STUDI PENYIMPANGAN SIKLUS PERULANGAN IKLIM BERDASARKAN DATA CURAH HUJAN BMKG DAN TRMM DI WILAYAH SUMATERA BARAT

(Skripsi)

Oleh

CECILIA AGUSTINA SIHITE

1955011007

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024

ABSTRAK

STUDI PENYIMPANGAN SIKLUS PERULANGAN IKLIM BERDASARKAN DATA CURAH HUJAN BMKG DAN TRMM DI WILAYAH SUMATERA BARAT

Oleh Cecilia Agustina Sihite

Provinsi Sumatera Barat merupakan suatu wilayah dengan pola hujan ekuatorial. Pada umunya, pola hujan ini memilki periode iklim yang terjadi secara tahunan, namun seringkali periode tersebut tidak sesuai dengan periode tahunan yang disebut dengan anomali iklim. Untuk mengetahui lebih lanjut periode perulangan iklim, maka dilakukan analisis spektrum curah hujan dengan menggunakan data BMKG dan TRMM. Analisis spektrum curah hujan bertujuan untuk mengetahui periode perulangan yang diakibatkan oleh anomali iklim ENSO dan IODM. Metode yang digunakan dalam analysis ini adalah metode FFT dan Metode *Lomb Periodgram*. Wilayah yang ditinjau diantaranya Stasiun Meteorologi Minangkabau, Stasiun Klimatologi Sumatera Barat, Stasiun Meteorologi Maritim Teluk Bayur, dan Stasiun Geofisika Padang Panjang. Hasil analisis menujukkan bahwa anomali iklim yang paling berpengaruh di Provinsi Sumatera Barat adalah IODM dengan periode perulangan sebesr 2,2 – 3 tahun. Berdasarkan hasil analisis dengan metode FFT, diketahui wilayah yang dominan terkena anomali iklim IODM untuk data BMKG dan TRMM adalah Stasiun Geofisika Padang Panjang dengan periode 2,28 tahun dan Stasiun Klimatologi Sumatera Barat dengan periode 2,84 tahun. Sedangkan, pada metode *Lomb Periodgram*, perubahan iklim IODM terjadi pada Stasiun Geofisika Padang Panjang yang memilki kecenderungan meningkat.

Keywords: ENSO, IODM, Analisis Curah Hujan, Perubahan Iklim.

ABSTRACT

STUDY OF CLIMATE PERIODICITY ANOMALY BASED ON BMKG AND TRMM RAINFALL DATA IN THE WEST SUMATRA REGION

By Cecilia Agustina Sihite

West Sumatra Province is a region with an equatorial rain pattern. In general, this rain pattern has a climate period that occurs annually, but often this period does not match the annual period, which is called a climate anomaly. To find out more about the climate recurrence period, a rainfall spectrum analysis was carried out using BMKG and TRMM data. Rainfall spectrum analysis aims to determine the recurrence period caused by ENSO and IODM climate anomalies. The methods used in this analysis are the FFT method and the Lomb Periodgram method. The areas reviewed include the Minangkabau Meteorological Station, West Sumatra Climatological Station, Teluk Bayur Maritime Meteorological Station, and Padang Panjang Geophysical Station. The analysis results show that the most influential climate anomaly in West Sumatra Province is IODM with a recurrence period of 2.2 - 3 years. Based on the results of analysis using the FFT method, it is known that the dominant areas affected by IODM climate anomalies for BMKG and TRMM data are the Padang Panjang Geophysical Station with a period of 2.28 years and the West Sumatra Climatology Station with a period of 2.84 years. Meanwhile, using the Lomb Periodgram method, IODM climate changes occur at the Padang Panjang Geophysical Station which has an increasing trend.

Keywords: ENSO, IODM, Rainfall Analysis, Climate Change.

STUDI PENYIMPANGAN SIKLUS PERULANGAN IKLIM BERDASARKAN DATA CURAH HUJAN BMKG DAN TRMM DI WILAYAH SUMATERA BARAT

(Skripsi)

Oleh

CECILIA AGUSTINA SIHITE

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Program Studi Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024

Judul Skripsi	:	**STUDI PENYIMPANGAN SIKLUS PERULANGAN IKLIM BERDASARKAN DATA CURAH HUJAN BMKG DAN TRMM DI WILAYAH SUMATERA BARAT**
Nama Mahasiswa	:	Cecilia Agustina Sihite
Nomor Pokok Mahasiswa	:	1955011007
Program Studi	:	S1 Teknik Sipil
Fakultas	:	Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

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

Ir. Nur Arifaini, M.S.
NIP 19620218 199303 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil

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

3. Penanggungjawab Program Studi S1 Teknik Sipil

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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

Sekretaris : **Ir. Nur Arifaini, M.S.** .....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Endro Prasetyo Wahono, 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 : **05 Maret 2024**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Cecilia Agustina Sihite

NPM : 1955011007

Prodi/Jurusan : S1/Teknik Sipil

Fakultas : Teknik Universitas Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi yang berjudul "Studi Penyimpangan Siklus Perulangan Iklim Berdasarkan Data Curah Hujan BMKG dan TRMM di Wilayah Sumatera Barat" tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu 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. Ide penelitian didapat dari Pembimbing I, oleh karena itu baik atas data penelitian berada pada Saya dan Pembimbing I, Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.

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

Bandar Lampung, 05 Maret 2024

Cecilia Agustina Sihite

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Cecilia Agustina Sihite. Penulis dilahirkan di Kota Bandar Lampung pada tanggal 7 Agustus 2001, anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan Bapak M. T. Hanafi Sihite, S.E., dan Ibu Ika.

Penulis memulai jenjang pendidikan dari Pendidikan Taman Kanak-Kanak di TK Daya Kedaton, Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2007, Sekolah Dasar di SD Al-Azhar 1 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2013, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 2 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2016, dan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 3 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2019. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung pada tahun 2019 melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SMMPTN).

Dalam pengaplikasian ilmu di bidang Teknik Sipil, penulis telah melaksanakan Kerja Praktik di PT Bangun Indah Raya pada Proyek Pembangunan Gedung Hotel Yello Lampung, Provinsi Lampung. Penulis telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Sukarame Baru, Kecamatan Sukarame, Kota Bandar Lampung selama 40 hari pada periode I tahun 2022.

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dan pernah menjadi anggota Departermen Kominfo di Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) Universitas Lampung periode 2020/2021 dan periode 2021/2022, anggota DPM U pada periode 2021/2022, serta menjadi Sekretaris Dinas Advokesma BEM Fakultas Teknik periode 2021/2022. Selain itu, penulis juga aktif sebagai asisten

Laboratorium Hidroteknik untuk praktikum mekanika fluida pada tahun ajaran 2021/20222 dan hidraulika tahun ajaran 2022/2023. Penulis mengikuti beberapa kepanitian organisasi kampus, diantaranya menjadi koordinator bidang desain panitia lokal pada acara Musyawarah Nasional XII FL2MI tahun 2021 dan menjadi koordinator kesekretariatan pada acara *Civil Brings Revolution* ke-7 tahun 2022. Selain itu, penulis juga pernah menjadi panitia pada acara luar kampus, yaitu sebagai panitia desain pada webinar dengan tema "Organic Waste Cultivation with Composting (OW2C)" yang diadakan oleh Untuk Bhumi tahun 2021.

Selanjutnya, penulis mengambil tugas akhir untuk skripsi pada tahun 2023, dengan judul skripsi Studi Penyimpangan Siklus Perulangan Iklim Berdasarkan Data Curah Hujan BMKG Dan TRMM di Wilayah Sumatera Barat.

MOTTO

“Allah tidak pernah membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya,”
(Q.S. Al-Baqarah : 286)

“You will play better if you play to win instead of playing to not lose.”
(Sen TenZ)

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيم

Alhamduillahirabbil'alamiin telah engkau ridhai Ya Allah langkah hambaMu sehingga skripsi ini akhirnya dapat terselesaikan pada waktunya

Shalawat serta salam selalu dipanjatkan kepada Nabi Muhammad SAW
Semoga kelak skripsi ini dapat memberikan ilmu yang bermanfaat

Opung, Ayah, serta Adik – Adikku tercinta yang selalu mendukung dalam hal apapun, mengarahkan, mendoakan dan memberi semangat yang tak terhingga kepadaku.

Dosen Pembimbing dan Penguji yang sangat berjasa dengan tidak hentinya memberikan ilmu baru dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini

Teman-teman terdekat penulis yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis agar dapat menyelesaikan skripsi ini

Almamaterku Universitas Lampung

SANWACANA

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayahNya sehingga penulis diberikan kemampuan dan kelancaran dalam menyelesaikan skripsi dengan judul "Studi Penyimpangan Siklus Perulangan Iklim Berdasarkan Data Curah Hujan BMKG dan TRMM di Wilayah Sumatera Barat".

Dalam kesempatan ini, penulis hendak mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
2. Bapak Sasana Putra S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Bapak Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
4. Bapak Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing I yang selalu mengajarkan, memberikan arahan dan masukan kepada penulis dari awal hingga skripsi ini selesai.
5. Bapak Ir. Nur Arifaini, M.S., selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan arahan dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Dr. Ir. Endro Prasetyo Wahono, S.T., M.Sc, selaku dosen Penguji yang telah memberikan banyak masukan dan arahan dalam memaksimalkan skripsi ini.
7. Bapak Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Akademik.

8. Seluruh dosen Program Studi S1 Teknik Sipil yang telah memberikan banyak sekali ilmu baik ilmu akademik maupun ilmu kehidupan selama masa perkuliahan.
9. Seluruh staff dan karyawan Program Studi S1 Teknik Sipil atas segala bantuannya dalam hal administrasi.
10. Nenek dan Kakek yang kucintai dan banggakan, H. Ibrahim Sihite dan Hj. N. Pasaribu, yang selalu mendukung dalam hal moril, materil, dan mendoakan yang terbaik. Terima kasih karena sudah bersabar dan memberikan kepercayaan kepada penulis.
11. Seluruh teman terdekat saya yang memberikan dukungan penuh dan selalu membantu penulis.
12. Keluarga Besar Teknik Sipil Universitas Lampung Angkatan 2019 yang telah memberi warna dalam kehidupan perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, Maret 2024

Penulis,

Cecilia Agustina Sihite

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI ..... **i**

DAFTAR GAMBAR ..... **iii**

DAFTAR TABEL ..... **vii**

I. PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Batasan Masalah 5
1.4 Tujuan Penelitian 6
1.5 Manfaat Penelitian 6
1.6 Sistematika Penelitian 7

II. TINJAUAN PUSTAKA **8**
2.1 Penelitian Terdahulu 8
2.2 Presipitasi 11
2.3 Curah Hujan 12
2.4 Siklus Hidrologi 13
2.5 Data Curah Hujan BMKG 14
2.6 Data Curah Hujan TRMM 19
2.7 Fenomena *El Nino-Southern Oscillation* (ENSO) 24
2.8 Proses Terjadinya ENSO 25
2.9 Dampak Anomali ENSO (*El Nino* dan *La Nina*) 28
2.10 Fenomena *Indian Ocean Dipole Mode* (IODM) 29
2.11 Proses Terjadinya IODM 29
2.12 Metode *Fast Fourier Transform* (FFT) 31
2.13 Metode *Lomb Periodgram* 32
2.14 Komponen Periodik 33
2.15 Uji Validasi Data 34
2.16 Analisis Korelasi Data 35
2.17 Software Analisis Data 35

III. METODOLOGI PENELITIAN **38**
3.1 Wilayah Studi 38
3.2 Data yang Digunakan 39
3.3 Analsis Data 40

3.4 Diagram Alir Penelitian 41

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 42
4.1 Umum 42
4.2 Data Curah Hujan Hilang.....44
4.3 Uji Validitas Data 44
4.4 Analisis Korelasi Data Curah Hujan BMKG dan TRMM.....60
4.5 Spektrum Curah Hujan dengan Metode FFT (*Fast Fourier Transform*) 63
4.6 Spektrum Curah Hujan dengan Metode *Lomb Periodgram* 79
4.7 Hubungan Uji Validasi Data dan Hasil Analsis Data Menggunakan Metode FFT dan *Lomb Periodgram*.....93
4.8 Periode Perulangan Anomali Iklim IODM dan ENSO Berdasarkan Penelitian Terdahulu 94
4.9 Perbandingan Hasil Analisis Spektrum Curah Hujan BMKG dan TRMM antara Metode FFT dan Metode *Lomb Periodgram* 95
4.10 Analisis Puncak Spektrum Curah Hujan BMKG dan TRMM.....99

V. KESIMPULAN DAN SARAN 103
5.1 Kesimpulan 103
5.2 Saran 104

DAFTAR PUSTAKA.....105

LAMPIRAN.....107

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1. Ilustrasi siklus hdrologi. 13
2. Aplikasi Data Online - Pusat Database – BMKG. 15
3. Form registrasi aplikasi Data Online – Database –..... 16
4. Link verifikasi akun pada email yang terdaftar. 16
5. Klik data iklim, kemudian klik data harian. 17
6. Pencarian data harian curah hujan. 18
7. Penilaian terhadap portal data online BMKG. 18
8. Data harian curah hujan BMKG dalam format excel. 19
9. *Interface* dari situs Giovanni TRMM..... 20
10. Laman dari *Earthdata Login*. 20
11. Registrasi akun Giovanni TRMM. 21
12. Email aktivasi akun Giovanni TRMM. 21
13. Pengisian data sesuai kebutuhan. 22
14. Grafik curah hujan pada situs Giovanni TRMM. 23
15. Format pengunduhan data curah hujan Giovanni TRMM. 23
16. Tampilan data curah hujan Giovanni TRMM. 24
17. Ilustrasi terjadinya ENSO fase netral. 25
18. Ilustrasi terjadinya ENSO fase *El Nino*. 26
19. Ilustrasi terjadinya ENSO fase *La Nina*. 27
20. Ilustrasi terjadinya IOD fase netral. 29
21. Ilustrasi terjadinya IOD fase positif. 30
22. Ilustrasi terjadinya IOD fase negatif. 31
23. Kurva massa ganda. 34
24. Peta wilayah Provinsi Sumatera Barat. 38
25. Lokasi stasiun pengamat BMKG. 39

