

**ANALISIS PENGARUH ANOMALI IKLIM TERHADAP CURAH HUJAN
PADA WILAYAH BAGIAN BARAT, TENGAH DAN TIMUR INDONESIA**

(Tesis)

Oleh

**MELLY NUGRAHENI
NPM 2225011016**



**MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2024**

**ANALISIS PENGARUH ANOMALI IKLIM TERHADAP CURAH HUJAN
PADA WILAYAH BAGIAN BARAT, TENGAH DAN TIMUR INDONESIA**

Oleh

MELLY NUGRAHENI

Tesis

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

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

ANALISIS PENGARUH ANOMALI IKLIM TERHADAP CURAH HUJAN PADA WILAYAH BAGIAN BARAT, TENGAH DAN TIMUR INDONESIA

Oleh

MELLY NUGRAHENI

Indonesia merupakan negara tropis yang terpengaruh oleh anomali iklim *El-Nino* dan *La-Nina*. Provinsi Aceh, Kalimantan Tengah dan Maluku adalah tiga wilayah yang mewakili Indonesia bagian barat, tengah dan timur Indonesia dengan sebaran curah hujan dan kondisi iklim yang beragam. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh anomali iklim *El-Nino* dan *La-Nina* terhadap ketiga wilayah tersebut dengan melihat daerah yang mempunyai pengaruh dominan akibat anomali iklim, mengetahui perulangan anomali iklim yang berpengaruh dan kecenderungan pertumbuhan anomali iklim pada daerah tersebut. Penelitian menggunakan data curah hujan BMKG dan TRMM dengan jumlah 16 stasiun hujan dan rentang data 22 tahun (1998-2019). Metode yang digunakan sebagai pemodelan yaitu *Fast Fourier Transform* (FFT) dan *Lomb Periodogram* untuk mendapatkan data spektrum curah hujan. Kemudian diperoleh nilai amplitudo dan dilakukan perbandingan data dari kedua metode untuk mengetahui nilai perulangan dan daerah terdampak paling tinggi akibat anomali iklim.

Hasil analisis menurut FFT nilai amplitudo dominan yaitu stasiun Amahai 7,6676 untuk BMKG dan 7,5417 untuk TRMM dengan perulangan 5,6071 tahun, sedangkan *Lomb Periodogram* yaitu stasiun Bandaneira 18,6409 untuk BMKG dan Amahai 7,5913 untuk TRMM dengan perulangan 2,3-6,1 tahun. Kesimpulan analisis menyatakan bahwa daerah yang terdampak paling tinggi oleh anomali iklim adalah stasiun Amahai dan Bandaneira di Provinsi Maluku. Untuk kecenderungan pertumbuhan pengaruh anomali iklim bahwa pada wilayah bagian timur Indonesia memiliki kecenderungan stabil pengaruhnya untuk BMKG dan kecenderungan turun untuk TRMM.

Kata kunci: *El-Nino, La-Nina, Fast Fourier Transform, Lomb Periodogram*

ABSTRACT

EFFECT OF CLIMATE ANOMALIES TO RAINFALL DATA ANALYSIS ON THE WESTERN, CENTRAL AND EASTERN AREAS OF INDONESIA

By

MELLY NUGRAHENI

Indonesia is a tropical country that is affected by the El-Nino and La-Nina climate anomalies. Aceh, Central Kalimantan and Maluku are three regions that represent western, central and eastern Indonesia with varying distribution of rainfall and climatic conditions. This research aims to determine the influence of El-Nino and La-Nina climate anomalies by looking at areas that have a dominant influence due to climate anomalies, knowing the recurrence of climate anomalies that influence and the tendency for growth of climate anomalies in these areas. The research used BMKG and TRMM rainfall data with 16 rain stations and a data range of 22 years (1998-2019). The methods used for modeling were Fast Fourier Transform (FFT) and Lomb Periodogram to obtain rainfall spectrum data. Then the amplitude value was obtained and a comparison of the data from the two methods was carried out to determine the recurrence value and the areas most affected by climate anomalies.

The results of the analysis according to FFT, the dominant amplitude value is Amahai station 7,6676 for BMKG and 7,5417 for TRMM with a recurrence of 5,6071 years, while the Lomb Periodogram is Bandaneira station 18,6409 for BMKG and Amahai 7,5913 for TRMM with recurrence 2,3-6,1 years. The conclusion of the analysis states that the areas most affected by climate anomalies are the Amahai and Bandaneira stations in Maluku Province. For the growing trend of the influence of climate anomalies, the eastern region of Indonesia has a stable influence for BMKG and a downward trend for TRMM.

Key words: El-Nino, La-Nina, Fast Fourier Transform, Lomb Periodogram

**Judul Tesis : ANALISIS PENGARUH ANOMALI IKLIM
TERHADAP CURAH HUJAN PADA
WILAYAH BAGIAN BARAT, TENGAH
DAN TIMUR INDONESIA**

Nama Mahasiswa : Melly Nugraheni

Nomor Pokok Mahasiswa : 2225011016

Program Studi : Magister Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

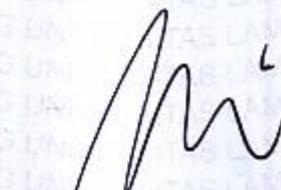


Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.
NIP 19670514 199303 1 002



Dr. Ir. Endro P. Wahono, S.T., M.Sc.
NIP 19700129 199512 1 001

**2. a.n Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil
Kajur Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Lampung**



Sasana Putra, S.T., M.T.
NIP 19691111 200003 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

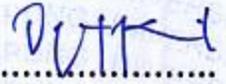
Ketua : **Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.**



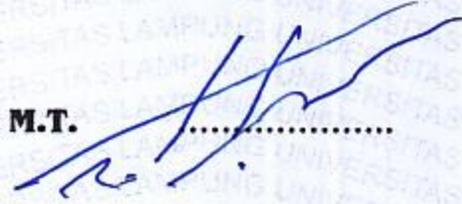
Sekretaris : **Dr. Ir. Endro P. Wahono, S.T., M.Sc.**



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



: **Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik

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



3. Direktur Program Pascasarjana

Prof. Dr. In Murhadi, M.Si.
NIP 19640326 198902 1 001



4. Tanggal Lulus Ujian Tesis : 1 April 2024

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis dengan judul “Analisis Pengaruh Anomali Iklim Terhadap Curah Hujan Pada Wilayah Bagian Barat, Tengah dan Timur Indonesia” adalah karya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai dengan etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan sanggup dituntut sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, April 2024
Pembuat Pernyataan



Melly Nugraheni, S.T.
NPM. 2225011016

RIWAYAT HIDUP



Melly Nugraheni lahir di Muara Bungo, pada tanggal 01 Januari 1996, merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan bernama Bapak Edy Pramudya dan Ibu Sukar Sinah. Penulis memiliki satu orang saudara perempuan bernama Dwy Rentika Nusa Indah.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN 02 Metro Selatan yang diselesaikan pada tahun 2007. Pendidikan tingkat pertama ditempuh di SMP Negeri 5 Metro yang diselesaikan pada tahun 2010. Kemudian melanjutkan pendidikan tingkat atas di SMA Kartikatama Metro Program Studi Ilmu Pengetahuan Alam yang diselesaikan pada tahun 2013. Penulis adalah mahasiswi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung pada tahun 2013 yang masuk melalui jalur beasiswa Penerimaan Mahasiswa Perluasan Akses Pendidikan (PMPAP) dan lulus pada tahun 2017. Kemudian penulis melanjutkan studi di Magister Teknik Sipil Universitas Lampung pada tahun 2022 melalui program penerima beasiswa bebas SPP.

Penulis pernah bekerja sebagai *Quantity Surveyor* di perusahaan swasta nasional DKI Jakarta yang bergerak di bidang konstruksi yaitu PT. Nusa Raya Cipta Tbk selama 3 tahun dari tahun 2017 sampai dengan 2020. Kemudian melanjutkan pekerjaan sebagai *Cost Control* dan *Site Engineer* di salah satu perusahaan swasta

lokal di Kota Bandar Lampung yang juga bergerak di bidang konstruksi, yaitu PT.
Rindang Tigasatu Pratama sampai dengan saat ini.

SANWACANA

Alhamdulillah rabbil alamin, segala puji bagi Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga tesis ini dapat diselesaikan. Tesis dengan judul “**Analisis Pengaruh Anomali Iklim terhadap Curah Hujan pada Wilayah Bagian Barat, Tengah dan Timur Indonesia**” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si., selaku Direktur Pasca Sarjana Universitas Lampung;
3. Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung;
4. Sasana Putra, S.T., M.T., selaku atas nama Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Lampung;
5. Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, ide-ide dan saran serta kritik dalam proses penyelesaian tesis ini;
6. Dr. Ir. Endro P. Wahono, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II atas kesediaan memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian tesis ini;

7. Prof. Dr. Dyah Indriana K., S.T., M.Sc., selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan kritik dan saran pemikiran dalam penyempurnaan tesis ini;
8. Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan dan saran-saran untuk kesempurnaan tesis ini;
9. Bapak dan Ibu Dosen Magister Teknik Sipil Universitas Lampung, atas ilmu yang telah diberikan kepada penulis selama perkuliahan;
10. Keluargaku tercinta terutama orang tuaku terkasih, ibu Sukar Sinah dan bapak Edy Pramudya, adikku Dwy Rentika Nusa Indah, yang sangat sabar dalam doanya dan pengertian dalam memberikan dukungan, nasehat dan motivasi dalam menyelesaikan perkuliahan;
11. Calon suamiku Julian Fajri Subing yang selalu memberikan semangat, nasehat dan dukungannya baik moril maupun tenaganya dalam menyelesaikan perkuliahan ini;
12. Teman-teman Magister Teknik Sipil Angkatan 2022 atas bantuan, dukungan dan motivasinya selama ini;
13. Dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Bandar Lampung, April 2024

Melly Nugraheni, S.T.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Batasan Masalah	6
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian	7
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Penelitian Terkait	8
2.2 Hujan	10
2.2.1 Pengertian Hujan	10
2.2.2 Proses Terjadinya Hujan.....	11
2.2.3 Curah Hujan.....	12
2.2.4 Parameter Hujan.....	13
2.2.5 Pengukuran Data Hujan.....	14
2.3 <i>Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)</i>	19
2.4 <i>El Nino</i>	21
2.5 <i>La Nina</i>	22
2.6 Perulangan Terjadinya <i>El Nino</i> dan <i>La Nina</i>	24
2.7 Metode Spektral (<i>Fast Fourier Transform</i>)	27
2.8 Metode <i>Lomb Periodogram</i>	28
2.9 Dampak Anomali Iklim Di Indonesia	29
2.10 Analisis Data Curah Hujan yang Hilang	30
2.11 Analisis Korelasi	31
III. METODE PENELITIAN.....	33
3.1. Umum	33
3.2. Prosedur Penelitian.....	33

3.2.1 Studi Literatur.....	33
3.2.2 Pengumpulan Data.....	34
3.2.3 Pengolahan Data.....	34
3.3. Lokasi Penelitian.....	36
3.4. Diagram Alir Penelitian.....	41
3.5. Analisis Hasil Penelitian.....	42
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1. Umum.....	45
4.2. Mengubah Data Hujan Menjadi <i>Time Series</i>	47
4.3. Mencari Data Hujan yang Hilang.....	48
4.4. Uji Konsistensi Data.....	50
4.5. Analisis Korelasi Data Curah Hujan BMKG dan TRMM.....	56
4.6. Analisis Spektrum Data Tinggi Curah Hujan dengan Menggunakan <i>Fast Fourier Transform</i>	58
4.7. Perbandingan Puncak Frekuensi Antar Stasiun Hujan Hasil <i>Analisis Fast Fourier Transform</i>	66
4.8. Analisis Spektrum Data Tinggi Curah Hujan dengan Menggunakan <i>Lomb Periodogram</i>	71
4.9. Perbandingan Puncak Frekuensi Antar Stasiun Hujan Hasil <i>Analisis Lomb Periodogram</i>	80
4.10. Analisis Perkembangan Pengaruh Perubahan Iklim.....	85
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	91
5.1. Kesimpulan.....	91
5.2. Saran.....	93
DAFTAR PUSTAKA.....	94
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Keadaan Hujan dan Intensitas Hujan.....	14
2. <i>El Nino</i> dan <i>La Nina</i> 1952 - 2017.....	25
3. Klasifikasi <i>El Nino</i> dan <i>La Nina</i>	26
4. Klasifikasi Nilai Korelasi.....	32
5. Letak Koordinat dan Luas Area Provinsi Aceh, Kalimantan Tengah dan Maluku.....	36
6. Jarak Antar Stasiun Hujan (Km) di Provinsi Aceh.....	49
7. Jarak Antar Stasiun Hujan (Km) di Provinsi Kalimantan Tengah.....	49
8. Jarak Antar Stasiun Hujan (Km) di Provinsi Maluku.....	50
9. Data Hujan Kumulatif Tahunan BMKG di Provinsi Aceh.....	51
10. Data Hujan Kumulatif Tahunan BMKG di Provinsi Kalimantan Tengah.....	52
11. Data Hujan Kumulatif Tahunan BMKG di Provinsi Maluku.....	53
12. Data Hujan Kumulatif Tahunan TRMM di Provinsi Aceh.....	54
13. Data Hujan Kumulatif Tahunan TRMM di Provinsi Kalimantan Tengah.....	55
14. Data Hujan Kumulatif Tahunan TRMM di Provinsi Maluku.....	56
15. Uji Konsistensi Stasiun Tjut Nyak Dhien Meulaboh (Provinsi Aceh).....	57
16. Hasil Perhitungan FFT Data BMKG Stasiun Tjut Nyak Dhien Meulaboh (Aceh).....	62

17. Perbandingan Puncak Perulangan 2-7 Tahunan di Aceh (FFT).....	72
18. Perbandingan Puncak Perulangan 2-7 Tahunan di Kalimantan Tengah (FFT).....	72
19. Perbandingan Puncak Perulangan 2-7 Tahunan di Maluku (FFT).....	73
20. Perbandingan Puncak Perulangan 2-7 Tahunan di Maluku (FFT) (Lanjutan).....	73
21. Hasil <i>Lomb Periodogram</i> Tjut Nyak Dhien Meulaboh (Aceh) BMKG.....	76
22. Perbandingan Puncak <i>Lomb Periodogram</i> BMKG.....	83
23. Perbandingan Puncak <i>Lomb Periodogram</i> TRMM.....	83
24. Kesimpulan Hasil Analisis Metode FFT dan <i>Lomb Periodogram</i>	87
25. Hasil Analisis Tiap 11,2 Tahun Stasiun Amahai (Maluku).....	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Proses Terjadinya Hujan.....	12
2. Alat Penakar Hujan Manual Tipe Observatorium.....	16
3. Alat Penakar Hujan Otomatis Jenis <i>Hellman</i>	17
4. Perbedaan Kondisi Normal dan Kondisi <i>El Nino</i>	22
5. <i>Oceanic Nino Index</i>	25
6. Peta Wilayah Studi di Indonesia.....	38
7. Peta Wilayah Studi Provinsi Aceh.....	39
8. Peta Wilayah Studi Provinsi Kalimantan Tengah.....	40
9. Peta Wilayah Studi Provinsi Maluku.....	41
10. Diagram Alir Penelitian.....	43
11. Tampilan Program FTRANS.....	46
12. Tampilan Program Priodo.....	47
13. Tampilan Program bmkg.exe.....	48
14. Grafik Uji Konsistensi Stasiun Tjut Nyak Dhien Meulaboh (Provinsi Aceh) Data BMKG.....	58
15. Analisis Korelasi Data Hujan BMKG dan TRMM Sta. Tjut Nyak Dhien Meulaboh (Provinsi Aceh).....	59
16. Tampilan <i>Output</i> Program FTRANS.....	61
17. Grafik Spektrum FFT Sta. Tjut Nyak Dhien Meulaboh (Aceh) BMKG.....	63

