

**ANALISIS POLA CURAH HUJAN WILAYAH PESISIR TIMUR
SUMBAGSEL BERBASIS *MACHINE LEARNING* SEBAGAI
KONTRIBUSI MATA KULIAH FISIKA KOMPUTASI**

SKRIPSI

Oleh

Rahmah Laila Faiza

NIM: 06111282025016

Program Studi Pendidikan Fisika



FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

**ANALISIS POLA CURAH HUJAN WILAYAH PESISIR TIMUR
SUMBAGSEL BERBASIS *MACHINE LEARNING* SEBAGAI
KONTRIBUSI MATA KULIAH FISIKA KOMPUTASI**

SKRIPSI

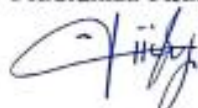
Rahmah Laila Faiza

NIM : 06111282025016

Program Studi Pendidikan Fisika

Mengesahkan :

**Koordinator Program Studi
Pendidikan Fisika**



Saparini, S.Pd., M.Pd.

NIP. 198610052015042002

Pembimbing



Melly Ariska, S.Pd., M.Sc

NIP. 198908272015022201

Mengetahui,

Ketua Jurusan Pendidikan MIPA



Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd.

NIP. 197905222005011005

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Rahmah Laila Faiza

NIM : 06111282025016

Program Studi : Pendidikan Fisika

Menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang berjudul "Analisis Pola Curah Hujan Wilayah Pesisir Timur Sumbagsel Berbasis *Machine Learning* Sebagai Kontribusi Mata Kuliah Fisika Komputasi" ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau melakukan pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi. Apabila dikemudian hari, ada pelanggaran yang ditemukan dalam skripsi ini dan/atau ada pengaduan dari pihak lain terhadap keaslian karya in, saya bersedia menanggung sanksi yang dijatuhkan kepada saya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sungguh-sungguh tanpa pemaksaan dari pihak manapun.

Indralaya, 26 Maret 2024

Yang membuat pernyataan,

Rahmah Laila Faiza

NIM. 06111282025016

PRAKATA

Skripsi dengan judul “Analisis Pola Curah Hujan Wilayah Pesisir Timur Sumbagsel Berbasis *Machine Learning* Sebagai Kontribusi Mata Kuliah Fisika Komputasi” disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) pada program studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam mewujudkan skripsi ini yaitu Ibu Melly Ariska S.Pd., M.Sc. selaku dosen pembimbing skripsi dan Bapak Dr. Hamdi Akhsan, M.Si. selaku dosen penguji yang telah banyak memotivasi dan memberikan arahan kepada penulis dalam proses penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Dr. Hartono, M.A., selaku Dekan FKIP Unsri, Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA, Ibu Saparini, S.Pd., M.Pd., selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Fisika yang telah memberikan kemudahan dalam proses administrasi selama penelitian ini.

Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Bapak Subhan A.Deri dan Ibu Masayu Nur Hamda Hayati selaku orang tua yang senantiasa memberikan dukungan moral dan materil kepada penulis, keluarga (Cek Ani, Bang Nail, Zayn) yang selalu menjadi support system bagi penulis, dan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah berkenan memberikan Beasiswa Bidikmisi Kip Kuliah selama penulis melaksanakan studi di Pendidikan Fisika Universitas Sriwijaya. Lebih lanjut penulis juga mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini, Fatma Fadilah sebagai teman penelitian, Zahra Aulia Rahma sebagai teman seperbimbingan, seluruh teman-teman Program Studi Pendidikan Fisika Angkatan 2020 (terkhusus Reva, Puspita, Sekar, Ismi, Dwita, dll), Kak Adam Darmawan sebagai kakak pembimbing dalam proses penyusunan skripsi ini, Kakak dan Adik Seperbimbingan, Keluarga besar HIMAPFIS, serta seluruh teman-teman yang telah kebersamai penulis.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk pembelajaran Pendidikan Fisika dan perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.

Indralaya, 26 Maret 2024

Yang membuat pernyataan,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rahmah Laila Faiza', with a stylized flourish at the end.