26. Diagram alir penelitian..... 41
27. Tampilan program FTRANS. .....**Error! Bookmark not defined.**
28. Tampilan program PRIODO. .....**Error! Bookmark not defined.**
29. Tampilan Program ANFOR. .....**Error! Bookmark not defined.**
30. Grafik curah hujan (RR) tahunan BMKG tahun 1998 – 2019. ..... **Error! Bookmark not defined.**
31. Uji validasi data BMKG Stasiun Meteorologi Minangkabau. ..... **Error! Bookmark not defined.**
32. Uji validasi data BMKG Stasiun Klimatologi Sumatera Barat..... **Error! Bookmark not defined.**
33. Uji validasi data BMKG Stasiun Meteorologi Maritim Teluk Bayur..... **Error! Bookmark not defined.**
34. Uji validasi data BMKG Stasiun Geofisika Padang Panjang. ..... **Error! Bookmark not defined.**
35. Grafik curah hujan (RR) tahunan TRMM tahun 1998 – 2019..... **Error! Bookmark not defined.**
36. Uji validasi data TRMM Stasiun Meteorologi Minangkabau..... **Error! Bookmark not defined.**
37. Uji validasi data TRMM Stasiun Klimatologi Sumatera Barat. ..... **Error! Bookmark not defined.**
38. Uji validasi data TRMM Stasiun Meteorologi Maritim Teluk Bayur. ... **Error! Bookmark not defined.**
39. Uji validasi data TRMM Stasiun Geofisika Padang Panjang. ..... **Error! Bookmark not defined.**
40. Grafik korelasi curah hujan BMKG dan TRMM Stasiun Meteorologi Minangkabau. .....**Error! Bookmark not defined.**
41. Grafik korelasi curah hujan BMKG dan TRMM Stasiun Klimatologi Sumatera Barat. .....**Error! Bookmark not defined.**
42. Grafik korelasi curah hujan BMKG dan TRMM Stasiun Meteorologi Maritim Teluk Bayur. ....**Error! Bookmark not defined.**
43. Grafik korelasi curah hujan BMKG dan TRMM Stasiun Geofisika Padang Panjang. .....**Error! Bookmark not defined.**
44. Input Signal pada aplikasi FFT. .....**Error! Bookmark not defined.**

45. Grafik spektrum data curah hujan dengan metode FFT.**Error! Bookmark not defined.**
46. Data spektrum curah hujan dengan metode FFT. ..... **Error! Bookmark not defined.**
47. Grafik hubungan antara Periode dan PSD Stasiun Meteorologi Minangkabau (BMKG). **Error! Bookmark not defined.**
48. Grafik hubungan antara Periode dan PSD Stasiun Klimatologi Sumatera Barat (BMKG). ..... **Error! Bookmark not defined.**
49. Grafik hubungan antara Periode dan PSD Stasiun Maritim Teluk Bayur (BMKG). .....**Error! Bookmark not defined.**
50. Grafik hubungan antara Periode dan PSD Stasiun Geofisika Padang Panjang (BMKG). .**Error! Bookmark not defined.**
51. Grafik puncak kejadian hujan Stasiun Meteorologi Minangkabau (BMKG). **Error! Bookmark not defined.**
52. Grafik Puncak Kejadian Hujan Stasiun Klimatologi Sumatera Barat (BMKG). ..... **Error! Bookmark not defined.**
53. Grafik Puncak Kejadian Hujan Stasiun Meteorologi Maritim Teluk Bayur (BMKG). .. **Error! Bookmark not defined.**
54. Grafik Puncak Kejadian Hujan Stasiun Geofisika Padang Panjang (BMKG). .**Error! Bookmark not defined.**
55. Grafik perbandingan puncak perulangan curah hujan tahunan setiap stasiun BMKG.....**Error! Bookmark not defined.**
56. Grafik hubungan antara Periode dan PSD Stasiun Meteorologi Minangkabau (TRMM). **Error! Bookmark not defined.**
57. Grafik hubungan antara Periode dan PSD Stasiun Klimatologi Sumatera Barat (TRMM). ..... **Error! Bookmark not defined.**
58. Grafik hubungan antara Periode dan PSD Stasiun Maritim Teluk Bayur (TRMM). .....**Error! Bookmark not defined.**
59. Grafik hubungan antara Periode dan PSD Stasiun Geofisika Padang Panjang (TRMM)..**Error! Bookmark not defined.**
60. Grafik Puncak Kejadian Hujan Stasiun Meteorologi Minangkabau (TRMM). **Error! Bookmark not defined.**
61. Grafik Puncak Kejadian Hujan Stasiun Klimatologi Sumatera Barat (BMKG). ..... **Error! Bookmark not defined.**

62. Grafik Puncak Kejadian Hujan
Stasiun Meteorologi Maritim Teluk Bayur (TRMM)... **Error! Bookmark not defined.**

63. Grafik Puncak Kejadian Hujan
Stasiun Geofisika Padang Panjang (BMKG)..**Error! Bookmark not defined.**

64. Grafik perbandingan puncak perulangan
curah hujan tahunan setiap stasiun TRMM.....**Error! Bookmark not defined.**

65. Input Signal pada aplikasi PRIMODO.....**Error! Bookmark not defined.**

66. Grafik hubungan antara Periode dan PSD Stasiun Meteorologi
Minangkabau dengan metode *Lomb Periodgram* (BMKG).**Error! Bookmark not defined.**

67. Grafik hubungan antara Periode dan PSD Stasiun Klimatologi
Sumatera Barat dengan metode *Lomb Periodgram* (BMKG). ..... **Error! Bookmark not defined.**

68. Grafik hubungan antara Periode dan PSD Stasiun Meteorologi
Maritim Teluk Bayur dengan metode *Lomb Periodgram* (BMKG)..... **Error! Bookmark not defined.**

69. Grafik hubungan antara Periode dan PSD Stasiun Geofisika
Padang Panjang dengan metode *Lomb Periodgram* (BMKG)..... **Error! Bookmark not defined.**

70. Grafik PSD dengan frekuensi 2,32 tahun
Stasiun Meteorologi Minangkabau (BMKG). **Error! Bookmark not defined.**

71. Grafik PSD dengan frekuensi 2,30 tahun
Stasiun Klimatologi Sumatera Barat (BMKG). ..... **Error! Bookmark not defined.**

72. Grafik PSD dengan frekuensi 2,40 tahun
Stasiun Meteorologi Maritim Teluk Bayur (BMKG). .. **Error! Bookmark not defined.**

73. Grafik PSD dengan frekuensi 2,92 tahun
Stasiun Geofisika Padang Panjang (BMKG)..**Error! Bookmark not defined.**

74. Grafik hubungan antara Periode dan PSD Stasiun Meteorologi
Minangkabau dengan metode *Lomb Periodgram* (TRMM)..... **Error! Bookmark not defined.**

75. Grafik hubungan antara Periode dan PSD Stasiun Klimatologi
Sumatera Barat dengan metode *Lomb Periodgram* (TRMM). ..... **Error! Bookmark not defined.**

76. Grafik hubungan antara Periode dan PSD Stasiun Meteorologi
Maritim Teluk Bayur dengan metode *Lomb Periodgram* (TRMM)..... **Error! Bookmark not defined.**

77. Grafik hubungan antara Periode dan PSD Stasiun Geofisika Padang Panjang dengan metode *Lomb Periodgram* (TRMM). ..... **Error! Bookmark not defined.**

78. Grafik PSD frekuensi 2,32 tahun Stasiun Meteorologi Minangkabau (TRMM). **Error! Bookmark not defined.**

79. Grafik PSD dengan frekuensi 2,32 tahun Stasiun Klimatologi Sumatera Barat (TRMM)..... **Error! Bookmark not defined.**

80. Grafik PSD frekuensi 2,32 tahun Stasiun Meteorologi Maritim Teluk Bayur (TRMM)... **Error! Bookmark not defined.**

81. Grafik PSD dengan frekuensi 2,32 tahun Stasiun Geofisika Padang Panjang (TRMM)..**Error! Bookmark not defined.**

82. Grafik perbandingan puncak data hujan BMKG dan TRMM pada periode 2,28 tahun. **Error! Bookmark not defined.**

83. Grafik perbandingan puncak data hujan BMKG dan TRMM pada periode 2,84 tahun. **Error! Bookmark not defined.**

84. Grafik perkembangan anomali iklim di Stasiun Geofisika Padang Panjang (BMKG)..... **Error! Bookmark not defined.**

85. Grafik periode perulangan anomali iklim Stasiun Meteorlogi Minangkabau (BMKG). ..**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1. Pendekatan Konvensional untuk Menafsirkan Koefisien Korelasi 35
2. Data Total Curah Hujan (RR) per Tahun BMKG**Error! Bookmark not defined.**
3. Perhitungan Hujan Kumulatif BMKG Stasiun Meteorologi Minangkabau .....**Error! Bookmark not defined.**
4. Perhitungan Hujan Kumulatif BMKG Stasiun Klimatologi Sumatera Barat.....**Error! Bookmark not defined.**
5. Perhitungan Hujan Kumulatif BMKG Stasiun Meteorologi Maritim Teluk Bayur.....**Error! Bookmark not defined.**
6. Perhitungan Hujan Kumulatif BMKG Stasiun Geofisika Padang Panjang.....**Error! Bookmark not defined.**
7. Data total curah hujan per tahun TRMM.....**Error! Bookmark not defined.**
8. Perhitungan Hujan Kumulatif TRMM Stasiun Meteorologi Minangkabau .....**Error! Bookmark not defined.**
9. Perhitungan Hujan Kumulatif TRMM Stasiun Klimatologi Sumatera Barat.....**Error! Bookmark not defined.**
10. Perhitungan Hujan Kumulatif TRMM Stasiun Meteorologi Maritim Teluk Bayur.....**Error! Bookmark not defined.**
11. Perhitungan Hujan Kumulatif TRMM Stasiun Geofisika Padang Panjang.....**Error! Bookmark not defined.**
12. Rekap Hasil Analisis Korelasi Setiap Stasiun dan Penafsirannya ..... **Error! Bookmark not defined.**
13. Spektrum Rata-Rata Perulangan Kejadian Curah Hujan (BMKG) ..... **Error! Bookmark not defined.**
14. Perbandingan Puncak Kejadian Hujan pada Setiap Stasiun Hujan (BMKG) .....**Error! Bookmark not defined.**
15. Spektrum Rata-Rata Perulangan Kejadian Curah Hujan (TRMM) ..... **Error! Bookmark not defined.**

16. Perbandingan Puncak Kejadian Hujan pada Setiap Stasiun Hujan (TRMM) .....**Error! Bookmark not defined.**
17. Nilai PSD dengan frekuensi 2,32 tahun Stasiun Meteorologi Minangkabau (BMKG) .**Error! Bookmark not defined.**
18. Nilai PSD frekuensi 2,30 Tahun Stasiun Klimatologi Sumatera Barat (BMKG) ..... **Error! Bookmark not defined.**
19. Nilai PSD dengan frekuensi 2,40 Tahun Stasiun Meteorologi Maritim Teluk Bayur (BMKG) ... **Error! Bookmark not defined.**
20. Nilai PSD dengan Frekuensi 2,92 Tahun Stasiun Geofisika Padang Panjang (BMKG) ..**Error! Bookmark not defined.**
21. Nilai PSD dengan frekuensi 2,32 tahun Stasiun Meteorologi Minangkabau (TRMM) .**Error! Bookmark not defined.**
22. Nilai PSD frekuensi 2,32 Tahun Stasiun Klimatologi Sumatera Barat (TRMM)..... **Error! Bookmark not defined.**
23. Nilai PSD dengan frekuensi 2,32 Tahun Stasiun Meteorologi Maritim Teluk Bayur (TRMM) ... **Error! Bookmark not defined.**
24. Nilai PSD dengan Frekuensi 2,32 Tahun Stasiun Geofisika Padang Panjang (TRMM)..**Error! Bookmark not defined.**
25. Perbandingan Puncak Data Hujan BMKG dan TRMM pada Periode 2,28 Tahun**Error! Bookmark not defined.**
26. Perbandingan Puncak Data Hujan BMKG dan TRMM pada Periode 2,84 Tahun**Error! Bookmark not defined.**
27. Periode Perulangan dengan Metode FFT.....**Error! Bookmark not defined.**
28. Periode Perulangan dengan Metode *Lomb Periodgram***Error! Bookmark not defined.**
29. Rekapitulasi Periode Anomali Iklim Sumatera Barat dengan Data BMKG.....**Error! Bookmark not defined.**
30. Rekapitulasi Periode Anomali Iklim Sumatera Barat dengan Data TRMM.....**Error! Bookmark not defined.**
31. Periode Perulangan Dominan Anomali Iklim di Sumatera Barat ..... **Error! Bookmark not defined.**

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan daerah iklim tropis yang memiliki dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Secara umum, curah hujan di wilayah Indonesia didominasi oleh adanya pengaruh beberapa fenomena, antara lain sistem Monsun Asia-Australia, El Nino, sirkulasi Timur-Barat (*Walker Circulation*) dan Utara-Selatan (*Hadley Circulation*) serta beberapa sirkulasi karena pengaruh lokal (Hermawan, 2010).

Selain menjadi negara beriklim tropis, Indonesia juga menjadi salah satu negara yang terdampak oleh iklim ekstrem. Adanya fenomena-fenomena cuaca ataupun iklim esktrem dapat meningkatkan curah hujan yang cukup signifikan diantaranya Siklon Tropis, *Madden Julian Oscillation*, *Dipole Mode, El Nino Southern Oscillation* (Agustiarini et al., 2022). Akibatnya, di sekitar wilayah yang dilalui oleh siklon tropis terjadi angin kencang, hujan yang ekstrem, serta gelombang yang tinggi di area perairan yang mampu menyebabkan kerusakan.

