

**STUDI ANALISIS *EL NINO* DAN *LA NINA* TERHADAP CURAH HUJAN
MENGUNAKAN *FAST FOURIER TRANSFORM (FFT)* DAN *LOMB
PERIODOGRAM*
(STUDI KASUS : PROVINSI JAWA TENGAH)**

Skripsi

Oleh

AWAL RIFAN FATHONY

NPM 1615011009



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK
**STUDI ANALISIS *EL NINO* DAN *LA NINA* TERHADAP CURAH HUJAN
MENGUNAKAN *FAST FOURIER TRANSFORM (FFT)* DAN *LOMB
PERIODOGRAM* (STUDI KASUS : PROVINSI JAWA TENGAH)**

Oleh:

Awal Rifan Fathony

Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu daerah potensial yang memiliki peran penting dalam produksi pangan nasional. Kejadian *El Nino* dan *La Nina* sangat besar dampaknya apabila terjadi di Indonesia khususnya di Provinsi Jawa Tengah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak dari kejadian *El Nino* dan *La Nina* secara spesifik di Provinsi Jawa Tengah manakah daerah yang lebih dominan terkena dampak *El Nino* dan *La Nina*. Lokasi penelitian ini menggunakan 3 stasiun curah hujan yaitu Stasiun Meteorologi Tunggal Wulung, Stasiun Meteorologi Maritim Tegal dan Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Emas. Metode yang digunakan adalah metode *Fast Fourier Transform (FFT)* dan *lomb periodogram*. Hasil penelitian menunjukkan periode perulangan fenomena *El Nino* dan *La Nina* dengan menggunakan metode FFT yaitu prakiraan pada periode 2.2428, 2.8036 dan 3.7381 tahun. Sedangkan menggunakan metode *lomb periodogram* yaitu pada periode 2.480, 2.621, dan 3.16 tahun. Hasil analisis metode FFT didapatkan hasil yang variasi pada tingginya curah hujan di 3 stasiun, sedangkan hasil analisis menggunakan *lomb periodogram* menunjukkan stasiun hujan Tunggal Wulung karena memiliki puncak curah hujan paling tinggi. Kesimpulan dari penelitian ini adalah terdapat variasi terhadap puncak kejadian baik dengan metode *lomb periodogram* maupun FFT. Namun kedua metode tersebut dan berdasarkan BMKG dan TRMM Stasiun Meteorologi Tunggal Wulung memiliki puncak tertinggi diantara Stasiun Tegal dan Stasiun Tanjung Emas.

Kata Kunci: *El Nino*, *La Nina*, Curah Hujan

ABSTRAC

STUDI ANALISIS *EL NINO* DAN *LA NINA* TERHADAP CURAH HUJAN MENGUNAKAN *FAST FOURIER TRANSFORM (FFT)* DAN *LOMB PERIODOGRAM* (STUDI KASUS : PROVINSI JAWA TENGAH)

By:

Awal Rifan Fathony

Central Java Province is a potential area that has an important role in national food production. El Nino and La Nina events have a very large impact if they occur in Indonesia, especially in Central Java Province. This study aims to analyze the impact of El Nino and La Nina events specifically in Central Java Province where the areas more dominantly affected by El Nino and La Nina. The research location uses 3 rainfall stations, namely the Tunggal Wulung Meteorological Station, Tegal Maritime Meteorological Station, and Tanjung Emas Maritime Meteorological Station. The method used is the Fast Fourier Transform (FFT) method and the long periodogram. The results showed that the periods of El Nino and La Nina phenomena recurring using the FFT method are forecasts for the periods 2.2428, 2.8036, and 3.7381 years. While using the lom periodogram method, namely in the periods of 2,480, 2,621, and 3:16 years. The results of the analysis of the FFT method obtained results that varied in the height of rainfall at the 3 stations, while the results of the analysis using the periodogram log showed that the Tunggal Wulung rain station had the highest peak rainfall. This study concludes that there are variations in the peak incidence using either the slow periodogram or the FFT method. However, both of these methods and based on the BMKG and TRMM, the Tunggal Wulung Meteorological Station has the highest peak between Tegal Station and Tanjung Emas Station.

Keyword: El Nino, La Nina, Curah Hujan

**STUDI ANALISIS *EL NINO* DAN *LA NINA* TERHADAP CURAH HUJAN
MENGUNAKAN *FAST FOURIER TRANSFORM (FFT)* DAN *LOMB*
PERIODOGRAM
(STUDI KASUS : PROVINSI JAWA TENGAH)**

Oleh

AWAL RIFAN FATHONY

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **STUDI ANALISIS EL NINO DAN LA NINA
TERHADAP CURAH HUJAN MENGGUNAKAN
FAST FOURIER TRANSFORM (FFT) DAN
LOMB PERIODOGRAM (STUDI KASUS :
PROVINSI JAWA TENGAH)**

Nama Mahasiswa : **Awal Rifan Fathony**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1615011009**

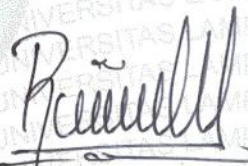
Jurusan : **Teknik Sipil**

Fakultas : **Teknik**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.
NIP 19670514 199303 1 002


Riki Chandra W., S.Pd., M.T.
NIP 19880117 201903 1 010

2. Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil

3. Ketua Jurusan Teknik Sipil


Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19720829 199802 1 001


Ir. Laksmi Irianti, M.T.
NIP 19620408 198903 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D. 

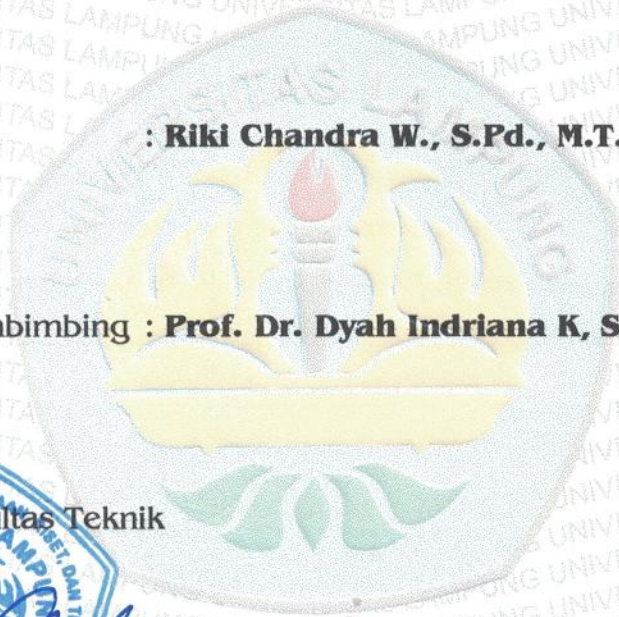
Sekretaris : Riki Chandra W., S.Pd., M.T. 

Penguji Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Dyah Indriana K, S.T., M.Sc. 

2. Dekan Fakultas Teknik

Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. 
NIP 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 16 Juni 2023



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, adalah:

Nama : Awal Rifan Fathony
NPM : 1615011009
Prodi/Jurusan : S1/Teknik Sipil
Fakultas : Teknik Universitas Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Atas pernyataan ini, apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi sesuai hukum yang berlaku.



Awal Rifan Fathony
NPM. 1615011009

PERSEMBAHAN

Syukur alhamdulillah saya ucapkan karena berkat rahmat dan hidayah Allah SWT hingga akhirnya saya bisa menyelesaikan tugas akhir skripsi ini, dan juga shalawat beserta salam tak lupa saya haturkan kepada Baginda Nabi Muhammmad SAW. Skripsi saya persembahkan kepada orang – orang di sekitar saya yang saya sayangi.

Karya tulis ini saya persembahkan kepada:

Kedua orang tuaku, Bapak Suwarso dan Ibu Anisah Nur Hidayah yang telah mendidik dan membesarkanku dengan ketulusan dan kerja keras, selalu mendoakan, menyayangi, dan memberikan teladan. Terima kasih untuk semua perjuangan, kesabaran, pengertian dan kepercayaan yang sangat besar dalam mendukung semua pencapaianku.

Dosen – dosen Teknik Sipil yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta pengajaran selama saya berkuliah di Teknik Sipil.

Keluarga besar Teknik Sipil 2016 yang sudah menemani dan membantu kegiatan selama perkuliahan

Teman – teman serta sahabat yang telah menemani perjalanan hidupku serta menjadi tempat bercerita dan bersenda gurau.

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Awal Rifan Fathony, dilahirkan di Banyumas pada tanggal 10 Juni 1998, sebagai anak pertama dari empat bersaudara, dari pasangan Bapak Suwarso, S.T. dan Ibu Anisah Nurhidayah. Penulis memulai jejak pendidikan di usia 7 tahun di SDN 1 Bojongsari pada tahun 2004. Pada tahun kelima penulis pindah sekolah ke SDN 1 Way Mengaku dan telah di selesaikan pada tahun 2009. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMP N 3 Liwa, Kec. Balik Bukit, Lampung Barat pada tahun 2010 dan di selesaikan pada tahun 2013.

Selanjutnya penulis melakukan pendidikan SMA di SMA Negeri 1 Liwa, Kec. Balik Bukit, Lampung barat pada tahun 2013-2016. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan perguruan tinggi di Universitas Lampung pada Program Studi S1 Teknik Sipil.

Pada tahun 2017 – 2018 penulis tergabung dan aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) Universitas Lampung Sebagai Kepala Departemen Media Infomasi (MEDINFO). Selama masa kuliah di perguruan tinggi penulis telah menjalani kegiatan perkuliahan, Kuliah Kerja Nyata (KKN) dan Kerja Praktik (KP).

Penulis melaksanakan kegiatan KKN di Desa Tegineneng, Kecamatan Limau, Kabupaten Tanggamus, Lampung selama 40 hari yakni pada Periode 1 Tahun 2020. Kemudian Penulis melaksanakan kegiatan KP di Proyek Pembangunan Rumah Susun Universitas Lampung selama 3 bulan.

Dalam pengambilan tugas akhir untuk skripsi penulis membuat skripsi dengan judul “Studi Analisis Studi Analisis *El Nino* Dan *La Nina* Terhadap Curah Hujan Menggunakan *Fast Fourier Transform (Fft)* Dan *Lomb Periodogram* (Studi Kasus : Provinsi Jawa Tengah).

MOTO

Teruslah Bahagia :)

PRAKATA

Alhamdulillah *rabbil'alamin*, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini guna memenuhi syarat untuk mencapai gelar studi Sarjana Teknik Di Universitas Lampung. Tidak lupa, sholawat beserta salam juga selalu senantiasa tercurah kepada Baginda Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri teladan dan juga guru untuk seluruh umatnya.

Dalam proses pengerjaan skripsi ini, ada banyak pihak yang berperan dalam memberikan bantuan, doa, motivasi, serta saran yang membangun dalam penyelesaian skripsi ini.

Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala nikmat dan karunia-Nya penulis mampu terus melangkah walaupun ditengah padang gurun masih tetap bisa menemukan mata air, karena apapun masalah yang menimpa selalu ada harapan tersisa. Skripsi ini pun sebagai bentuk ibadah dalam menuntut ilmu serta harapan untuk mendapat ridha -Mu Ya Allah.
2. Kedua orang tuaku, Bapak Suwarso dan Ibu Anisah Nur Hidayah yang telah mendidik dan membesarkanku dengan ketulusan dan kerja keras, selalu mendoakan, menyayangi, dan memberikan teladan. Terima kasih untuk semua perjuangan, kesabaran, pengertian dan kepercayaan yang sangat besar dalam mendukung semua pencapaianku.
3. Bapak Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

4. Ibu Ir. Laksmi Irianti, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
5. Bapak Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
6. Bapak Ir. Ahmd Zakaria, M.T., Ph.D., selaku pembimbing I atas ketersediaannya dalam memberikan arahan, masukan, bimbingan, serta bantuannya dalam hal penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Riki Chandra Wijaya., S.Pd., M.T., selaku Pembimbing II yang telah memberikan masukan serta bimbinganya selama proses penyelesaian skripsi ini.
8. Ibu Prof. Dr. Dyah Indriana Kusumastuti, S.T., M.Sc., sebagai Penguji atas kesediaannya memberi arahan maupun saran supaya skripsi ini lebih baik.
9. Alm. Bapak Dwi Joko Winarno, S.T., M.Eng., selaku Pembimbing Akademik penulis yang telah senantiasa membantu maupun mendukung proses studi penulis.
10. Bapak Ir. Tas'an Junaedi, S.T., M.T., selaku Pembimbing Akademik penulis yang telah senantiasa membantu dan memotivasi hingga akhir masa studi penulis.
11. Bapak dan Ibu Dosen Prodi S1 Teknik Sipil atas semua bekal ilmu pengetahuan yang telah diberikan selama masa perkuliahan. Serta staf-staf Prodi S1 Teknik Sipil yang banyak membantu penulis, khususnya mbak Suci Auliadiningrum dan Mas Kemi.
12. Adik adikku Aulia M. Anwar Rodziah, Rovy Kholifatl Karimah, dan Ghany Mukhtarom yang snantiasa mendukung, menghibur, dan yang selalu membantu, menyayangi, mendoakan, dan menguatkan dalam setiap hal.
13. Teman Sekaligus Sahabat Fathiyah Ramdhani, S.Ars., Syahrul Gunawan, Detri Viki yang ikut berjuang sampai akhir masa studi juga.
14. Teman – teman keluarga besar Teknik Sipil angkatan 2016 yang menjadi teman seperjuangan dan membuat kenangan selama kuliah di Teknik Sipil Universitas Lampung.

15. Kosmay dan segala penghuninya yang senantiasa menemani : Mayka, Fungsi, Kabul, Ipan, Sem, Adit, Sulthan, Rayhan, Arif, Karman, Fitra, Wawan, Feb, Eki, Pido, Bambang, Robby, Deni, Ibnu, Putu, Yudha, Vince.
16. Para pejuang akhir yang telah berjuang hingga titik darah penghabisan dan senantiasa membantu dalam pertarungan ini : Chindrika, Putri, Jeane, Rere, Makmur, Ade.
17. Tim teduh Zakki Masyhuddulhaq S.A., S.Pi., Ilham Fajar Hudaya, S.T., King Abdul Aziz, dan Iqbal Taufik Nugraha, S.Pd. yang selalu mendukung dalam berbagai situasi dan kondisi.
18. Semua pihak yang terlibat dan tidak dapat disebutkan satu persatu, terimakasih atas motivasi dan dukungan yang diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini

Akhir kata, penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi sedikit harapan semoga Skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Bandar Lampung, 2023
Penulis

Awal Rifan Fathony
NPM. 1615011009

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
PERSETUJUAN.....	v
LEMBAR PENGESAHKAN	vi
PERNYATAAN.....	vii
PERSEMBAHAN.....	viii
RIWAYAT HIDUP	ix
MOTO.....	x
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
1.6. Sistematika Laporan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Siklus Hidrologi	9
2.3 Presipitasi	11
2.4 Curah hujan	11
2.5 Alat Pengukur Curah Hujan	12
2.6 Fenomena <i>El Nino</i> dan <i>La Nina</i>	13
2.6.1 Proses Terjadinya <i>El Nino</i> dan <i>La Nina</i>	15
2.6.2 Ciri-ciri <i>El Nino</i> dan <i>La Nina</i>	18
2.6.3 Dampak <i>El Nino</i> dan <i>La Nina</i>	19
2.6.4 Parameter <i>El Nino</i> dan <i>La Nina</i>	19

2.6.5	Perulangan Fenomena <i>El Nino</i> dan <i>La Nina</i>	20
2.7	Metode <i>Fast Fourier Transform</i> (FFT).....	23
2.8	Metode <i>Lomb Periodogram</i>	24
BAB III METODE PENELITIAN		25
3.1	Umum.....	25
3.2	Prosedur Penelitian.....	25
3.3	Lokasi Penelitian	26
3.4	Diagram Alir Penelitian.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		28
4.1	Umum.....	28
4.2	Mencari Data-data Hujan yang Hilang.....	30
4.3	Uji Konsistensi Data.....	30
4.4	Mencari Spektrum Data Curah Hujan Dengan Metode FFT (<i>Fast Fourier Transform</i>)	38
4.5	Mencari Puncak-puncak Kejadian Hujan antar Stasiun Hujan dengan menggunakan Metode FFT (<i>Fast Fourier Transform</i>)	43
4.6	Mencari Grafik Spektrum Data Curah Hujan dengan Metode <i>Lomb Periodogram</i>	48
4.7	Membandingkan Puncak-puncak Kejadian Hujan Antar Stasiun Hujan dengan Menggunakan Metode <i>Lomb Periodogram</i>	52
4.8	Perbandingan Hasil Analisis Spektrum Puncak Kejadian Hujan Antara Metode FFT (<i>Fast Fourier Transform</i>) dan Metode <i>Lomb Periodogram</i>	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		60
5.1	KESIMPULAN	60
5.2	SARAN	61
DAFTAR PUSTAKA		62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi Siklus Hidrologi.....	10
Gambar 2.2 Alat Pengukur Curah Hujan.....	13
Gambar 2.3 Suhu Permukaan Air Laut KetikaTerjadi <i>El Nino</i>	14
Gambar 2.4 Suhu Permukaan Air Laut Ketika Terjadi <i>La Nina</i>	15
Gambar 2.5 Ilustrasi Kondisi ENSO Fase Normal.....	16
Gambar 2.6 Ilustari <i>El Nino</i> dan <i>La Nina</i>	17
Gambar 2.7 Ilustrasi Terjadinya <i>La Nina</i>	18
Gambar 2.8 Region Pengukuran SST.....	19
Gambar 2.9 Fluktuasi ONI dari tahun1950-2022.....	22
 Gambar 3.1 Gambar Provinsi Jawa Tengah dari Satelit.....	 26
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	27
 Gambar 4.1 Tampilan Program <i>FTRANS</i>	 29
Gambar 4.2 Tampilan Proses menggunakan Program <i>Priodo</i>	29
Gambar 4.3 Grafik Data Total Curah Hujan per Tahun (BMKG)	32
Gambar 4.4 Grafik Data Total Curah Hujan perTahun (TRMM)	32
Gambar 4.5 Grafik Konsistensi Data Hujan Stasiun Tanjung Emas (BMKG) ...	35
Gambar 4.6 Grafik Konsistensi Data Hujan Stasiun Meteorologi Maritim Tegal (BMKG).....	36
Gambar 4.7 Grafik Konsistensi Data Hujan Stasiun Meteorologi Tunggal Wulung (BMKG)	36
Gambar 4.8 Grafik Konsistensi Data Hujan Stasiun Tanjung Emas (TRMM) ...	36
Gambar 4.9 Grafik Konsistensi Data Hujan Stasiun Meteorologi Maritim Tegal (TRMM).....	37

Gambar 4.10 Grafik Konsistensi Data Hujan Stasiun Meteorologi Maitim Tunggal Wulung (TRMM).....	37
Gambar 4.11 Input Signal Pada Aplikasi FFT	38
Gambar 4.12 Grafik Spektrum Data Hujan dari Aplikasi <i>FTRANS</i>	39
Gambar 4.13 Tabel data output Spektrum Program <i>FTRANS</i>	39
Gambar 4.14 Grafik Spektrum Tahunan dengan Metode FFT dari Stasiun Tanjung Emas (BMKG).....	40
Gambar 4.15 Grafik Spektrum Tahunan Stasiun Meteorologi Maritim Tegal (BMKG).....	41
Gambar 4.16 Grafik Spektrum Tahunan Stasiun Meteorologi Tunggal Wulung (BMKG).....	41
Gambar 4.17 Grafik Spektrum Tahunan dengan Metode FFT dari Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Emas (TRMM).....	42
Gambar 4.18 Grafik Spektrum Tahunan Stasiun Meteorologi Maritim Tegal (TRMM).....	42
Gambar 4.19 Grafik Spektrum Tahunan Stasiun Meteorologi Tunggal Wulung (TRMM).....	42
Gambar 4.20 Grafik Puncak Kejadian Hujan Maritim Tanjung Emas (BMKG)	43
Gambar 4.21 Grafik Puncak Kejadian Hujan Maritim Tegal (BMKG).....	44
Gambar 4.22 Grafik Puncak Kejadian Hujan Tunggal Wulung (BMKG).....	44
Gambar 4.23 Grafik Puncak Kejadian Hujan Maritim Tanjung Emas (TRMM)	44
Gambar 4.24 Grafik Puncak Kejadian Hujan Maritim Tegal (TRMM).....	45
Gambar 4.25 Grafik Puncak Kejadian Hujan Tunggal Wulung (TRMM).....	45
Gambar 4.26 Grafik Perbandingan Puncak Perulangan Hujan Tahunan Data BMKG.....	46
Gambar 4.27 Grafik Perbandingan Puncak Perulangan Hujan Tahunan Data TRMM	46
Gambar 4.28 Input Signal pada aplikasi Lomb Periodogram	49
Gambar 4.29 Tabel spektrum menggunakan aplikasi Lomb Periodogram	49
Gambar 4.30 Grafik spectrum hujan dengan aplikasi Lomb Periodogram Tanjung Emas BMKG.....	50