Rahmah Laila Faiza

NIM. 06111282025016

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
PERNYATAAN.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Penelitian	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Perubahan Iklim dan Keanekaragaman Iklim	5
2.2. Curah Hujan	5
2.3. Pola Curah Hujan di Indonesia.....	6
2.3.1. Pola Curah Hujan Monsunal	7
2.3.2. Pola Curah Hujan Ekuatorial.....	7
2.3.3. Pola Curah Hujan Lokal	7
2.4. <i>El-Nino Southern Oscillation (ENSO)</i>	7
2.5. <i>Indian Ocean Dipole (IOD)</i>	8
2.6. <i>Machine Learning</i>	9
2.7. <i>Python</i>	9
2.7.1. <i>Pandas</i>	10
2.7.2. <i>Numpy</i>	10

2.7.3. <i>Matplotlib</i>	10
2.8. <i>Google Colab</i>	11
BAB III	12
METODE PENELITIAN	12
3.1. Metode Penelitian	12
3.2. Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.3. Data Penelitian	12
3.3.1. Data Curah Hujan	12
3.3.2. Indeks Niño 3.4	13
3.3.3. <i>Dipole Mode Index</i>	15
3.4. Prosedur Penelitian	15
3.4.1. Studi Literatur dan <i>Download Data</i>	15
3.4.2. Kompilasi Data	16
3.4.3. Pengolahan Data	16
3.5. Teknik Analisis dengan <i>Machine Learning</i>	17
3.6. Analisis Data	17
3.6.1. Analisis Indeks Perubahan Iklim	17
3.6.2. Uji Normalitas	18
3.6.3. Analisis Korelasi	19
3.6.4. Analisis Regresi Linier	20
BAB IV	21
HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1. Hasil Penelitian	21
4.1.1. Hasil <i>Download</i> dan Kompilasi Data	21
4.1.2. Hasil Uji Normalitas	23
4.1.3. Hasil Analisis Curah Hujan Pertahun	23
4.1.4. Hasil Analisis Pola Curah Hujan	24
4.1.5. Hasil Analisis Indeks Perubahan Iklim	25
4.1.6. Hasil Analisis Fenomena ENSO	30
4.1.7. Hasil Analisis Fenomena IOD	30
4.1.8. Hasil Analisis Korelasi	31

4.1.9. Hasil Analisis Regresi Linier.....	31
4.2. Pembahasan	32
4.2.1. <i>Download</i> Data.....	33
4.2.2. Hasil Uji Normalitas Data	33
4.2.3. Hasil Analisis Curah Hujan Pertahun.....	33
4.2.4. Hasil Analisis Pola Curah Hujan	34
4.2.5. Hasil Analisis Indeks Perubahan Iklim.....	35
4.2.6. Hasil Analisis Fenomena ENSO.....	38
4.2.7. Hasil Analisis Fenomena IOD	38
4.2.8. Hasil Analisis Korelasi	39
4.2.9. Hasil Analisis Regresi Linier.....	40
4.3. Dampak ENSO dan IOD terhadap Curah Hujan di Wilayah Pesisir Timur Sumbagsel	40
BAB V	44
KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1. Kesimpulan.....	44
5.2. Saran	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola Curah Hujan di Indonesia.....	6
Gambar 2.2 <i>El Niño</i> dan <i>La Niña</i>	8
Gambar 2.3 <i>Indian Ocean Dipole</i>	8
Gambar 3.1 Posisi Indeks Niño 3.4 di Samudera Pasifik	14
Gambar 4.1 Proses Perolehan Data <i>Website</i> BMKG.....	21
Gambar 4.2 Proses Perolehan Data <i>Website Meteomanz</i>	21
Gambar 4.3 Proses Perolehan Data Indeks Niño 3.4	22
Gambar 4.4 Proses Perolehan Data <i>Dipole Mode Index (DMI)</i>	22
Gambar 4.5 Grafik Curah Hujan Tahunan	
SM Sultan Mahmud Badaruddin II	23
Gambar 4.6 Grafik Curah Hujan Tahunan SM Radin Inten II.....	24
Gambar 4.7 Grafik Curah Hujan Tahunan SM Depati Amir.....	24
Gambar 4.8 Grafik Rata-Rata Curah Hujan	
SM Sultan Mahmud Badaruddin II	25
Gambar 4.9 Grafik Rata-Rata Curah Hujan SM Radin Inten II.....	25
Gambar 4.10 Grafik Rata-Rata Curah Hujan SM Depati Amir	25
Gambar 4.11 Grafik PRCPTOT SM Sultan Mahmud Badaruddin II	26
Gambar 4.12 Grafik PRCPTOT SM Radin Inten II.....	26
Gambar 4.13 Grafik PRCPTOT SM Depati Amir	26
Gambar 4.14 Grafik SDII SM Sultan Mahmud Badaruddin II.....	27
Gambar 4.15 Grafik SDII SM Radin Inten II	27
Gambar 4.16 Grafik SDII SM Depati Amir	27
Gambar 4.17 Grafik CWD SM Sultan Mahmud Badaruddin II	28
Gambar 4.18 Grafik CWD SM Radin Inten II.....	28
Gambar 4.19 Grafik CWD SM Depati Amir	28
Gambar 4.20 Grafik CDD SM Sultan Mahmud Badaruddin II.....	29
Gambar 4.21 Grafik CDD SM Radin Inten II.....	29
Gambar 4.22 Grafik CDD SM Depati Amir	29
Gambar 4.23 Grafik Indeks Niño 3.4 Tahun 1991-2020.....	30