18. Grafik Spektrum FFT Sta. Sultan Iskandar Muda (Aceh) BMKG.....	63
19. Grafik Spektrum FFT Sta. Malikussaleh (Aceh) BMKG.....	64
20. Grafik Spektrum FFT Sta. Cut Bau Maimun Saleh (Aceh) BMKG.....	64
21. Grafik Spektrum FFT Sta. Indrapuri (Aceh) BMKG.....	65
22. Grafik Spektrum FFT Sta. Tjut Nyak Dhien Meulaboh (Aceh) TRMM.....	65
23. Grafik Spektrum FFT Sta. Sultan Iskandar Muda (Aceh) TRMM.....	66
24. Grafik Spektrum FFT Sta. Malikussaleh (Aceh) TRMM.....	66
25. Grafik Spektrum FFT Sta. Cut Bau Maimun Saleh (Aceh) TRMM.....	67
26. Grafik Spektrum FFT Sta. Indrapuri (Aceh) TRMM.....	67
27. Grafik Perbandingan Puncak Frekuensi FFT data BMKG di Provinsi Aceh.....	69
28. Grafik Perbandingan Puncak Frekuensi FFT data BMKG di Provinsi Kalimantan Tengah.....	69
29. Grafik Perbandingan Puncak Frekuensi FFT data BMKG di Provinsi Maluku.....	70
30. Grafik Perbandingan Puncak Frekuensi FFT data TRMM di Provinsi Aceh.....	70
31. Grafik Perbandingan Puncak Frekuensi FFT data TRMM di Provinsi Kalimantan Tengah.....	71
32. Grafik Perbandingan Puncak Frekuensi FFT data TRMM di Provinsi Maluku.....	71
33. Tampilan Antarmuka <i>Input</i> priodo.exe.....	74
34. Tampilan Antarmuka <i>Output</i> priodo.exe.....	75
35. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Tjut Nyak Dhien Meulaboh (Aceh) BMKG.....	77
36. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sultan Iskandar Muda (Aceh) BMKG.....	77

37. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Malikussaleh (Aceh) BMKG.....	78
38. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Cut Bau Maimun Saleh (Aceh) BMKG.....	78
39. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Indrapuri (Aceh) BMKG.....	79
40. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Tjut Nyak Dhien Meulaboh (Aceh) TRMM.....	79
41. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sultan Iskandar Muda (Aceh) TRMM.....	80
42. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Malikussaleh (Aceh) TRMM.....	80
43. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Cut Bau Maimun Saleh (Aceh) TRMM.....	81
44. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Indrapuri (Aceh) TRMM.....	81
45. Perbandingan Puncak <i>Lomb Periodogram</i> BMKG di Aceh.....	84
46. Perbandingan Puncak <i>Lomb Periodogram</i> BMKG di Kalimantan Tengah.....	84
47. Perbandingan Puncak <i>Lomb Periodogram</i> BMKG di Maluku.....	85
48. Perbandingan Puncak <i>Lomb Periodogram</i> TRMM di Aceh.....	85
49. Perbandingan Puncak <i>Lomb Periodogram</i> TRMM di Kalimantan Tengah.....	86
50. Perbandingan Puncak <i>Lomb Periodogram</i> TRMM di Maluku.....	86
51. Grafik Hasil Analisis 11,2 Tahun Sta. Amahai (Maluku) BMKG.....	89
52. Grafik Hasil Analisis 11,2 Tahun Sta. Amahai (Maluku) TRMM.....	90

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Analisis Data Curah Hujan yang Hilang.....	99
2. Uji Konsistensi Tjut Nyak Dhien Meulaboh (Aceh) BMKG.....	110
3. Uji Konsistensi Sultan Iskandar Muda (Aceh) BMKG.....	110
4. Uji Konsistensi Malikussaleh (Aceh) BMKG.....	111
5. Uji Konsistensi Cut Bau Maimun Saleh (Aceh) BMKG.....	111
6. Uji Konsistensi Indrapuri (Aceh) BMKG.....	112
7. Uji Konsistensi Tjilik Riwut (Kalteng) BMKG.....	112
8. Uji Konsistensi Iskandar (Kalteng) BMKG.....	113
9. Uji Konsistensi H. Asan (Kalteng) BMKG.....	113
10. Uji Konsistensi Beringin (Kalteng) BMKG.....	114
11. Uji Konsistensi Sanggu (Kalteng) BMKG.....	114
12. Uji Konsistensi Namlea (Maluku) BMKG.....	115
13. Uji Konsistensi Kuffar (Maluku) BMKG.....	115
14. Uji Konsistensi Karel Sadsuitubun (Maluku) BMKG.....	116
15. Uji Konsistensi Bandaneira (Maluku) BMKG.....	116
16. Uji Konsistensi Amahai (Maluku) BMKG.....	117
17. Uji Konsistensi Klim. Maluku (Maluku) BMKG.....	117
18. Grafik Uji Konsistensi Sta. Tjut Nyak Dhien Meulaboh (Aceh) BMKG.....	118

19.	Grafik Uji Konsistensi Sta. Sultan Iskandar Muda (Aceh) BMKG_...	118
20.	Grafik Uji Konsistensi Sta. Malikussaleh (Aceh) BMKG_.....	118
21.	Grafik Uji Konsistensi Sta. Cut Bau Maimun Saleh (Aceh) BMKG_.....	118
22.	Grafik Uji Konsistensi Sta. Indrapuri (Aceh) BMKG_.....	119
23.	Grafik Uji Konsistensi Tjilik Riwut (Kalteng) BMKG_.....	119
24.	Grafik Uji Konsistensi Iskandar (Kalteng) BMKG_.....	119
25.	Grafik Uji Konsistensi H. Asan (Kalteng) BMKG_.....	119
26.	Grafik Uji Konsistensi Beringin (Kalteng) BMKG_.....	120
27.	Grafik Uji Konsistensi Sanggu (Kalteng) BMKG_.....	120
28.	Grafik Uji Konsistensi Namlea (Maluku) BMKG_.....	120
29.	Grafik Uji Konsistensi Kuffar (Maluku) BMKG_.....	120
30.	Grafik Uji Konsistensi Karel Sadsuitubun (Maluku) BMKG_.....	121
31.	Grafik Uji Konsistensi Bandaneira (Maluku) BMKG_.....	121
32.	Grafik Uji Konsistensi Amahai (Maluku) BMKG_.....	121
33.	Grafik Uji Konsistensi Klim. Maluku (Maluku) BMKG_.....	121
34.	Uji Konsistensi Tjut Nyak Dhien Meulaboh (Aceh) TRMM_.....	122
35.	Uji Konsistensi Sultan Iskandar Muda (Aceh) TRMM_.....	122
36.	Uji Konsistensi Malikussaleh (Aceh) TRMM_.....	123
37.	Uji Konsistensi Cut Bau Maimun Saleh (Aceh) TRMM_.....	123
38.	Uji Konsistensi Indrapuri (Aceh) TRMM_.....	124
39.	Uji Konsistensi Tjilik Riwut (Kalteng) TRMM_.....	124
40.	Uji Konsistensi Iskandar (Kalteng) TRMM_.....	125
41.	Uji Konsistensi H. Asan (Kalteng) TRMM_.....	125
42.	Uji Konsistensi Beringin (Kalteng) TRMM_.....	126

43.	Uji Konsistensi Sanggu (Kalteng) TRMM.....	126
44.	Uji Konsistensi Namlea (Maluku) TRMM.....	127
45.	Uji Konsistensi Kuffar (Maluku) TRMM.....	127
46.	Uji Konsistensi Karel Sadsuitubun (Maluku) TRMM.....	128
47.	Uji Konsistensi Bandaneira (Maluku) TRMM.....	128
48.	Uji Konsistensi Amahai (Maluku) TRMM.....	129
49.	Uji Konsistensi Klim. Maluku (Maluku) TRMM.....	129
50.	Grafik Uji Konsistensi Sta. Tjut Nyak Dhien Meulaboh (Aceh) TRMM.....	130
51.	Grafik Uji Konsistensi Sta. Sultan Iskandar Muda (Aceh) TRMM...	130
52.	Grafik Uji Konsistensi Sta. Malikussaleh (Aceh) TRMM.....	130
53.	Grafik Uji Konsistensi Sta. Cut Bau Maimun Saleh (Aceh) TRMM.....	130
54.	Grafik Uji Konsistensi Sta. Indrapuri (Aceh) TRMM.....	131
55.	Grafik Uji Konsistensi Tjilik Riwut (Kalteng) TRMM.....	131
56.	Grafik Uji Konsistensi Iskandar (Kalteng) TRMM.....	131
57.	Grafik Uji Konsistensi H. Asan (Kalteng) TRMM.....	131
58.	Grafik Uji Konsistensi Beringin (Kalteng) TRMM.....	132
59.	Grafik Uji Konsistensi Sanggu (Kalteng) TRMM.....	132
60.	Grafik Uji Konsistensi Namlea (Maluku) TRMM.....	132
61.	Grafik Uji Konsistensi Kuffar (Maluku) TRMM.....	132
62.	Grafik Uji Konsistensi Karel Sadsuitubun (Maluku) TRMM.....	133
63.	Grafik Uji Konsistensi Bandaneira (Maluku) TRMM.....	133
64.	Grafik Uji Konsistensi Amahai (Maluku) TRMM.....	133
65.	Grafik Uji Konsistensi Klim. Maluku (Maluku) TRMM.....	133

66.	Grafik Uji Korelasi BMKG dan TRMM Sta. Tjut Nyak Dhien Meulaboh (Aceh).....	135
67.	Grafik Uji Korelasi BMKG dan TRMM Sta. Sultan Iskandar Muda (Aceh).....	135
68.	Grafik Uji Korelasi BMKG dan TRMM Sta. Malikussaleh (Aceh)...	135
69.	Grafik Uji Korelasi BMKG dan TRMM Sta. Cut Bau Maimun Saleh (Aceh).....	135
70.	Grafik Uji Korelasi BMKG dan TRMM Sta. Indrapuri (Aceh).....	136
71.	Grafik Uji Korelasi BMKG dan TRMM Sta. Tjilik Riwut (Kalteng).....	136
72.	Grafik Uji Korelasi BMKG dan TRMM Sta. Iskandar (Kalteng).....	136
73.	Grafik Uji Korelasi BMKG dan TRMM Sta. H. Asan (Kalteng).....	136
74.	Grafik Uji Korelasi BMKG dan TRMM Sta. Beringin (Kalteng).....	137
75.	Grafik Uji Korelasi BMKG dan TRMM Sta. Sanggu (Kalteng).....	137
76.	Grafik Uji Korelasi BMKG dan TRMM Sta. Namlea (Maluku).....	137
77.	Grafik Uji Korelasi BMKG dan TRMM Sta. Kuffar (Maluku).....	137
78.	Grafik Uji Korelasi BMKG dan TRMM Sta. Karel Sadsuitubun (Maluku).....	138
79.	Grafik Uji Korelasi BMKG dan TRMM Sta. Bandaneira (Maluku)...	138
80.	Grafik Uji Korelasi BMKG dan TRMM Sta. Amahai (Maluku).....	138
81.	Grafik Uji Korelasi BMKG dan TRMM Sta. Klim. Maluku (Maluku).....	138
82.	Hasil Analisis FFT Sta. Tjut Nyak Dhien Meulaboh (Aceh) BMKG.....	140
83.	Hasil Analisis FFT Sta. Sultan Iskandar Muda (Aceh) BMKG.....	141
84.	Hasil Analisis FFT Sta. Malikussaleh (Aceh) BMKG.....	142
85.	Hasil Analisis FFT Sta. Cut Bau Maimun Saleh (Aceh) BMKG.....	143
86.	Hasil Analisis FFT Sta. Indrapuri (Aceh) BMKG.....	144

87.	Hasil Analisis FFT Sta. Tjilik Riwut (Kalimantan Tengah) BMKG_..	145
88.	Hasil Analisis FFT Sta. Iskandar (Kalimantan Tengah) BMKG_.....	146
89.	Hasil Analisis FFT Sta. H. Asan (Kalimantan Tengah) BMKG_.....	147
90.	Hasil Analisis FFT Sta. Beringin (Kalimantan Tengah) BMKG_.....	148
91.	Hasil Analisis FFT Sta. Sanggu (Kalimantan Tengah) BMKG_.....	149
92.	Hasil Analisis FFT Sta. Namlea (Maluku) BMKG_.....	150
93.	Hasil Analisis FFT Sta. Kuffar (Maluku) BMKG_.....	151
94.	Hasil Analisis FFT Sta. Karel Sadsuitubun (Maluku) BMKG_.....	152
95.	Hasil Analisis FFT Sta. Bandaneira (Maluku) BMKG_.....	153
96.	Hasil Analisis FFT Sta. Amahai (Maluku) BMKG_.....	154
97.	Hasil Analisis FFT Sta. Klim. Maluku (Maluku) BMKG_.....	155
98.	Grafik Spektrum FFT Sta. Tjut Nyak Dhien Meulaboh (Aceh) BMKG_.....	156
99.	Grafik Spektrum FFT Sta. Sultan Iskandar Muda (Aceh) BMKG_.....	156
100.	Grafik Spektrum FFT Sta. Malikussaleh (Aceh) BMKG_.....	156
101.	Grafik Spektrum FFT Sta. Cut Bau Maimun Saleh (Aceh) BMKG_..	156
102.	Grafik Spektrum FFT Sta. Indrapuri (Aceh) BMKG_.....	157
103.	Grafik Spektrum FFT Sta. Tjilik Riwut (Kalteng) BMKG_.....	157
104.	Grafik Spektrum FFT Sta. Iskandar (Kalteng) BMKG_.....	157
105.	Grafik Spektrum FFT Sta. H. Asan (Kalteng) BMKG_.....	157
106.	Grafik Spektrum FFT Sta. Beringin (Kalteng) BMKG_.....	158
107.	Grafik Spektrum FFT Sta. Sanggu (Kalteng) BMKG_.....	158
108.	Grafik Spektrum FFT Sta. Namlea (Maluku) BMKG_.....	158
109.	Grafik Spektrum FFT Sta. Kuffar (Maluku) BMKG_.....	158
110.	Grafik Spektrum FFT Sta. Karel Sadsuitubun (Maluku) BMKG_.....	159

