya mengakibatkan massa udara pada daerah Pasifik Barat (termasuk Indonesia serta Australia) bergerak menuju ke Pasifik Timur. Oleh sebab itu, daerah Indonesia dan Australia mengalami curah hujan di bawah normal karena uap air yang jatuh di daerah tersebut tidak relatif. *El Nino* mengakibatkan kekeringan panjang di wilayah ekuator [12]. *El Nino* terjadi ketika suhu permukaan laut pada bagian timur Samudera Pasifik meningkat, tetapi suhu pada bagian barat Samudera Pasifik serta sekitar Indonesia mengalami penurunan (penyimpangan) sebagai akibatnya curah hujan di Indonesia menurun [10].

Fenomena *El* Nino ialah salah satu dampak dari penyimpangan iklim yang akan mengakibatkan penurunan jumlah curah hujan untuk beberapa wilayah di Indonesia. Dari tahun 1844 sampai 2009 di Indonesia telah mengalami peristiwa kekeringan atau jumlah curah hujan di bawah rata-rata normal tidak kurang dari 47 (empat puluh tujuh) kali. Dari 47 (empat puluh tujuh) kali kejadian tersebut hanya 6 (enam) kali kejadiannya tidak bersamaan dengan kejadian fenomena *El Nino*, hal ini memberikan keterangan bahwa keragaman hujan pada Indonesia

sangat dipengaruhi oleh fenomena tersebut ini [13].



Gambar 2.1 Kondisi *El Nino* (Sumber: *NOAA Climate.gov*)

Pada Gambar 2.1 merupakan peristiwa memanasnya suhu air permukaan laut di Pantai barat Peru-Ekuador (Amerika Selatan) yang di sebut fenomena *El Nino*. Proses terjadinya *El Nino*, pada saat-saat tertentu air laut yang panas dari perairan Indonesia bergerak ke arah timur menyusuri ekuator, hingga sampai ke pantai barat Amerika Selatan (Peru Bolivia). Pada saat yang bersamaan, air laut yang panas dari pantai Amerika Tengah bergerak ke arah selatan, hingga sampai ke pantai barat Peru-Ekuador. Terjadilah pertemuan antara air laut yang panas dari Amerika Tengah di Pantai barat Peru-Ekuador, yang kemudian berkumpullah massa air laut panas dalam jumlah besar dan menempati wilayah yang luas. Hal ini membuat udara di daerah tersebut menularkan panas sehingga memuai ke atas (konveksi), dan terbentuklah daerah bertekanan rendah di pantai barat Peru-Ekuador yang mengakibatkan angin yang menuju Indonesia hanya membawa sedikit uap air. Maka terjadilah musim kemarau panjang di Indonesia saat terjadinya *El Nino* [14].

Masing-masing kejadian *El Nino* merupakan peristiwa yang unik dalam hal kekuatannya sebagaimana dampaknya pada pola turunnya hujan maupun panjang durasinya. Berdasarkan intensitasnya, *El Nino* dikategorikan sebagai berikut [11]:

(1) *El Nino* Lemah (*Weak El Nino*), apabila penyimpangan suhu muka laut di Pasifik ekuator +0,5º C s/d +1,0º C serta berlangsung minimal selama 3 (tiga) bulan berturut- turut,

(2) *El Nino* sedang (*Moderate El Nino*), apabila penyimpangan suhu muka laut di Pasifik ekuator +1,1º C s/d 1,5º C serta berlangsung minimal selama 3 (tiga) bulan berturut-turut,

(3) *El Nino* kuat (*Strong El Nino*), apabila penyimpangan suhu muka laut di Pasifik ekuator >1,5º C serta berlangsung minimal selama 3 (tiga) bulan berturut-turut.