Gambar 4.31 Grafik spectrum hujan dengan aplikasi Lomb Periodogram Maritim Tegal BMKG.....	50
Gambar 4.32 Grafik spectrum hujan dengan aplikasi Lomb Periodogram Tunggal Wulung BMKG.....	51
Gambar 4.33 Grafik spectrum hujan dengan aplikasi Lomb Periodogram Tanjung Emas TRMM.....	51
Gambar 4.34 Grafik spectrum hujan dengan aplikasi Lomb Periodogram Maritim Tegal TRMM	51
Gambar 4.35 Grafik spectrum hujan dengan aplikasi Lomb Periodogram Tunggal Wulung TRMM.....	52
Gambar 4.36 Grafik Perbandingan Puncak Curah Hujan dengan Metode Lomb Periodogram Data BMKG.....	54
Gambar 4.37 Grafik Perbandingan Puncak Curah Hujan dengan Metode Lomb Periodogram Data TRMM	55
Gambar 4.38 Perbandingan Puncak Kejadian Hujan dengan FFT BMKG.....	57
Gambar 4.39 Perbandingan Puncak Kejadian Hujan dengan FFT TRMM.....	57
Gambar 4.40 Perbandingan Puncak Kejadian Hujan dengan metode <i>Lomb Periodogram</i>	58

DAFTAR TABEL

Tabel 1. <i>El Nino</i> dan <i>La Nina</i> 1952-2022	21
Tabel 2. Kriteria Kuat atau Lemahnya Kejadian <i>El Nino</i> dan <i>La Nina</i>	21
Tabel 3. Data total curah hujan per tahun BMKG.....	31
Tabel 4. Data total curah hujan per tahun TRMM	31
Tabel 5 Data Kumulatif Curah Hujan Per Tahun BMKG.....	33
Tabel 6 Data Rata-rata Curah Hujan Kumulatif BMKG.....	34
Tabel 7 Perbandingan Data Kumulatif Stasiun Hujan Rata-rata Stasiun A dengan Kumulatif Stasiun Hujan Acuan.	35
Tabel 8 Spektrum Rata-rata perulangan kejadian hujan dengan metode FFT	40
Tabel 9 Perbandingan puncak kejadian hujan pada setiap stasiun hujan data BMKG.....	47
Tabel 10 Perbandingan puncak kejadian hujan pada setiap stasiun hujan data TRMM	47
Tabel 11 Perbandingan Nilai Amplitudo Curah Hujan dengan Menggunakan Metode Lomb Periodogram	53
Tabel 12 Perbandingan Puncak Nilai Amplitudo Curah Hujan dengan Menggunakan Metode <i>Lomb Periodogram</i> data BMKG.....	54
Tabel 13 Perbandingan Puncak Nilai Amplitudo Curah Hujan dengan Menggunakan Metode <i>Lomb Periodogram</i> data TRMM	54
Tabel 14 Tabel Puncak Kejadian Hujan dengan FFT BMKG	56
Tabel 15 Tabel Puncak Kejadian Hujan dengan FFT TRMM	56
Tabel 16 Tabel Puncak Kejadian Hujan dengan Lomb Periodogram	58

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang terkena dampak anomali iklim. Sebagai negara tropis tentu saja wilayah tersebut memiliki dua siklus cuaca, yaitu hujan dan panas. Dalam kehidupan umum, kita sangat bergantung terhadap hujan. Mulai dari sektor pertanian, industri, perikanan, dan dalam kehidupan umum pun kita membutuhkan hujan sebagai pemenuh kebutuhan air. Namun seiring berjalannya waktu, ada fenomena yang saat ini umat manusia sedang hadapi. Iklim yang berubah tentu juga berpengaruh terhadap hujan dan panas yang ditimbulkan di suatu daerah. Perubahan durasi waktu hujan maupun panas yang terjadi sudah kita kerap rasakan dampaknya dan mengkhawatirkan untuk keberlangsungan hidup umat manusia. Tentunya ada faktor yang menyebabkan perubahan iklim ini terjadi, bukan hanya skala negara tetapi mencakup dunia. Beberapa faktor diantaranya adalah pemanasan global dan perubahan suhu yang terjadi di tengah dan bagian timur perairan Samudra Pasifik. Perubahan suhu yang terjadi di Samudra Pasifik yang disebut *El Nino* dan *La Nina*.

El Nino sendiri adalah fenomena memanasnya suhu muka perairan Pasifik. Akibat dari itu tentunya menimbulkan dampak yang beragam dan sangat luas. Untuk wilayah Indonesia, ketika *El Nino* terjadi daerah di Indonesia akan mengalami kering atau kemarau dan berkurangnya curah hujan di Indonesia. Dikutip dari (Rosmawati, 2014) Sejak tahun 1980 telah terjadi beberapa kali peristiwa El Nino. El Nino pada tahun 1997 telah memberikan dampak yang luar biasa di Indonesia yang menyebabkan kekeringan berkepanjangan. Banyak sumur penduduk mengering, debit air

sungai menurun, dan kebakaran hutan. *El Nino* ditandai dengan Indeks Osilasi atau *Southern Oscillation Indeks* (SOI) negative, artinya tekanan atmosfer Tahiti lebih rendah dari pada tekanan di atas Darwin. Indikator terjadinya *El Nino* ditunjukkan oleh nilai Indeks Osilasi selatan atau bisa disebut *Southern Oscillation Indeks* (SOI).

Begitu sebaliknya, *La Nina* adalah kondisi yang berkebalikan dari *El Nino*, yaitu fenomenanya turunnya suhu muka air di perairan Samudera Pasifik. Apabila terjadi *La Nina*, Nilai *Southern Oscillation Indeks* (SOI) di Kawasan Asia Tenggara berhubungan kuat dengan curah hujan. Beda halnya dari *El Nino*, *La Nina* tidak dapat dirasakan secara fisik sehingga tidak mudah untuk memprediksi terjadinya *La Nina*. Dampak yang ditimbulkan dari *La Nina* ini adalah naiknya potensi hujan dan juga naiknya tinggi curah hujan di Indonesia.(Gani, 2020).

Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu daerah yang kerap terkena dampak dari anomali iklim. Secara geografis Jawa Tengah berada di sebelah selatan Laut Jawa. Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu daerah potensial yang memiliki peran penting dalam produksi pangan nasional. Berdasarkan data statistik tiga tahun terakhir (2019-2021). Provinsi Jawa Tengah merupakan daerah dengan dengan urutan 3 teratas dalam penghasil padi. Selain itu Provinsi Jawa Tengah juga penghasil komoditi seperti buah-buahan, sayur-sayuran. Berdasarkan data dari ESDM Provinsi Jawa Tengah, 30% penyumbang kebutuhan listrik domestic bersumber dari Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Salah satu PLTA yang terbesar adalah PLTA Merica yang merupakan pemasok terbesar listrik di Provinsi Jawa dan Bali dengan total kapasitas listrik higa 310 MW.

Berdasarkan potensi-potensi jawa tengah ini, maka tentu kejadian *El Nino* dan *La Nina* sangat besar dampaknya apabila terjadi di Indonesia khususnya di Provinsi Jawa Tengah karena mengingat Jawa Tengah memiliki potensi yang cukup vital dari segi penghasil pangan dan sumber energi. Tentunya ini akan berdampak kepada 34.738.200 jiwa yang tinggal di Jawa Tengah, Untuk mengetahui dan sebagai acuan dalam pengambilan

langkah preventif dari pengalaman El Nino terburuk 1997 dimana saat itu yang terkena dampak kekeringan ada 230 ribu lebih hektare lahan dari total lahan tanam 14 juta hektare dan lahan pertanian yang gagal panen di 1997 seluas lebih dari 28 ribu hektare. (Liputan6.com, 2015).

Fast Fourier Transform (FFT) adalah algoritma yang digunakan untuk mengubah sinyal atau data dari domain waktu ke domain frekuensi. FFT merupakan penerapan yang efisien dari transformasi Fourier yang memungkinkan perhitungan dengan cepat dari transformasi Fourier pada sinyal digital. Dalam konteks analisis spektral, Fast Fourier Transform (FFT) sangat memungkinkan peneliti untuk menganalisis sinyal dalam domain waktu dan mengidentifikasi frekuensi yang ada di dalam frekuensi tersebut.

Lomb Periodogram adalah metode analisis spektral yang digunakan untuk mengidentifikasi periodisitas dalam data waktu yang tidak seragam atau tidak berkesinambungan. Metode ini dikembangkan oleh Lomb pada tahun 1976 dan diperluas oleh Scargle pada tahun 1982.

Terdapat penelitian mengenai *EL Nino* dan *La Nina* Indonesia khususnya di Provinsi Jawa Tengah, namun masih secara general dampak dari *El Nino* dan *La Nina*. Dalam penelitian ini, peneliti akan menganalisis dampak dari kejadian *El Nino* dan *La Nina* secara spesifik di Provinsi Jawa Tengah manakah daerah yang lebih dominan terkena dampak *El Nino* dan *La Nina*. Dalam hal ini peneliti menggunakan metode FFT dan *Lomb Peiodogram* dalam menganalisis besar kala ulang dari hujan yang ada di Provinsi Jawa Tengah.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka dapat dibuat suatu rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menggunakan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) dan *Lomb Periodogram* untuk menganalisis kejadian *El Nino* dan *La Nina*?

2. Bagaimana pengaruh *El Nino* dan *La Nina* terhadap curah hujan di Provinsi Jawa Tengah dengan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) dan *Lomb Periodogram*?
3. Bagaimana perbandingan dampak *El Nino* dan *La Nina* terhadap curah hujan dari titik stasiun pengamat hujan Stasiun Meteorologi Tunggal Wulung, Stasiun Meteorologi Maritim Tegal dan Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Emas?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis data hujan menggunakan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) dan *Lomb Periodogram* untuk mengetahui kala ulang dan kejadian *El Nino* dan *La Nina*.
2. Untuk mengetahui wilayah yang dominan terkena dampak dari *El Nino* dan *La Nina* di Provinsi Jawa Tengah.
3. Untuk mengetahui bagaimana hasil perbandingan dari curah hujan di Stasiun Meteorologi Tunggal Wulung, Stasiun Meteorologi Maritim Tegal dan Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Emas.

1.4. Batasan Masalah

Untuk membatasi penelitian ini, maka penulis menyusun batasan masalah. antara lain :

1. Penelitian ini hanya menggunakan data curah hujan.
2. Data hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hujan dari 3 Stasiun BMKG yang ada di Jawa Tengah dan data hujan dari Satelit TRMM.
3. Data yang digunakan adalah data hujan harian di tiga titik yaitu: Stasiun Meteorologi Tunggal Wulung, Stasiun Meteorologi Maritim Tegal dan Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Emas.
4. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Fast Fourier Transform* (FFT) dan *Lomb Periodogram*.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui dampak dari *El Nino* dan *La Nina* terhadap curah hujan di Provinsi Jawa Tengah.
2. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi referensi, pertimbangan, acuan maupun pengetahuan bagi pemerintah atau pihak-pihak terkait dalam penanganan atau mitigasi dalam menghadapi fenomena *El Nino* dan *La Nina*.