Gambar 4.24 Grafik <i>Dipole Mode Index</i> Tahun 1991-2020	30
Gambar 4.25 Regresi Linier Indeks Niño 3.4 Terhadap Curah Hujan.....	32
Gambar 4.26 Regresi Linier <i>Dipole Mode Index</i> Terhadap Curah Hujan.....	32
Gambar 4.27 Pola Monsunal.....	35
Gambar 4.28 Grafik Anomali Curah Hujan SM Sultan Mahmud Badaruddin II.....	41
Gambar 4.29 Grafik Anomali Curah Hujan SM Radin Inten II.....	41
Gambar 4.30 Grafik Anomali Curah Hujan SM Depati Amir	41

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Sumber Data	13
Tabel 3.2 Klasifikasi Fenomena <i>El-Nino</i> Berdasarkan Penyimpangan <i>Sea Surface Temperature</i> (SST).....	14
Tabel 3.3 Klasifikasi Fenomena <i>La-Nina</i> Berdasarkan Penyimpangan <i>Sea Surface Temperature</i> (SST).....	15
Tabel 3.4 Indeks Perubahan Iklim.....	18
Tabel 3.5 Dasar Pengambilan Keputusan Uji Normalitas Data	19
Tabel 3.6 Dasar Pengambilan Keputusan Uji Korelasi Berdasarkan Nilai Taraf Signifikansi.....	19
Tabel 3.7 Pedoman Analisis Korelasi Berdasarkan Nilai Koefisien Korelasi	19
Tabel 4.1 Hasil Analisis Korelasi	31
Tabel 4.2 Tahun Terjadinya Fenomena ENSO	38
Tabel 4.3 Tahun Terjadinya Fenomena IOD	38
Tabel 4.4 Hasil Analisis Korelasi Berdasarkan Nilai Koefisien Korelasi.....	39
Tabel 4.5 Persamaan Regresi Linier Berdasarkan Hasil Analisis	40
Tabel 4.6 Nilai Anomali Curah Hujan Tahun <i>El Nino</i>	42
Tabel 4.7 Nilai Anomali Curah Hujan Tahun <i>La Nina</i>	42
Tabel 4.8 Nilai Anomali Curah Hujan Tahun IOD Positif.....	42
Tabel 4.9 Nilai Anomali Curah Hujan Tahun IOD Negatif.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN.....	49
Lampiran A: Dokumentasi Penelitian.....	50
Lampiran A1. Perolehan Data.....	50
Lampiran A2. Kompilasi Data.....	51
Lampiran A3. Pengolahan Data ‘ <i>Google Colab</i> ’	52
Lampiran B: Administrasi Penelitian.....	53
Lampiran B1. Usul Judul Skripsi.....	53
Lampiran B2. Lembar Persetujuan Seminar Proposal Penelitian.....	54
Lampiran B3. Lembar Review Proposal.....	55
Lampiran B3. Surat Keputusan Pembimbing.....	56
Lampiran B4. Surat Izin Penelitian.....	58
Lampiran B5. Surat Selesai Penelitian.....	59
Lampiran B6. Lembar Persetujuan Seminar Hasil Penelitian.....	60
Lampiran B7. Lembar Review Makalah Hasil Penelitian.....	61
Lampiran B8. Kartu Bimbingan Skripsi.....	62
Lampiran B9. Lembar Persetujuan Skripsi.....	64
Lampiran B10. Notulensi Ujian Skripsi.....	65
Lampiran B11. Bukti Perbaikan Skripsi.....	67
Lampiran B12. Surat Keterangan Pengecekan Similarity.....	68