Fenomena peningkatan suhu sangat mengejutkan para peneliti iklim sejak tahun 1970-an. Berdasarkan hasil kajian sebelumnya diketahui bahwa fenomena tersebut ialah akibat dari peningkatan populasi penduduk global yang tidak terkendali [15]. Terjadinya aktivitas *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) berpengaruh terhadap variabilitas curah hujan di Indonesia. Selain itu, kehadiran *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) menyebabkan semakin meluasnya serta mengakibatkan lambatnya durasi kabut asap dampak kebakaran lahan di Indonesia [19].

El Nino dapat mengakibatkan pengurangan curah hujan yang diamati di musim tersebut yang terjadi pada suatu daerah. Dampak *El Nino* yang dapat terjadi yaitu kekeringan atau kemarau panjang. Kondisi tersebut silih berganti serta merupakan bencana yang selalu mengancam kehidupan masyarakat. Kekeringan ialah

kesenjangan antara air yang tersedia dan air yang dibutuhkan. Kekeringan dapat terjadi karena beberapa faktor yang terdapat di suatu daerah dengan jumlah curah hujan yang sedikit. Kekeringan ditimbulkan oleh faktor curah hujan (sebagai masukan), evapotranspirasi sebagai luaran serta tanah sebagai faktor yang menentukan. Tanah yang tidak bervegetasi menerima sinar matahari serta angin maka akan terjadi penguapan secara langsung pada permukaannya. Hal ini dapat mengakibatkan kehilangan air yang cukup besar di daerah pertanian baik yang mempunyai irigasi maupun tidak mempunyai irigasi [16].

Fenomena perubahan iklim (*climate change*) juga memberi dampak pada perubahan pola musim seperti kemarau yang berkepanjangan (*El Nino*). Peristiwa kemarau bisa terjadi di mana saja, baik di daerah garis lintang rendah maupun di daerah lintang tinggi atau mengalami berbagai jenis iklim global. Daerah yang mengalami keadaan gersang yang berkepanjangan berbanding dengan daerah yang memiliki iklim tropis mirip di Indonesia. Pada keadaan global mengalami perubahan iklim maka sudah tentu peristiwa kemarau panjang tidak bisa dihindari. Provinsi Sulawesi Selatan sudah mengalami musim kering yang berkepanjangan mulai dari bulan April 2009 hingga bulan November 2009. Dengan keadaan ini sudah mengakibatkan hasil pertanian di Provinsi Sulawesi Selatan tidak dapat menghasilkan seperti yang diharapkan [15].

Perubahan iklim atau variasi musim baik langsung maupun tak langsung berpengaruh pada kehidupan masyarakat. Walaupun masih banyak masyarakat yang belum memahami perubahan iklim atau variasi musim, masyarakat yang penghidupannya berasal dari hasil pertanian dan bergantung pada sumber daya

alam merasakan dampaknya. Provinsi Sulawesi Selatan, musim kemarau dirasakan masyarakat menjadi lebih panjang serta ketersediaan air menurun, mengakibatkan hasil pertanian menurun dan tidak relatif untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga selama 1 (satu) tahun. Data historis menunjukkan hasil bahwa sistem produksi nasional sangat rentan terhadap peristiwa iklim ekstrem. Contohnya pada kondisi iklim ekstrem *El Nino*. Luas serta intensitas lahan pertanian yang terkena bencana meningkat tajam. Pengamatan tahun *El Nino* 1994 dan 1997 menunjukkan hasil bahwa kumulatif luas sawah yang mengalami kekeringan dari bulan Mei hingga Agustus melebihi 400 (empat ratus) ribu ha (*hektare*), kumulatif luas banjir pada tahun *El Nino* umumnya kurang dari 100 (seratus) ribu ha (*hektare*). Kehilangan produksi padi dampak peristiwa kekeringan dan banjir khususnya pada tahun-tahun iklim ekstrem bisa mencapai 2 (dua) juta ton [17].