1.6. Sistematika Laporan

Secara sistematis pembahasan yang diuraikan pada penelitian ini terbagi atas lima bab, antara lain sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan, ruang lingkup dan batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang teori yang mendasari penelitian dan akan digunakan dalam penyelesaian masalah.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan gambaran umum lokasi penelitian, diagram alir, dan prosedur-prosedur dalam penyelesaian masalah.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang hasil pembahasan dan analisis data yang diperoleh dari pembahasan.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil-hasil yang didapat dari pengolahan data dan memberikan saran untuk hasil tersebut.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu dimaksudkan untuk tujuan perbandingan dan referensi. Selain itu, untuk menghindari asumsi kesamaan dengan penelitian ini. Maka dalam tinjauan pustaka ini peneliti mencantumkan hasil-hasil penelitian yang relevan sebagai berikut:

1. Hasil Penelitian Ahmad Zakaria (2018)

Penelitian Ahmad Zakaria Berjudul “Studi Pengaruh *El Nino* dan *La Nina* Terhadap Data Curah Hujan Dari Wilayah Lampung Timur“. Pada penelitian ini digunakan data curah hujan dari 5 stasiun curah hujan yang berada di wilayah Lampung Timur dari tahun 1989 sampai dengan tahun 2006.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, peneliti menyimpulkan bahwa tinggi pengaruh *El Nino* dan *La Nina* di suatu tempat dapat diperkirakan. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa di 5 wilayah Lampung Timur menunjukkan perulangan kejadian *El Nino* dan *La Nina* sebesar 3 tahunan. Di wilayah Lampung Timur, Daerah Braja Indah pengaruh *El Nino* dan *La Nina* yang paling tinggi atau paling dominan dan daerah Batu Keting pengaruh *El Nino* dan *La Nina* nya paling rendah dibandingkan dengan 5 stasiun hujan yang diteliti (Zakaria et al., 2018).

2. Hasil Penelitian Muhammad Rizky Ismail (2020)

Penelitian Muhammad Rizky Ismail Berjudul “Analisis Pengaruh Anomali Iklim Terhadap Curah Hujan di Provinsi Bengkulu“.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perulangan dari pengaruh anomali iklim terhadap curah hujan di Provinsi Bengkulu. Data yang digunakan adalah data curah hujan di Provinsi Bengkulu, terdiri dari tiga stasiun hujan, yaitu Stasiun Fatmawati Soekarno, Stasiun Kepahiang dan Stasiun Klimatologi Bengkulu. Data yang digunakan juga memiliki perbedaan, yaitu data ground dan data 250 m di atas permukaan tanah. Data diperoleh dari sumber Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) untuk data ground dan dari Satelit *tropical rainfall measuring mission* (TRMM) untuk data 250 m di atas permukaan tanah.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, peneliti menyimpulkan bahwa anomali iklim yang berpengaruh menurut hasil FFT adalah *Indian oceanic dipole mode* (IDOM) dengan perulangan 2,8 tahun, sedangkan dari *lomb periodogram* yang berpengaruh adalah ENSO dengan perulangan 3.8 – 4.4 tahun. Daerah dominan terpengaruh oleh anomali iklim menurut data BMKG adalah Kepahiang, sedangkan untuk TRMM adalah daerah Fatmawati dan Pulau Baai (Ismail et al., 2020)

3. Hasil Penelitian Fajar Hartantio (2021)

Penelitian Fajar Hartantio Pengaruh *El Nino* dan *La Nina* Terhadap Data-data Hujan Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan menentukan dampak dominan dari *El Nino* dan *La Nina* pada 6 stasiun curah hujan di Kabupaten Lampung Barat. Penelitian ini menggunakan data curah hujan dari 1998 sampai 2019 yang diambil dari Balai Besar Wilayah Sungai Mesusi-Sekampung (BBWSMS).

Berdasarkan hasil perbandingan diketahui kedua metode menunjukkan Stasiun Hujan Air Hitam mengalami pengaruh *El Nino* dan *La Nina* yang lebih dominan dengan periode perulangan sebesar 3.9165 tahun pada metode *Lomb Periodogram* dan 3.7381 tahun pada metode FFT. Diketahui juga bahwa Metode *Lomb Periodogram*

Memiliki tingkat akurasi lebih baik dari metode FFT. Ini dikarenakan Metode *Lomb Periodogram* dapat membaca panjang data lebih akurat dibandingkan Metode *Fast Fourier Transform* (FFT) (Hartantio et al., 2021).

2.2 Siklus Hidrologi

Siklus Hidrologi yaitu perjalanan air dari permukaan laut ke atmosfer kemudian ke permukaan tanah dan kembali lagi ke laut yang tidak pernah berhenti. Air tersebut tertahan sementara di sungai, danau dan dalam tanah sehingga dapat dimanfaatkan oleh manusia atau makhluk hidup lainnya.

Proses daur hidrologi (Gambar 2.1), energi panas matahari dan faktor-faktor iklim lainnya menyebabkan terjadinya evaporasi pada permukaan vegetasi dan tanah, di laut, danau, sungai atau badan air lainnya. Hasil evaporasi (uap) dibawa oleh angin melintasi daratan yang bergunung ataupun datar dan bila memungkinkan sebagai uap ini akan terkondensasi dan turun sebagai hujan (ada pengaruh gravitasi bumi). Air hujan sebelum ke tanah akan tertahan oleh vegetasi dan batangnya dan akan terevaporasi kembali ke atmosfer selama dan setelah hujan yang disebut sebagai *interception loss*.

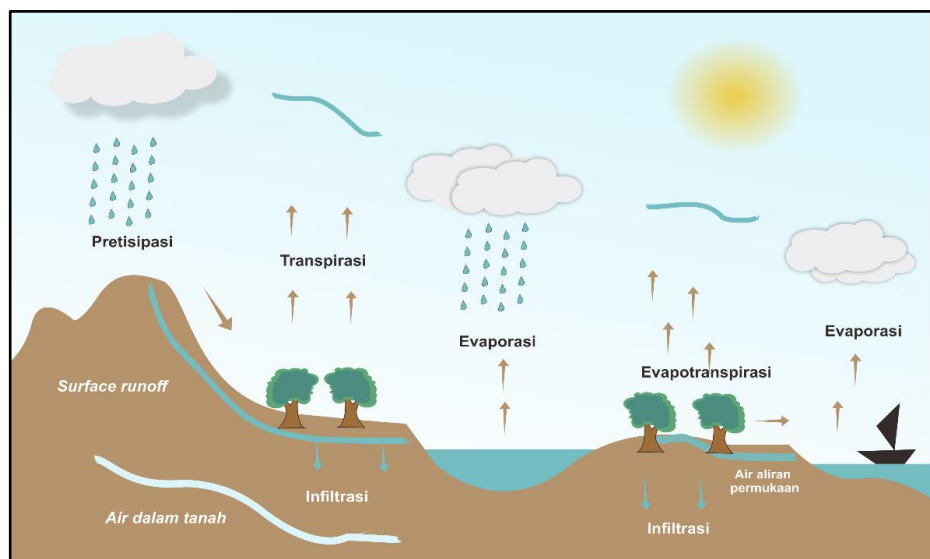
Air hujan yang tertahan oleh vegetasi didistribusikan dengan berbagai cara yaitu air lolos yang jatuh langsung dari tajuk ke permukaan tanah (*throughfall*). Sebagian mengalir melalui batang (*stemflow*) menuju permukaan tanah.

Sebagian air hujan yang jatuh ke permukaan tanah masuk terserap ke dalam tanah (*infiltrasi*). Proses berlangsungnya air masuk ke permukaan tanah kita kenal dengan *infiltrasi*, sedang perkolasi adalah proses Bergeraknya air melalui profil tanah karena tenaga gravitasi.

Air yang tidak terserap akan mengalir diatas permukaan tanah (*surface runoff*) selanjutnya menuju ke sungai dan sebagian tertampung di cekungan permukaan tanah (*surface detention*).

Air infiltrasi akan tertahan di dalam tanah (pengaruh gaya kapiler) yang selanjutnya akan membentuk kelembaban tanah. Pada saat tingkat air tanah jenuh maka air hujan yang baru masuk tanah akan bergerak horizontal selanjutnya keluar lagi ke permukaan tanah (*subsurface flow*) dan akhirnya mengalir ke sungai. Air tanah ini juga dapat mengalir vertikal ke tanah lebih dalam dan menjadi bagian dari air tanah (*groundwater*). Air tanah tersebut akan mengalir perlahan menuju sungai, danau atau penampungan lainnya.

Air infiltrasi dalam top soil sebagian diuapkan kembali ke atmosfer melalui permukaan tanah (*soil evaporation*). Sebagian lagi diserap oleh vegetasi melalui proses fisiologis lalu diuapkan kembali melalui daun/tajuk vegetasi (*transpirasi*). Proses transpirasi berlangsung selama tidak ada hujan. Gabungan keduanya disebut sebagai *evapotranspirasi* yang besarnya angkanya ditentukan selama 1 tahun.



Gambar 2. 1 Ilustrasi Siklus Hidrologi
Sumber : Ilustrasi Penulis, 2022

Konsep daur hidrologi yang luas ini digunakan sebagai konsep kerja untuk analisis dari berbagai masalah misalnya dalam perencanaan dan evaluasi pengelolaan hutan dan DAS. Air tawar yang diproses dari daur hidrologi dan dimanfaatkan manusia ini tidak lebih dari 1 % saja. Sisanya tersimpan sebagai air laut (asin) sebesar 97.3 % atau air es (glacier) 2.14 % yang tersimpan di kutub.

2.3 Presipitasi

Presipitasi adalah turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi yang bisa berupa hujan, hujan salju, kabut, embun, dan hujan es. Di daerah tropis hujan memberikan sumbangan terbesar sehingga seringkali hujanlah yang dianggap presipitasi (Triatmodjo, 2008). Sedangkan menurut Sosrodarsono (1976) dalam Triatmojo (2008) presipitasi adalah nama umum dari uap yang mengkondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian proses siklus hidrologi, biasanya jumlah selalu dinyatakan dengan dalamnya presipitasi (mm). Jika uap air yang jatuh berbentuk cair disebut hujan (rainfall) dan jika berbentuk padat disebut salju (snow).

Sumber lain mengatakan Presipitasi (hujan) merupakan salah satu komponen hidrologi yang paling penting. Hujan adalah peristiwa jatuhnya cairan (air) dari atmosfer ke permukaan bumi. Hujan merupakan salah satu komponen input dalam suatu proses dan menjadi faktor pengontrol yang mudah diamati dalam siklus hidrologi pada suatu kawasan (DAS) (Winarno et al., 2010).

Berdasarkan beberapa pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa presipitasi atau hujan merupakan produk dari kondensasi di awan yang jenuh sehingga jauh dari atmosfer ke permukaan bumi.

2.4 Curah hujan

Hujan merupakan peristiwa penting dalam siklus hidrologi yang mempengaruhi keseimbangan sumber daya air di permukaan bumi. Dengan adanya sumber air di permukaan bumi dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidup meningkatkan kesejahteraan dengan mengelolanya dalam bentuk irigasi pertanian, perikanan dan kebutuhan energi serta cadangan air.