Kerusakan yang terjadi akibat iklim ekstrem di Indonesia menyebabkan kerugian diberbagai sektor, mulai dari sektor pertanian, perkebunan, perikanan, industri, bahkan mengganggu aktivitas dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, iklim yang ektrem juga dapat menimbulkan kerusakan lain pada bangunan, kendaraan, serta sarana dan prasarana. Pembangunan di wilayah yang terdampak iklim ekstrem pun ikut terhambat. Oleh sebab itu, pengetahuan mengenai anomali iklim terhadap tingkat curah hujan sangat penting untuk dipelajari dan diaplikasikan pada pelaksanaan pekerjaan di

lokasi proyek. Tujuannya agar permasalahan diluar kendali manusia, seperti hujan, dapat dihindari pada saat pelaksanaan proyek konstruksi serta meminimalisir hambatan pelaksanaan pekerjaan proyek saat sedang berlangsung.

Fenomena iklim ekstrem ini terjadi tidak hanya di wilayah Indonesia, melainkan di seluruh dunia. Banyak sekali faktor yang menyebabkan terjadinya iklim ekstrem, salah satunya pemanasan global yang menimbulkan perubahan suhu muka laut yang melewati batas normal di wilayah perairan. Perubahan suhu ini menyebabkan terjadinya *El Nino-Southern Oscillation* (ENSO) dan *Indian – Ocean Dipole Mode* (IODM).

El Nino-Southern Oscillation (ENSO) merupakan anomali yang terjadi pada suhu muka laut di perairan Samudera Pasifik pada bagian barat Ekuador dan Peru. *El Nino* merupakan fase ENSO hangat dan *La Nina* sebagai fase ENSO dingin (Malinda Hidayat et al., 2018). Fase *El Nino* menyebabkan Indonesia mengalami peningkatan risiko kekeringan. Sedangkan, fase La Nina sebaliknya, dimana La Nina menyebabkan risiko banjir yang tinggi, lebih banyak badai tropis, dan kelembaban suhu udara yang meningkat di siang hari. Intensitas kekeringan dan curah hujan ekstrem meningkat tajam secara global selama 20 tahun terakhir sehingga memicu gagal panen, kerusakan infrastruktur, dan banyak korban jiwa (Ahmad Arif, 2023).

Indian – Ocean Dipole Mode (IODM) merupakan adanya anomali suhu muka air laut di dua wilayah perairan, yakni Samudera Hindia bagian timur di selatan Indonesia dan Laut Arab (Samudera Hindia bagian barat). *Indian Ocean Dipole Mode* dinilai lebih berpengaruh terhadap Bagian Barat Indonesia ((Ismail et al., 2020). Oleh sebab itu, perlu dipelajari lebih lanjut mengenai dampak dari pengaruh IODM di Indonesia.

Provinsi Sumatera Barat merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang dilalui oleh garis khatulistiwa dan memiliki pola curah hujan ekuatorial. Pola curah hujan equatorial merupakan pola curah hujan yang terdiri dari dua puncak musim hujan dalam satu tahun atau yang disebut dengan bimodal, dimana puncak pertama terjadi pada bulan maret dan puncak kedua terjadi pada bulan November. Sumatera Barat terletak di pesisir barat bagian tengah pulau Sumatera dengan topografi dataran tinggi vulkanik yang dibentuk oleh Bukit Barisan dan dataran rendah di pantai barat Sumatera. Letak yang strategis menjadikan Provinsi Sumatera Barat sebagai gerbang masuk Indonesia di wilayah barat. Oleh sebab itu, Sumatera Barat didukung dengan saran dan prasarana transportasi yang memadai. Selain keunggulan tersebut, Sumatera Barat juga menjadi salah satu lumbung padi nasional. Berdasarkan hasil perhitungan BPS dangan menggunakan metode Kerangka Sampel Area (KSA), Sumatera Barat tercatat sebagai produsen beras tertinggi ke-9 dengan area panen seluas 311.671 hektare serta menghasilkan padi sebanyak 1.482.996 ton GKG atau setara 850.794 ton beras .

Meskipun demikian, Provinsi Sumatera Barat memiliki kondisi wilayah yang berbeda dari wilayah provinsi lain di Pulau Sumatera. Hal tersebut dapat dilihat dari perbedaan iklim antara wilayah Provinsi Sumatera Barat dengan provinsi lain di Pulau Sumatera. Perbedaan iklim ini terjadi karena wilayah Provinsi Sumatera Barat bukan termasuk wilayah urbanisasi dan pemerintah sangat membatasi pembangunan konstruksi komersil di wilayah Sumatera Barat, sehingga wilayah Provinsi Barat belum banyak terjadi deforestasi. Berbeda dengan provinsi lain yang sudah terjadi deforestasi sebagai dampak dari urbanisasi.

Perubahan curah hujan memiliki dampak perubahan klasifikasi *Agroklimat Oldeman* yang akan berpengaruh terhadap pola tanam tanaman padi di Sumatera Barat (Saputra, 2018). Berdasarkan survey lapangan yang dilakukan oleh Dinas Pertanian pada tahun 2017, beberapa wilayah di Sumatera Barat, seperti Luhak, Situjuh, Sijunjung, Sukarami, Lima kaum,

Lubuk Basung, Padang laban, Sungai Dareh dan Sungai Langsat, terpantau semakin kering. Pada awalnya, petani mampu menanam padi satu hingga dua kali dalam setahun. Namun, kini petani tidak dapat mengelola lahan untuk menanam padi akibat bencana kekeringan, sehingga banyak petani yang beralih mengganti komoditas tanaman menjadi palawija. Selain itu, akibat adanya perubahan iklim yang ekstrem, seringkali Provinsi Sumatera Barat, terutama Kota Padang, terkena banjir dengan intensitas yang cukup tinggi. Kejadian-kejadian tersebut cukup mengkhawatirkan terutama untuk Sumatera Barat yang merupakan salah satu lumbung padi negara Indonesia.

Analisis terhadap wilayah yang terdampak oleh fenomena anomali iklim merupakan langkah awal pengambilan keputusan yang tepat dalam menanggulangi bencana serta pengendalian banjir. Referensi terkait anomali iklim dibutuhkan untuk mengetahui serta mempelajari lebih lanjut mengenai pertumbuhan dan perulangan dari fenomena iklim yang terjadi di suatu wilayah. Analisis spektral terkait dengan anomali iklim dapat menggunakan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) dan *Lomb Periodgram*.

Sebelumnya, penelitian terkait dengan anomali iklim di Provinsi Sumatera Barat sudah pernah dilakukan, namun masih dijelaskan secara garis besar. Pada penelitian ini, anomali iklim di Sumatera Barat akan dianalisis dan dijelaskan dengan lebih terperinci serta menyimpulkan daerah-daerah mana saja yang sangat terdampak iklim ekstrem dengan menggunakan metode FFT dan *Lomb Periodgram*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana cara menganalisis fenomena anomali iklim ENSO dan IODM dengan menggunakan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) dan *Lomb Periodgram*?
2. Bagaimana cara menentukan periode perulangan terjadinya anomali iklim ENSO dam IODM di wilayah Provinsi Sumatera Barat?
3. Bagaimana menentukan wilayah stasiun curah hujan yang dominan terdampak oleh fenomena anomali iklim ENSO dan IODM?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Metode FFT (*Fast Fourier Transform*) dan *Lomb Periodgram*.
2. Program yang digunakan dalam penelitian adalah FTRANS, ANFOR, dan PRIODO.
3. Data yang digunakan hanya data curah hujan yang berasal dari stasiun pengamatan BMKG dan data curah hujan satelit TRMM wilayah Provinsi Sumatera Barat.
4. Data curah hujan yang digunakan berasal dari lima titik stasiun pengamatan, antara lain Stasiun Meteorologi Minangkabau, Stasiun Klimatologi Sicincin, Stasiun Pemantauan Atmosfer Global Bukit Koto Tabang, Stasiun Meteorologi Teluk Bayur, dan Stasiun Geofisika Padang Panjang.
5. Data yang digunakan dalam penelitian adalah data curah hujan selama periode 22 tahun (1998 – 2019).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis fenomena ENSO dan IODM dengan menggunakan metode *Fast Fourier Transform* (FFT) dan *Lomb Periodgram*.
2. Menentukkan periode perulangan terjadinya anomali iklim ENSO dam IODM di wilayah Provinsi Sumatera Barat.
3. Menentukan wilayah stasiun curah hujan yang dominan terdampak oleh fenomena anomali iklim ENSO dan IODM.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Hasil penelitian digunakan sebagai sumber informasi mengenai penggunaan metode FFT dalam membandingkan data curah hujan harian BMKG dan data curah hujan harian TRMM di Provinsi Sumatera Barat.
2. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai sumber informasi maupun referensi dalam mengetahui perulangan dari pertumbuhan anomali iklim yang terjadi di wilayah Sumatera Barat.
3. Hasil penelitian dapat dipergunakan sebagai salah satu tolak ukur dalam analisis hidrologi saat perencanaan proyek pembangunan konstruksi terutama pada konstruksi bangunan air di wilayah Provinsi Sumatera Barat.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 5 BAB diantaranya sebagai berikut.

- BAB I (PENDAHULUAN)
  BAB I berisi tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat peneltian, dan sistematika penulisan.

- BAB II (TINJAUAN PUSTAKA)
  BAB II berisi tentang teori-teori yang digunakan sebagai dasar penelitian serta akan digunakan dalam menyelesaikan masalah dalam penelitian.

- BAB III (METODOLOGI PENELITIAN)
  BAB III berisi tentang gambaran umum wilayah studi kasus, data yang digunakan, metode dan aplikasi yang digunakan untuk menganaisis data, serta diagram alir penelitian.

- BAB IV (HASIL DAN PEMBAHASAN)
  BAB IV berisi tentang hasil yang diperoleh dari menganalisis data yang digunakan dalam penelitian.

- BAB V (KESIMPULAN DAN SARAN)
  BAB V berisi tentang kesimpulan akhir dari hasil pembahasan yang sebelumnya telah dilakukan, serta memberikan masukan terhadap hasil penelitian yang telah dilakukan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang dimaksud adalah penelitian yang sebelumnya telah dilakukan dan memiliki keterkaitan dengan penelitian yang sedang dikaji. Tujuan dari peninjauan kembali penelitian terdahulu yaitu sebagai referensi dan pembanding dalam melakukan penelitian, serta menghindari asumsi kesamaan dengan penelitian ini. Berikut adalah hasil penelitian terdahulu yang relevan terhadap penelitian yang dilakukan saat ini.

- Hasil Penelitian Murni Ngestu Nur'utami (2015)

  Penelitian yang telah dilakukan oleh Murni Ngestu Nur'utami berjudul "*Influences of IOD and ENSO to Indonesian rainfall variability: role of atmosphere-ocean interaction in the Indo-Pacific sector*". Penelitian ini bertujuan untuk melihat hubungan antara IOD dan ENSO terhadap curah hujan di Indonesia. Wilayah studi penelitian adalah wilayah ekuatorial Samudera Hindia hingga Samudera Pasifik (20°LU – 20°LS and 30°BT – 60°BB). Data hasil obeservasi bulanan dari NOAA digunakan dalam penelitian ini. Selain itu, digunakan juga data seperti data SST V3B (ERSST), *zonal-meridional-vertical wind data* yang berasal dari produk NCEP/NCAR, dan data curah hujan yang didapatkan dari *Climate Research Unit* (CRU).

  Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah dampak dari IOD, ENSO, serta kombinasi keduanya memiliki respon yang berbeda-beda. Ketika IOD positif dan *El Nin*o terjadi bersamaan, curah hujan

Indonesia lebih banyak menurun secara signifikan dibandingkan dengan kejadian tunggal IOD positif atau *El Nino*. Di sisi lain, ketika IOD negatif dan *La Nina* terjadi secara bersamaan, curah hujan Indonesia meningkat lebih signifikan dari kejadian tunggal IOD negatif atau *La Nina* (Nur'utami & Hidayat, 2016).

- Hasil Penelitian Ardila Yananto (2016)

  Penelitian yang telah dilakukan oleh Ardila Yananto berjudul "Analisis Kejadian *El Nino* dan Pengaruhnya Terhadap Intensitas Curah Hujan di Wilayah Jabodetabek". Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan peristiwa *El Nino* di wilayah Jabodetabek sekitar tahun 2015/2016 serta pengaruhnya terhadap intensitas curah hujan selama periode puncak musim hujan tahun 2015/2016.

  Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa pada tahun 2016 hingga awal tahun 2016 telah terjadi fenomena *El Nino* dengan level kuat berdasarkan pengukuran dari parameter NINO 3.4 SST *Index* dan *Southern Oscillation Index* (SOI)

- Hasil Penelitian Ahmad Zakaria (2018)

  "Studi Pengaruh El Nino dan La Nina Terhadap Data Curah Hujan di Wilayah Lampung Timur " merupakan judul dari hasil penelitian Ahmad Zakaria. Penelitian dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian yang berasal dari lima stasiun curah hujan yang berlokasi di wilayah Lampung Timur dengan rentang waktu 1989 sampai 2006.
  Pada penelitin ini disimpulkan bahwa 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, dibandingan dengan 5 stasiun hujan yang diteliti (Zakaria et al., 2018).

- Hasil Penelitian Muhammad Rizky Ismail (2020)

  Penelitian Muhammad Rizky Ismail yang berjudul "Analisis Pengaruh Iklim terhadap curah hujan di Propinsi Bengkulu" bertujuan untuk menganalisis perulangan dipengaruhi oleh anomali iklim terhadap intensitas curah hujan di Provinsi Bengkulu dan kecenderungan pertumbuhan pengaruh anomali iklim yang terjadi, serta mengetahui daerah-daerah yang paling terdampak oleh anomali iklim. Data yang digunakan adalah data curah hujan dengan rentang waktu 20 tahun, dari 1998 sampai 2018.

  Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa Perulangan ini adalah perulangan hujan yang terpengaruh El Nino dan La Nina. Untuk daerah yang paling terpengaruh oleh perubahan iklim El Nino dan La Nina menurut data BMKG adalah stasiun hujan Kepahiyang dengan nilai PSD 25,37 mm^2 dan untuk nilai di stasiun Fatmawati serta Pulau Baai adalah 4,08 mm^2 dan 2,44 mm^2. Selanjutnya daerah yang paling terpengaruh oleh perubahan iklim El Nino dan La Nina menurut data TRMM adalah stasiun hujan Fatmawati dan Pulau Baai dengan nilai 0,37 mm^2 dan untuk nilai di stasiun Kepahiyang adalah 0,28 mm^2 (Ismail et al., 2020).