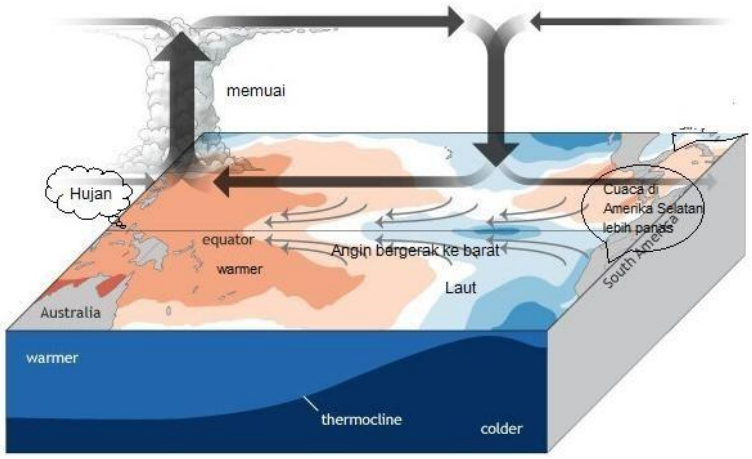
Menurut Darlan *et al.*, fenomena *El Nino* kuat juga terjadi pada tahun 2015, dinyatakan bahwa *El Nino* yang terjadi pada tahun 2015 ini sekuat *El Nino* tahun 1997/1998 (*El Nino* kuat). *El Nino* mengakibatkan kekeringan panjang di daerah Indonesia terutama yang terletak pada bagian Selatan ekuator. Selain kekeringan, sampai saat ini juga terjadi kebakaran hutan dan lahan yang mengakibatkan gangguan asap di Sumatera serta Kalimantan bahkan sampai ke Malaysia serta Singapura [12].

II.4 *LA NINA*

La Nina ialah peristiwa menyimpangnya samudera Pasifik. *La Nina* di tandai dengan suhu permukaan laut yang mendingin jauh dari keadaan normalnya pada

area yang sangat luas, mencakup samudera Pasifik bagian tengah dekat French Polynesia. Ketika lautan menyimpang maka atmosfer juga menyimpang, sehingga terjadi penyimpangan iklim [18]. *La Nina* ialah kebalikan dari *El Nino*. Peristiwa ini di mulai ketika *El Nino* mulai melemah, serta air laut yang panas pada pantai Peru-Ekuador kembali bergerak ke arah barat, air laut di daerah tersebut suhunya kembali seperti semula (dingin), serta *upwelling* muncul kembali, atau kondisi cuaca menjadi normal kembali. Dengan kata lain *La Nina* ialah kondisi cuaca yang normal kembali setelah terjadinya *El Nino* [14].

Rata-rata *La Nina* terjadi secara 3 (tiga) tahun hingga 7 (tujuh) tahun sekali. Serta dapat berlangsung 12 (dua belas) bulan sampai 36 (tiga puluh enam) bulan, *La Nina* tidak memiliki periode yang permanen sehingga seluruh diperkirakan kejadiannya di 6 (enam) bulan sampai 9 (sembilan) bulan sebelumnya. Ketika kondisi *La Nina,* suhu muka laut di Pasifik Ekuator Timur lebih rendah daripada kondisi normalnya. Sedangkan suhu muka laut di wilayah Indonesia menjadi lebih hangat. Sehingga terjadi banyak konveksi serta menyebabkan massa udara berkumpul di wilayah Indonesia, termasuk massa udara yang berasal dari Pasifik Ekuator Timur. Hal ini menunjang pembentukan awan dan hujan. Sehingga fenomena *La Nina* seringkali menyebabkan curah hujan jauh di atas normal yang dapat mengakibatkan banjir dan tanah longsor, bahkan seringkali diikuti angin kencang [1].