ABSTRAK

Analisis curah hujan monsunal wilayah pesisir timur sumbagsel berbasis *machine learning* telah selesai dilakukan. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis curah hujan monsunal wilayah pesisir timur sumbagsel berbasis *machine learning*. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kuantitatif dengan menggunakan data sekunder. Data curah hujan yang digunakan dari Stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, yaitu Stasiun Meteorologi Sultan Mahmud Badaruddin II, Stasiun Meteorologi Radin Inten II, dan Stasiun Meteorologi Depati Amir pada periode 1991-2020. Analisis data yang dilakukan adalah analisis curah hujan tahunan, analisis pola curah hujan, analisis indeks perubahan iklim, analisis terhadap faktor yang mempengaruhi curah hujan yaitu ENSO dan IOD, analisis korelasi, serta analisis regresi linier menggunakan *machine learning* berbasis *python* dan *google colab*. Berdasarkan analisis diperoleh hasil bahwa curah hujan di wilayah monsunal memiliki variasi 1.000 mm pertahun sampai lebih dari 2.500 mm pertahun. Curah hujan di wilayah monsunal memiliki pola unimodial (satu puncak musim hujan). Curah hujan di wilayah Pesisir Timur Sumbagsel dipengaruhi oleh ENSO dan IOD. Menggabungkan keduanya sekaligus menyebabkan perubahan curah hujan. Keduanya memiliki dampak pada curah hujan tahunan dan nilai indeks perubahan iklim PRCPTOT, SDII, CWD, dan CDD.

Kata Kunci: Curah hujan, Pola curah hujan, Indeks perubahan iklim, ENSO, IOD, Korelasi, Regresi Linier, *Machine learning*, *Python*, dan *Google colab*.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Pemanasan global sebagai gambaran meningkatnya suhu rata-rata atmosfer dan permukaan bumi secara global dalam jangka waktu yang lama. Salah satu fenomena yang disebabkan oleh pemanasan global yang memberikan dampak sangat besar bagi lingkungan yaitu perubahan iklim. Dengan peningkatan konsentrasi gas rumah kaca meningkatkan suhu udara setiap tahun yang mengubah indikator iklim dan cuaca. Panel Antarpemerintah tentang Perubahan Iklim (IPCC) mengatakan bahwa sejak pertengahan abad ke-20 sebagian besar peningkatan suhu rata-rata global disebabkan oleh konsentrasi gas rumah kaca yang meningkat akibat dari aktivitas manusia (Ikhsan, 2010).

Indonesia adalah negara yang memiliki kondisi cuaca dan iklim unik terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kondisi cuaca dan iklim yaitu global, regional, serta lokal (Mahendra Putra et al., 2020). Faktor meteorologi di wilayah Indonesia khususnya karakteristik curah hujan sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim musonal yaitu perbedaan besar antara musim hujan dan musim kemarau. Pola curah hujan dipengaruhi oleh fisiografis wilayah Indonesia terhadap unsur-unsur cuaca dan iklim yaitu tipe ekuatorial, musonal, dan lokal (Molle & Larasati, 2020). Pola curah hujan musonal memiliki satu puncak musim hujan dimana pada bulan Desember, Januari, dan Februari, sedangkan untuk bulan Juni, Juli dan Agustus terjadi musim kemarau, Sedangkan enam bulan sisanya merupakan masa peralihan (Supriyati et al., 2018). Daerah yang pola musunnya sebagian besar berada didaerah Sumatra bagian Selatan, Kalimantan Tengah dan Selatan, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, dan sebagian Papua (Estiningtyas et al., 2018).