111. Grafik Spektrum FFT Sta. Bandaneira (Maluku) BMKG.....	159
112. Grafik Spektrum FFT Sta. Amahai (Maluku) BMKG.....	159
113. Grafik Spektrum FFT Sta. Klim. Maluku (Maluku) BMKG.....	159
114. Hasil Analisis FFT Sta. Tjut Nyak Dhien Meulaboh (Aceh) TRMM.....	160
115. Hasil Analisis FFT Sta. Sultan Iskandar Muda (Aceh) TRMM.....	161
116. Hasil Analisis FFT Sta. Malikussaleh (Aceh) TRMM.....	162
117. Hasil Analisis FFT Sta. Cut Bau Maimun Saleh (Aceh) TRMM.....	163
118. Hasil Analisis FFT Sta. Indrapuri (Aceh) TRMM.....	164
119. Hasil Analisis FFT Sta. Tjilik Riwut (Kalimantan Tengah) TRMM..	165
120. Hasil Analisis FFT Sta. Iskandar (Kalimantan Tengah) TRMM.....	166
121. Hasil Analisis FFT Sta. H. Asan (Kalimantan Tengah) TRMM.....	167
122. Hasil Analisis FFT Sta. Beringin (Kalimantan Tengah) TRMM.....	168
123. Hasil Analisis FFT Sta. Sanggu (Kalimantan Tengah) TRMM.....	169
124. Hasil Analisis FFT Sta. Namlea (Maluku) TRMM.....	170
125. Hasil Analisis FFT Sta. Kuffar (Maluku) TRMM.....	171
126. Hasil Analisis FFT Sta. Karel Sadsuitubun (Maluku) TRMM.....	172
127. Hasil Analisis FFT Sta. Bandaneira (Maluku) TRMM.....	173
128. Hasil Analisis FFT Sta. Amahai (Maluku) TRMM.....	174
129. Hasil Analisis FFT Sta. Klim. Maluku (Maluku) TRMM.....	175
130. Grafik Spektrum FFT Sta. Tjut Nyak Dhien Meulaboh (Aceh) TRMM.....	176
131. Grafik Spektrum FFT Sta. Sultan Iskandar Muda (Aceh) TRMM.....	176
132. Grafik Spektrum FFT Sta. Malikussaleh (Aceh) TRMM.....	176
133. Grafik Spektrum FFT Sta. Cut Bau Maimun Saleh (Aceh) TRMM...	176

134. Grafik Spektrum FFT Sta. Indrapuri (Aceh) TRMM.....	177
135. Grafik Spektrum FFT Sta. Tjilik Riwut (Kalteng) TRMM.....	177
136. Grafik Spektrum FFT Sta. Iskandar (Kalteng) TRMM.....	177
137. Grafik Spektrum FFT Sta. H. Asan (Kalteng) TRMM.....	177
138. Grafik Spektrum FFT Sta. Beringin (Kalteng) TRMM.....	178
139. Grafik Spektrum FFT Sta. Sanggu (Kalteng) TRMM.....	178
140. Grafik Spektrum FFT Sta. Namlea (Maluku) TRMM.....	178
141. Grafik Spektrum FFT Sta. Kuffar (Maluku) TRMM.....	178
142. Grafik Spektrum FFT Sta. Karel Sadsuitubun (Maluku) TRMM.....	179
143. Grafik Spektrum FFT Sta. Bandaneira (Maluku) TRMM.....	179
144. Grafik Spektrum FFT Sta. Amahai (Maluku) TRMM.....	179
145. Grafik Spektrum FFT Sta. Klim. Maluku (Maluku) TRMM.....	179
146. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Tjut Nyak Dhien Meulaboh (Aceh) BMKG.....	181
147. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Sultan Iskandar Muda (Aceh) BMKG.....	182
148. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Malikussaleh (Aceh) BMKG.....	183
149. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Cut Bau Maimun Saleh (Aceh) BMKG.....	184
150. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Indrapuri (Aceh) BMKG.....	185
151. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Tjilik Riwut (Kalteng) BMKG.....	186
152. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Iskandar (Kalteng) BMKG..	187
153. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. H. Asan (Kalteng) BMKG...	188
154. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Beringin (Kalteng) BMKG..	189
155. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Sanggu (Kalteng) BMKG....	190

156. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Namlea (Maluku) BMKG_...	191
157. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Kuffar (Maluku) BMKG_.....	192
158. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Karel Sadsuitubun (Maluku) BMKG_.....	193
159. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Bandaneira (Maluku) BMKG_.....	194
160. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Amahai (Maluku) BMKG_...	195
161. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Klim. Maluku (Maluku) BMKG_.....	196
162. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Tjut Nyak Dhien Meulaboh (Aceh) BMKG_.....	197
163. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Sultan Iskandar Muda (Aceh) BMKG_.....	197
164. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Malikussaleh (Aceh) BMKG_.....	197
165. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Cut Bau Maimun Saleh (Aceh) BMKG_.....	197
166. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Indrapuri (Aceh) BMKG_.....	198
167. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Tjilik Riwut (Kalteng) BMKG_.....	198
168. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Iskandar (Kalteng) BMKG_.....	198
169. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. H. Asan (Kalteng) BMKG_.....	198
170. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Beringin (Kalteng) BMKG_.....	199
171. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Sanggu (Kalteng) BMKG_.....	199
172. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Namlea (Maluku) BMKG_.....	199

173. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Kuffar (Maluku) BMKG.....	199
174. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Karel Sadsuitubun (Maluku) BMKG.....	200
175. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Bandaneira (Maluku) BMKG.....	200
176. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Amahai (Maluku) BMKG.....	200
177. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Klim. Maluku (Maluku) BMKG.....	200
178. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Tjut Nyak Dhien Meulaboh (Aceh) TRMM.....	201
179. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Sultan Iskandar Muda (Aceh) TRMM.....	202
180. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Malikussaleh (Aceh) TRMM.....	203
181. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Cut Bau Maimun Saleh (Aceh) TRMM.....	204
182. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Indrapuri (Aceh) TRMM.....	205
183. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Tjilik Riwut (Kalteng) TRMM.....	206
184. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Iskandar (Kalteng) TRMM..	207
185. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. H. Asan (Kalteng) TRMM..	208
186. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Beringin (Kalteng) TRMM..	209
187. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Sanggu (Kalteng) TRMM....	210
188. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Namlea (Maluku) TRMM....	211
189. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Kuffar (Maluku) TRMM.....	212
190. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Karel Sadsuitubun (Maluku) TRMM.....	213

191. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Bandaneira (Maluku) TRMM.....	214
192. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Amahai (Maluku) TRMM...	215
193. Hasil Analisis <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Klim. Maluku (Maluku) TRMM.....	216
194. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Tjut Nyak Dhien Meulaboh (Aceh) TRMM.....	217
195. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Sultan Iskandar Muda (Aceh) TRMM.....	217
196. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Malikussaleh (Aceh) TRMM.....	217
197. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Cut Bau Maimun Saleh (Aceh) TRMM.....	217
198. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Indrapuri (Aceh) TRMM.....	218
199. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Tjilik Riwut (Kalteng) TRMM.....	218
200. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Iskandar (Kalteng) TRMM.....	218
201. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. H. Asan (Kalteng) TRMM.....	218
202. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Beringin (Kalteng) TRMM.....	219
203. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Sanggu (Kalteng) TRMM.....	219
204. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Namlea (Maluku) TRMM.....	219
205. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Kuffar (Maluku) TRMM.....	219
206. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Karel Sadsuitubun (Maluku) TRMM.....	220

207. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Bandaneira (Maluku) TRMM.....	220
208. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Amahai (Maluku) TRMM.....	220
209. Grafik Spektrum <i>Lomb Periodogram</i> Sta. Klim. Maluku (Maluku) TRMM.....	220
210. Hasil Analisis 11,2 Tahunan Sta. Amahai (Maluku) BMKG.....	222
211. Hasil Analisis 11,2 Tahunan Sta. Amahai (Maluku) TRMM.....	222

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan di Asia Tenggara yang terletak pada koordinat 6° LU – 11° LS dan 95° BT – 141° BT. Indonesia memiliki iklim tropis dan dua musim, yakni musim hujan dan musim panas. Kondisi curah hujan pada wilayah iklim tropis di Indonesia ini dipengaruhi oleh faktor meteorologi. Besarnya perbedaan curah hujan tersebut bervariasi baik secara spasial (keruangan) maupun temporal (runtut waktu) (Gunawan, 2014). Sementara itu, siklus hujan yang terjadi di setiap wilayah Indonesia juga bervariasi tergantung ketinggian daerah, musim, iklim dan faktor lainnya (Prawaka dkk., 2016). Perbedaan curah hujan di setiap daerah juga ditentukan berdasarkan intensitas dan durasi hujannya (Pangestu, 2019). Selain itu, perbedaan curah hujan juga dapat dipengaruhi oleh anomali suhu permukaan laut di kawasan laut Indonesia, samudera hindia dan kawasan pasifik (Angin, 2020).

Suatu daerah kejadian hujan yang terjadi mempunyai perbedaan seperti menghasilkan karakteristik hujan yang khas. Hujan yang terjadi bisa dipengaruhi beberapa faktor diantaranya seperti garis lintang, ketinggian, jarak, posisi dan ukuran massa tanah, arah angin terhadap sumber air, relief

dan temperatur yang terukur (Seyhan, 1990). Provinsi Aceh, Kalimantan Tengah dan Maluku merupakan tiga wilayah yang mewakili Indonesia pada bagian barat, tengah dan timur, yang memiliki variasi kondisi daratan yang berbeda, seperti wilayah pegunungan yang curam, lereng bukit yang landai, dataran luas dan aliran sungai. Karena letak geografisnya yang berbeda-beda, topografi yang beragam serta keberadaan vegetasinya, sehingga membuat sebaran curah hujan dan kondisi iklim di tiga wilayah tersebut yang beragam pula.

Dalam beberapa tahun belakangan, pengaruh dari fenomena alam menjadi salah satu hal yang mendominasi. Indonesia sebagai daerah yang mengalami pengaruh cukup parah mengalami bencana alam yang seringkali terjadi seperti banjir, kekeringan dan longsor dimana hal tersebut sangat dipengaruhi oleh fenomena alam yang terjadi yaitu *El Nino* dan *La Nina*.

Kata *El Nino* secara bahasa yang artinya anak laki-laki. Istilah ini dipakai oleh nelayan di sekitar area Ekuador dan Peru. Saat terjadinya *El Nino* suhu permukaan air laut di pasifik bagian timur akan naik. Kejadian ini bisa tampak secara kasat mata di daerah Ekuador dan Peru. *El Nino* biasanya terjadi di sekitar bulan desember. Ada beberapa tahapan terjadinya *El Nino*, yang pertama adalah naiknya suhu di bagian tengah dan timur perairan pasifik, kemudian yang kedua adalah pembentukan awan yang terjadi di daerah tersebut, dan yang ketiga adalah terhambatnya pembentukan awan di daerah barat samudera pasifik dikarenakan tekanan udara yang meningkat.

La Nina adalah keadaan alam yang berbanding terbalik dengan *El Nino*. *La Nina* secara etimologi diartikan sebagai anak perempuan. Kejadian *La Nina* adalah turunnya suhu di daerah samudera pasifik dan sekitar daerah Ekuador. Berbeda dengan *El Nino* yang dapat dilihat tandanya secara fisik, *La Nina* tidak dapat dilihat secara fisik sehingga sulit untuk memperkirakan terjadinya *La Nina*. Pengaruh yang ditimbulkan *La Nina* juga mempengaruhi daerah di Indonesia. Beberapa diantaranya yang sangat berpengaruh dari terjadinya *La Nina* adalah naiknya potensi hujan dan juga naiknya tinggi curah hujan di berbagai daerah di Indonesia dan sekitarnya.

Rangkaian fenomena alam *El Nino* dan *La Nina* banyak sekali berpengaruh di daerah Indonesia. Perubahan Iklim ini memang tidak berpengaruh secara langsung terhadap konflik sosial akan tetapi perubahan iklim berpengaruh terhadap kemiskinan, ketidakstabilan politik, dan kemerosotan ekonomi (Subiyanto dkk., 2018). Indonesia adalah salah satu daerah yang terpengaruh besar akibat fenomena alam ini. Akan tetapi daerah-daerah yang dominan terpengaruh oleh fenomena ini belum dapat kita ketahui secara spesifik. Sehingga pencegahan dan penanggulangan belum terlaksana dengan baik.

Hujan sendiri merupakan unsur iklim yang sangat tinggi tingkat variabilitasnya dalam skala ruang dan waktu sehingga dibutuhkan data observasi yang panjang dengan perwakilan sebaran data yang memadai. Akan tetapi, ketersediaan data curah hujan saat ini masih tergolong rendah, kurang lengkap dan kurang akurat. Sering ditemukannya kendala yang dihadapi seperti adanya data *time series* yang kurang panjang atau tidak lengkap di

lapangan dikarenakan adanya kekosongan atau kehilangan data curah hujan. Kendala lainnya seperti jumlah stasiun hujan yang kurang tersebar merata, kurangnya tenaga pengamat di stasiun hujan, sistem pengamatan dan pemasukan data yang masih manual juga menyebabkan data pengamatan sulit didapatkan dengan cepat dan tepat. Ketidaklengkapan data akan berpengaruh terhadap ketelitian dan ketepatan analisis selanjutnya.

Untuk mengatasi kendala-kendala tersebut maka dibutuhkan metode alternatif untuk memperoleh ketersediaan dan tingkat keakurasian data curah hujan. Oleh karena itu, metode yang bisa digunakan yakni membandingkan data curah hujan terukur di lapangan pada stasiun curah hujan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) dengan data curah hujan dari satelit *Tropical Rainfall Measurement Mission* (TRMM) dan melihat korelasi kedua data tersebut menggunakan perhitungan metode spektral (Angin, 2020).

TRMM (*Tropical rainfall measuring mission*) adalah sebuah misi untuk mempelajari dan menganalisa data hujan di daerah tropis, yang berarti salah satunya adalah Indonesia. Kelebihan dari data yang dihasilkan oleh TRMM adalah bahwa kita bisa menentukan titik yang diinginkan untuk dianalisis data hujannya (Noor dkk., 2016). Akan tetapi ada perbedaan antara data TRMM dan data dari stasiun hujan. Sehingga perlunya analisis korelasi antara dua data tersebut. Analisis terhadap korelasi data diharapkan dapat memudahkan peneliti untuk menganalisis daerah tertentu yang belum tentu dapat terwakili oleh stasiun hujan yang ada di daerah tersebut (Aditya dkk., 2014).

Dalam memperhitungkan pengaruh yang diakibatkan *El Nino* dan *La Nina* ada beberapa metode yang dapat digunakan diantaranya adalah Metode FFT (*Fast Fourier Transform*) dan Metode *Lomb Periodogram*. Metode ini secara khusus dapat mengetahui peningkatan dan penurunan yang terjadi pada curah hujan yang menghasilkan bentuk spektrum hujan yang dihasilkan dari data curah hujan yang didapat (Noya dkk., 2014). Metode ini mempunyai tingkat ketelitian yang berbeda. Masing-masing dari metode ini memiliki keunggulan. Sehingga membandingkan kedua metode ini untuk melakukan analisis dirasa tepat. Metode FFT (*Fast Fourier Transform*) adalah metode analisis spektrum yang sederhana dan prosesnya yang lebih cepat. Sedangkan metode *Lomb Periodogram* memiliki metode yang lebih rumit tetapi cenderung memiliki akurasi yang tinggi. Sehingga didalam penelitian ini memfokuskan pada perbandingan data puncak spektrum hasil dari analisis dengan dua metode yang berbeda.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas diatas didapatkan beberapa rumusan masalah yang menjadi pokok bahasan sebagai berikut:

- a. Mengetahui seberapa besar pengaruh anomali iklim terhadap curah hujan dan perulangannya di Provinsi Aceh, Kalimantan Tengah dan Maluku.
- b. Mengetahui daerah mana yang memiliki pengaruh paling tinggi oleh anomali iklim berdasarkan data tinggi curah hujan di Provinsi Aceh, Kalimantan Tengah dan Maluku.

- c. Mengetahui kecenderungan pertumbuhan anomali iklim yang terjadi di Provinsi Aceh, Kalimantan Tengah dan Maluku.