Gambar 2.2 Kondisi *La Nina* (Sumber: *NOAA Climate.gov*)

Pada Gambar 2.2 adalah fenomena *La Nina*. Peristiwa *La Nina* dimulai saat *El Nino* mulai mereda serta air laut yang panas dari Pantai Peru-Ekuator mulai bergerak kembali menuju ke arah barat. Air laut di wilayah tersebut mendingin atau kembali ke suhu normal serta peristiwa *upwelling* kembali terjadi. Proses tersebut dapat diartikan sebagai proses ketika *La Nina* terjadi. Awal mulanya, air laut yang panas tersebut bergerak ke arah barat sehingga akhirnya sampai ke daerah Indonesia. Dampak pergerakan tersebut, udara pada daerah Indonesia memiliki tekanan yang rendah serta seluruh angin yang berada di sekitar Pasifik Selatan serta Samudera Hindia akan bergerak menuju Indonesia. Angin-angin tadi membawa banyak uap air yang menyebabkan wilayah di Indonesia pada saat *La Nina* akan sering mengalami hujan lebat.

Berdasarkan intensitasnya, *La Nina* dikategorikan sebagai berikut [19]:

(1) *La Nina* Lemah (*Weak La Nina*), apabila penyimpangan suhu muka laut di Pasifik ekuator -1,0º C s/d -0,5º C serta berlangsung minimal selama 3 bulan berturut- turut,

(2) *La Nina* sedang (*Moderate La Nina*), apabila penyimpangan suhu muka laut di Pasifik ekuator -1,5º C s/d -1,0º C serta berlangsung minimal selama 3 bulan berturut-turut,

(3) *La Nina* kuat (*Strong La Nina*), apabila penyimpangan suhu muka laut di Pasifik ekuator < -1,5º C serta berlangsung minimal selama 3 bulan berturut-turut.

II.5 CURAH HUJAN

Menurut Miftahuddin 2016, hujan adalah salah satu bentuk presipitasi uap air yang berasal dari awan yang ada pada atmosfer. Selain hujan, bentuk presipitasi yang juga bisa terjadi ialah salju serta es, tergantung bagaimana keadaan udara ketika presipitasi tersebut terjadi. untuk dapat terjadi hujan diperlukan titik-titik kondensasi, amoniak, debu, dan asam belerang. Titik-titik kondensasi inilah yang berperan dalam pengambilan uap air dari udara [20].

Curah hujan merupakan endapan atau deposit air dalam bentuk cair maupun padat, yang berasal dari atmosfer. Ciri hujan suatu daerah perlu diketahui untuk menentukan ketersediaan air serta kemungkinan terjadinya permasalahan dan bencana yang berkaitan dengan sumber daya air. Pengetahuan tentang ciri hujan yang menyangkut hasil penentuan bulan basah, bulan lembab, serta bulan kemarau akan berguna untuk pengelolaan suatu daerah serta dapat memanfaatkan hujan dengan sebaik-baiknya serta mengurangi akibat negatifnya [21].

Curah hujan (mm) dapat diartikan sebagai ketinggian air hujan yang jatuh di daerah atau wilayah yang datar dengan perkiraan tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) mm adalah air hujan dengan tinggi 1

(satu) mm yang jatuh (terapung) di daerah yang datar seluas 1 (satu) m^2 dengan perkiraan tidak terdapat yang menguap, mengalir, serta meresap [22].

Curah hujan yang tinggi di kawasan tropis pada umumnya ditimbulkan oleh proses konveksi dan juga pembentukan awan hujan panas. Pada dasarnya, curah hujan itu dapat dihasilkan dari gerakan massa udara lembab ke atas. Agar terjadi gerakan ke atas, atmosfer harus berada dalam kondisi yang tidak stabil. Syarat yang tidak stabil ini terjadi bila udara yang naik itu lembab dan *lapse rate* udara lingkungannya berada di antara *lapse rate* adiabatik kemarau dan *lapse rate* adiabatik jenuh. Jadi, kestabilan udara ini sangat dipengaruhi oleh kondisi kelembaban. Sebab itu jumlah hujan tahunan, intensitas, durasi, frekuensi serta distribusinya terhadap ruang serta waktu sangat bervariasi. Intensitas curah hujan di daerah tropis pada umumnya tinggi dikarenakan proses konveksi. sementara itu di Indonesia, persentase curah hujan yang diterima bervariasi yakni kisaran 8-37% dengan rata-rata 22% [23].