Curah hujan merupakan salah satu unsur iklim yang sangat penting bagi kehidupan di bumi. Jumlah curah hujan dicatat dalam satuan inci atau milimeter, jumlah curah hujan 1 mm artinya tinggi air hujan yang 2 menutupi permukaan per satuan luas (m) sebesar 1 mm, jika air tersebut tidak meresap

ke dalam tanah, menguap ke atmosfer ataupun mengalir (Syaifullah, 2014). Definisi lain (Prawaka et al., 2013) Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, Analisis data curah hujan yang hilang dengan menggunakan metode normal ratio tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Satuan curah hujan selalu dinyatakan dalam satuan milimeter atau inci namun untuk di Indonesia satuan curah hujan yang digunakan adalah dalam satuan milimeter (mm). Curah hujan dalam 1 (satu) milimeter memiliki arti dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter.

2.5 Alat Pengukur Curah Hujan

Alat yang digunakan untuk mengukur curah hujan disebut dengan ombrometer. Ombrometer adalah alat penakar hujan yang biasanya dipasang pada tempat terbuka (terbebas dari halangan di atas alat pengukur). Ketika hujan, alat ini akan menampung air hujan. Satuan yang digunakan pada alat ini adalah milimeter (mm). Ketelitian alat tentu tergantung dengan jenis alatnya. Biasanya ketelitian sampai dengan 0,1 mm. Satuan curah hujan dalam SI adalah milimeter yang merupakan penyingkatan dari satuan liter per meter persegi. Pembacaan ombrometer biasanya dilakukan sehari sekali pada pukul 07.00 pagi.

Ada dua jenis alat pengukur curah hujan, tipe manual dan tipe otomatis (perekam). Tipe observatorium adalah alat penakar hujan manual yang menggunakan gelas ukur untuk mengukur curah hujan. Alat ini banyak digunakan di Indonesia dan menjadi alat standar. Sebuah ombrometer observatorium, data yang didapatkan bisa mewakili luas area datar sampai radius 5 km.

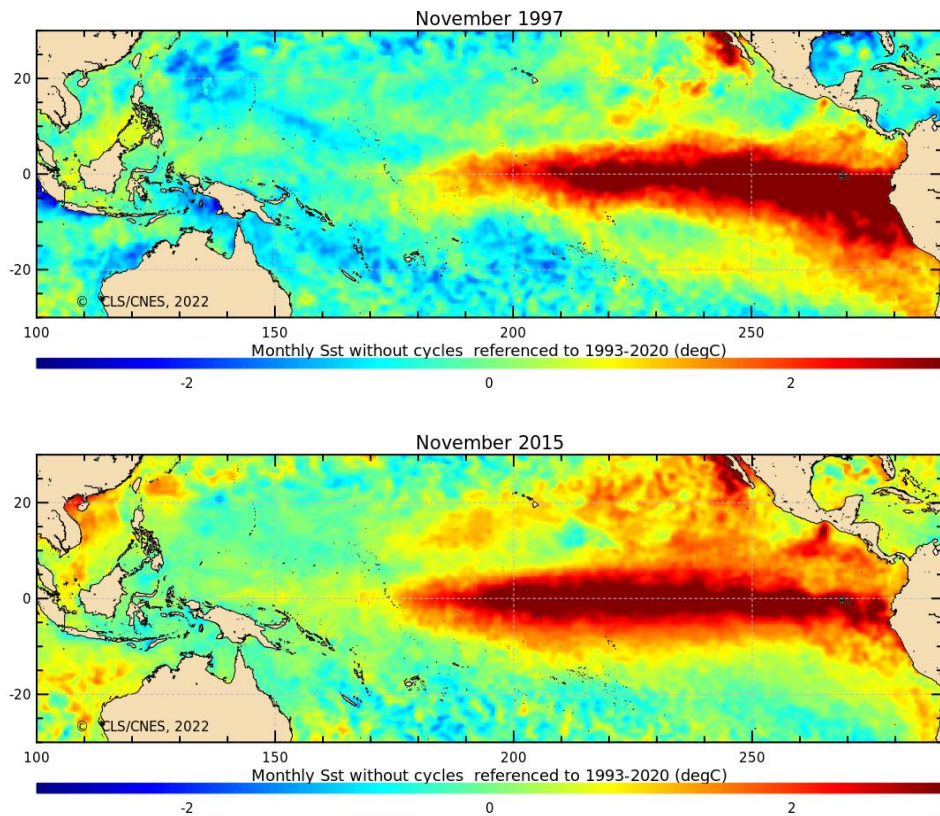


Gambar 2.2 Alat Pengukur Curah Hujan
Sumber: masfikir.com

2.6 Fenomena *El Nino* dan *La Nina*

El Nino Southern Oscillation (ENSO) merupakan fenomena yang terdiri dari tiga fase yaitu *El Nino*, *La Nina* dan netral. Istilah *El Nino* dan *La Nina* berasal dari bahasa Spanyol yang artinya *El Nino* ini adalah anak laki-laki dan *La Nina* artinya adalah anak perempuan. *El Nino* dan *La Nina* merupakan salah satu fenomena penyimpangan iklim yang ditandai dengan naiknya *sea surface temperature* (SST) atau suhu di permukaan air laut sepanjang khatulistiwa di bagian tengah dan timur. Fenomena tersebut merupakan variasi iklim tahunan. Pengaruh dari *El Nino Southern Oscillation* (ENSO) sangat terasa di beberapa wilayah di Indonesia yang ditandai dengan jumlah curah hujan yang lebih kecil.

Pada saat *El Nino* terjadi, suhu muka laut di Pasifik Timur lebih tinggi dibanding nilai rata-ratanya. Jumlah air laut bersuhu rendah yang mengalir di sepanjang Pantai Selatan Amerika dan Pasifik timur berkurang bahkan menghilang sama sekali. Akibat suhu yang lebih tinggi, tekanan udara di atas permukaan laut menjadi rendah. Gambar 2.3 adalah data rekaman suhu oleh satelit altimetri dari penyedia data Aviso pada kejadian *El Nino* kuat pada tahun 1997 dan 2015.

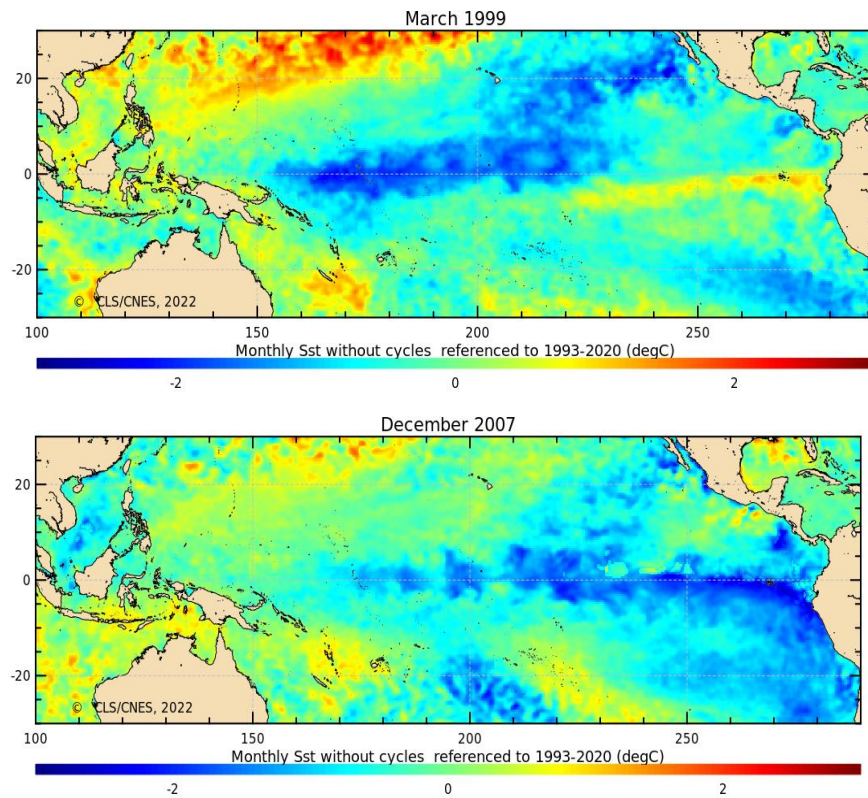


Gambar 2.3 Suhu Permukaan Air Laut Ketika Terjadi *El Nino*
 Sumber : <https://bulletin.aviso.altimetry.fr>, 2022

Gambar 2.3 memperlihatkan suhu laut di perairan Pasifik Barat yang lebih dingin dan Pasifik Barat memanas. Akibatnya menimbulkan pengaruh ke atmosfer yang ada di atasnya yang menyebabkan terjadinya perbedaan tekanan. Artinya dari fenomena ini angin akan bertiup dari barat Perairan Pasifik ke arah Timur Perairan Pasifik. Sehingga akibat peristiwa tersebut, massa udara yang mengandung uap air di atas Australia, Indonesia dan sekitarnya akan terdorong ke timur dan secara langsung akan mengurangi potensi hujan.

La Nina adalah situasi kebalikan dari peristiwa *El Nino*, terjadi saat permukaan laut di Pasifik tengah dan timur suhunya lebih rendah dari biasanya pada waktu-waktu tertentu. Hal ini menyebabkan tekanan udara kawasan pasifik barat menurun yang menghambat terbentuknya awan. Sedangkan di bagian pasifik barat yang tekanan udaranya rendah contohnya Indonesia, mudah terbentuk awan cumulus nimbus, awan ini menimbulkan turun hujan lebat yang juga disertai petir. Karena sifat dari udara yang

bergerak dari tekanan udara tinggi ke tekanan udara rendah menyebabkan udara dari pasifik tengah dan timur bergerak ke pasifik barat. Hal ini juga yang menyebabkan awan konvektif di atas pasifik tengah dan timur bergeser ke pasifik barat (Hartantio et al., 2021).