- Hasil Penelitian Meida Yustiana (2023)

  Penelitian yang telah dilakukan oleh Meida Yustiana berjudul "Dampak Variabilitas Iklim Inter-Annual (*El Nino, La Nina*) Terhadap Curah Hujan dan Anomali Tinggi Muka Laut di Pantai Utara Jawa Tengah". Penelitian ini menggunakan data tinggi muka laut dan data curah hujan

bulanan yang berasal dari BMKG. Rentang studi yang digunakan mulai dari tahun 1993 sampai 2020.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa periode anomali TML yang paling ekstrem terjadi pada tahun 1994, 1997, 2010, 2013, 2015, 2016, 2017, dan 2019. Sedangkan identifikasi pengaruh *El Niño* dan *La Niña* terhadap curah hujan di ke empat wilayah menunjukkan respon yang berbeda-beda (Yustiana et al., 2023).

2.2 Presipitasi

Presipitasi adalah turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi, yang bisa berupa hujan, hujan salju, kabut, embun, dan hujan es (Bambang Triatmodjo & Kedua, 2010). Hujan berasal dari uap air yang berada di atmosfer, yang jumlah dan bentuknya dipengaruhi oleh faktor klimatologi seperti temperatur, tekanan atmosfer, dan angin. Uap air tersebut akan naik ke atmosfer. Kemudian, uap air tersebut mengalami pendinganan suhu sehingga terjadi kondensasi membentuk burtiran-butian air serta kristal-kristal es yang pada akhirnya jatuh ke bumi.

Menurut Ardila Yananto (2016), Presipitasi di wilayah Indonesia yang beriklim tropis didefinisikan sebagai hujan karena sangat jarang terjadi presipitasi dalam bentuk kristal-kristal es.

Berdasarkan pendapat-pendapat ahli tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa hujan merupakan salah satu bentuk presipitasi berupa butiran-butiran air yang umumnya terjadi di negara-negara beriklim tropis.

2.3 Curah Hujan

Menurut Soegianto (2010), curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang jatuh pada tempat yang datar dengan asumsi tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Curah hujan (mm) adalah ketinggian air hujan yang terkumpul dalam penakar hujan pada tempat yang datar, tidak menyerap, tidak meresap dan tidak mengalir. Jumlah curah hujan dicatat dalam inci atau milimeter (1 inci = 25,4 mm) (Agustiarini et al., 2022).

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 (Zakaria et al., 2015). Sedangkan menurut pendapat Ardila Yananto (2016) dalam jurnalnya yang berjudul "Analisis Kejadian El Nino dan Pengaruhnya Terhadap Intensitas Curah Hujan di Wilayah Jabodetabek", jumlah curah hujan dalam 1 mm menunjukkan bahwa tinggi air yang menutupi permukaan bumi yaitu setebal 1 mm, apabila air tersebut tidak meresap maupun menguap.

Pada dasarnya, jumlah curah hujan 1 milimeter memiliki pengertian bahwa elevasi air hujan yang menutupi permukaan bumi dengan ketebalan 1 mm, dengan air yang tergenang dan tidak menguap ke atmosfer maupun meresap ke dalam tanah, tertampung air hujan sebanyak 1 liter pada suatu wilayah yang datar dengan luasan satu meter persegi.

2.4 Siklus Hidrologi

Gambar 1. Ilustrasi siklus hdrologi.
Sumber : USGS Water Science School, 2017

Siklus air atau yang lebih dikenal dengan siklus hidrologi merupakan tahapan terjadinya proses berkelanjutan dimana air menguap ke atmosfer lalu kembali ke permukaan bumi. Sementara air yang tertahan dan tidak ikut menguap, seperti air tanah, danau dan lain sebagainya, dapat digunakan oleh mahluk hidup dalam kehidpan sehari-hari.

Berdasarkan Gambar 1., Proses terjadinya siklus hidrologi diawali dengan pancaran energi panas dari matahari dan faktor iklim lainnya yang menyebabkan terjadinya proses penguapan atau evaporasi pada area limpasan air permukaan, mata air, laut, danau, serta es atau salju yang mencair lalu menjadi limpasan menuju sungai. Selain itu, penguapan juga terjadi pada tumbuhan dan hewan yang disebut dengan sejatpeluhan atau yang lebih dikenal dengan evapotranspirasi. Penguapan yang terjadi pada puncak gunung es tidak melalui proses es mencair, tetapi langsung terjadi penguapan dalam keadaan padat menjadi gas yang disebut dengan menyublim. Kemudian, hasil penguapan dari evaporasi, evapotranspirasi, serta

sumblimasi akan menjadi partikel es yang sangat kecil pada saat mencapai ketinggian atmosfer bagian atas. Partikel-partikel es yang berukuran sangat kecil tersebut akan menyatu dan membentuk suatu awan. Proses perubahan zat menjadi lebih padat disebut dengan dengan nama kondensasi atau pengembunan.

Pada siklus hidrologi panjang, akan terjadi perpindahan awan dari satu titik ke titik yang lain akibat pola angin yang terjadi. Proses ini disebut dengan adveksi. Perpindahan awan terjadi dari daratan ke lautan, begitu pula sebaliknya. Sedangkan pada siklus hidrologi pendek, awan tidak berpindah dan menetap pada suatu area.

Proses selanjutnya yang terjadi adalah mencairnya awan dan terjadi presipitasi. Pada wilayah dengan iklim tropis suhu yang tinggi, presipitasi yang terjadi berupa butiran-butiran air (*rainfall*). Sedangkan, pada presipitasi dengan iklim subtropis dengan suhu yang sangat rendah akan menghasilkan kristal-kristal es atau salju (*snow*).

Hasil dari presipitasi tersebut akan menjadi limpasan yang bergerak dari permukaan yang inggi ke yang rendah seperti sungai yang mengalir dari hulu ke hilir. Butiran-butiran air yang meresap ke dalam tanah akan berubah menjadi air tanah. Perembesan butiran-butiran air ini disebut dengan infiltrasi, yang secara keseluruhan air yang dihasilkan dari hujan akan mengalir ke laut.

2.5 Data Curah Hujan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG)

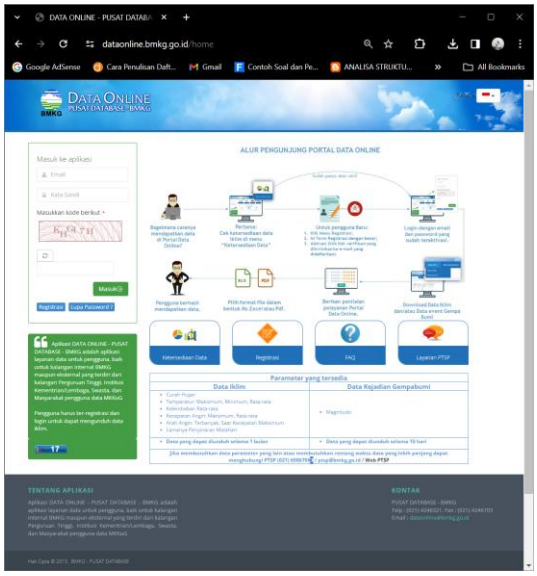
Data *Rainfall Rate* (RR) atau yang lebih dikenal dengan data curah hujan merupakan data yang diperoleh dari pengukuran ketinggian air hujan dengan satuan milimeter (mm) yang dilakukan di permukaan maupun menggunakan satelit yang berada di atmosfer. Pengukuran curah hujan di permukaan dilakukan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG).

Data curah hujan yang dihasilkan oleh BMKG disesuaikan dengan stasiun curah hujan yang berada di wilayah tertentu serta terus diperbarui data curah hujan setiap harinya. Terdapat dua cara dalam mengumpulkan data curah hujan dari BMKG yaitu sebagai berikut.

1. Data dari Situs Resmi BMKG

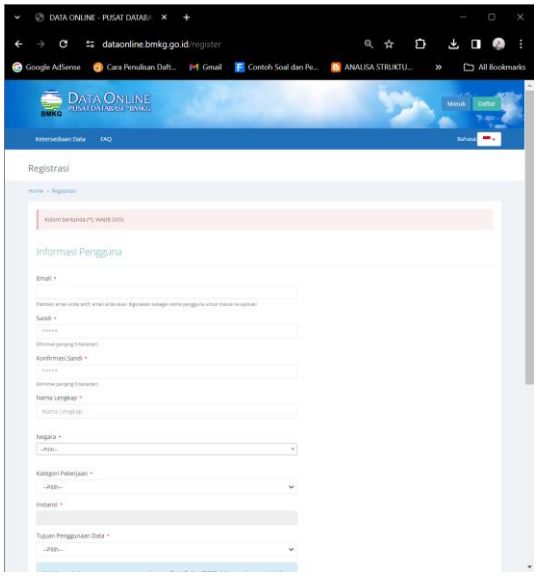
   Berikut adalah langkah-langkah dalam mengumpulkan data curah hujan (RR) BMKG.

   a. Buka aplikasi Data Online - Pusat Database – BMKG dengan alamat situs *https://dataonline.bmkg.go.id/home*.



   Gambar 2. Aplikasi Data Online - Pusat Database – BMKG.

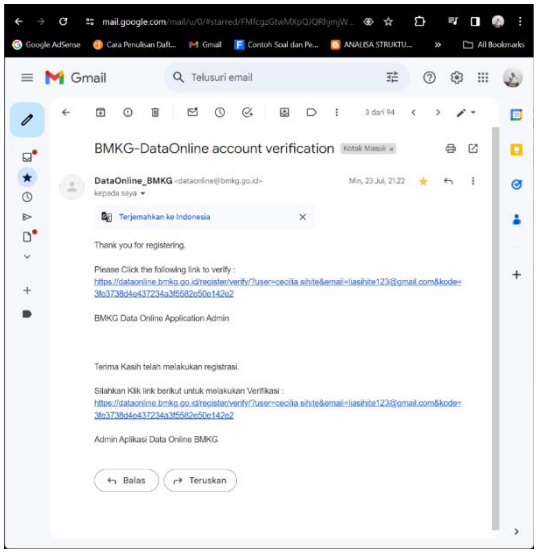
   b. Melakukan registrasi akun aplikasi Data Online – Database – BMKG.



Gambar 3. Form registrasi aplikasi Data Online – Database – BMKG.

c. Mengisi form registrasi dengan benar sesuai data yang dimiliki.

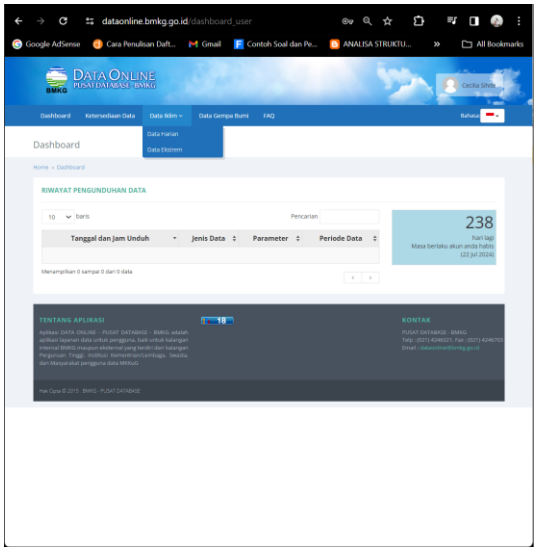
d. Kemudian, melakukan aktivasi pada akun BMKG dengan cara klik link verifikasi yang dikirimkan ke email yang sebelumnya telah didaftarkan.



Gambar 4. Link verifikasi akun pada email yang terdaftar.

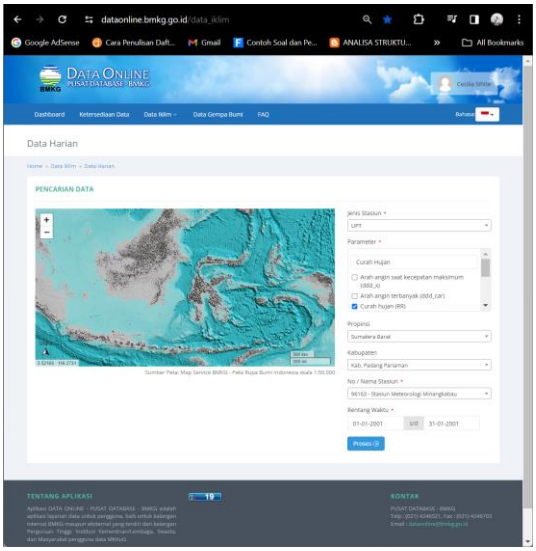
e. Apabila akun telah diverifikasi, login dengan akun email dan password yang sebelumnya telah didaftarkan dan diaktivasi.

f. Setelah masuk ke aplikasi Data Online – Database – BMKG, klik data iklim, kemudian data harian.



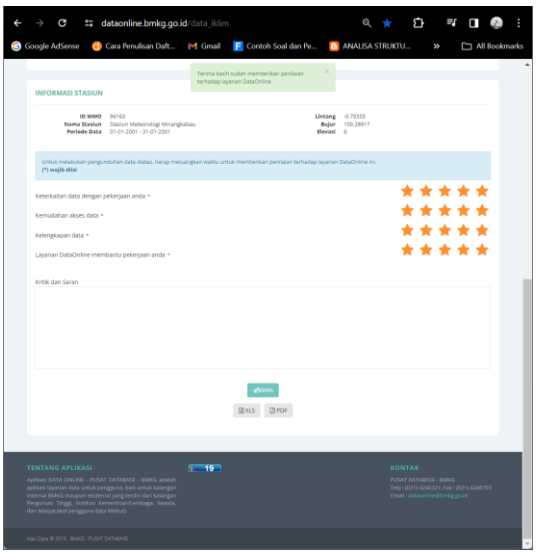
Gambar 5. Klik data iklim, kemudian klik data harian.

g. Pada pencarian data pilih jenis stasiun yaitu UPT (Unit Pelayanan Terpadu), parameter yang dibutuhkan yaitu curah hujan (RR), pilih Provinsi Sumatera Barat, pilih semua kabupaten, selanjutnya memilih salah stasiun yang ingin dikumpulkan datanya, serta yang terakhir adalah menentukan rentang waktu yang akan diunduh. Panjang rentang waktu yang dapat diunduh dalam sekali pengunduhan hanya satu bulan saja. Setelah itu, untuk memproses pencarian data, klik proses.