Karena itu jumlah hujan tahunan, intensitas, durasi, frekuensi dan distribusinya terhadap ruang dan waktu sangat bervariasi. Intensitas curah hujan di wilayah tropis pada umumnya tinggi dikarenakan proses konveksi. Sementara itu di Indonesia, persentase curah hujan yang diterima bervariasi yakni kisaran 8-37% dengan rata-rata 22% [23].

Kriteria intensitas curah hujan bulanan dibagi menjadi 4 (empat) kategori yaitu [22]:

(1) Hujan Rendah dengan intensitas 0-100 mm/bulan

(2) Hujan Menengah dengan intensitas 101-300 mm/bulan

(3) Hujan Tinggi dengan intensitas 301-400 mm/bulan

(4) Hujan Sangat Tinggi dengan intensitas >500 mm/bulan.

Zona musim (ZOM) merupakan daerah yang mempunyai batas yang jelas antara periode musim hujan dan periode musim kering. Non ZOM merupakan daerah yang tidak memiliki batas yang jelas antara periode musim hujan dan musim kering, yang selanjutnya di sebut wilayah Non Zona musim (Non ZOM) [22].

Hubungan antara curah hujan Indonesia serta *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) sudah diselidiki pada berbagai penelitian. Dampak kritis *El Nino* 1997/1998 yang menyebabkan penurunan drastis curah hujan di seluruh negeri sampai kurang dari persentil ke-10 dari 48 tahun seri waktu curah hujan bulanan dengan beberapa stasiun mencatat nilai terendah yang pernah ada. Anomali curah hujan selama musim kemarau di Indonesia secara spasial koheren dan berkorelasi kuat dengan variabilitas SPL pada Cekungan Pasifik. Pada penelitian tersebut juga mencatat bahwa kondisi kekeringan pada saat terjadi *El Nino* ditimbulkan oleh mendinginnya *Sea Surface Temperature* (SST) di perairan Indonesia [18].

Curah hujan di Pulau Sulawesi Selatan juga dipengaruhi oleh fenomena *inter-seasonal* seperti *El Nino Southern Oscillation* (ENSO). *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) berpengaruh terhadap variasi total curah hujan serta jumlah hari hujan di Sulawesi Selatan baik secara spasial maupun musiman [24]. Fenomena *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) ini akan berdampak pada intensitas curah hujan yang diamati di Indonesia [3].

Pola curah hujan di Provinsi Sulawesi Selatan terdapat 3 (tiga) tipe pola curah hujan antara lain yaitu tipe monsunal, tipe ekuatorial serta tipe lokal. Wilayah

Sulawesi Selatan bagian barat serta selatan merupakan wilayah yang memiliki pola curah hujan monsun, tetapi untuk wilayah Sulawesi Selatan bagian timur merupakan wilayah yang memiliki pola curah hujan *equatorial* serta lokal [25].

Pola curah hujan bulanan di sebagian besar wilayah Sulawesi Selatan mengikuti pola monsun. Musim hujan terjadi pada periode bulan Desember-Januari-Februari-Maret-April-Mei (DJFMAM) dengan puncak musim hujan terjadi pada bulan Desember-Januari, sedangkan musim kering terjadi pada periode bulan Juni-Juli-Agustus-September-Oktober-November (JJASON) dengan puncak musim kering terjadi pada bulan Agustus-September [26][27].

Jika fenomena *El Nino* terjadi pada musim kemarau maka cenderung memperparah dampak kekeringan dan jika terjadi pada musim hujan akan mengurangi curah hujan yang diamati pada musim tersebut. Sedangkan Jika fenomena *La Nina* terjadi, maka cenderung meningkatkan intensitas curah hujan diamati, baik pada musim kering juga musim hujan [3]. Pada wilayah tropis, fenomena *El Nino* serta *La Nina* umumnya menyebabkan pergeseran pola curah hujan serta perubahan temperatur yang menyebabkan terjadinya musim kering yang panjang ataupun musim hujan yang berkepanjangan yang dapat mengakibatkan banjir di berbagai tempat [11].