Gambar 2.4 Suhu Permukaan Air Laut Ketika Terjadi *La Nina*
 Sumber : <https://bulletin.aviso.altimetry.fr>, 2022

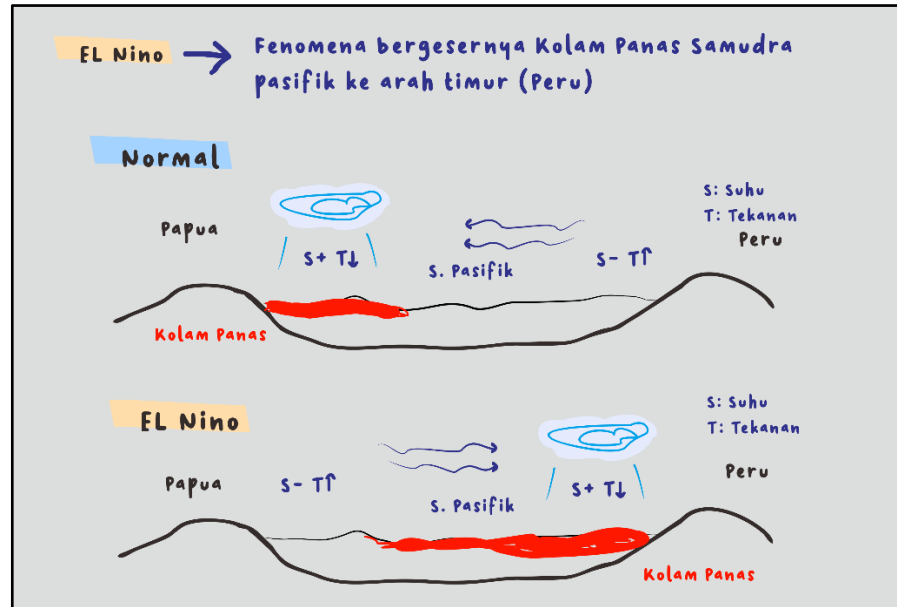
2.6.1 Proses Terjadinya *El Nino* dan *La Nina*

El Nino Southern Oscillation (ENSO) terjadi di Samudra Pasifik. Lebih tepatnya di sepanjang garis khatulistiwa Hal ini mengakibatkan suhu di lautan pasifik menjadi hangat yaitu di atas 28⁰ celcius. Atau kita bisa juga menyebutnya sebagai kolam panas.



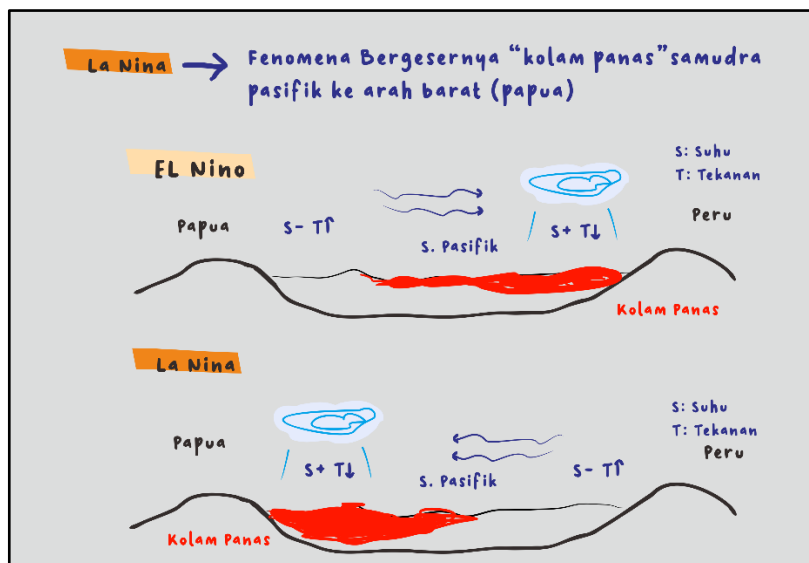
Gambar 2.5 Ilustrasi Kondisi ENSO Fase Normal
Sumber : Ilustrasi Penulis, 2022

Gambar diatas mengilustrasikan Samudra Pasifik dalam kondisi normal atau sebelum terjadinya *El Nino* dan *La Nina*. Bagian Samudra yang dilewati garis *equator* dan daerah dekat papua akan memiliki kolam panas. Pada saat permukaan air laut hangat, atmosfer di atasnya akan terpengaruh. Suhu akan meningkat dan tekanan udara menjadi rendah. Sementara di bagian Peru-Bolivia terjadi sebaliknya. Angin bergerak dari wilayah yang tekananya tinggi ke tekanan rendah. Dengan begitu, angin yang bergerak dari wilayah subtropis ke wilayah khatulistiwa bergerak dari Peru-Bolivia ke arah Indonesia. Selama pergerakan, angin yang lewat di atas Samudra Pasifik kemudian membawa uap air dari daerah perairan pasifik. Sesampainya di dekat Papua, uap air itu membentuk awan di atas kolam panas, semakin banyak uap air yang dibawa, awan yang terbentuk juga semakin banyak kemudian terjadilah hujan dan itu adalah kondisi normalnya (Fadilah, 2022).



Gambar 2.6 Ilustari *El Nino* dan *La Nina*
Sumber : Ilustrasi Penulis, 2022

El Nino terjadi Ketika kolam panas yang ada di bagian tengah-barat, dekat Papua bergeser ke dekat Peru atau bagian timur Samudra Pasifik. Fenomena ini menyebabkan suhu udara di bagian barat (Papua) menjadi rendah dan tekanan udara menjadi tinggi dan sebaliknya dengan daerah bagian timur Perairan Pasifik yaitu suhunya meningkat dan tekanan udaranya menjadi rendah dan anginpun bergerak menuju daerah bagian Peru. Saat *El Nino* terjadi, angin pesat bergerak dari wilayah Indonesia Timur menuju daerah Peru dengan membawa uap air. Kemudian uap air itu berkumpul dan jadi awan di atas kolam panas dekat Peru dan terjadilah hujan di wilayah tersebut.



Gambar 2.7 Ilustrasi Terjadinya *La Nina*
 Sumber : Ilustrasi Penulis, 2022

La Nina merupakan fenomena kebalikan dari *El Nino*, yaitu memanasnya perairan pasifik di dekat papua. *La Nina* Terjadi hampir mirip dengan kondisi normal. Namun *La Nina* terjadi lebih ekstrim. Suhu di bagian barat perairan Pasifik menjadi tinggi, dan tekanan udara menjadi rendah. Perubahan suhu yang ekstrim juga akan mempengaruhi angin dan penguapan yang masif dan daerah Indonesia akan musim penghujan dengan dengan curah hujan diatas normal.

2.6.2 Ciri-ciri *El Nino* dan *La Nina*

Dari penjelasan tentang proses terjadinya *El Nino* dan *La Nina*, ada cara mengidentifikasi secara visual atau dapat kita rasakan secara langsung. Normalnya berdasarkan BMKG, di Indonesia musim kemarau terjadi pada bulan April-Oktober dan Oktober-April terjadi musim penghujan. Berdasarkan data hujan BMKG, untuk beberapa wilayah di Indonesia sampai bulan April 2022 masih kerap terjadi hujan. Pada kasus ini peneliti berasumsi bisa jadi Indonesia sedang dilanda *La Nina* saat tersebut. Dimana musim penghujan terjadi lebih Panjang dari biasanya.

2.6.3 Dampak *El Nino* dan *La Nina*

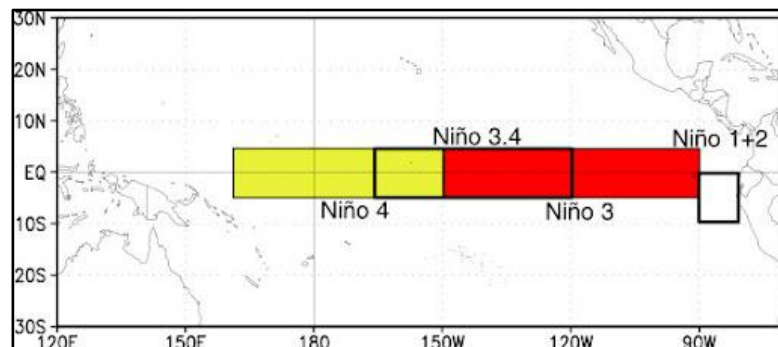
Beberapa dampak yang ditimbulkan dari fenomena *El Nino* dan *La Nina* adalah sebagai berikut:

- Wilayah Indonesia mengalami kekeringan saat *El Nino*
- Wilayah Indonesia terkena banjir saat *La Nina*
- Merebaknya berbagai penyakit
- Gagal Panen

2.6.4 Parameter *El Nino* dan *La Nina*

Oceanic Nino Index (ONI) merupakan parameter utama yang digunakan *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) untuk meng *adjust* fenomena *El Nino* dan *La Nina*. *National oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) adalah satelit meteorologi seri ke-3 milik amerika yang merupakan satelit untuk memperoleh informasi mengenai keadaan fisik lautan/Samudera dan atmosfer Fluktuasi ONI dapat dilihat pada grafik berikut.

Nilai ONI tersebut bersumber dari pengukuran suhu muka laut atau *Sea Surface Temperature* (SST) oleh NOAA pada region nino 3.4. Nino 3.4. Region ini merujuk pada lokasi di Samudera Pasifik yang merupakan irisan dari region 3 yang berada di samudera Pasifik timur dengan dengan region 4 yang berada di bagian tengah samudera Pasifik. Letak nino 3.4 sebagaimana terlihat pada peta di bawah ini.



Gambar 2.8 Region Pengukuran SST

Sumber : <https://www.climate4life.info>, 2022

Hasil pengukuran SST harian kemudian dijadikan rata-rata bulanan. SST bulanan tersebut kemudian dijadikan rata-rata bergerak yang diperoleh dari SST bulan sebelumnya, SST bulan itu sendiri dan SST 1 bulan sesudahnya.

Misalnya, data SST bulan Februari itu artinya merupakan rata-rata dari SST asli pada Januari, SST asli pada Februari itu sendiri dan SST asli Maret, dan seterusnya. Nilai rata-rata bulanan tersebut kemudian dibandingkan dengan normal SST pada bulan bersangkutan. Hasilnya adalah index yang kemudian kita kenal sebagai ONI (Apa itu Oceanic Nino Index (ONI), 2022).