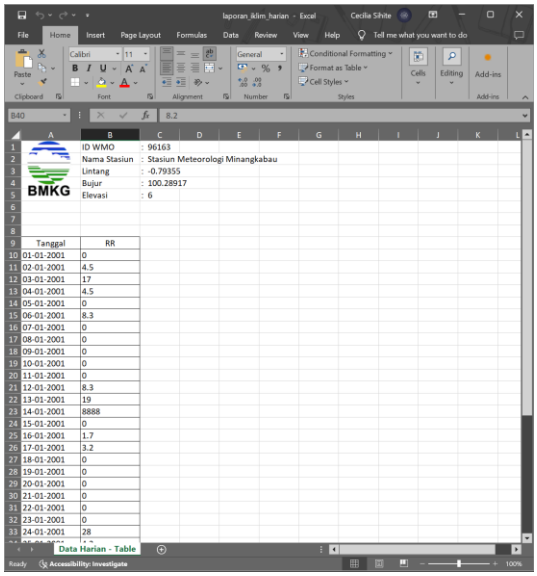
Gambar 6. Pencarian data harian curah hujan.

h. Setelah itu, pada aplikasi akan muncul Informasi Stasiun. Sebelum mengunduh data harian curah hujan, beri penilaian terhadap pelayanan portal data online BMKG. Kemudian, klik kirim.



Gambar 7. Penilaian terhadap portal data online BMKG.

i. Data harian dapat diunduh dengan format excel maupun pdf. Data harian yang diunduh dan digunakan pada pengolahan data penelitian yaitu data dalam format excel dengan judul.



Gambar 8. Data harian curah hujan BMKG dalam format excel.

2. Data BMKG Langsung dari Instansi Terkait

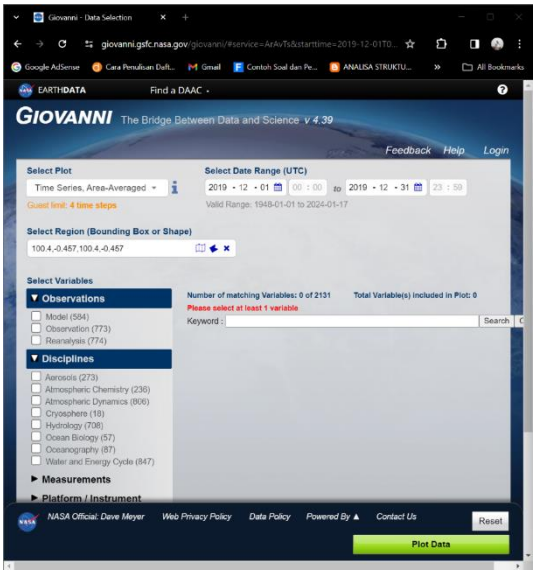
Data BMKG didapatkan setelah melakukan beberapa prosedur administrasi yang selanjutnya data akan diberikan langsung oleh instant terkait. Instansi yang terkait dalam pengumpulan curah hujan ini adalah BBWS atau Balai Besar Wilayah Sungai. Pengambilan data langsung ke instansi terkait dilakukan apabila lokasi yang akan dilakukan penelitian dekat dengan wilayah sungai serta tidak ada UPT BMKG yang melakukan pengukuran tingkat curah hujan di wilayah tersebut.

2.6 Data Curah Hujan *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM)

Selain menggunakan data curah hujan BMKG, data curah hujan lain yang digunakan adalah data curah hujan TRMM. Data curah hujan TRMM merupakan data curah hujan yang didapatkan dari hasil pemantauan dan analisis curah hujan tropis dari misi luar angkasa antara *Japan Aerospace Exploration Agency* (JAXA) dan *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). Pengukuran data curah hujan TRMM dipengaruhi oleh presipitation radar (PR) dalam menangkap medan presipitasi. Data

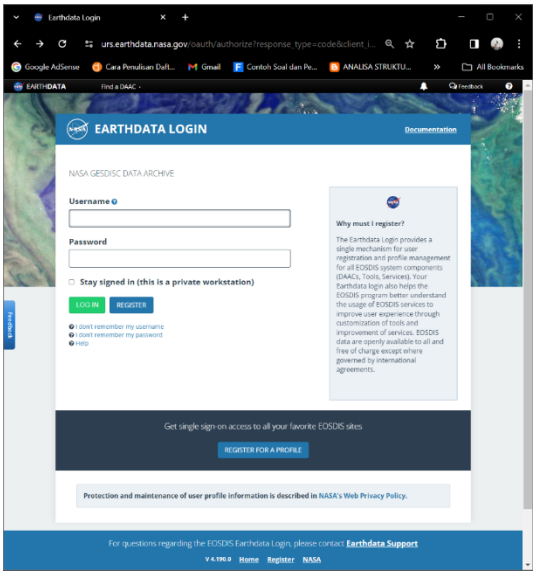
Rainfall Rate (RR) yang berasal dari TRMM didapatkan dengan cara sebagai berikut.

a. Buka situs Giovanni TRMM dengan alamat situs *https://giovanni.gsfc.nasa.gov/*.



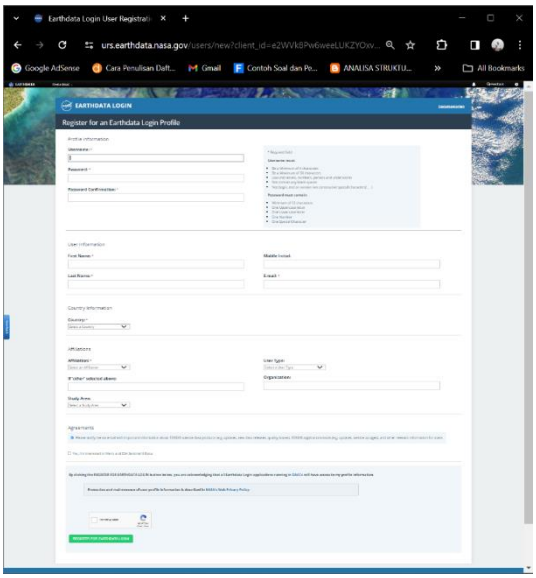
Gambar 9. *Interface* dari situs Giovanni TRMM.

b. Selanjutnya, anda akan disarankan untuk melakukan login pada situs.



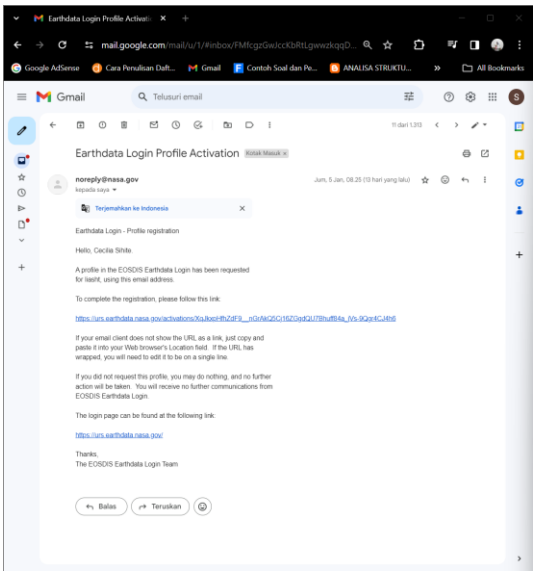
Gambar 10. Laman dari *Earthdata Login*.

c. Apabila belum memiliki akun Giovanni TRMM, maka segera lakukan registrasi akun dengan cara klik tab register. Kemudian, isi seluruh *form* sesuai dengan data yang dimiliki pengguna.



Gambar 11. Registrasi akun Giovanni TRMM.

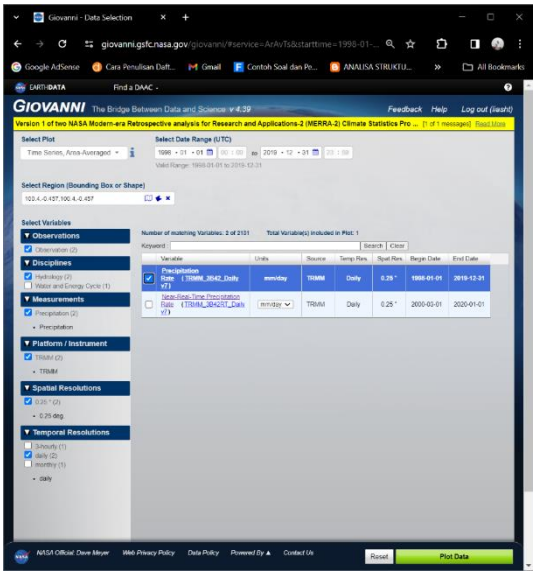
d. Setelah melakukan registrasi, aktivasi akun akan dikirimkan ke email pengguna.



Gambar 12. Email aktivasi akun Giovanni TRMM.

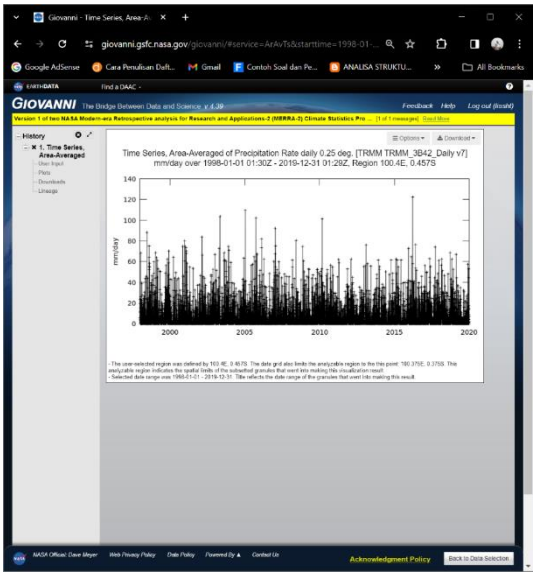
e. Login kembali ke akun Giovanni TRMM dengan menggunakan akun yang sebelumnya telah diregistrasi.

f. Untuk mendapatkan data yang diinginkan pada laman Giovanni TRMM, pengguna harus mengisi *plot*, *region*, *date range*, dan *variables*. Klik salah satu kotak yang sesuai dengan pencarian pengguna. Setelah itu, klik tab plot data.



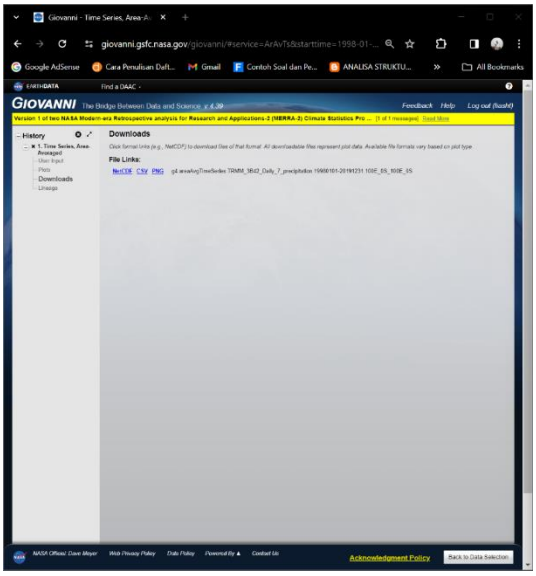
Gambar 13.Pengisian data sesuai kebutuhan.

g. Setelah laman memuat data curah hujan dari server data utama, akan muncul tampilan gambar grafik curah hujan seperti gambar bawah ini.



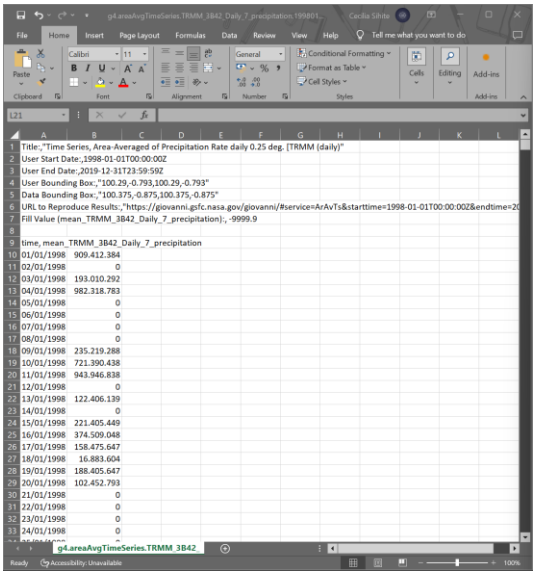
Gambar 14. Grafik curah hujan pada situs Giovanni TRMM.

h. Untuk mengunduh data curah hujan Giovanni TRMM klik downloads. Terdapat tiga cara pengunduhan data, yaitu NetCDF, CSV, dan PNG. Karena pada penelitian ini menggunakan aplikasi Excel untuk perhitungan data, bentuk data yang diunduh adalah CSV.



Gambar 15. Format pengunduhan data curah hujan Giovanni TRMM.

i. Data curah hujan yang diunduh dalam format CSV terdiri dari dua dokumen dalam bentuk Excel untuk data curah hujan harian dan png untuk grafik curah hujan. Dalam dokumen Excel tersebut terdapat judul data, periode pengambilan data, koordinat lokasi pengambilan sampel, dan data curah hujan harian.



Title:	"Time Series, Area-Averaged of Precipitation Rate daily 0.25 deg. (TRMM (daily)"
User Start Date:	1998-01-01T00:00:00Z
User End Date:	2019-12-31T23:59:59Z
User Bounding Box:	"100.29,-0.793,100.29,-0.793"
Data Bounding Box:	"100.375,-0.875,100.375,-0.875"
URL to Reproduce Results:	"https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/#service=ArAvTs&starttime=1998-01-01T00:00:00Z&endtime=2
Fill Value (mean_TRMM_3B42_Daily_7_precipitation):	-9999.9
time	mean_TRMM_3B42_Daily_7_precipitation
01/01/1998	909.412.384
02/01/1998	0
03/01/1998	193.010.292
04/01/1998	982.318.783
05/01/1998	0
06/01/1998	0
07/01/1998	0
08/01/1998	0
09/01/1998	235.219.288
10/01/1998	721.390.438
11/01/1998	943.946.838
12/01/1998	0
13/01/1998	122.406.139
14/01/1998	0
15/01/1998	221.405.449
16/01/1998	374.509.048
17/01/1998	158.475.647
18/01/1998	16.883.604
19/01/1998	188.405.647
20/01/1998	102.452.793
21/01/1998	0
22/01/1998	0
23/01/1998	0
24/01/1998	0

Gambar 16. Tampilan data curah hujan Giovanni TRMM.