II.6 *The Oceanic Nino Index* (Indeks ONI)

Oceanic Nino Index (ONI) merupakan indeks yang menunjukkan pembagian daerah dan mengukur nilai *Sea Surface Temperature* (SST) pada wilayah tersebut di Samudera Pasifik. *Oceanic Nino Index* (ONI) ialah indeks baru yang merupakan salah satu indeks *El Nino*. *Oceanic Nino Index* (ONI) ini dihitung

berdasarkan prinsip perhitungan untuk monitoring, assessment serta prediksi siklus *El Nino Southern Oscillation* (ENSO). *Oceanic Nino Index* (ONI) ini melihat pula perubahan nilai *Sea Surface Temperature* (SST) dari rata-rata wilayah Nino 3.4. Diambil rata-rata per tiga bulan dijalankan serta dilihat nilai perubahan SST sama dengan analisis *Sea Surface Temperature* (SST) historis [1].

Oceanic Nino Index (ONI) dapat pula digunakan untuk memantau *El Nino Southern Oscillation* (ENSO). *Oceanic Nino Index* (ONI) dihitung dengan rata-rata suhu permukaan laut anomali di wilayah timur-tengah khatulistiwa Samudera Pasifik, yang disebut daerah Nino 3.4 (5°LS-5°LU; 170°BB-120°BB). *Oceanic Nino Index* (ONI) berasal dari region 3.4 mempunyai respon yang baik pada perubahan suhu permukaan laut dibandingkan indeks ONI lainnya serta *Oceanic Nino Index* (ONI) region 3.4 memiliki hubungan yang kuat dengan SOI [28].

Untuk menghitung *Oceanic Nino Index* (ONI), *National Oceanic and Atmosfer Administration* (NOAA). *Climate Prediction Center* menghitung suhu permukaan laut rata-rata di daerah Nino 3.4 untuk setiap bulan, serta kemudian dirata-ratakan dengan nilai-nilai dari bulan sebelumnya serta berikutnya. Nilai rata-rata 3 (tiga) bulan dibandingkan dengan rata-rata 30 tahun. Kemudian diamati perbedaan dari suhu rata-rata pada wilayah itu, apakah pada wilayah tersebut hangat atau dingin. Peristiwa *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) didefinisikan dari 5 (lima) periode berturut-turut Jika *Oceanic Nino Index* (ONI) ≥ +0,5°C maka terjadi anomali hangat (*El Nino*), jika *Oceanic Nino Index* (ONI) ≤ -0,5°C maka terjadi anomali dingin (*La Nina*). *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) mengkategorikan menjadi lemah, moderat atau kuat Bila setara atau melebihi batas dengan atau

setidaknya 3 (tiga) nilai berturut-turut saling tumpang tindih pada periode 3 (tiga) bulan [29] [19].