1.3 Batasan Masalah

Untuk hasil yang sesuai dengan tujuan maka ditetapkan beberapa batasan masalah dan ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

- a. Panjang data hujan yang digunakan adalah dari tahun 1998-2019 dengan dua sumber data hujan, yaitu dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan *Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)*.
- b. Lokasi penelitian yaitu stasiun-stasiun yang terdapat pada Provinsi Aceh, Kalimantan Tengah dan Maluku.
- c. Analisis pengaruh anomali iklim di Provinsi Aceh, Kalimantan Tengah dan Maluku ini menggunakan dua metode yaitu FFT (*Fast Fourier Transform*) dan Metode *Lomb Periodogram*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari analisis anomali iklim dan pengaruhnya terhadap curah hujan di Provinsi Aceh, Kalimantan Tengah dan Maluku ini adalah sebagai berikut:

- a. Menganalisis besarnya pengaruh anomali iklim terhadap curah hujan dan perulangannya di Provinsi Aceh, Kalimantan Tengah dan Maluku berdasarkan data BMKG dan metode FFT.
- b. Menganalisis besarnya pengaruh anomali iklim terhadap curah hujan dan perulangannya di Provinsi Aceh, Kalimantan Tengah dan Maluku berdasarkan data TRMM dan metode FFT.

- c. Menganalisis besarnya pengaruh anomali iklim terhadap curah hujan dan perulangannya di Provinsi Aceh, Kalimantan Tengah dan Maluku berdasarkan data BMKG dan metode *Lomb Periodogram*.
- d. Menganalisis besarnya pengaruh anomali iklim terhadap curah hujan dan perulangannya di Provinsi Aceh, Kalimantan Tengah dan Maluku berdasarkan data TRMM dan metode *Lomb Periodogram*.
- e. Menganalisis daerah stasiun hujan yang terdampak paling tinggi oleh anomali iklim dengan membandingkannya satu sama lain.
- f. Menganalisis kecenderungan pertumbuhan anomali iklim tiap 11,2 tahun dengan skala meningkat 1 tahun di Provinsi Aceh, Provinsi Kalimantan Tengah dan Provinsi Maluku.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan ini memiliki beberapa manfaat diantaranya sebagai berikut:

- a. Memberikan informasi seberapa besar pengaruh anomali iklim terhadap curah hujan dan perulangannya di Provinsi Aceh, Kalimantan Tengah dan Maluku.
- b. Memberikan informasi daerah mana yang terdampak paling tinggi terhadap fenomena anomali iklim.
- c. Memberikan informasi tentang kecenderungan pertumbuhan anomali iklim tiap 11,2 tahun dengan skala meningkat 1 tahun di Provinsi Aceh, Kalimantan Tengah dan Maluku.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait

Sebelum melakukan analisis dan perhitungan, dilakukan kajian literatur terlebih dahulu dengan menggunakan beberapa penelitian terkait penelitian ini. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hipotesa sementara yang dapat dibuktikan dengan penelitian ini dan juga prosedur yang baik dalam melakukan analisis data.

Pada penelitian terdahulu yang berjudul “Perbandingan Curah Hujan Bulanan dari Data Pengamatan Permukaan, Satelit Trmm Dan Model” telah membandingkan data curah hujan bulanan antara hasil pengamatan di permukaan (observatorium) dengan data hasil pengukuran satelit *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) serta hasil keluaran model permukaan NOAA sudah dilaksanakan di beberapa lokasi yakni Medan, Indramayu, Karang Ploso dan Makassar. Penelitian dilakukan dengan rentang data tahun 1998 hingga 2007. Hasil perbandingan memperlihatkan nilai korelasi antara 0.7-0.9 data curah hujan dari TRMM yang berpotensi dapat digunakan untuk mengisi data-data pengamatan di darat yang kosong baik secara temporal untuk series data suatu lokasi, ataupun mengisi kekosongan spasial suatu daerah yang kurang mempunyai kerapatan pengamatan curah hujan di

permukaan (Gunawan, 2008).

Penelitian terdahulu (Hartantio dkk., 2021) yang berjudul “Pengaruh *El Nino* dan *La Nina* Terhadap Data-Data Hujan Kabupaten Lampung Barat Provinsi Lampung”, menggunakan perbandingan dua metode penelitian yaitu Metode *Fast Fourier Transform* (FFT) dan Metode *Lomb Periodogram*. Penelitian ini memberikan pengetahuan metode mana yang dapat dipakai dalam menganalisis spektrum data curah hujan yang ada. Sehingga dampak terhadap curah hujan yang disebabkan oleh fenomena *El Nino* dan *La Nina* dapat dilihat dan dibandingkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Lomb Periodogram* memiliki tingkat akurasi yang lebih baik daripada metode FFT dikarenakan metode *Lomb Periodogram* dapat membaca panjang data lebih akurat dibandingkan metode FFT.

Penelitian terdahulu selanjutnya yang berjudul “Analisis Pengaruh Anomali Iklim Terhadap Curah Hujan di Propinsi Bengkulu” juga menjadi referensi bagaimana melihat pengaruh anomali iklim terhadap curah hujan dan juga menganalisis untuk mengetahui daerah yang dominan terpengaruh anomali iklim (Ismail dkk., 2020). Penelitian ini fokus kepada anomali iklim dengan membandingkan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) dan *Lomb Periodogram*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan FFT didapat nilai perulangan hujan dominan 2.8035 tahun yang terpengaruh anomali iklim IODM dan juga menggunakan *Lomb Periodogram* didapat nilai 3.8-4.4 tahun yang terpengaruh *El Nino* dan *La Nina*. Penelitian ini

menjadi pembanding dalam melakukan analisis di lokasi yang berbeda dan lebih luas. Sehingga dapat memperbaiki kekurangan yang ada didalam penelitian ini dengan perbandingan metode dan penambahan data yang lebih banyak.

2.2. Hujan

2.2.1 Pengertian Hujan

Hujan adalah hidrometeor berupa partikel air dari lapisan atmosfer bumi yang jatuh dan berukuran diameter 0,5 mm atau lebih (Bayong, 1999). Hidrometeor yang jatuh ke tanah dapat dihitung dengan mengukur tinggi hujan menurut volume air hujan per satuan luas. Besarnya hasil pengukuran hujan disebut dengan curah hujan.

Hujan umumnya terjadi karena pendinginan suhu udara atau penambahan uap air ke udara, atau bahkan memungkinkan terjadi secara bersamaan. Turunnya hujan tidak lepas dari pengaruh kelembaban udara yang memacu jumlah titik-titik air yang ada di udara. Indonesia mempunyai wilayah yang dilalui garis khatulistiwa dan sebagian besar wilayahnya merupakan wilayah tropis, walaupun demikian beberapa wilayah di Indonesia mempunyai intensitas hujan yang cukup besar (Perdana dkk., 2015).

Hujan menurut bentuknya dapat terdiri dari dua jenis, yaitu dapat berupa es atau cair. Proses hujan dapat disebut juga presipitasi. Hujan di wilayah tropis seperti yang terjadi di Indonesia adalah hujan dalam

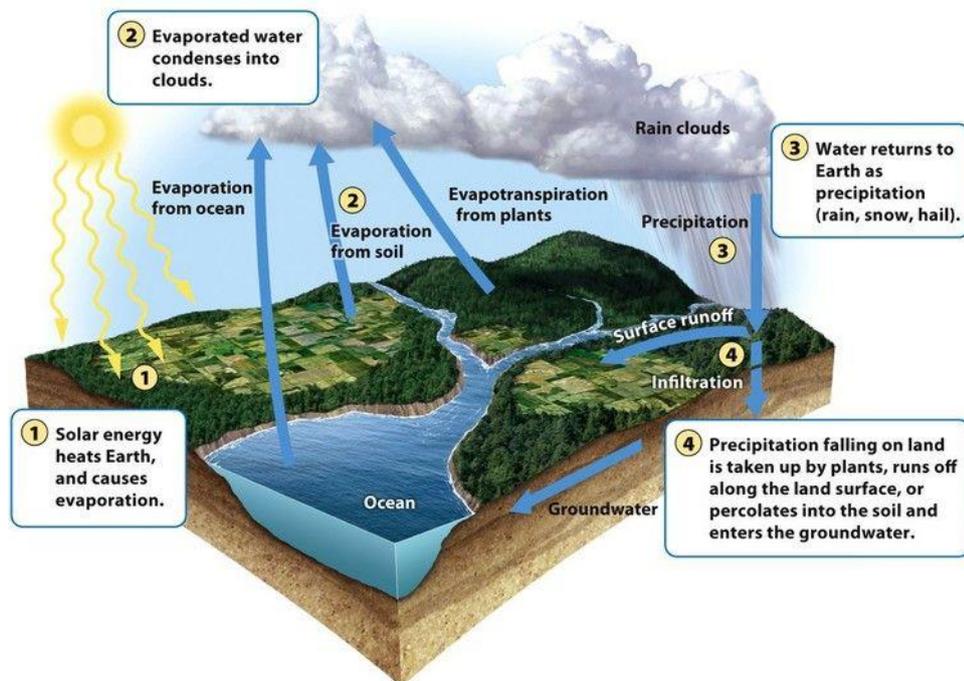
bentuk cair. Didalam kehidupan sehari-hari, di Indonesia hujan merupakan bagian yang penting, yaitu dalam menentukan hasil produksi industri pangan, jumlah air yang bisa digunakan serta kebutuhan lingkungan hidup terhadap air.

2.2.2 Proses Terjadinya Hujan

Hujan pada dasarnya bisa terjadi di sembarang tempat yang memiliki massa udara lembab dan sarana meteorologis yang bisa mengangkat massa udara tersebut untuk berkondensasi (Harto, 2009). Hujan terjadi dalam beberapa proses sirkulasi air yang terus-menerus dan terjadi secara berulang. Prosesnya dikenal dengan sebutan siklus hidrologi. Siklus hidrologi terdiri dari beberapa fase yang terjadi hingga turunnya hujan, beberapa diantaranya yaitu evaporasi, kondensasi, adveksi dan presipitasi.

Awal terjadinya siklus hidrologi dimulai dari evaporasi atau terjadinya penguapan. Penguapan ini terjadi di laut maupun di daerah yang memiliki penyimpanan air baik besar ataupun kecil. Penguapan air yang terjadi merupakan perubahan molekul dari bentuk cair ke bentuk uap yang sebagian besar diakibatkan oleh panas matahari, kemudian mengakibatkan naiknya molekul air tersebut ke atmosfer dan terbentuknya awan. Sedangkan proses penguapan yang berasal dari tumbuhan dan hewan disebut dengan transpirasi. Dari seluruh proses yang terjadi diatas akan mengakibatkan kondensasi atau perubahan molekul uap menjadi butir-butir air yang akhirnya jatuh sebagai hujan

dari atmosfer bumi atau biasa dikenal dengan presipitasi. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber : www.i.pinimg.com

Gambar 1. Proses Terjadinya Hujan

Sehingga dapat disimpulkan bahwa terjadinya hujan terdiri dari banyak proses. Proses ini berpengaruh sekali terhadap terjadinya hujan, baik berpengaruh dimana akan terjadinya hujan hingga intensitas hujan yang akan dihasilkan.

2.2.3 Curah Hujan

Salah satu unsur iklim yang sulit diprediksi dikarenakan mempunyai keragaman tinggi dalam skala ruang ataupun waktu yakni curah hujan. Derajat kesulitan ini menurun setelah ditemukannya beberapa metode analisis data hujan yang handal. Namun, dalam melakukan analisis

data hujan ini membutuhkan ketersediaan data hujan observasi yang lengkap, yakni periode pencatatannya yang kontinu serta jumlah stasiun penakarnya yang mewakili kondisi wilayah yang diukur (Dasanto dkk., 2014).

Data curah hujan diperlukan dalam merencanakan bangunan air ataupun perhitungan kebutuhan air. Data hujan ini memberikan input langsung sebagai data utama dalam melakukan pemodelan hujan lebat, banjir, dan tanah longsor. Selain itu, data hujan juga bisa digunakan untuk perhitungan aplikasi yang relevan seperti sistem irigasi pertanian dan sistem drainase perkotaan (Sungmin dkk., 2018).

2.2.4 Parameter Hujan

Hujan dapat dinyatakan dalam kedalaman aliran dengan satuan milimeter (mm). Satu milimeter hujan berarti ketinggian air hujan dalam radius 1 m² adalah setinggi 1 mm (Perdana dkk., 2015). Kedalaman hujan yang terjadi dalam suatu satuan waktu dikenal dengan sebutan intensitas hujan dan dinyatakan dalam mm/jam, mm/hari, mm/minggu, mm/bulan, mm/tahun yang disebut berturut-turut dengan hujan jam-jaman, mingguan, bulanan, tahunan dan seterusnya. Hujan dibedakan kedalam 5 keadaan hujan sesuai intensitas hujan masing-masing (Sosrodarsono, 1973), dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Keadaan Hujan dan Intensitas Hujan

Keadaan Hujan	Intensitas Hujan	
	mm/jam	mm/hari
Hujan sangat ringan	<1	<5
Hujan ringan	1-5	5-20
Hujan normal	5-10	20-50
Hujan lebat	10-20	50-100
Hujan sangat lebat	>20	>100

Sumber : Hidrologi untuk Pengairan (Sosrodarsono, 1973)

Lamanya hujan atau durasi terjadinya hujan adalah selang waktu yang terjadi selama hujan turun dari awal sampai hujan berhenti, yang dinyatakan dalam satuan jam. Intensitas hujan rerata merupakan perbandingan antara kedalaman hujan dan durasi waktunya. Hubungan variasi kedalaman hujan terhadap durasi hujan dapat digambarkan pada sebuah histogram dengan durasi hujan sebagai absis dan kedalaman hujan sebagai ordinat. Distribusi hujan tidak sama sesuai dengan durasi hujan yang ditinjau seperti hujan jam-jaman, harian, bulanan maupun tahunan. Distribusi hujan ini dibutuhkan untuk pembuatan rancangan serta pengendalian banjir.

2.2.5 Pengukuran Data Hujan

Data curah hujan didapat melalui pengukuran di permukaan bumi (*Ground Data*) atau melalui penginderaan jarak jauh seperti satelit dan radar. Metode atau alat guna memperoleh data curah hujan diantaranya sebagai berikut:

a. Alat Penakar Hujan Manual

Merupakan alat pengukur hujan yang terdiri dari corong dan botol penampung yang terdapat di dalam tabung silinder. Alat ini ditempatkan di lokasi yang terbuka dan tidak dipengaruhi pepohonan atau gedung-gedung disekitarnya. Data kedalaman hujan dapat diketahui dengan menakar volume air yang tertampung dalam tabung dan luas corongnya. Curah hujan yang kurang dari 0,1 mm akan dicatat sebagai 0,0 mm dan harus dibedakan dengan yang tidak ada hujan yang akan dicatat sebagai garis (-). Pengukuran dilakukan pada pagi hari disetiap harinya, sehingga hujan yang tercatat sebagai data merupakan data hujan yang terjadi selama satu hari sebelumnya, atau biasa dikenal dengan data hujan harian. Kekurangan alat ini adalah tidak dapat diketahuinya kekerasan hujan (intensitas), lama waktu hujan (durasi), dan kapan terjadinya (Petonengan dkk., 2016).

Alat penakar hujan manual yang umum digunakan di Indonesia yaitu tipe Observatorium atau Ombrometer. Alat penakar hujan manual tipe Observatorium atau Ombrometer dapat dilihat pada Gambar 2.



Sumber: <http://metklininstrumen.blogspot.com>

Gambar 2. Alat Penakar Hujan Manual Tipe Observatorium

b. Alat Penakar Hujan Otomatis

Merupakan alat penakar hujan secara kontinyu untuk mengetahui intensitas dan durasi hujan. Penakar hujan jenis *Hellman* merupakan alat penakar hujan otomatis berjenis *recording* atau bisa mencatat sendiri. Alat ini biasa digunakan di stasiun-stasiun pengamatan udara permukaan. Pengamatan dilakukan setiap hari di jam-jam tertentu walaupun cuaca dalam kondisi baik atau hari sedang cerah. Alat ini melakukan pencatatan jumlah curah hujan yang sudah terkumpul dalam bentuk garis vertikal yang tercatat pada kertas pias. Penakar hujan jenis *Hellman* ini membutuhkan perawatan yang cukup intensif untuk menghindari kerusakan-kerusakan yang seringkali terjadi.