2.7 Fenomena *El Nino-Southern Oscillation* (ENSO)

El Nino-Southern Oscillation (ENSO) adalah salah satu fenomena laut yang terjadi tidak teratur dan secara berkala serta melibatkan suhu permukaan laut Pasifik timur laut. Hal tersebut berpengaruh pada sebagain besar daerah tropis dan subtropis. ENSO merupakan peristiwa pergeseran sistem atmosfer samudera di Pasifik tropis secara periodik sehingga berdampak pada cuaca di seluruh dunia.

Pada dasarnya, ENSO merupakan fenomena iklim tunggal yang memiliki tiga fase yang kemungkinan terjadi yaitu fase netral, fase *El Nino*, dan fase *La Nina*. Fase netral merupakan fase dimana nilai suhu muka air laut atau SST (*Sea Surface Temperature*) mendekati nilai rata-rata.

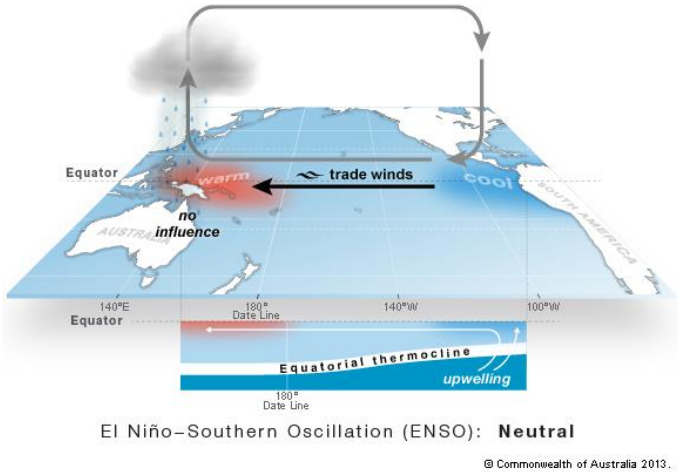
El-Nino merupakan fenomena alam yang secara ilmiah diartikan dengan meningkatnya suhu muka laut atau SST (*Sea Surface Temperature*) di sekitar Pasifik Tengah dan Timur sepanjang ekuator dari nilai rata-ratanya. Pada tahun-tahun normal, suhu muka laut di sebelah Utara dan Timur Laut Australia bernilai ≥28°C sedangkan suhu muka laut di Samudra Pasifik sekitar Amerika Selatan bernilai ±20°C (Herlina & Tongkukut, n.d.).

Sebaliknya, *La Nina* adalah turunnya suhu di daerah Samudera Pasifik dan sekitar daerah Ekuador (Ismail et al., 2020). Fase *El Nino* dapat dilihat dampaknya secara fisik, sedangkan *La Nina* tidak dapat dilihat secara fisik sehingga sulit untuk memperkirakan terjadinya *La Nina*.

Fase El Nino merupakan fase hangat dari ENSO dan fase La Nina merupakan fase dingin ENSO. Dua fase ini merupakan anomali iklim yang terjadi di banyak negara, terutama di Indonesia.

2.8 Proses Terjadinya ENSO

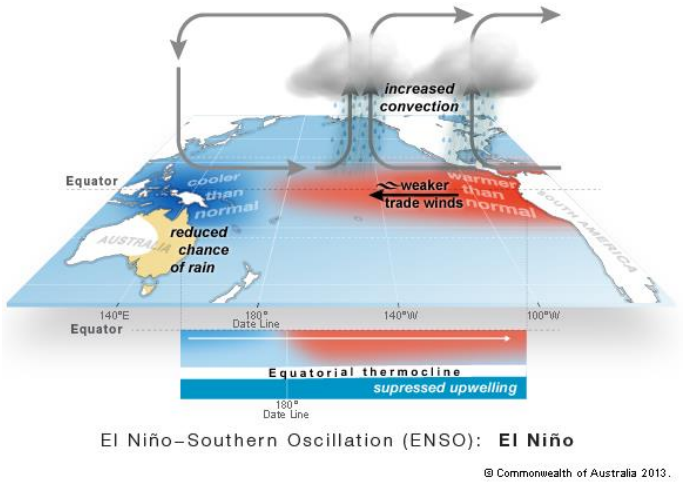
Fenomena *El Nino-Southern Oscillation* (ENSO) terjadi di wilayah Samudera Pasifik, khususnya di sepanjang garis khatulistiwa. Sehingga mengakibatkan lautan Pasifik memiliki suhu yang lebih hangat yaitu sekitar >28°.



Gambar 17. Ilustrasi terjadinya ENSO fase netral.
Sumber : The Bureau of Meteorology, 2013

Peristiwa ENSO fase netral diilustrasikan pada Gambar 9. Pada gambar tersebut terlihat bahwa kondisi Samudera Pasifik dalam keadaan tidak dipengaruhi oleh El Nino dan La Nina. Kolam panas terletak pada perairan yang melewati garis ekuator dan dekat daerah Papua. Apabila suhu permukaan air laut (SST) menjadi lebih hangat dari sebelumnya, hal tersebut mempengaruhi udara atmosfer di atasnya. Tekanan udara di wilayah tersebut akan menjadi rendah dan suhu udara akan meningkat. Sementara, pada bagian Peru-Bolivia terjadi sebaliknya.

Pada dasarnya angin bergerak dari wilayah yang bertekanan tinggi ke bertekanan rendah. Berdasarkan prinsip tersebut, angin yang berasal dari wilayah subtropis Peru-Bolivia ke wilayah khatulistiwa Indonesia. Selama pergerakan air, terjadi penguapan di sepanjang Samudera Pasifik. Pada saat dekat dengan Papua, uap air tersebut berubah menjadi awan akibat pengaruh kolam panas di bawahnya. Kemudin, awan semakin membesar dan pada kondisi tertentu terjadilah hujan pada kondisi normalnya.

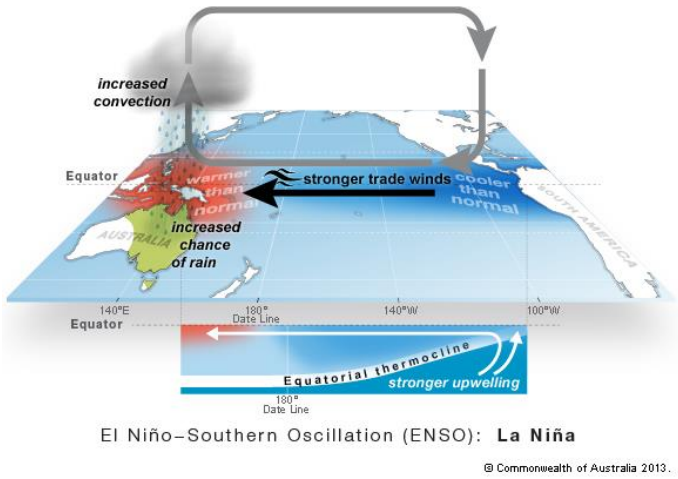


Gambar 18. Ilustrasi terjadinya ENSO fase *El Nino*.
Sumber : The Bureau of Meteorology, 2013

El Nino terjadi ketika pola angin pasat yang melintasi Samudera Pasifik ke Samudera dari timur ke barat mulai melemah dan berbalik arah. Melemahnya

angin pasat terjadi akibat meluasnya suhu muka laut yang hangat di Samudera Pasifik bagian timur dan tengah.

Proses awal terjadinya El Nino adalah air laut hangat yang berasal dari perairan Indonesia beergerak ke arah timur menyusuri equator, hingga sampai ke pantai Barat Amerika Selatan (Peru-Bolivia). Pada waktu yang bersamaan pula, air laut yang hangat yang berasal dari Amerika Tengah bergerak ke arah selatan, hingga akhirnya sampai ke pantai barat Peru-Equator. Akhirnya akan terjadilah pertemuan antara air laut yang panas dari Indonesia dengan air laut yang panas dai Amerika Tengah di pantai barat Peru-Equador, dan berkumpulan massa air laut panas dalam jumlah yang besar dan menempati daerah yang luas (Safitri, 2015).



Gambar 19. Ilustrasi terjadinya ENSO fase *La Nina*.
Sumber : The Bureau of Meteorology, 2013

Proses terjadinya *La Nina* diawali dengan air laut yang hangat bergerak ke arah barat hingga akhirnya sampai ke wilayah Indonesia. Hal ini mengakibatkan tekanan di wilayah Indonesia menjadi rendah (minimum). Kemudian, angin di sekitar Samudera Hindia dan Pasifik Selatan bergerak menuju wilayah Indonesia. Angin tersebut membawa banyak uap akhir sehingga mengakibatkan wilayah Indonesia terjadi hujan lebat.

2.9 Dampak anomali ENSO (*El Nino* dan *La Nina*)

Anomali ENSO menimbulkan dampak yang cukup merugikan. Tidak hanya dalam aspek kehidupan tetapi juga lingkungan sekitar yang terkena fenomena anomali ENSO.

Secara umum, dampak yang ditimbulkan dari terjadinya El Nino adalah sebagai berikut.

- Melemahnya sirkulasi Moonson.
- Di sepanjang wilayah Samudera Pasifik Ekuatorial Barat dan Tengah, cuaca cenderung terasa hangat dan lembab.
- Menyebabkan penurunan intensitas hujan di wilayah Indonesia, Amerika Selatan, dan Amerika bagian Utara. Hal ini menyebab udara terasa lebih dingin serta kering.
- Angin pasat timur semakin melemah.

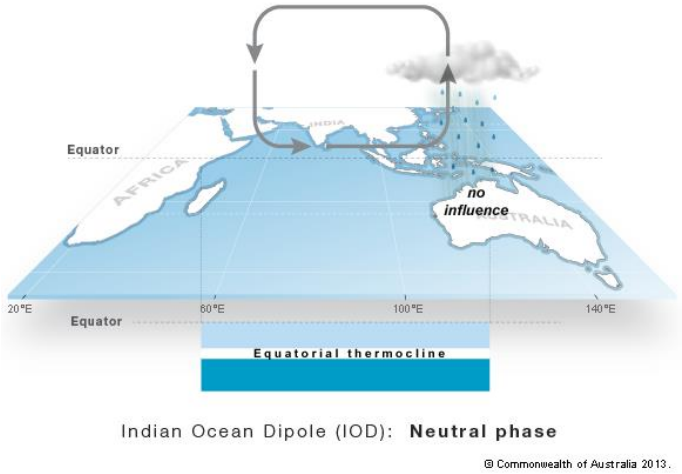
Sedangkan, terjadinya La Nina menimbulkan dampak-dampak sebagai berikut.

- Menguatnya sirkulasi Moonson.
- Di sepanjang wilayah perairan Pasifik Ekuatorial Barat yang mencakup wilayah Malaysia, Indonesia, serta Australia bagian Utara, cuaca cenderung terasa hangat dan lembab.
- Menyebabkan penurunan intensitas hujan di wilayah bagian timur Pasifik. Hal ini menyebab udara terasa lebih dingin serta kering.
- Menguatnya angin pasat timur.

2.10 Fenomena *Indian Ocean Dipole Mode* (IODM)

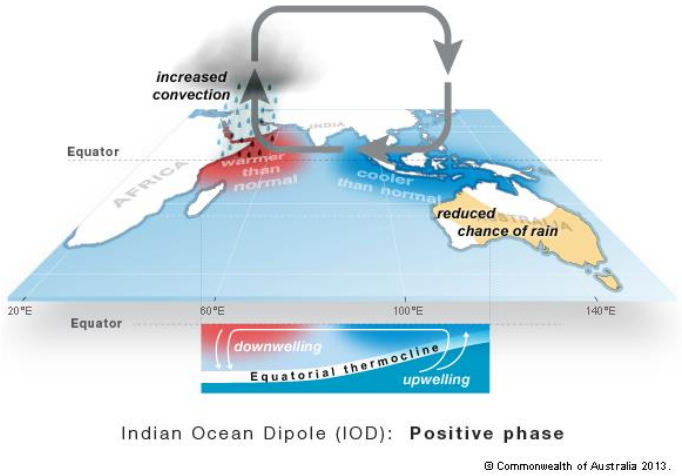
Indian Ocean Dipole Mode (IODM) atau Mode Dipol Samudera Hindia merupakaan perbedaan suhu permukaan laut antara bagian timur dan barat Samudera Hindia tropis. Fenomena IODM disebabkan karena adanya anomali suhu di wilayah pantai timur Afrika dan pantai barat Sumatera. IODM terdiri dari tiga fase yaitu fase netral, fase positif, dan fase negatif.

2.11 Proses Terjadinya IODM



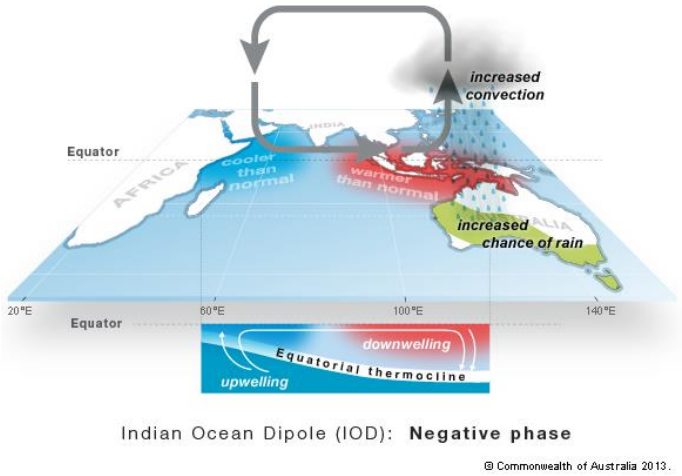
Gambar 20. Ilustrasi terjadinya IOD fase netral.
Sumber : The Bureau of Meteorology, 2013

Fase netral dari IOD yang diilustrasikan pada Gambar 22. terjadi ketika air di wilayah perairan Samudera Pasifik mengalir disekitar pulau-pulau Indonesia, mempertahankan suhu laut di wilayah bagian barat Australia agar tetap hangat. Udara naik di atas wilayah perairan ini kemudian turun ke cekungan Samudera Hindia bagian barat, menghembuskan angin barat di sepanjang garis khatulistiwa. Wilayah tropis Samudera Hindia memilki suhu yang mendekati normal, sehingga iklim di Indonesia hanya terjadi sedikit perubahan ketika IOD fase netral berlangsung.