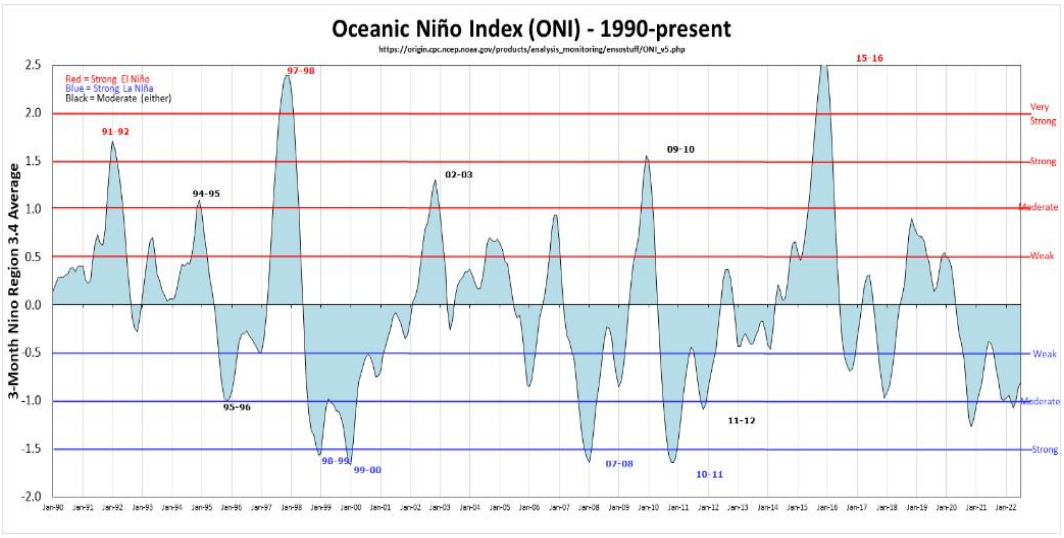
Tabel 2.1 Indeks ONI (*Oceanic Nino Indeks*) tahun 1991-2020 (Sumber: *NOAA Climate.gov*)

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Agt	Sep	Oct	Nov	Dec
1990	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4
1991	0.4	0.3	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.8	1.2	1.5
1992	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	0.7	0.4	0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.1
1993	0.1	0.3	0.5	0.7	0.7	0.6	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1
1994	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.7	1.0	1.1
1995	1.0	0.7	0.5	0.3	0.1	0.0	-0.2	-0.5	-0.8	-1.0	-1.0	-1.0
1996	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5
1997	-0.5	-0.4	-0.1	0.3	0.8	1.2	1.6	1.9	2.1	2.3	2.4	2.4
1998	2.2	1.9	1.4	1.0	0.5	-0.1	-0.8	-1.1	-1.3	-1.4	-1.5	-1.6
1999	-1.5	-1.3	-1.1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.1	-1.1	-1.2	-1.3	-1.5	-1.7
2000	-1.7	-1.4	-1.1	-0.8	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7
2001	-0.7	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3
2002	-0.1	0.0	0.1	0.2	0.4	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	1.1
2003	0.9	0.6	0.4	0.0	-0.3	-0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4
2004	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
2005	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.3	-0.6	-0.8
2006	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.1	0.0	0.1	0.3	0.5	0.8	0.9	0.9
2007	0.7	0.2	-0.1	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6	-0.8	-1.1	-1.3	-1.5	-1.6
2008	-1.6	-1.5	-1.3	-1.0	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	-0.2	-0.4	-0.6	-0.7

2009	-0.8	-0.8	-0.6	-0.3	0.0	0.3	0.5	0.6	0.7	1.0	1.4	1.6
2010	1.5	1.2	0.8	0.4	-0.2	-0.7	-1.0	-1.3	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
2011	-1.4	-1.2	-0.9	-0.7	-0.6	-0.4	-0.5	-0.6	-0.8	-1.0	-1.1	-1.0
2012	-0.9	-0.7	-0.6	-0.5	-0.3	0.0	0.2	0.4	0.4	0.3	0.1	-0.2
2013	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3
2014	-0.4	-0.5	-0.3	0.0	0.2	0.2	0.0	0.1	0.2	0.5	0.6	0.7
2015	0.5	0.5	0.5	0.7	0.9	1.2	1.5	1.9	2.2	2.4	2.6	2.6
2016	2.5	2.1	1.6	0.9	0.4	-0.1	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7	-0.6
2017	-0.3	-0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.1	-0.1	-0.4	-0.7	-0.8	-1.0
2018	-0.9	-0.9	-0.7	-0.5	-0.2	0.0	0.1	0.2	0.5	0.8	0.9	0.8
2019	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.1	0.2	0.3	0.5	0.5
2020	0.5	0.5	0.4	0.2	-0.1	-0.3	-0.4	-0.6	-0.9	-1.2	-1.3	-1.2