Data curah hujan sangat penting diperoleh untuk kebutuhan BMKG dan masyarakat yang membutuhkan. Sehingga kualitas data curah hujan yang diperoleh haruslah mempunyai tingkat akurasi yang tinggi. Maka seorang *observer* atau pengamat wajib memiliki pengetahuan mengenai alat penakar hujan yang digunakan di stasiun pengamat secara baik.

Pada alat penakar jenis *Hellman* ini apabila air hujan turun, maka air akan masuk melalui corong dan terkumpul didalam pelampung tabung. Air hujan ini mengakibatkan pelampung serta tangkinya terangkat naik. Pada tangki pelampung terdapat tongkat pena yang bergerak mengikuti tangga pelampung. Gerakan pena dicatat pada pias yang digulung pada silinder jam yang bisa berputar dengan bantuan tenaga per.



Sumber: <https://www.kajianpustaka.com/>

Gambar 3. Alat Penakar Hujan Otomatis Jenis *Hellman*

Apabila air dalam tabung terisi hampir penuh maka pena akan mencapai tempat teratas pada pias. Kemudian air mencapai dan melewati puncak lengkungan selang gelas, dan berdasarkan sistem sifon otomatis, maka air dalam tabung akan keluar hingga ketinggian ujung selang dalam tabung. Bersamaan dengan air yang keluar, tangki pelampung dan pena turun dan pencatatannya pada pias secara garis lurus vertikal. Apabila hujan masih turun terus menerus, maka pelampung akan naik kembali seperti diatas. Sehingga jumlah curah hujan bisa ditentukan dengan menghitung garis vertikal.

c. Penginderaan Jarak Jauh

Data hujan terukur di lapangan seringkali tidak memenuhi parameter yang diperlukan dalam menganalisis pola spasial curah hujan. Hal ini terjadi umumnya disebabkan oleh varietas spasial yang ada di suatu wilayah yang berbeda-beda. Sehingga penginderaan jarak jauh seperti satelit dalam hal ini diharapkan mampu memenuhi semua informasi yang dibutuhkan guna menganalisis pola spasial hujan yang lebih tepat.

Satelit sudah banyak dikembangkan di beberapa negara maju seperti Jepang dan Amerika Serikat. Satelit berguna untuk memantau data curah hujan dan sebagai data pembanding *Ground Data*. Kelebihan perkiraan data hujan satelit yakni dalam hal cakupan spasial, ketepatan waktu dan efisiensi biaya dalam pengukuran kedalaman hujan jika dibandingkan dengan data hujan

permukaan (Vernimmen dkk., 2012). Kelebihan ini menguntungkan wilayah-wilayah Indonesia yang berkepulauan dan mempunyai peta kontur serta cakupan spasial yang berbeda-beda. Namun satelit juga memiliki kelemahan yaitu pengukuran curah hujannya bukan berdasarkan titik hujan yang jatuh di permukaan bumi melainkan hujan yang masih berada di angkasa atau masih dalam bentuk awan hujan.

2.3. *Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)*

Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) merupakan proyek bersama antara NASA dan badan antariksa Jepang (JAXA) yang diluncurkan pada tanggal 27 November 1997. Pemakaian pertama kali dari kedua instrumen gelombang mikro aktif dan pasif, dengan orbit inklinasi rendah (35°) menjadikan TRMM sebagai satelit terdepan di dunia guna studi curah hujan dan proses iklim di wilayah tropis (Braun dkk., 2011).

Satelit TRMM diluncurkan di Jepang dan dibawa oleh roket H-II di pusat stasiun peluncuran roket milik JAXA di Tanegashima-Jepang, berorbit polar dengan sudut inklinasi 35° terhadap ekuator, berada pada ketinggian orbit 350 km pada saat awal diluncurkan, kemudia diubah ketinggian orbitnya menjadi 403 km sejak 24 Agustus 2001 hingga sekarang.

Data TRMM merupakan data presipitasi (hujan) yang diperoleh dari satelit meteorologi TRMM dengan sensor PR (*Precipitation Radar*), TMI (TRMM *Microwave Imager*), dan VIRS (*Visible and Infrared Scanner*) (Syaifullah,

2014). Data hujan yang dihasilkan oleh TRMM mempunyai tipe dan bentuk yang cukup bervariasi dimulai dari level 1 hingga level 3. Level 1 merupakan data yang masih dalam bentuk raw yang sudah dikalibrasi dan dikoreksi geometrik. Level 2 merupakan data yang sudah mempunyai gambaran parameter geofisik hujan pada resolusi spasial yang sama namun masih dalam kondisi asli keadaan hujan saat satelit tersebut melalui daerah yang direkam. Level 3 merupakan data yang sudah mempunyai nilai-nilai hujan, terutama kondisi hujan bulanan yang merupakan gabungan kondisi hujan dari level 2 (Syaifullah, 2014). Guna memperoleh data hujan dalam bentuk milimeter (mm) sebaiknya memakai level 3 dengan resolusi spasial $0,25^\circ \times 0,25^\circ$ dan resolusi temporal setiap 3 jam.

Produk TRMM *Multisatellite Precipitation Analysis* (TMPA) merupakan data hasil analisis dari beberapa satelit meteorologi yang dikombinasikan guna memproduksi data hujan dan mempunyai tingkat akurasi data yang lebih baik dari data-data aslinya. Data TRMM level 3 (3B42RT) dalam bentuk presipitasi harian sudah tersedia secara *archive* di situs NASA dan bisa diakses dan diunduh melalui <https://giovanni.gsfc.nasa.gov>.

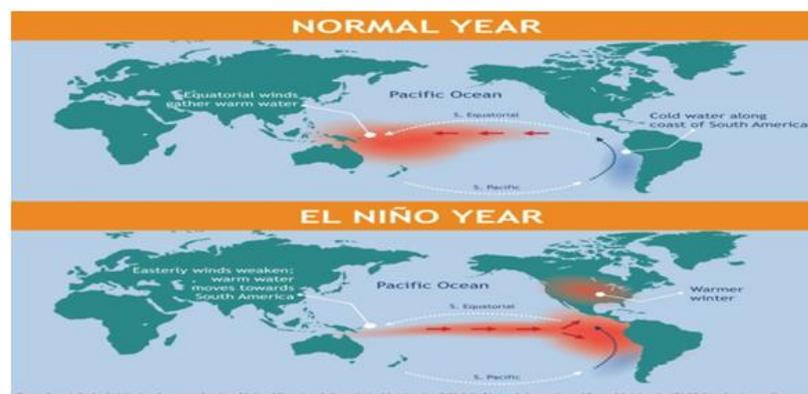
Satelit TRMM ini sendiri mempunyai beberapa misi dari peluncurannya (Graham, 1999) yakni diantaranya:

1. Guna mendapatkan dan mempelajari set data sains tahunan pengukuran curah hujan tropis dan subtropis.
2. Guna memahami bagaimana interaksi antara udara, laut dan daratan menghasilkan perubahan dalam curah hujan dan iklim global.

3. Guna menaikkan tingkatan pemodelan proses curah hujan tropis dan pengaruhnya terhadap sirkulasi global dengan tujuan memprediksi curah hujan dan variabilitas pada berbagai periode waktu.
4. Guna menguji, mengevaluasi dan meningkatkan teknik pengukuran curah hujan satelit.

2.4 *El Nino*

El Nino adalah salah satu anomali atau fenomena penyimpangan alam. Secara bahasa *El Nino* diartikan sebagai anak laki-laki. Kata ini dipakai para nelayan sepanjang pantai ekuador. Fenomena penyimpangan alam *El Nino* dapat dilihat secara jelas di daerah Equador dan Peru. Fenomena *El Nino* ini memperlihatkan adanya arus/aliran panas samudera yang terjadi di sekitar natal dan bulan-bulan berikutnya. Dalam kondisi normal daerah pasifik barat tropis akan lebih hangat daripada pasifik timur. Akibatnya angin ekuatorial berhembus ke arah barat membantu konveksi di Pasifik barat dan subsidensi di Pasifik timur. Kejadian *El Nino* terjadi pada bulan Desember, kemudian semakin kerap terjadi dengan periode ulang tiga hingga tujuh tahun. Fenomena ini terjadi hanya dalam beberapa bulan namun dapat memengaruhi iklim dunia selama lebih dari satu tahun. Pengaruh ekstrim dari fenomena anomali *El Nino* yaitu terjadinya cuaca ekstrim di sekitar Samudera Pasifik yang dapat menyebabkan kekeringan yang dahsyat.



Sumber : www.google.com/elnino

Gambar 4. Perbedaan Kondisi Normal dan Kondisi *El Nino*

2.5 *La Nina*

La Nina adalah sebuah fenomena alam selain *El Nino*. Fenomena ini dapat diartikan secara bahasa adalah anak perempuan. Kondisi saat *La Nina* terjadi itu berkebalikan dengan kondisi terjadinya *El Nino*. Dampak yang dihasilkan pun berbeda di tiap daerah. *La Nina* terjadi saat suhu di daerah pasifik tengah dan timur lebih rendah dari suhu pada waktu umumnya. Sehingga menyebabkan terhambatnya pembentukan awan dikarenakan tekanan udara kawasan pasifik barat menurun. Sedangkan daerah pasifik barat yang tekanan udaranya rendah mulai terbentuk awan Cumulus Nimbus. Awan ini menyebabkan turunnya hujan lebat yang juga disertai oleh petir. Sifat udara yang bergerak dari tempat tinggi ke tempat yang rendah sehingga menyebabkan udara dari pasifik tengah dan timur bergerak ke pasifik barat. Hal ini juga yang menyebabkan di daerah pasifik tengah dan timur awan konvektif bergerak ke arah pasifik barat.

Rata rata *La Nina* terjadi 3 tahun sampai 7 tahun sekali. *La Nina* sulit sekali diprediksi kejadiannya. *La Nina* juga berlangsung lama sekitar 12 bulan

sampai 36 bulan. *La Nina* tidak mempunyai periode tetap sehingga sulit diperkirakan kejadiannya pada enam hingga sembilan bulan sebelumnya. Namun ada beberapa parameter yang umumnya digunakan untuk memprediksi *La Nina*, parameter tersebut adalah sebagai berikut:

1. *SOI (Southern Oscillation Index)*

SOI adalah nilai yang menunjukkan perbedaan tekanan pada permukaan laut. Indeks ini didasarkan oleh pengamatan tekanan udara pada permukaan laut tahiti dan darwin. Berikut rumus yang digunakan dalam menghitung *SOI* oleh *Bureau Meteorology of Australia*:

$$SOI = 10 \frac{P_{diff} - P_{diffav}}{SD(P_{diff})} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

P_{diff} = Selisih antara rata-rata satu bulan SLP Tahiti dan rata-rata SLP Darwin

P_{diffav} = Rata-rata jangka panjang P_{diff} di bulan yang dimaksud

$SD(P_{diff})$ = Standar Deviasi jangka panjang dari P_{diff} di bulan yang dimaksud

2. Suhu Muka Laut

Suhu permukaan air laut seringkali menjadi parameter terhadap perubahan yang terjadi pada permukaan laut. Suhu permukaan air laut menjadi parameter dalam mempelajari proses fisika, kimia dan biologi laut. Sehingga jika kita pahami bagaimana proses terjadinya *La Nina* bahwa suhu permukaan air laut menjadi salah satu prediksi *La Nina*.

3. Angin Pasat

Salah satu faktor prediksi *La Nina* adalah angin pasat. Dalam ciri-ciri terjadinya *La Nina* angin pasat akan menguat sehingga nilai kecepatan angin menjadi salah satu faktor untuk memprediksi *La Nina*.

2.6 Perulangan Terjadinya *El Nino* dan *La Nina*

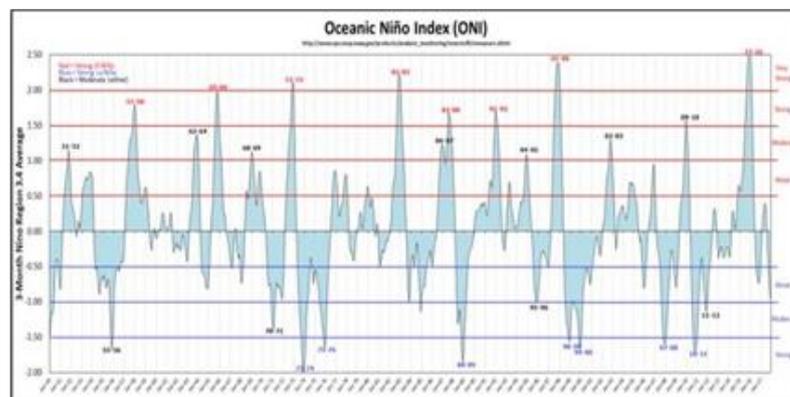
Dalam proses terjadinya fenomena alam selama ini *El Nino* dan *La Nina* kecil sekali kemungkinan terjadi secara tunggal. Kejadian secara berurutan lebih umum untuk *El Nino* dan *La Nina*. Biasanya *La Nina* terjadi sebelum *El Nino* atau sesudah *El Nino*. *El Nino* terjadi sebanyak 24 kali sedangkan *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. Dapat dilihat secara deskriptif bahwa kemungkinan terjadinya *La Nina* setelah *El Nino* tidak begitu besar. Dilihat dari terjadinya *El Nino* dan *La Nina* dari 1952 hingga 2017 kita dapat juga melihat skala *El Nino* dan *La Nina* yang terjadi. Apakah terjadinya fenomena alam tersebut masuk ke dalam skala rendah, sedang atau kuat. Di dalam Tabel 2 dibawah ini menunjukkan kejadian *El Nino* dan *La Nina* termasuk skala kejadian *El Nino* dan *La Nina* sebagai berikut:

Tabel 2. *El Nino* dan *La Nina* 1952 - 2017

<i>El Nino</i>				<i>La Nina</i>		
<i>Weak</i>	<i>Moderate</i>	<i>Strong</i>	<i>Very Strong</i>	<i>Weak</i>	<i>Moderate</i>	<i>Strong</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		1999-00*
1977-78	2002-03			1984-85		2007-08*
1979-80	2009-10			2000-01		2010-11*
2004-05				2005-06*		
2006-07				2008-09		
2014-15*				2016-17		

Sumber : Ggweather.com

Di dalam tabel tersebut menunjukkan berapa banyak terjadinya *El Nino* dan *La Nina* dan juga skala terjadinya *El Nino* dan *La Nina*. Dalam menentukan skala dari besaran *El Nino* dan *La Nina* digunakan ONI (*Oceanic Nino Index*) besaran dan bentuk index tersebut dapat kita lihat di Gambar 5.



Sumber : Ggweather.com

Gambar 5. *Oceanic Nino Index*

Di dalam menentukan kriteria jenis fenomena alam *El Nino* dan *La Nina* masuk dalam kategori mana juga bisa digunakan tabel kategori *El Nino* dan *La Nina* yang ada di Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi *El Nino* dan *La Nina*

Anomali SST	Kejadian
< -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 : Ggweather.com

Jika kita melihat data dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa setidaknya sejak tahun 1957 terdapat delapan kejadian *El Nino* kuat-sangat kuat, yaitu pada tahun 1957-1958, 1965-1966, 1972-1973, 1982-1983, 1987-1988, 1991-1992, 1997-1998, 2015-2016. Jika dikaitkan dengan fakta kejadian *La-Nina* sesudah *El-Nino* maka diperoleh hasil sebagai berikut:

- a. *El Nino* 1957-1958 : tidak diikuti *La Nina*.
- b. *El Nino* 1965-1966 : netral kemudian diikuti *La Nina*.
- c. *El Nino* 1972-1973 : diikuti *La Nina* kuat.
- d. *El Nino* 1982-1983 : diikuti *La Nina* lemah.
- e. *El Nino* 1987-1988 : diikuti *La Nina* kuat.
- f. *El Nino* 1991-1992 : tidak diikuti *La Nina*.
- g. *El Nino* 1997-1998 : diikuti *La Nina* kuat.
- h. *El Nino* 2015-2016 : diikuti *La Nina* lemah.