Gambar 21. Ilustrasi terjadinya IOD fase positif.
Sumber : The Bureau of Meteorology, 2013

Peristiwa IOD fase positif terjadi ketika angin barat yang berhembus di sepanjang garis khatulistiwa melemah, sehingga menyebabkan perairan yang hangat mengalir ke wilayah Afrika dengan kemungkinan air dingin dari perairan wilayah timur naik. Perubahan angin ini menyebabkan terjadinya perbedaan suhu di seluruh wilayah Samudera Hindia tropis antara perairan yang lebih hangat dari biasanya di bagian barat dan perairan yang lebih dingin dari perairan normal di bagian timur. Hal ini mengindikasikan bahwa kelembapan di atmosfer bagian barat laut Indonesia lebih rendah dari biasanya. Pada IOD fase positif, curah hujan di wilayah bagian barat Samudera hindia (Pantai timur afrika dan selatan Semenanjung Arab) meningkat. Sedangkan, curah hujan di wilayah bagian timur (Indonesia dan Australia) menurun dan cenderung terjadi kekeringan. Fase IODM positif diilustrasikan sebagai berikut.



Gambar 22. Ilustrasi terjadinya IOD fase negatif.
Sumber : The Bureau of Meteorology, 2013

Fenomena IOD fase negative terjadi ketika angin barat berhembus semakin kencang disekitar di sepanjang wilayah khatulistiwa, yang menyebabkan perairan hangat terkonsentrasi di wilayah timur Samudera Hindia. Hal ini menyebabkan peningkatan kelembaban udara di wilayah timur Samudera Hindia, seperti Indonesia dan Australia, serta curah hujan yang ikut meningkat. Sebaliknya, di wilayah bagian barat Samudera Hindia, seperti pantai timur Afrika, kelembaban cenderung menurun dan terjadi kekeringan. Hal tersebut dapat dilihat pada ilustrasi Gambar .

2.12 Metode *Fast Fourier Transform* (FFT)

Fast Fourier Transform (FFT) adalah perkembangan dari analisis fourier menjadi analisis spektral. Metode *Fast Fourier Transform* (FFT) merupakan metode yang digunakan untuk mengubah sinyal atau data dalam cakupan waktu menjadi sinyal frekuensi. *Fast Fourier Transform* (FFT) dianggap lebih efisien dibandingkan dengan analisis fourier. Peneliti memiliki kemungkinan untuk melakukan analisis lebih jauh mengenai sinyal dalam kawasan waktu serta menandai frekuensi yang ada pada kawasan frekuensi tersebut.

Salah satu bentuk dari tranformasi fourier adalah metode analisis spectral. Penggunaan metode analisis spektral dalam analsis curah hujan yaitu untuk mengetahui perulangan dan periodesitas data hujan dengan cara melakukan transformasi sinyal data dari cakupan waktu ke sinyal frekuensi, sehingga dapat ditentukan jenis pola cuaca yang terlihat dari pola periodik yang terbentuk. Metode *spectral* merupakan metode transformasi yang dirumuskan sebagai *Fourier Transform* sebagai berikut (Zakaria et al., 2018).

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

dimana,

$P(f_m)$ = Data series dalam domain frekuensi (hertz);

$P(t_n)$ = Data series dalam domain waktu (hari);

Δt = Perubahan waktu (hari);

t_n = Waktu seri yang menunjukkan sampai ke N (hari);

fm = Hujan dalam seri Frekuensi (hertz);

N = Panjang data dalam domain waktu (hari);

M = Jumlah data yang ditransformasikan dalam domain frekuensi (hertz).

2.13 Metode *Lomb Periodgram*

Metode Lomb-Scargle Periodogram merupakan metode yang dikembangkan oleh Lomb (1976) dan Scargle (1982) dengan tujuan untuk menganalisis dan menentukan sinyal periodik pada data penelitian yang tidak merata. Lomb-Scargle Periodogram Lomb-Scargle adalah metode yang efisien untuk menghitung perkiraan spektrum daya mirip Fourier dari data sampel yang tidak seragam, sehingga menghasilkan metode intuitif dalam penentuan periode osilasi.

Metode Lomb ini mampu memperkirakan periodesitas dalam waktu serta mampu menghitung frekuensi-frekuensi daya spektral yang tidak seragam.

Selain itu, metode ini juga mampu menentukan peningkatan periodesitas secara signifikan terhadap data yang dianalisis.

Pengguanaan metode ini dalam penelitian memiliki fungsi untuk menganalisis data curah hujan harian. Hal tersebut memungkan peneliti untuk menetukan periode perulangan anomali iklim ENSO dan IODM pada suatu wilayah. Metode *Lomb Periodgram* memiliki rumus yang dijabarkan sebagai berikut.

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

dimana,

$P(f)$ = Periodgram (*Domain Frequency*);

$\bar{\chi}$ = Rata-rata tinggi curah hujan (mm);

χ = Tinggi curah hujan (mm);

t = Waktu (hari);

ω = Frekuensi.

2.14 Komponen Periodik

Komponen periodik adalah salah satu bagian dari proses analisis data dengan menggunakan metode spektral, salah satunya metode FFT. Komponen periodik merupakan osilasi dari suatu gerak perpindahan dengan panjang data tertentu. Komponen periode digambarkan sebagai P(t) yang ditentukan dengan menggunakan metode FFT. Hasil dari osilasi data menghasilkan beberapa bagian yang menunjukkan adanya P(t), dengan P adalah periode, dan dapat diestimasikan periode puncaknya dengan menggunakan analisis fourier. Komponen periodik juga dapat Digambar dengan frekuensi sudut dengan simbol ω_r. Komponen periodik sendiri dapat dirumuskan dengan fungsi persamaan fourier sebagai berikut (Zakaria, 2015).

$$\hat{P}= \sum_{r=1}^{r=k+1} A_r \sin(\omega_r.t) + \sum_{r=1}^{r=k} B_r \cos(\omega_r.t)$$

dimana,

P(t) = komponen periodik;

$\hat{P}(t)$ = model dari komponen periodik;

Po = Ak+1 = rerata curah hujan harian (mm);

ω_r = frekuensi sudut (radian);

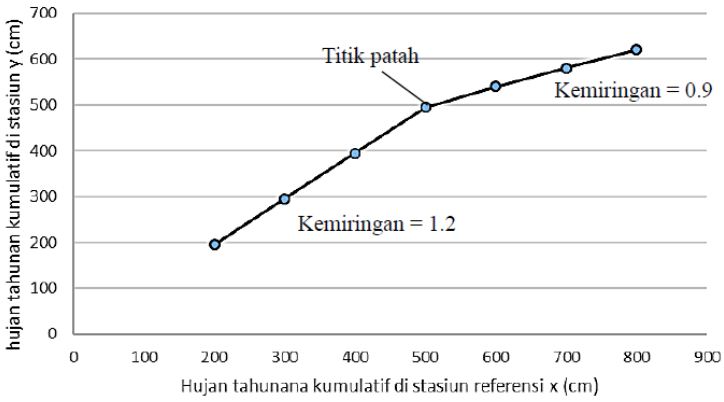
t = waktu (hari);

A_r, B_r = koefisien komponen Fourier;

k = jumlah komponen signifikan.

2.15 Uji Validasi Data

Uji validasi data curah hujan bertujuan untuk melihat apakah data curah hujan layak atau tidak untuk digunakan. Salah satu metode yang digunakan adalah Metode kurva massa ganda. Metode kurva massa ganda adalah metode untuk mengecek validasi data hujan dengan cara membandingkan hujan tahunan kumulatif suatu stasiun terhadap stasiun lain (stasiun referensi) (Kementerian PUPR, 2018). Stasiun lainnya atau stasiun refrensi merupakan nilai rata-rata dari beberapa stasiun yang saling berdekatan.



Gambar 23. Kurva massa ganda.
Sumber : (Kementerian PUPR, 2018)

2.16 Analisis Korelasi Data

Analisis korelasi diperlukan untuk melihat seberapa besar korelasi antar data yang berisi parameter yang sama namun berbeda sumber pengambilan data. Koefisien korelasi merupakan ukuran yang dipakai untuk menyatakan seberapa kuat hubungan variabel-variabel terutama data kuantitatif (Tuhu Pangestu et al., 2020). Analisis korelasi yang digunakan adalah uji korelasi pearson yang pendekatannya ditentukan pada table di bawah ini.

Tabel 1. Pendekatan Konvensional untuk Menafsirkan Koefisien Korelasi

Rentang Koefisien Korelasi	Penafsiran
0,00 – 0,10	Korelasi dapat diabaikan
0,10 – 0,39	Korelasi lemah
0,40 – 0,69	Korelasi sedang
0,70 – 0,89	Korelasi kuat
0,90 – 1,00	Korelasi sangat kuat

Sumber : (Schober & Schwarte, 2018)

2.17 Software Analisis Data

1. Program PRIODO

   Program PRIODO adalah program lanjutan yang digunakan untuk menganalisis data dengan menggunakan metode *Lomb Periodgram*. *Lomb Periodgram* adalah salat satu metode yang digunakan dalam menetukkan periode perulangan curah hujan. *Lomb periodgram* memiliki tingkat analisis yang lebih akurat karena hasil pengukurannya dapat disesuaikan dengan ketelitian data yang dibutuhkan.

2. Program FTRANS

   Program *FTRANS* adalah program *under* DOS dikembangkan oleh Zakaria (2005a) yang dapat dijalankan pada Operasi sistem Windows maupun Linux dengan fungsi untuk menganalisis data rangkaian waktu dalam bentuk frekuensi. Program *FTRANS* ini sendiri.

3. Program ANFOR

   Program ANFOR atau analIsis fourier digunakan untuk memodelkan data curah hujan dan sejenisnya secara periodik, sehingga menghasilkan puncak-puncak yang dapat diestimasikan. Program ini digunakan setelah melakukan analisis data dengan metode FFT menggunakan program FTRANS.

4. *Ghostscript*

   Ghostscript merupakan paket perangkat lunak dengan kemampuan untuk menerjemahan Bahasa *Postscript* ke berbagai format dan dapat ditampilkan dilayar monitor maupun mencetaknya pada printer yang tidak memiliki format bahasa Postscript.

5. *Notepad*

   Notepad digunakan sebagai tempat penginputan data-data sampel yang akan diteliti dan selanjutnya akan diolah dengan menggunakan program FTANS untuk metode FFT dan program PRIODO untuk metode *Lomb Periodgram*. Bentuk file penginputan data adalah SPEKTRUM dengan tipe “input”. sedangkan untuk hasil keluaran dari program adalah FOURIER dengan tipe “output” untuk metode FFT dan lomb dengan type “output” untuk metode *Lomb Periodgram*.

6. *Gsview*

   Fungsi dari *Gsview* adaah untuk melihat hasil pengolahan data sampel dalam bentuk grafik pada program FTRANS.

7. Microsoft Excel

   Microsoft excel digunakan untuk menganalisis hasil pengolahan data dari program PRIODO dan FTRANS. *Software* ini juga digunakan untuk mennentukan determinasi antar data yang berbeda wilayah penelitiannya.

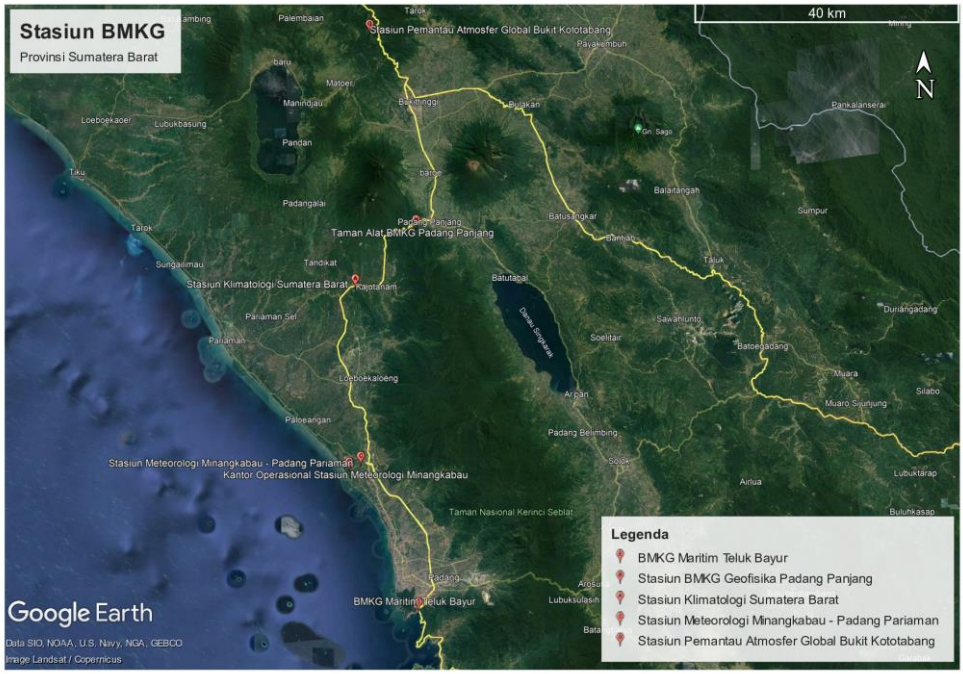
III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Wilayah Studi

Gambar 24. Peta wilayah Provinsi Sumatera Barat.

Wilayah studi dari penelitian ini adalah beberapa stasiun curah hujan di wilayah Provinsi Sumatera Barat yang berbatasan dengan beberapa wilayah sebagai berikut.