2.6.5 Perulangan Fenomena *El Nino* dan *La Nina*

Biasanya dalam proses terjadinya fenomena alam selama ini *El Nino* dan *La Nina* kecil sekali kemungkinan terjadi secara tunggal. Kejadian secara berurutan lebih umum untuk *El Nino* dan *La Nina*. Biasanya *La Nina* terjadi sebelum *El Nino* atau sesudah *El Nino*. *El Nino* terjadi sebanyak 24 kali sedangkan *La Nina* terjadi 15 kali. Dengan rata rata *El Nino* 4 tahun sekali dan *La Nina* 6 tahun sekali. Persentase terjadinya fenomena alam ini secara berurutan adalah Dari 15 kali kejadian *La Nina*, sekitar 12 kali (80%) terjadi berurutan dengan tahun *El Nino*. *La Nina* mengikuti *El Nino* hanya terjadi 4 kali dari 15 kali kejadian sedangkan yang mendahului *El Nino* 8 kali dari 15 kali kejadian. (Gani, 2020)

Data fenomena terjadinya *El Nino* dan *la Nina* sejak 1952 Sampai januari 2022 berdasarkan laman Ggweather dalam table sebagai berikut:

Tabel 1. *El Nino dan La Nina 1952-2022*

<i>El Nino</i>				<i>La Nina</i>		
<i>Weak - 10</i>	<i>Moderate- 7</i>	<i>Strong -5</i>	<i>Very Strong -3</i>	<i>Weak - 10</i>	<i>Moderate - 4</i>	<i>Strong - 7</i>
1952-53	1951-52	1957-58	1982-83	1954-55	1955-56	1973-74
1953-54	1963-64	1965-66	1997-98	1964-65	1970-71	1975-76
1958-59	1968-69	1972-73	2015-16	1971-72	1995-96	1988-89
1969-70	1986-87	1987-88		1974-75	2011-12	1998-99
1976-77	1994-95	1991-92		1983-84	2020-21	1999-00
1977-78	2002-03			1984-85	2021-22	2007-08
1979-80	2009-10			2000-01		2010-11
2004-05				1005-06		
2006-07				2008-09		
2014-15				2016-17		
2018-19				2017-18		

Sumber : <https://ggweather.com>, (2022)

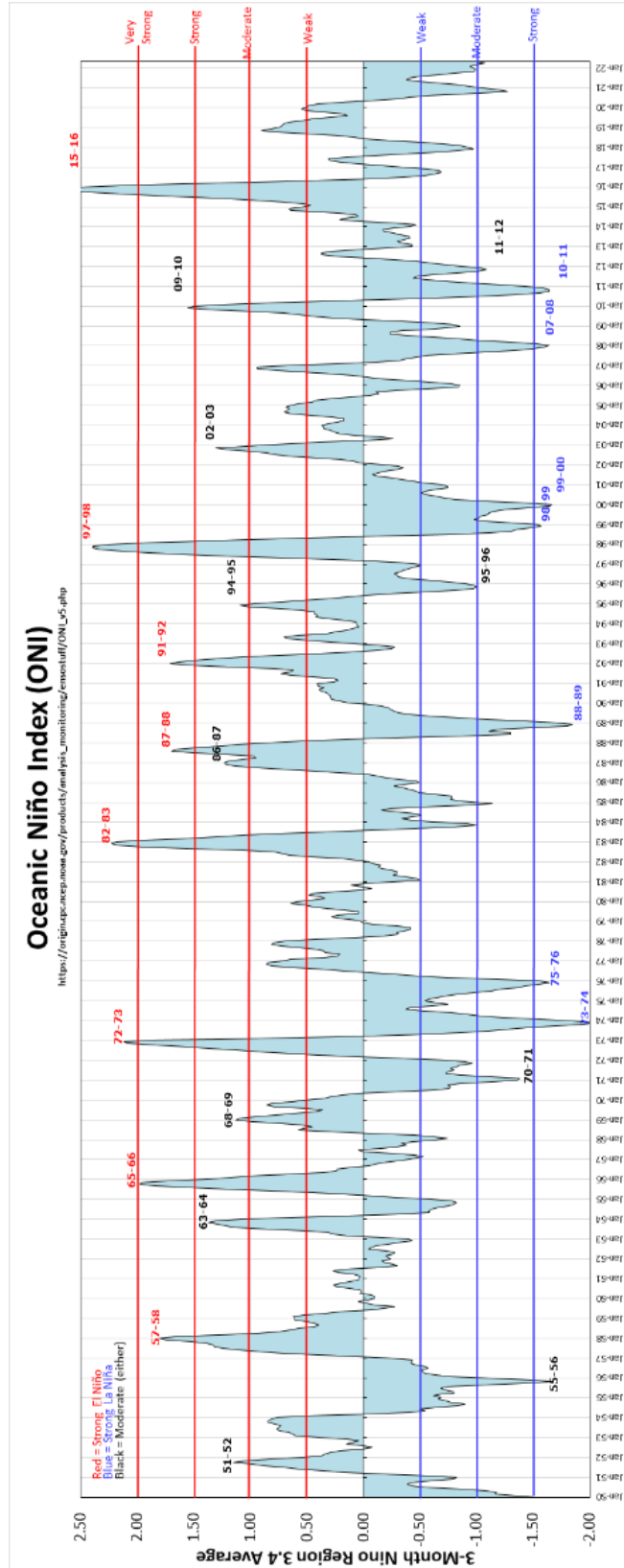
Kriteria kuat/lemahnya *El Nino* dan *La Nina* dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 2. Kriteria Kuat atau Lemahnya Kejadian *El Nino* dan *La Nina*

Anomali SST	Event
<-1,5	<i>La Nina</i> Kuat
-1,5 s.d -1,0	<i>La Nina</i> Sedang
-1,0 s.d -0,5	<i>La Nina</i> Lemah
-0,5 s.d 0,5	Netral
0,5 s.d 1,0	<i>El Nino</i> Lemah
1,0 s.d 1,5	<i>El Nino</i> Sedang
>1,5	<i>El Nino</i> Kuat

Sumber : <https://ggweather.com>, 2022

Dilansir dari laman Ggweather table ini disusun berdasarkan *Oceanic Nino Indeks* (ONI). Jika ditampilkan dalam grafik, kejadian perulangan *el Nino* dan *La Nina* dapat dilihat pada gambar grafik berikut:



Gambar 2.9 Fluktuasi ONI dari tahun 1950-2022

Sumber : <https://ggweather.com>, 2022

2.7 Metode *Fast Fourier Transform* (FFT)

Fast Fourier Transform (FFT) adalah algoritma yang digunakan untuk mengubah sinyal atau data dari domain waktu ke domain frekuensi. FFT merupakan penerapan yang efisien dari transformasi Fourier yang memungkinkan perhitungan dengan cepat dari transformasi Fourier pada sinyal digital. Dalam konteks analisis spektral, Fast Fourier Transform (FFT) sangat memungkinkan peneliti untuk menganalisis sinyal dalam domain waktu dan mengidentifikasi frekuensi yang ada di dalam frekuensi tersebut.

Mengutip dari (Zakaria et al., 2018), Secara umum, metode analisis spektral merupakan salah satu bentuk dari transformasi Fourier. Dalam analisa curah hujan, analisis spektral digunakan untuk mengetahui periodisitas dari berulangnya data hujan. Analisis Spektral merupakan suatu metode untuk melakukan transformasi sinyal data dari domain waktu ke domain frekuensi, sehingga kita bisa melihat pola periodiknya untuk kemudian ditentukan jenis pola cuaca yang terlibat. Metode ini dapat dipresentasikan sebagai persamaan 1 Transformasi Fourier sebagai berikut:

$$P(f_m) = \frac{\Delta t}{s \sqrt{\pi}} \sum_{n=-\frac{N}{2}}^{n=\frac{+N}{2}} p(t_n) \cdot e^{\frac{-2\pi \cdot i}{M} \cdot m \cdot n} \quad (1)$$

Keterangan :

$P(t_n)$ = Data hujan dalam seri waktu (*Time Domain*)

$P(f_m)$ = Data hujan dalam seri frekuensi (*Domain Frequency*)

t_n = Waktu seri yang menunjukkan jumlah data sampai ke N

f_m = hujan dalam seri frekuensi (*Domain Frequency*)

2.8 Metode *Lomb Periodogram*

Lomb Periodogram atau juga dikenal dengan *Lomb-Scargle Periodogram*, adalah metode analisis spektral yang digunakan untuk mengidentifikasi periodisitas dalam waktu yang tidak reguler atau berkesinambungan. Metode ini dikembangkan oleh Lomb pada tahun 1976 dan dikembangkan oleh Scargle pada tahun 1982. Metode ini menghitung kekuatan spektral pada frekuensi-frekuensi yang berbeda dan juga memberikan estimasi terhadap periodisitas dalam waktu. Dengan *Lomb Periodogram*, Amplitudo dan frekuensi periodisitas diukur secara statistik untuk menentukan tingkat signifikansi periodisitas dalam data yang dianalisis.

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode ini untuk menganalisis data hujan harian, sehingga kita dapat mengetahui periode perulangan kejadian hujan. Sehingga peneliti bisa menganalisis dan mengestimasi dari kejadian *El Nino* dan *La Nina*. Persamaan dari metode *Lomb Periodogram* dapat dipresentasikan sebagai berikut:

$$P(f) = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot s^2} \left\{ \frac{[\sum_{i=1}^n (x - \bar{x}) \cos \omega (t_i - t)]^2}{\sum_{i=1}^n \cos^2 \omega (t_i - t)} + \frac{[\sum_{i=1}^n (x - \bar{x}) \sin \omega (t_i - t)]^2}{\sum_{i=1}^n \sin^2 \omega (t_i - t)} \right\} \quad (2)$$

Dimana τ didefinisikan sebagai berikut :

$$\tan(2\omega t) = \frac{\sum_{i=1}^n \sin(2\omega t_i)}{\sum_{i=1}^n \cos(2\omega t_i)} \quad (3)$$

Dimana,

$\rho(f)$	= Periodogram
\bar{x}	= rata-rata tinggi curah hujan
x	= tinggi curah hujan
t	= waktu
ω	= frekuensi

Dengan menggunakan metode FFT dan *Lomb Periodogram* untuk beberapa data seri waktu curah hujan yang dianalisis, kita dapat mengetahui seberapa kuat pengaruh di suatu stasiun dalam mengalami dampak yang disebabkan kejadian *El Nino* dan *La Nina* dibandingkan dengan stasiun-stasiun lainnya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Penelitian dilakukan dengan menggunakan data di tiga stasiun pengamatan hujan di Provinsi Jawa Tengah yaitu Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Emas, Stasiun Tegal, dan Stasiun Meteorologi Tunggal Wulung. Penelitian dilakukan melalui beberapa tahap. Tahap pertama yaitu studi literatur, tahap kedua yaitu Pengumpulan data dan tahap ketiga yaitu pengolahan data analisis.

3.2 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur dalam penelitian ini dilakukan sebagai berikut;

1. Studi Pendahuluan

Dalam studi pendahuluan, peneliti melakukan studi literatur dari jurnal, buku, internet, ataupun sumber Pustaka lain yang berkaitan dengan El Nino la Nina guna memberikan pengetahuan dalam penelitian ini lalu kemudian observasi di lokasi studi kasus secara virtual melalui Google Earth, TRMM, Geospasial, Aviso+, dan Internet.

2. Penyusunan Proposal

Penyusunan proposal dilakukan rencana penelitian dapat tersusun dengan rapi, tajam dan berkelas sehingga penelitian dapat diajukan untuk dilakukan.