2.7 Metode Spektral (*Fast Fourier Transform*)

Metode spektral merupakan transformasi dari metode *fourier* namun lebih cepat dalam pemakaiannya daripada metode *fourier*. Metode spektral dipakai untuk analisis data *time series*. Metode ini juga dipakai untuk

mengetahui perulangan dan periodesitas yang terjadi terhadap data curah hujan. Transformasi data yang dilakukan oleh metode spektral ini yaitu melakukan perubahan sinyal data dalam bentuk domain waktu kedalam bentuk domain frekuensi. Sehingga kita bisa melihat periodiknya dan juga menentukan pola serta jenis cuaca yang terlibat didalam waktu tersebut. Metode ini dapat dipresentasikan kedalam Persamaan (2) (Zakaria, 2008):

$$P(fm) = \frac{\Delta t}{2\sqrt{\pi}} \sum_{n=-N/2}^{n=N/2} P(t_n) : e^{\frac{-2.\pi.i}{M}.m.n} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

$P(t_n)$ = Data seri curah hujan dalam domain waktu

$P(fm)$ = Data dalam domain frekuensi

t_n = Variabel seri dari waktu yang mempresentasikan panjang data ke N

f_m = Hujan dalam seri frekuensi (*frequency domain*)

Sehingga kejadian perulangan hujan dapat diamati dan dianalisis. Dalam metode ini juga kita dapat melihat perulangan fenomena alam yang terjadi seperti *El Nino* dan *La Nina* serta dampak terhadap curah hujan dari data yang digunakan.

2.8 Metode *Lomb Periodogram*

Dengan menggunakan metode ini juga kita dapat melihat dampak dan perulangan *El Nino* dan *La Nina*. Metode ini memakai waktu analisis yang lebih lama. Akan tetapi metode ini mempunyai keunggulan data yang dimiliki tidak perlu berkala secara waktu. Dan juga dapat melihat periode ekstrim yang terjadi didalam analisis data tersebut.

$$P(f) = \frac{1}{4.\pi.s^2} \left\{ \frac{[\sum_{i=1}^n (x-\bar{x}) \cos \omega(t_i-\tau)]^2}{\sum_{i=1}^n \cos^2 \omega(t_i-\tau)} + \frac{[\sum_{i=1}^n (x-\bar{x}) \sin \omega(t_i-\tau)]^2}{\sum_{i=1}^n \sin^2 \omega(t_i-\tau)} \right\} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana τ didefinisikan sebagai berikut:

$$\tan(2\omega\tau) = \frac{\sum_{i=1}^n \sin(2\omega t_i)}{\sum_{i=1}^n \cos(2\omega t_i)} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

$P(f)$ = *Periodogram*

\bar{x} = Rata Rata tinggi curah hujan

x = Tinggi Curah Hujan

t = Waktu

ω = Frekuensi

Dengan menggunakan dua metode yaitu *Fast Fourier Transform* dan *Lomb Periodogram* sehingga dapat mengetahui perbandingan antar dua metode dan memberikan gambaran atas beberapa data hujan yang akan dianalisis di dalam penelitian ini.

2.9 Dampak Anomali Iklim di Indonesia

Pengaruh *El Nino* di Indonesia pada saat terjadinya fenomena alam tersebut adalah menurunkan suhu permukaan air laut. Sehingga menghalangi terbentuknya awan atau proses kondensasi uap air. Hal ini menyebabkan kekeringan di berbagai tempat dan berkurangnya curah hujan yang dihasilkan.

Sementara dampak *La Nina* di Indonesia adalah naiknya suhu permukaan air laut sehingga terjadinya pembentukan awan lebih baik daripada kondisi

secara umum. Hal ini juga menyebabkan tingginya curah hujan di Indonesia, didalam kondisi ini Indonesia seringkali mengalami musim kemarau yang lebih basah daripada umumnya. Dan juga mengalami bencana alam yang diakibatkan tingginya curah hujan di Indonesia seperti longsor dan banjir.

El Nino menyebabkan kekeringan di berbagai daerah di Indonesia. Tak terkecuali daerah-daerah seperti Aceh, Kalimantan Tengah, Maluku dan daerah lainnya. Didalam kejadian *El Nino*, di daerah ini mengalami kekeringan sehingga dapat menghambat pertumbuhan pertanian, perkebunan hingga mempengaruhi kehidupan sehari-hari warga di daerah tersebut.

La Nina menyebabkan bencana yang seringkali terjadi di beberapa daerah. Longsor menjadi salah satu bencana yang umum terjadi. Sehingga terputusnya akses-akses penting yang ada di provinsi-provinsi yang ada di wilayah Indonesia. *La Nina* juga mempunyai dampak terhadap bencana banjir. Bahkan beberapa banjir di provinsi-provinsi Indonesia seperti Aceh, Kalimantan Tengah dan Maluku sangat terpengaruh oleh fenomena alam ini. Didalam pengendaliannya juga seringkali tidak tepat sasaran sehingga dampak tidak dapat diminimalisir.

2.10 Analisis Data Curah Hujan yang Hilang

Untuk melakukan analisis data menggunakan metode spektral dibutuhkan data tinggi curah hujan yang memenuhi selama 22 tahun dari tahun 1998 hingga 2019. Data yang akan dilakukan analisis adalah data tinggi curah hujan dari stasiun hujan BMKG dan data TRMM. Akan tetapi data curah hujan yang

didapat dari BMKG memiliki kekurangan dikarenakan banyak data yang tidak tercatat tinggi curah hujannya. Sehingga diperlukan perhitungan yang mengatasi masalah kekurangan data yang ada di Provinsi Aceh, Provinsi Kalimantan Tengah, dan Provinsi Maluku.

Didalam penelitian ini digunakan metode yang umum dipakai untuk menganalisis data curah hujan yang hilang yaitu dengan menggunakan *Inversed Square Distance*. Metode ini menganggap bahwa data hujan terpengaruh oleh jarak yang ada antar stasiun hujan. Dan dapat menghitung data tinggi curah hujan yang hilang dengan menggunakan data stasiun hujan terdekat dan juga jarak antar stasiun hujan. Berikut adalah rumus yang digunakan dalam Metode *Inversed Square Distance* (Yusman, 2018):

$$P_x = \frac{\frac{1}{(dXA)^2}P_A + \frac{1}{(dXB)^2}P_B + \frac{1}{(dXC)^2}P_C}{\frac{1}{(dXA)^2} + \frac{1}{(dXB)^2} + \frac{1}{(dXC)^2}} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana:

P_x = Curah hujan yang hilang

P_A, P_B, P_C = Hujan di stasiun A, B, C

dXA, dXB, dXC = Jarak antar stasiun A, B, C

2.11 Analisis Korelasi

Dalam menentukan pengaruh antara variabel satu sama lain digunakanlah analisis yang dikenal dengan analisis korelasi. Analisis ini adalah suatu metode yang digunakan dalam bidang ilmu statistika untuk membahas derajat asosiasi dalam analisis regresi yang memiliki hubungan sebab akibat.

Didalam analisis ini kita dapat melihat seberapa jauh hubungan antar variabel yang berbeda.

Analisis korelasi memiliki banyak metode yang seringkali digunakan. Metode yang paling umum digunakan dalam menentukan hubungan antara dua variabel yang berbeda adalah korelasi *Pearson*. Korelasi ini menunjukkan korelasi hubungan dengan kisaran 0.0-1.0. Didalam nilai tersebut menunjukkan bahwa semakin mendekati nilai 0.0 berarti hubungan antara dua variabel tersebut semakin kecil, dan apabila nilai korelasi semakin mendekati nilai 1.0 berarti nilai korelasi antara dua variabel semakin besar. Besaran koefisien menurut analisa regresi (Walpole, 1995):

$$\text{Correl (x,y)} = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2 \sum(y-\bar{y})^2}} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana:

x = Data curah hujan TRMM

y = Data curah hujan BMKG

Nilai koefisien korelasi dilambangkan dengan huruf (R) dan terdapat beberapa kategori menurut besar nilai korelasi yang diperoleh. Dalam penelitian ini variabel yang digunakan adalah nilai spektrum tinggi curah hujan dari data BMKG dan spektrum data tinggi curah hujan dari data TRMM dari dua metode yang berbeda. Berikut adalah klasifikasi nilai korelasi menurut (Sugiyono, 2013).

Tabel 4. Klasifikasi Nilai Korelasi

Nilai Korelasi	Klasifikasi
0.0 - 0.1999	Sangat Lemah
0.2 - 0.3999	Lemah
0.4 - 0.5999	Sedang
0.6 - 0.7999	Kuat
0.8 - 1.0	Sangat Kuat

III. METODE PENELITIAN

3.1. Umum

Metode penelitian merupakan suatu langkah untuk memperoleh data, menganalisis data sampai dengan memperoleh hasil yang didapatkan. Didalam metode penelitian terdapat cara-cara dalam mendapatkan data, tahap-tahap pengolahan data hingga metode yang dipakai untuk menganalisis data. Didalam penelitian ini data yang digunakan ialah data sekunder, atau data yang didapat bukan dari hasil perolehan pribadi melainkan data yang diperoleh dari pihak terkait.

3.2. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan, diantaranya ialah sebagai berikut:

3.2.1 Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan yaitu melaksanakan kegiatan pustaka dengan mencari berbagai sumber tertulis, baik berupa buku-buku dan penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan *El Nino* dan *La Nina*. Juga melaksanakan studi terhadap metode yang dipakai dalam penelitian yaitu *Fast Fourier Transform* dan *Lomb Periodogram*. Hal

ini dikumpulkan kemudian dijadikan referensi penelitian sehingga bisa dihasilkan hipotesa dasar dan kerangka penelitian serta memperkuat argumentasi-argumentasi yang ditemukan dalam penelitian.

3.2.2 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yaitu data tinggi curah hujan dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) serta data curah hujan *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM). Data yang dipakai merupakan data curah hujan dengan rentang waktu selama 21 tahun yaitu dari tahun 1998 sampai dengan tahun 2019. Metode pengumpulan data yaitu dengan mengunduh data dari *website* resmi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) pada dataonline.bmkg.go.id dan juga *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) pada <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/>. Adapun jumlah stasiun hujan yang digunakan disesuaikan dengan kelengkapan data.

3.2.3 Pengolahan Data

Setelah pengumpulan data selesai maka tahapan selanjutnya adalah pengolahan data yang dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu diantaranya adalah sebagai berikut:

- 1) Mengubah data tinggi curah hujan stasiun BMKG dan data TRMM menjadi data dalam bentuk *time series* serta mengisi data hujan BMKG pada tanggal yang kosong dengan nilai 0.

- 2) Melakukan pencarian data curah hujan yang hilang di beberapa stasiun BMKG dengan menggunakan metode *Inversed Square Distance*.
- 3) Melakukan uji konsistensi data hujan yang sudah selesai dilaksanakan pencarian data hilang untuk mengetahui apakah data hujan layak untuk digunakan sebagai data penelitian.
- 4) Melakukan analisis grafik spektrum dari data tinggi curah hujan BMKG dan TRMM dengan menggunakan metode *Fast Fourier Transform* dan *Lomb Periodogram*.
- 5) Menentukan periode dari puncak frekuensi dominan yang sesuai dengan kemungkinan perubahan iklim yang terjadi.
- 6) Membandingkan puncak hasil dari *Fast Fourier Transform* dan *Lomb Periodogram* dengan stasiun dan titik yang berbeda dari dua data yang berbeda.
- 7) Menentukan daerah mana yang lebih terpengaruh oleh anomali iklim dengan melihat nilai amplitudo yang paling tinggi diantara stasiun hujan yang dianalisis.
- 8) Melakukan analisis *Fast Fourier Transform* tiap 10 tahun untuk melihat kecenderungan pengaruh anomali iklim.
- 9) Melakukan perbandingan nilai amplitudo dengan puncak frekuensi yang dominan tiap 10 tahun.
- 10) Membuat *trendline* dari data amplitudo puncak frekuensi yang dominan.

11) Melihat hasil *trendline* dan menentukan kecenderungan pengaruh anomali iklim.

3.3. Lokasi Penelitian

Lokasi yang menjadi tempat penelitian ini adalah provinsi-provinsi di Indonesia yang mewakili wilayah bagian barat, tengah dan timur Indonesia. Wilayah barat Indonesia mengambil lokasi penelitian di provinsi Aceh, wilayah tengah Indonesia mengambil lokasi di provinsi Kalimantan Tengah dan wilayah bagian timur Indonesia mengambil lokasi di provinsi Maluku. Pengambilan letak lokasi-lokasi tersebut berdasarkan pertimbangan kelengkapan data hujan tahunan dari masing-masing stasiun hujan yang ada pada daerah tersebut. Letak koordinat dan luas area dari masing-masing provinsi dapat dilihat pada Tabel 5.