- Sebelah Utara dengan Provinsi Sumatera Utara.
- Sebelah Selatan dengan Provinsi Bengkulu.
- Sebelah Timur dengan Provinsi Riau dan Jambi.
- Sebelah Barat dengan Samudera Hindia.



Gambar 25. Lokasi stasiun pengamat BMKG.
Sumber : Google Earth, 2023

Beberapa stasiun hujan di wilayah Provinsi Sumatera Barat diantaranya Stasiun Meteorologi Minangkabau (Kab.Padang Pariaman), Stasiun Klimatologi Suamtera Barat (Kab.Padang Pariaman), Stasiun Pemantauan Atmosfer Global Bukit Koto Tabang (Kab.Agam), Stasiun Meteorologi Teluk Bayur, dan Stasiun Geofisika Padang Panjang. Namun, hanya data curah hujan dari Stasiun Pemantauan Atmosfer Global Bukit Koto Tabang (Kab.Agam) yang tidak digunakan.

3.2 Data yang Digunakan

Penelitian ini menggunakan data sekunder, yaitu data yang tidak didapatkan secara langsung oleh peneliti, berupa data curah hujan yang didapatkan dari BMKG dan TRMM. Data curah hujan BMKG yang digunakan berasal dari pengukuran curah hujan dilakukan *on ground* di beberapa stasiun BMKG di wilayah Sumatera Barat, yaitu stasiun BMKG tersebut yaitu Stasiun Meteorologi Minangkabau (Kab. Padang Pariaman), Stasiun Klimatologi Sumatera Barat (Kab. Padang Pariaman), Stasiun Meteorologi Maritim Teluk

Bayur, dan Stasiun Geofisika Padang Panjang. Sedangkan, data curah hujan TRMM berasal dari hasil pemantauan curah hujan menggunakan satelit. Lokasi pengambilan data curah hujan TRMM didasarkan pada koordinat lokasi stasiun BMKG. digunakan Dalam penelitian ini, panjang data curah hujan yang digunakan adalah 22 tahun yang dimulai dari tahun 1998 – 2019.

3.3 Analsis Data

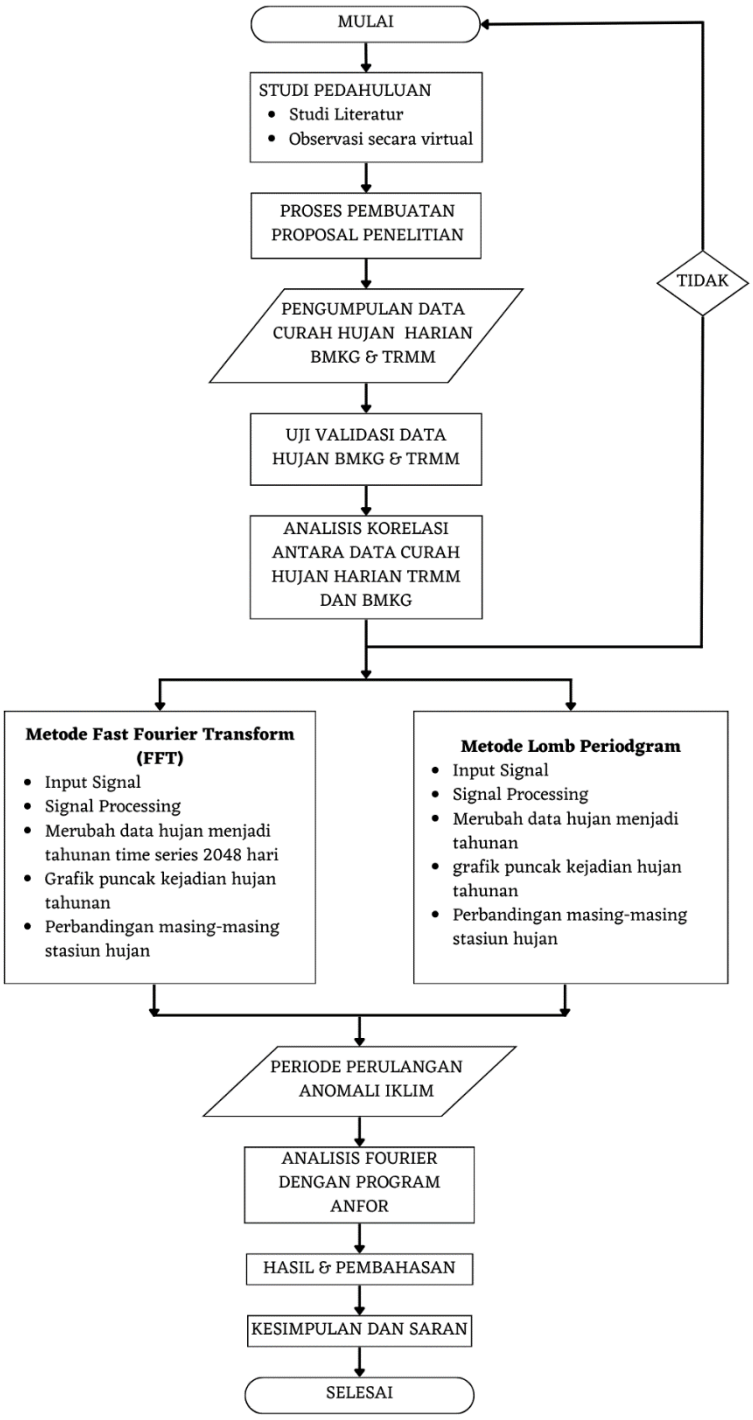
Analisis data sekunder dilakukan setelah seluruh data curah hujan diperoleh. Data curah hujan yang didapatkan dianalisis dengan menggunakan *F-TRANS* (*Fast Fourier Transform*), dan PRIMODO. Program *F-Trans* dgunakan untuk menganalisis data curah hujan dengan metode FFT (*Fast Fourier Transform*). Sedangkan, analisis data dengan metode *Lomb Periodgram* menggunakan program PRIMODO.

Sebelum dilakukan analisis data menggunakan program, dilakukan uji validasi terhadap data curah hujan yang didapatkan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah data curah hujan yang didapatkan layak untuk digunakan atau tidak. Selanjutnya, dilakukan analisis korelasi untuk melihat seberapa besar hubungan antara data curah hujan BMKG dan TRMM.

Pengolahan data curah hujan dengan metode FFT (*Fast Fourier Transform*) dan metode *Lomb Periodgram* menghasilkan spektrum curah hujan. Spektrum curah hujan tersebut digunakan untuk memodelkan data periodik curah hujan harian. Untuk melihat puncak dari anomali iklim dalam periode tertentu, spektrum curah hujan dianalisis lebih lanjut dengan analisis fourier dan menggunakan program ANFOR. Spektrum curah hujan yang digunakan berasal dari metode FFT.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah diagram alur penelitian mulai dari pengumpulan data hingga kesimpulan dari hasil penelitian.



Gambar 26. Diagram alir penelitian.

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

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

Periode perulangan anomal iklim ENSO dan IODM dilakukan dengan dua metode yaitu metode FFT dan metode *Lomb Periodgram*. Analisis dengan metode FFT data sepanjang 4096 yang selanjutnya maju setiap tahunnya hingga batas akhir data yaitu data ke 8035. Setelah menganalisis data curah hujan, maka puncak-puncak kejadian hujan dapat ditentukan. Sedangkan, metode *Lomb Periodgram* menggunakan data sepanjang 3653 atau setara dengan 10 tahun dan maju per satu tahun setiap pengolahan datanya. Berbeda dengan metode FFT, dalam menentukan periode perulangan anomali iklim, metode *Lomb Periodgram* menganalisis data dengan melihat periode yang memiliki nilai PSD tertinggi dari masing-masing rentang periodenya. Selanjutnya, digunakan program ANFOR untuk mengetahui, puncak kejadian anomali iklim secara lebih mendetail.

Hasil analisis spektrum dengan menggunakan metode FFT dan *Lomb Periodgram*, periode perulangan dapat ditentukan. Metode FFT menganalisis curah hujan dengan kemungkinan periode anomali iklim IODM dengan siklus 2,28 – 2,84 tahun. Sedangkan, metode *Lomb Periodgram* menunjukkan periode perulangan anomali iklim 2,31 – 2,92 tahun. Dengan menggunakan analisis fourier, didapatkan tahun-tahun terjadinya periode perulangan iklim yaitu tahun 2000, 2003, 2006, 2008, 2010, 2013, 2015, 2018 untuk IODM positif

dan 1999, 2001, 2004, 2007, 2008, 2011, 2014, 2017 untuk IODM negative. Hal ini masih berupa asumsi karena tingkat keakuratan data yang rendah.

Berdasarkan hasil analisis dengan metode FFT, diketahui wilayah yang dominan terkena anomali iklim IODM untuk data BMKG dan TRMM adalah Stasiun Geofisika Padang Panjang dengan periode 2,28 tahun dan Stasiun Klimatologi Sumatera Barat dengan periode 2,84 tahun. Sedangkan, pada metode *Lomb Periodgram*, perubahan iklim IODM terjadi pada Stasiun Geofisika Padang Panjang yang memilki kecenderungan meningkat.

5.2 Saran

Untuk mengembangkan penelitian selanjutnya, peneliti menyarankan untuk menambahkan hal hal seperti data yang digunakan dalam penelitian adalah data yang terbaru dan menghindari data yang hilang dengan periode waktu yang panjang karena mempengaruhi hasil analisis, data yang digunakan dalam penelitian sebaiknya data yang berasal dari sumber yang memilki tingkat akurasi data yang tinggi, sehingga hasil analisis akan jauh lebih akurat, serta memperluas pencarian literatur yang berkaitan dengan topik penelitian sebagai dasar tinjauan dalam melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Agustiarini, S., Made Adi, N. P., Patria, R. M., Kirana, N., Ulfah, A., Gede Widi, I. H., Budi Setiawan, M., Maurits, Y., Mahasurya, C., Sulitio Adi, D. W., Permana, A., Maulidita, U., & Klimatologi Lombok Barat, B.-S. (2022). Analisis Anomali Curah Hujan Periode Musim Hujan saat Terjadi La-Nina di NTB Analysis of Rainfall Anomalies for the Rain Seasons Period when La-Nina Happened in NTB. *JANUARI*, *2*(2), 11–17. https://www.chc.ucsb.edu/data/chirps.

Ahmad Arif. (2023, March 14). *Perubahan Iklim terbukti Memperburuk Banjir dan Kekeringan Global*. https://www.kompas.id/baca/humaniora/2023/03/14/perubahan-iklim-terbukti-memperburuk-banjir-dan-kekeringan-global

Bambang Triatmodjo, I., & Kedua, C. (2010). *Hidrologi Terapan*.

Herlina, S., & Tongkukut, J. (n.d.). *El-Nino dan Pengaruhnya terhadap Curah Hujan di Manado Sulawesi Utara*.

Hermawan, E. (2010). *75 Pengelompokkan Pola Curah Hujan yang Terjadi di Beberapa Kawasan P. Sumatera Berbasis Hasil Analisis Teknik Spektral Pengelompokkan Pola Curah Hujan yang Terjadi di Beberapa Kawasan P. Sumatera Berbasis Hasil Analisis Teknik Spektral*.

Ismail, M. R., Zakaria, A., & Susilo, G. E. (2020). Analisis Pengaruh Anomali Iklim terhadap Curah Hujan di Provinsi Bengkulu. *REKAYASA: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*, *24*(1), 10–14. https://doi.org/10.23960/rekrjits.v24i1.11

Kementerian PUPR. (2018). *Modul 3 : Analisis Hidrologi dan Sedimen*.

Malinda Hidayat, A., Efendi, U., Agustina, L., Agus Winarso, P., Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, S., Perhubungan No, J. I., Pondok Betung, K., Pondok Aren, K., & Selatan, T. (2018). Korelasi Indeks Nino 3.4 dan Southern Oscillation Index (SOI) dengan Variasi Hujan di Semarang The Correlation Between Nino 3.4 Index and Southern Oscillation Index (SOI) with the Variation of Rainfall in Semarang. In *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* (Vol. 19, Issue 2). www.bom.gov.au

PNur'utami, M. N., & Hidayat, R. (2016). Influences of IOD and ENSO to Indonesian Rainfall Variability: Role of Atmosphere-ocean Interaction in the Indo-pacific Sector. *Procedia Environmental Sciences*, *33*, 196–203. https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.03.070

Safitri, S. (2015). *El Nino, La Nina dan Dampaknya terhadap Kehidupan di Indonesia*.

Saputra, R. W. I. (2018, March 21). *Perubahan Iklim dan Dampaknya di Sumatera Barat*. https://sumbar.antaranews.com/berita/222617/perubahan-iklim-dan-dampaknya-di-sumatera-barat

Schober, P., & Schwarte, L. A. (2018). Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation. *Anesthesia and Analgesia*, *126*(5), 1763–1768. https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864

Tjasyono, B. H., Lubis, A., Juaeni, I., & Woro Harijono, S. B. (n.d.). *Dampak Variasi Temperatur Samudera Pasifik dan Hindia Ekuatorial Terhadap Curah Hujan di Indonesia*.

Tuhu Pangestu, I., Zakaria, A., & Tugiono, S. (2020). *Analisis Korelasi Data Curah Hujan BMKG dengan TRMM (Studi Kasus Stasiun BMKG di Sumatera Utara)* (Vol. 8, Issue 1).

Yustiana, M., Zainuri, M., Sugianto, D. N., Batubara, M. P. N., & Hidayat, A. M. (2023). Dampak Variabilitas Iklim Inter-Annual (El Niño, La Niña) Terhadap Curah Hujan dan Anomali Tinggi Muka Laut di Pantai Utara Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina*, *12*(1), 109–124. https://doi.org/10.14710/buloma.v12i1.48377

Zakaria, A. (2015). *Pemodelan Periodik dan Stokastik Curah Hujan Harian dari Wilayah Pringsewu*.

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.

Zakaria, A., Welly, M., & Cambodia, M. (2015). *Model Stokastik Curah Hujan Harian dari Beberapa Stasiun Curah Hujan di Way Jepara*.