3. Pengumpulan Data

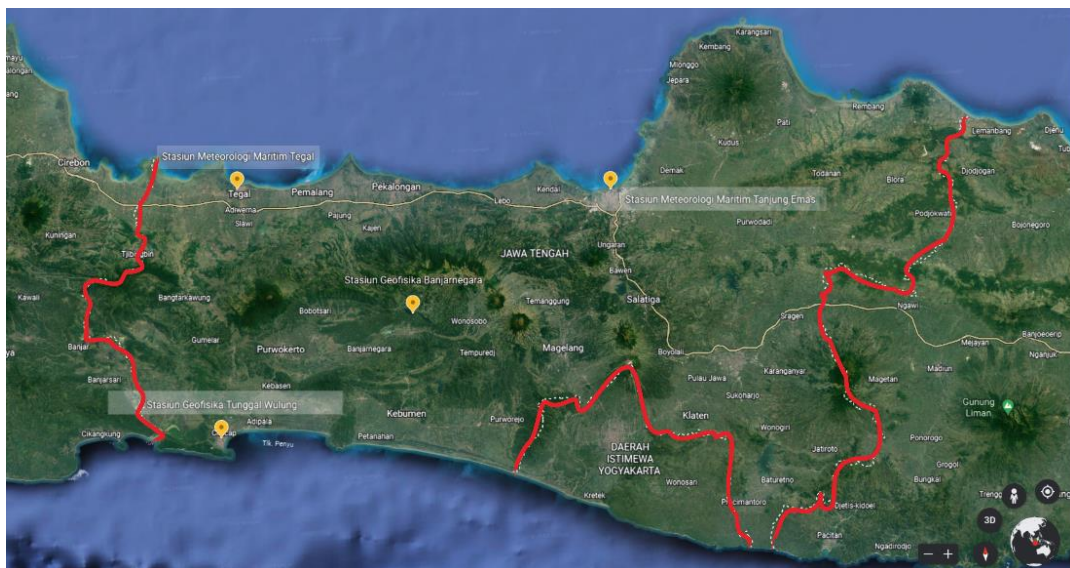
Dalam penelitian ini data yang diambil yaitu merupakan data sekunder. Yaitu data curah hujan harian yang diambil dari Stasiun Pengamat Hujan BMKG dan data curah hujan dari satelit TRMM.

4. Pengolahan dan Analisis data

Dalam menganalisis data hujan, penulis menggunakan dua metode yaitu *Fast Fourier Transform* dan *Lomb Periodogram*.

3.3 Lokasi Penelitian

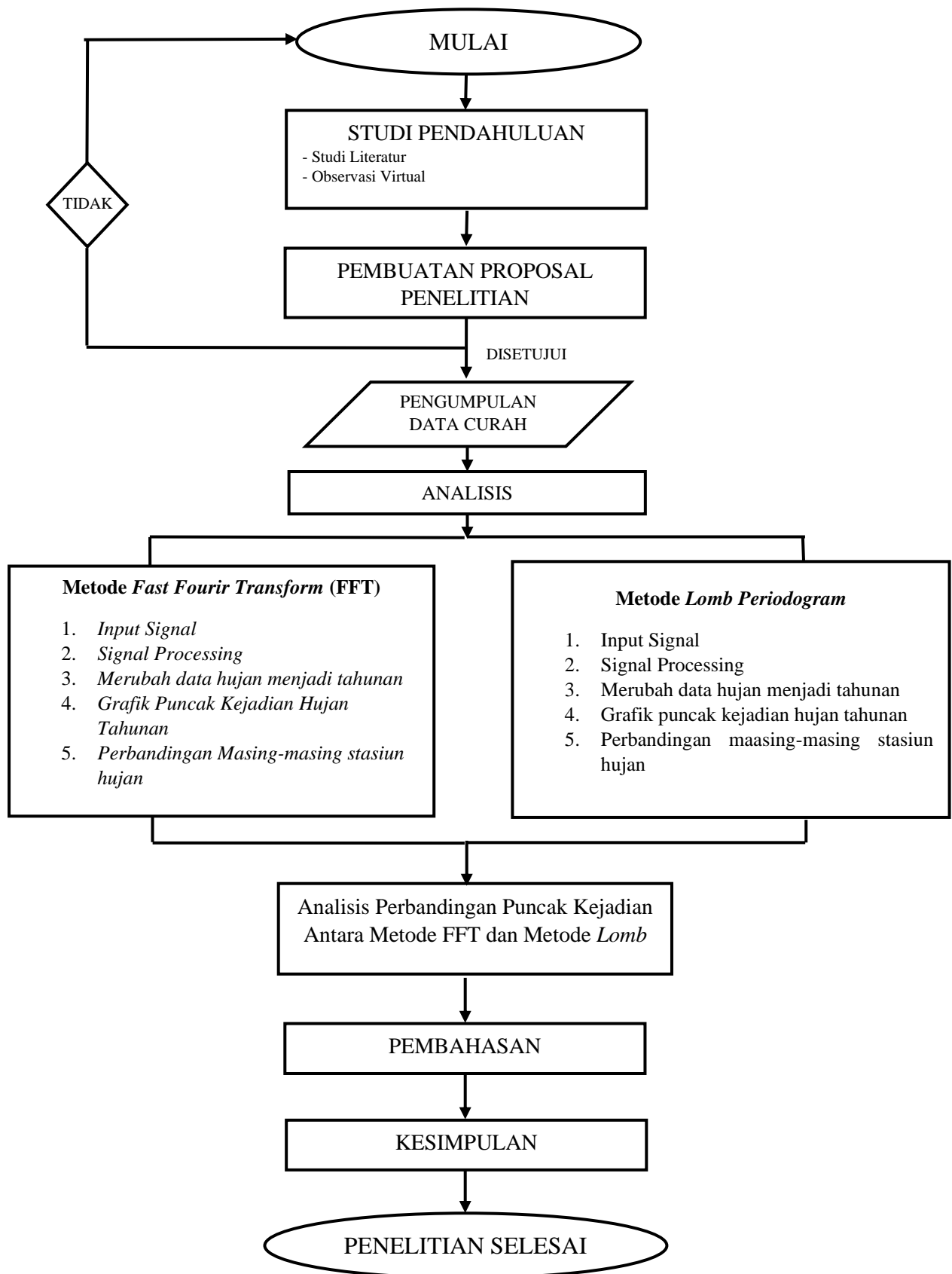
Dalam penelitian yang penulis lakukan mengambil lokasi di Provinsi Jawa Tengah. Penelitian ini menggunakan 3 (tiga) stasiun curah hujan yaitu Stasiun Meteorologi Tunggal Wulung, Stasiun Meteorologi Maritim Tegal dan Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Emas.



Gambar 3.1 Gambar Provinsi Jawa Tengah dari Satelit
Sumber: *Google Earth*, 2022

3.4 Diagram Alir Penelitian

Agar penelitian lebih sistematis dan terarah, maka dibentuklah diagram alir dari penelitian ini.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian ini, maka peneliti mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan grafik perbandingan puncak-puncak pada periode perulangan fenomena *El Nino* dan *La Nina* dengan menggunakan Metode FFT yaitu prakiraan pada periode 2.2428, 2.8036 dan 3.7381 tahun. Sedangkan menggunakan metode *Lomb Periodogram* yaitu pada periode 2.480, 2.621, dan 3.16 tahun.
2. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode FFT (*Fast Fourier Transform*) periode Stasiun Tunggal Wulung memiliki puncak kejadian curah hujan yang lebih tinggi yaitu pada periode 3.7381 tahun dimana Amplitudo berdasarkan data BMKG didapat sebesar 3.3247mm^2 dibandingkan stasiun Tanjung Emas dan Maritim Tegal yaitu sebesar secara berurutan 0.0318 dan 1.0714 mm^2 . Sedangkan Berdasarkan data TRMM, Amplitudo stasiun tunggal wulung juga juga memiliki Amplitudo tertinggi yaitu sebesar 1.4015mm^2 dibandingkan stasiun yang lain yaitu sebesar 0.0711 dan 0.4190 mm^2
3. Hasil dari analisis menggunakan metode *Lomb Periodogram*, Berdasarkan data BMKG stasiun Tunggal Wulung memiliki puncak periode perulangan tertinggi yaitu pada periode 3.149 tahun dengan nilai sebesar 6.1433 mm^2 dibandingkan dengan stasiun lainnya Tanjung Emas dan Maritim Tegal secara berurutan sebesar 0.4599 dan 0.1924mm^2 . Dan berdasarkan data TRMM

4. Hasil menunjukkan terdapat variasi terhadap puncak-puncak kejadian baik dengan Metode *Lomb Periodogram* maupun FFT. Namun kedua metode tersebut dan berdasarkan BMKG dan TRMM Stasiun Meteorologi Tunggal Wulung (Cilacap) memiliki puncak tertinggi diantara Stasiun Tegal dan Stasiun Tanjung Emas. Dengan ini, peneliti menyimpulkan wilayah Tunggal Wulung adalah daerah yang paling dominan terkena dampak dari anomali *El Nino* dan *La Nina*.

5.2 SARAN

Untuk mengembangkan penelitian selanjutnya, peneliti menyarankan untuk menambahkan hal-hal berikut:

1. Lebih luas dalam mencari referensi ataupun jurnal sebagai acuan dan pembandingan dengan penelitian yang dilakukan.
2. Melengkapi data curah hujan yang digunakan sebagai objek penelitian dengan metode yang statistik atau yang tersedia sehingga hasil akan semakin akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Gani, M. R. (2020). *Pengaruh El Nino dan La nina terhadap data-data hujan kabupaten Lampung Timur Provnisi Lampung*. Universitas Lampung.
- Hartantio, F., Kusumastuti, D. I., & Zakaria, A. (2021). *Perngaruh El Nino dan La Nina Terhadap Data- Data Hujan Kabupaten Lampung Barat*. 9(3), 513–522.
- Apa itu Oceanic Nino Index (ONI)*. (n.d.). Retrieved July 28, 2022, from <https://www.climate4life.info>
- Fadilah, I. (2022, April 22). *Perbedaan El Nino dan La Nina*. <https://www.zenius.net>
- Irawan, B. (2006). *Fenomena Anomali Iklim El Nino dan La Nina: Kecenderungan Jangka Panjang dan Pengaruhnya Terhadap Produksi Pangan* (Vol. 24, Issue 1).
- Prawaka, F., Zakaria, A., & Tugiono, S. (2013). *Analisis Data Curah Hujan yang Hilang Dengan Menggunakan Metode Normal Ratio , Inversed Square Distance , dan Rata-Rata Aljabar (Studi Kasus Curah Hujan Beberapa Stasiun Hujan Daerah Bandar Lampung)*. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 4(3), 43–50.
- Ismail, M. R., Zakaria, A., Susilo, G.E. (2020). *Analisis pengaruh anomali iklim terhadap curah hujan di Propinsi Bengkulu*. 24(1), 10–14. <https://doi.org/10.23960/rekrjits.v24i1.11>
- Rosmawati. (2014). *Dampak El-Nino Terhadap Fluktuasi Curah Hujan di Bandar Lampung* (Vol. 1). Universitas Lampung.
- Syaifullah, M. D. (2014). *Validasi Data TRMM terhadap Data Curah Hujan Aktual Di Tiga DAS di Indonesia*. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 15, 109–118.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan* (Beta Offse).
- Winarno, G. D., & Soejoko, S. R. I. A. (2010). *Hidrologi Hutan*. Universitas Lampung.

Zakaria, A., Sumiharni, Susilo, G. E., & Arifaini, N. (2018). *Studi Pengaruh El Nino dan La Nina Terhadap Data Curah Hujan Dari Wilayah Lampung Timur. Prosiding Semnas SINTA FT UNILA, 1*, 241–245.