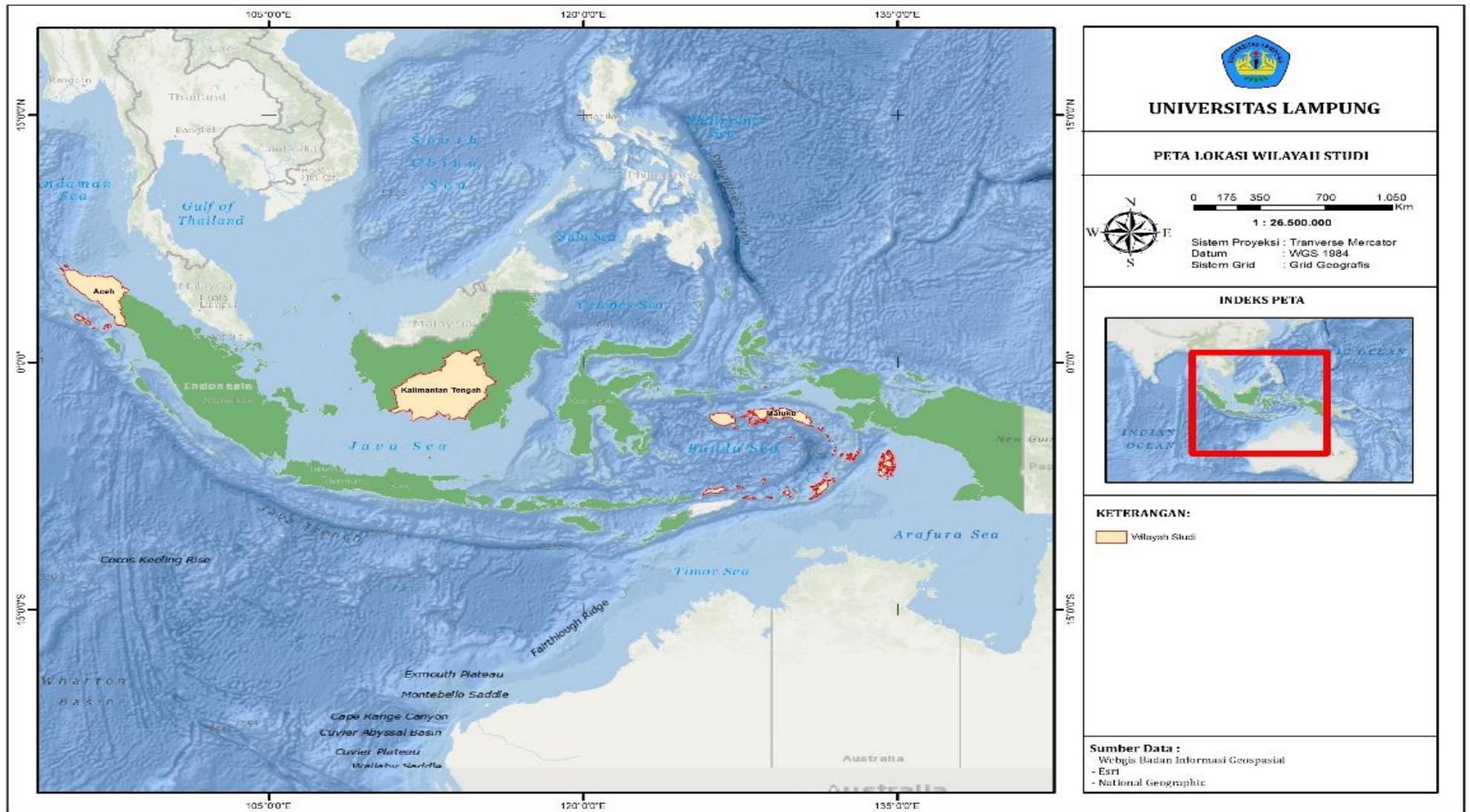
Tabel 5. Letak Koordinat dan Luas Area Provinsi Aceh, Kalimantan Tengah dan Maluku

Provinsi	Latak Koordinat	Luas Area
Aceh (Sumber: https://id.wikipedia.org/wiki/Aceh)	2° - 6° LU dan 95° - 98° BT	57.956 km ²
Kalimantan Tengah (Sumber: https://id.wikipedia.org/wiki/Kalimantan_Tengah)	0°46' LU - 3°33' LS dan 110°51' - 115°50' BT	153.564,5 km ²
Maluku (Sumber: https://perkim.id/profil-pkp/profil-perumahan-dan-kawasan-permukiman-provinsi-maluku)	3°0' LU - 3°40' LS dan 123°50' - 129°50' BT	712.479 km ²

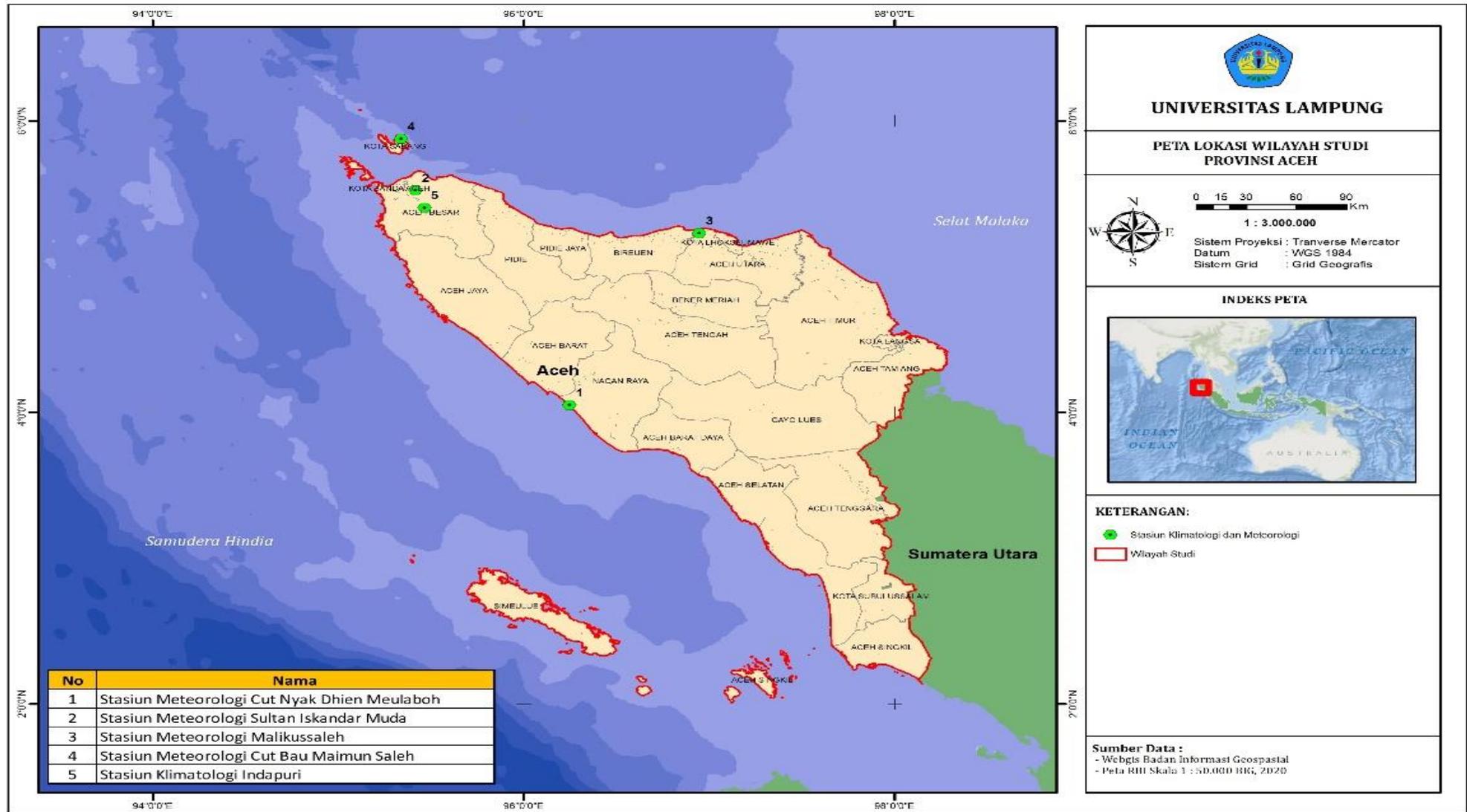
Provinsi Aceh yang berada di wilayah ujung paling barat di pulau Sumatera dan negara Indonesia tersebut memiliki ketinggian rata-rata 125 meter dan secara administratif berbatasan dengan beberapa daerah, di daerah utara dan timur berbatasan dengan Selat Malaka, sebelah selatan berbatasan dengan

Sumatera Utara, dan sebelah barat berbatasan dengan Samudera Hindia. Provinsi Kalimantan Tengah merupakan provinsi terluas kedua di Indonesia setelah Provinsi Papua, yang secara administratif berbatasan dengan beberapa daerah, daerah utara berbatasan dengan Kalimantan Barat dan Kalimantan Timur, bagian timur berbatasan dengan Kalimantan Timur dan Kalimantan Selatan, bagian selatan berbatasan dengan Laut Jawa, serta bagian barat berbatasan dengan Kalimantan Barat. Sedangkan Provinsi Maluku terdiri atas kepulauan dan terdapat bentang lautan disekitarnya. Secara administratif Provinsi Maluku berbatasan dengan beberapa daerah yaitu pada daerah utara berbatasan dengan Laut Seram, bagian selatan berbatasan dengan Samudera Hindia dan Laut Arafura, bagian timur berbatasan dengan Provinsi Papua Barat, dan bagian barat berbatasan dengan Laut Banda.

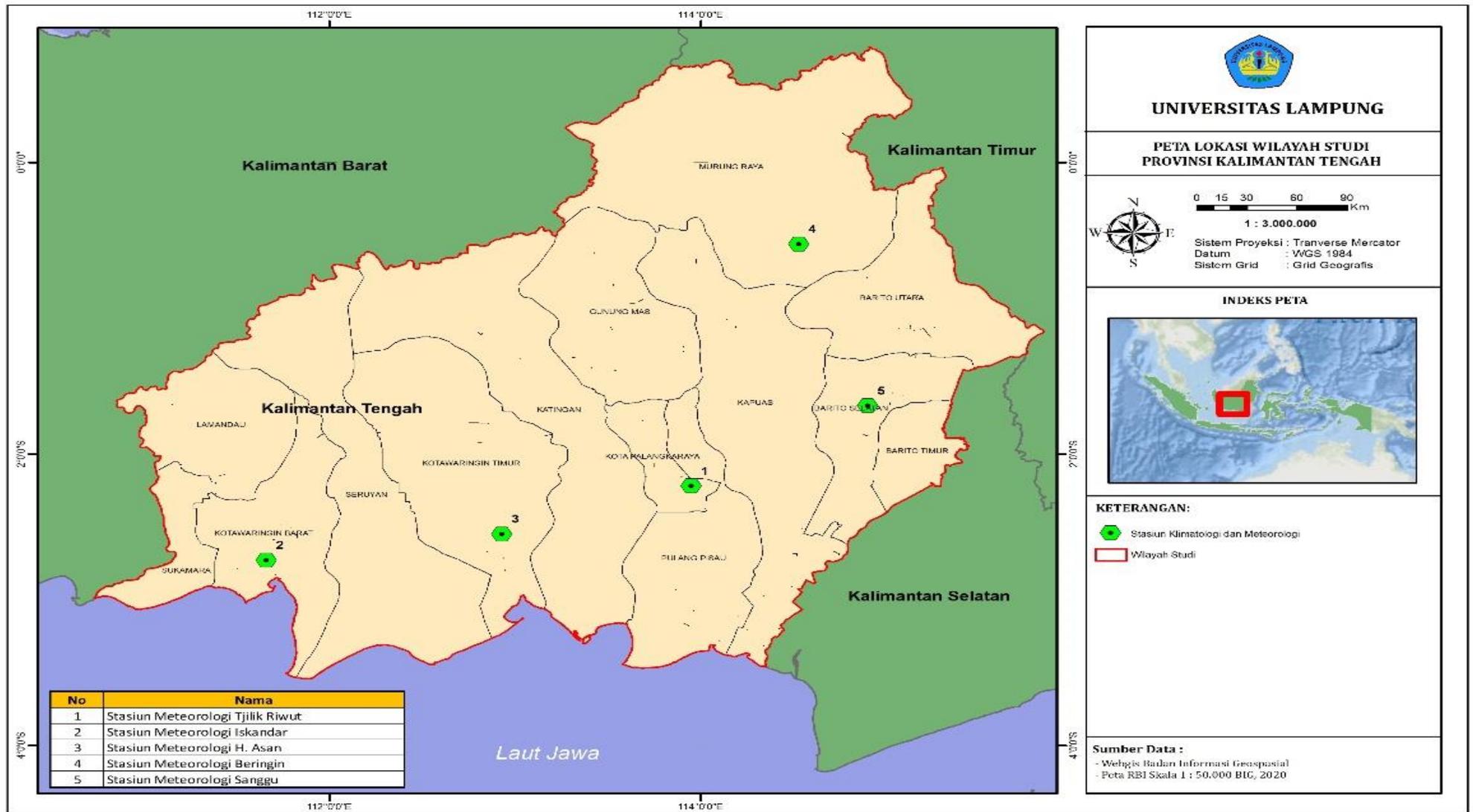
Dari lokasi dan batasan-batasan secara administratif pada tiga provinsi di Indonesia yang mewakili daerah bagian barat, tengah dan timur dari Indonesia tersebut merupakan wilayah dengan tipe kondisi alam yang cukup beragam dan elevasi atau ketinggian dari permukaan laut pun yang beragam. Sehingga dalam menjadikan lokasi tersebut untuk dianalisis sangatlah baik karena perbedaan jumlah dan parameter statistik yang dimiliki dari tiap karakteristik stasiun hujan. Batas daerah yang merupakan perairan selat, lautan dan samudera yang mengelilingi wilayah-wilayah tersebut juga dapat berpengaruh langsung terhadap kegiatan yang terjadi di provinsi-provinsi Indonesia tersebut.



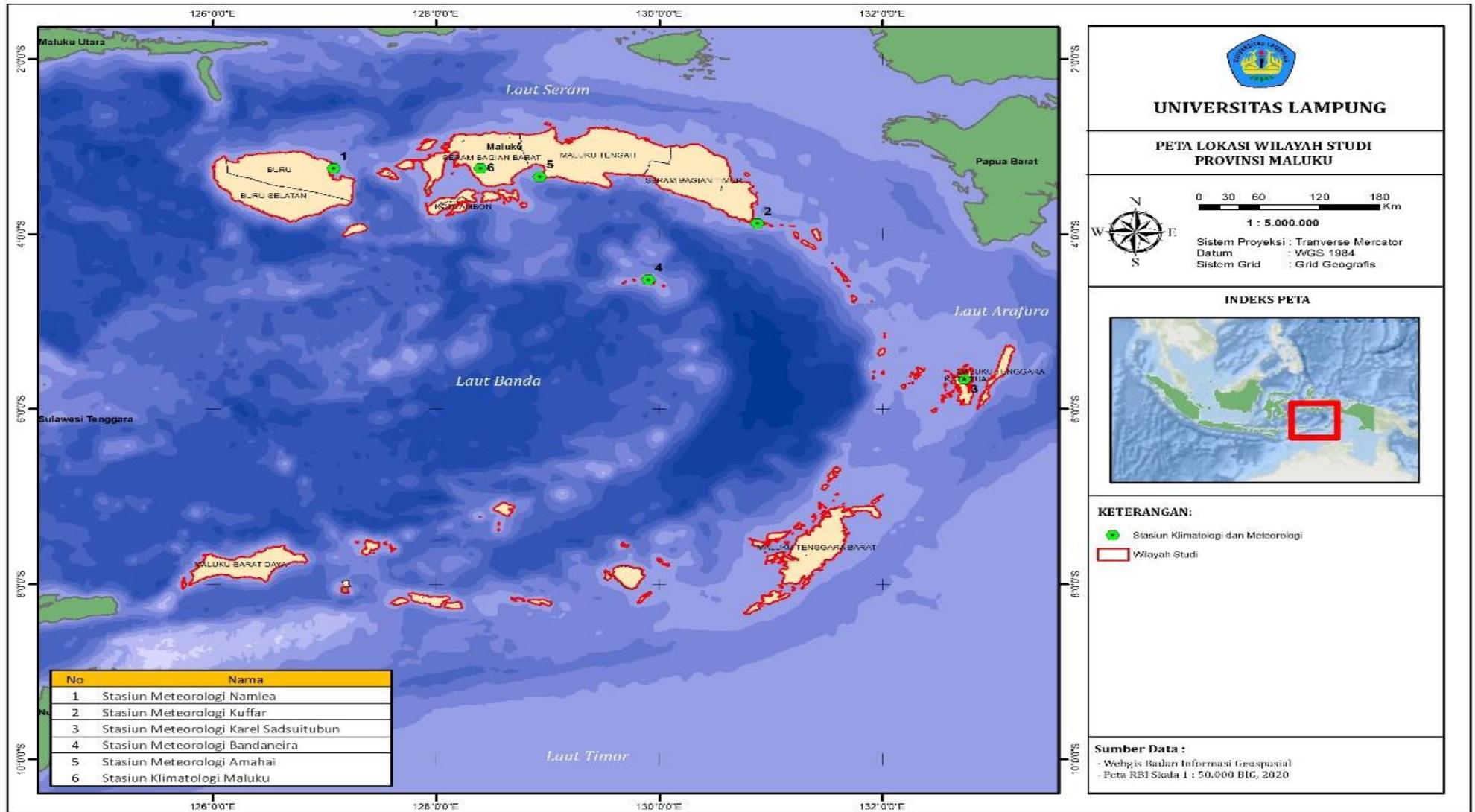
Gambar 6. Peta Wilayah Studi di Indonesia