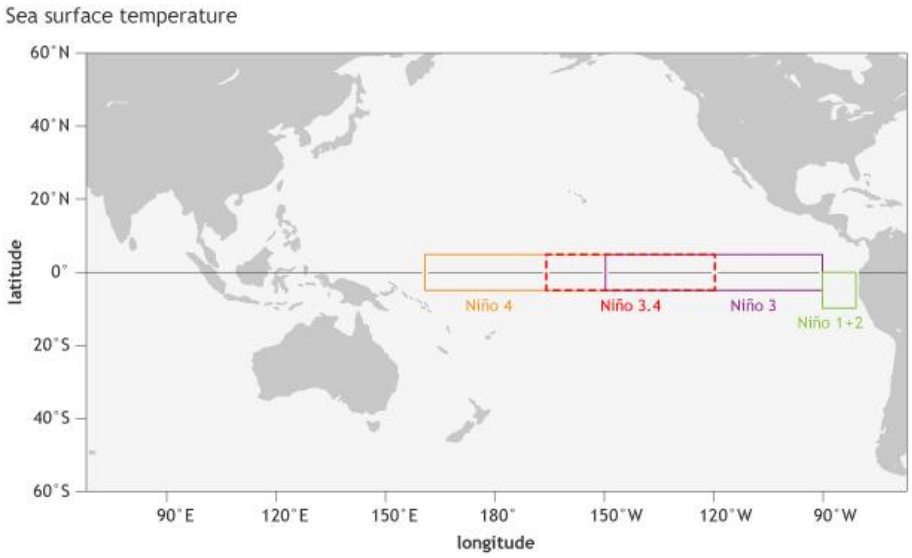
Keterangan:

Nino 3.4 Index ONI	Fenomena	Keterangan Warna
> 1.5 °C	*El Nino* Kuat	
1.0°C-1.5°C	*El Nino* Sedang	
0.5°C-1.0°C	*El Nino* Lemah	
(-0.5)°C-0.5°C	Netral	
(-1.0)°C-(-0.5)°C	*La Nina* Lemah	
(-1.5)°C-(-1.0)°C	*La Nina* Sedang	
< (-1.5)°C	*La Nina* Kuat	



Gambar 2.3 Grafik ONI (*Oceanic Nino Index*) tahun 1991-2020 (Sumber: *NOAA Climate.gov*)

El Nino Southern Oscillation (ENSO) merupakan pola berulang dari variabilitas iklim di bagian timur samudera Pasifik yang di tandai dengan anomali temperatur permukaan laut (penghangatan permukaan laut menggambarkan kejadian *El Nino* sedangkan pendinginan permukaan laut menggambarkan kejadian *La Nina*) dan *anomaly sea level pressure (Southern Oscillation)* [35]. Nilai *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) dapat ditunjukkan dengan *Oceanic Nino Index* (ONI) serta perubahan suhu permukaan laut yang memberikan dampak terhadap intensitas curah hujan. Sehingga kejadian *El Nino* dan *La Nina* menyebabkan terjadinya penurunan dan peningkatan curah hujan di Indonesia.



Gambar 2.4 Posisi Nino 3.4 (Sumber: *NOAA Climate.gov*)

Nino 3.4 adalah indikator yang menyangkut fenomena perubahan iklim di kawasan Indonesia, khususnya 5°N-5°LS, 120°-170°BB (Gambar 2.4). Seperti ditunjukkan oleh Trenberth (1997), perubahan nilai dari suhu permukaan laut di wilayah tersebut dapat membawa kelainan iklim di Peru bagian barat serta di Kawasan Indonesia. Secara terperinci perubahan suhu permukaan laut di sekeliling area Nino 3.4 yang bernilai 0,4 °C dalam kurun waktu 3 bulan atau lebih dipastikan mampu mengakibatkan *El Nino* [36].