Gambar 7. Peta Wilayah Studi Provinsi Aceh



Gambar 8. Peta Wilayah Studi Provinsi Kalimantan Tengah

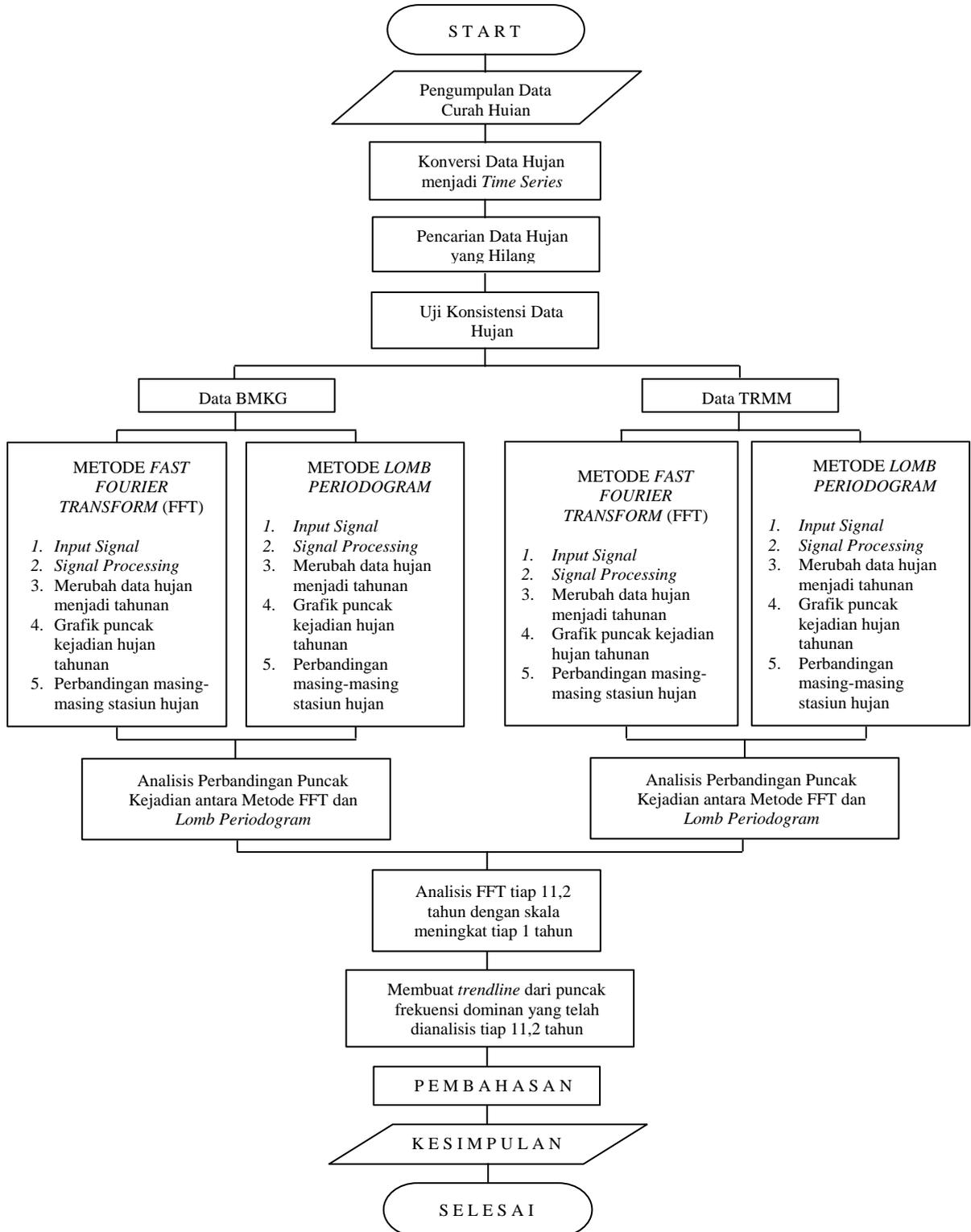


Gambar 9. Peta Wilayah Studi Provinsi Maluku

Stasiun-stasiun hujan yang dijadikan pengamatan dalam penelitian ini adalah stasiun yang terletak di provinsi Aceh, Kalimantan Tengah dan Maluku dengan jumlah total 16 stasiun hujan. Pada Provinsi Aceh meliputi Stasiun Meteorologi Tjut Nyak Dien Meulaboh, Stasiun Meteorologi Sultan Iskandar Muda, Stasiun Meteorologi Malikussaleh, Stasiun Meteorologi Cut Bau Maimun Saleh dan Stasiun Klimatologi Indrapuri. Provinsi Kalimantan Tengah meliputi Stasiun Meteorologi Tjilik Riwut, Stasiun Meteorologi Iskandar, Stasiun Meteorologi H. Asan, Stasiun Meteorologi Beringin dan Stasiun Meteorologi Sanggu. Provinsi Maluku meliputi Stasiun Meteorologi Namlea, Stasiun Meteorologi Kuffar, Stasiun Meteorologi Karel Sadsuitubun, Stasiun Meteorologi Bandaneira, Stasiun Meteorologi Amahai dan Stasiun Klimatologi Maluku.

3.4. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Diagram Alir Penelitian

3.5. Analisis Hasil Penelitian

Analisis hasil penelitian adalah berupa nilai korelasi dan analisis deskriptif. Hasil analisis berupa gambar dan grafik dari setiap stasiun hujan dan juga dari metode *Fast Fourier Transform* (FFT) dan *Lomb Periodogram* di Provinsi Aceh, Provinsi Kalimantan Tengah dan Provinsi Maluku. Setelah didapatkan hasil dari penelitian ini dilakukan pembahasan untuk menarik kesimpulan berdasarkan kaidah penelitian.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan yang didapat sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT) dinyatakan bahwa besarnya nilai pengaruh hujan yang dominan akibat anomali iklim *El Nino* dan *La Nina* (ENSO) menurut data BMKG di Provinsi Aceh yaitu 0,3847 di stasiun hujan Tjut Nyak Dhien Meulaboh dengan perulangannya di 3,7381 tahun, Provinsi Kalimantan Tengah yaitu 2,1435 di stasiun H. Asan dengan perulangannya di 3,7381 tahun, serta Provinsi Maluku yaitu 7,6676 di stasiun Amahai dengan perulangannya di 5,6071 tahun.
2. Dengan menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT) dinyatakan bahwa besarnya nilai pengaruh hujan yang dominan akibat anomali iklim *El Nino* dan *La Nina* (ENSO) menurut data TRMM di Provinsi Aceh yaitu 0,3485 di stasiun hujan Malikussaleh dengan perulangannya di 2,2428 tahun, Provinsi Kalimantan Tengah yaitu 0,9662 di stasiun H. Asan dengan perulangannya di 2,8036 tahun, serta Provinsi Maluku yaitu 7,5417 di stasiun Amahai dengan perulangannya di 5,6071 tahun.
3. Dengan menggunakan *Lomb Periodogram* dinyatakan bahwa besarnya nilai pengaruh hujan yang dominan akibat anomali iklim *El Nino* dan *La*

Nina (ENSO) menurut data BMKG di Provinsi Aceh yaitu 2,0080 di stasiun hujan Tjut Nyak Dhien Meulaboh dengan perulangannya di 2,0 – 4,5 tahun, Provinsi Kalimantan Tengah yaitu 5,8366 di stasiun H. Asan dengan perulangannya di 2,1 – 6,0 tahun, serta Provinsi Maluku yaitu 18,6409 di stasiun Bandaneira dengan perulangannya di 2,3 – 6,1 tahun.

4. Dengan menggunakan *Lomb Periodogram* dinyatakan bahwa besarnya nilai pengaruh hujan yang dominan akibat anomali iklim *El Nino* dan *La Nina* (ENSO) menurut data TRMM di Provinsi Aceh yaitu 2,0080 di stasiun hujan Tjut Nyak Dhien Meulaboh dengan perulangannya di 2,0 – 3,6 tahun, Provinsi Kalimantan Tengah yaitu 1,2338 di stasiun Tjilik Riwut dengan perulangannya di 2,4 – 5,8 tahun, serta Provinsi Maluku yaitu 7,5913 di stasiun Amahai dengan perulangannya di 2,3 – 6,0 tahun.
5. Dengan menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT) dan *Lomb Periodogram* dinyatakan bahwa daerah stasiun hujan yang terdampak paling tinggi oleh anomali iklim *El Nino* dan *La Nina* (ENSO) berdasarkan data BMKG dan TRMM adalah stasiun hujan Amahai dan Bandaneira yang terletak di Provinsi Maluku (bagian timur Indonesia).
6. Dari analisis tiap 11,2 tahun disimpulkan bahwa pengaruh perubahan iklim Stasiun Amahai di Provinsi Maluku berdasarkan data BMKG mempunyai kecenderungan nilai yang stabil. Sedangkan untuk data yang bersumber dari TRMM mempunyai kecenderungan menurun.

5.2. Saran

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

1. Dalam penelitian ini melakukan analisis di Provinsi Aceh, Kalimantan Tengah dan Maluku dengan 16 jumlah stasiun hujan. Sehingga diharapkan akan diteliti kembali dengan jumlah stasiun yang lebih banyak untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.
2. Dalam penelitian ini menggunakan sumber data BMKG dan TRMM dengan kurun waktu terbatas 22 tahun dan menghasilkan nilai korelasi yang sangat rendah. Sehingga diharapkan akan diteliti kembali dengan fokus penggunaan sumber data BMKG saja dengan kurun waktu yang lebih lama untuk mendapatkan rentang waktu anomali iklim yang lebih maksimal.
3. Data curah hujan yang hilang kemungkinan mengganggu hasil analisis sehingga dianjurkan untuk dapat melakukan penelitian dengan data yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, F., Sampurno, J., & Ihwan, A. (2014). Modifikasi Estimasi Curah Hujan Satelit TRMM Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik Studi Kasus Stasiun Klimatologi Siantan. *Positron*, 4(2), 40–45. <https://doi.org/10.26418/positron.v4i2.7581>
- Angin, I. P. (2020). Perbandingan Spektrum Curah Hujan Harian BMKG dengan Spektrum Curah Hujan Harian TRMM (*Tropical Rainfall Measurement Mission*) (Studi Kasus: DKI Jakarta). Tesis. Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- Bayong, T. (1999). *Klimatologi Umum*. Bandung: Penerbit ITB.
- Braun, S. A., Stocker, E., & Marius, J. (2011). Tropical Rainfall Measuring Mission. *Senior Review Proposal*, 1.
- Dasanto, B. D., Boer, R., Pramudya, B., Biosistem, F. T. P., & Suharnoto, Y. (2014). Evaluasi Curah Hujan TRMM Menggunakan Pendekatan Koreksi Bias Statistik. *Bogor: Departemen Geofisika, Fakultas Matematika, Institut Pertanian Bogor, Jurnal Tanah dan Iklim*, 38, 15-24.
- Graham, Steve. (1999). Tropical Rainfall Measuring Mission. *Earth Observatory*.
- Gunawan, D. (2008). Perbandingan Curah Hujan Bulanan dari Data Pengamatan Permukaan, Satelit Trmm dan Model. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 9, 1-10.
- Gunawan, D. (2014). Perbandingan Curah Hujan dari Data Pengamatan Permukaan, Satelit TRMM dan Model Permukaan NOAA. Puslitbang BMKG.
- Hartantio, F., Zakaria, A., & Kusumastuti, D. I. (2021). The Effect of El Nino and La Nina on the rain data of Lampung Barat Regency, Lampung Province. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 9(3), 513-522.
- Harto, S. B. (2009). *Hidrologi: Teori, Masalah, Penyelesaian*. Yogyakarta: Nafiri Offset.
- Ismail, M. R., Zakaria, A., & Susilo, G. E. (2020). Analisis Pengaruh Anomali Iklim Terhadap Curah Hujan di Propinsi Bengkulu. *REKAYASA: Jurnal Ilmiah*

Fakultas Teknik Universitas Lampung, 24(1), 10–14.
<https://doi.org/10.23960/rekrjits.v24i1.11>

- Noor, R. A., Ruslan, M., Rusmayadi, G., & Badaruddin, B. (2016). Pemanfaatan Data Satelit Tropical Rainfall Measuring Mission (Trmm) Untuk Pemetaan Zona Agroklimat Oldeman Di Kalimantan Selatan. *EnviroScienteeae*, 12(3), 267–281. <https://doi.org/10.20527/es.v12i3.2452>
- Noya, V. H. P., Rumlawang, F. Y., & Lesnussa, Y. A. (2014). Aplikasi Transformasi Fourier untuk Menentukan Periode Curah Hujan (Studi Kasus: Periode Curah Hujan di Kabupaten Seram Bagian Barat, Provinsi Maluku). *Jurnal Matematika Integratif*, 10(2), 85–94.
- Pangestu, I. T. (2019). Analisis Korelasi Data Curah Hujan Bmkg dengan Trmm (Studi Kasus Stasiun Bmkg di Sumatra Utara). Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- Perdana, D. A., & Zakaria, A., & Sumiharni, S. (2015). Studi Pemodelan Curah Hujan Sintetik dari Beberapa Stasiun di Wilayah Pringsewu. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 3(1), 45-56.
- Petonengan, A., Sumarauw, J. S. F., & Wuisan, E. M. (2016). Pola Distribusi Hujan Jam-Jaman di Das Tondano Bagian Hulu. *Jurnal Sipil Statik*, 4(1), 21-28. ISSN:2337-6732.
- Prawaka, F., Zakaria, A., & Tugiono, S. (2016). Analisis Data Curah Hujan yang Hilang dengan Menggunakan Metode Normal Ratio, Inversed Square Distance, dan Cara Rata-Rata Aljabar (Studi Kasus Curah Hujan Beberapa Stasiun Hujan Daerah Bandar Lampung). *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 4(3), 397-406.
- Seyhan, E. (1990). *Dasar-Dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sosrodarsono, S. (1973). *Hidrologi Untuk Pengairan*. Suyono Sosrodarsono and Kensaku Takeda (eds). 9th ed. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Subiyanto, A., Boer, R., Aldrian, E., Perdinan, P., & Kinseng, R. (2018). Isu Perubahan Iklim Dalam Konteks Keamanan Dan Ketahanan Nasional. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 24(3), 287–305. <https://doi.org/10.22146/jkn.37734>
- Sugiyono, D. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sungmin, O., Foelsche, U., Kirchengast, G., & Fuchsberger, J. (2018). Validation and Correction of Rainfall Data from the WegenerNet High Density Network in Southeast Austria. *Journal of Hydrology*, 556, 1110-1122.

- Syaifullah, M. D. (2014). Validasi Data TRMM Terhadap Data Curah Hujan Aktual di Tiga DAS di Indonesia. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 15(2), 109-18.
- Vernimmen, R. R. E., Hooijer, A., Aldrian, E., & Van Dijk, A. I. J. M. (2012). Evaluation and Bias Correction of Satellite Rainfall Data for Drought Monitoring in Indonesia. *Hydrology and Earth System Sciences*, 16(1), 133-146. <https://doi.org/10.5194/hess-16-133-2012>.
- Walpole, R. E. (1995). *Pengantar Statistika*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Yusman, A. S. (2018). Aplikasi Metode Normal Ratio dan Inversed Square Distance untuk Melengkapi Data Curah Hujan Kota Padang yang Hilang. *MENARA Ilmu*, 12(9), 1-9.
- Zakaria, A. (2008). The Generation of Synthetic Sequences of Monthly Cumulative Rainfalls Using FFT and Least Squares Method. *Prosiding: Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1, 1-5.