Indikator yang digunakan untuk mengidentifikasi iklim yang berubah ekstrim di Indonesia dengan curah hujan tinggi dan musim kemarau panjang. Penyebab dari peningkatan curah hujan ekstrim adalah meningkatnya fenomena cuaca ekstrim seperti siklon tropis, banjir, kekeringan, pengurangan dan penambahan periode hari hujan secara berturut-turut (Rakhim & Pattipeilohy, 2022). Analisis pola curah hujan

di wilayah monsun Indonesia penting dilakukan karena wilayah tersebut sering mengalami perubahan iklim yang cukup signifikan (Berliana Sipayung et al., 2010). Pola curah hujan yang tidak stabil dapat menyebabkan banjir, tanah longsor, dan bencana alam lainnya yang berdampak negatif pada kehidupan manusia dan lingkungan.

Pada umumnya curah hujan di Indonesia sebagian besar dipengaruhi peristiwa seperti sistem monsun Asia-Australia, *El Niño Southern Oscillation* (*El Niño* dan *La Niña*), sirkulasi Timur-Barat (*Walker Circulation*) serta Utara-Selatan (*Hadley Circulation*) dan sirkulasi oleh pengaruh lokal (Ariska, Akhsan, Muslim, et al., 2022). Disebutkan oleh (Mahendra Putra et al., 2020), pengaruh dari curah hujan di Indonesia yaitu *El Nino Southern Oscillation*, *Dipole Mode Index*, dan *Madden Julian Oscillation*. ENSO berpengaruh di wilayah Indonesia bagian barat dan timur yang merupakan tanda perubahan suhu permukaan laut di Samudera Pasifik Timur akibat perbedaan suhu serta tekanannya dengan kondisi normal. ENSO mencakup dua peristiwa yaitu *El Niño* dan *La Niña* (Nur Auliya & Mulya, 2022). Peristiwa *El Niño* dan *La Niña* adalah pengaruh dari meningkat atau menurunnya intensitas curah hujan.

Gejala penyimpangan iklim akibat interaksi laut dan atmosfer Samudera Hindia di sekitar khatulistiwa yaitu *Indian Ocean Dipole* (Fadholi, 2013). IOD merupakan penyimpangan suhu permukaan laut yang terjadi akibat dari osilasi periodik diantara Samudera Hindia Barat dan Samudera Hindia Timur. Akibat perbedaan suhu, satu sisi akan mengalami musim kemarau yang panjang sedangkan sisi lainnya akan mengalami hujan lebat.

Fisika komputasi adalah mata kuliah pendidikan fisika dengan bobot 2 SKS yang menekankan mahasiswa untuk menyelesaikan permasalahan fisika numerik menggunakan program komputer serta bahasa pemrograman dengan bentuk grafik, pemodelan numerik, simulasi dengan menggunakan kecerdasan buatan berfungsi mempelajari data baru tanpa memprogramnya secara terpisah dengan salah satu aplikasi yaitu *machine learning* (Pebralia, 2022). Dengan menggunakan *machine learning*, kita dapat membuat model matematis yang mencerminkan pola data (Mahendra Putra et al., 2020). Mengembangkan teknik untuk menyelesaikan

masalah regresi, klasifikasi, *clustering* serta deteksi anomali di berbagai bidang sehingga masalah diselesaikan secara efisien (Heryadi & Wahyono, 2020). Banyak peneliti telah melakukan penelitian tentang iklim dan curah hujan menggunakan *machine learning* sudah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya, termasuk yang dilakukan oleh Jesi Pebrilia tentang *Rainfall Analysis using Machine Learning-Multiple Linear Regression Method Based on Python and Jupyter Notebook*.

Di Indonesia telah dilakukan mengenai analisis curah hujan dan hubungannya dengan fenomena ENSO dan IOD. Untuk penelitian ini ingin fokus penelitian pada wilayah monsun Indonesia. Peneliti memandang perlu dilakukannya penelitian ini mengingat dua fase ENSO dan IOD, pola curah hujan di wilayah monsun dan dampak yang ditimbulkan dari perubahan pola curah hujan. *Machine learning* sebagai salah satu teknologi yang dipelajari dalam mata kuliah fisika komputasi yang digunakan dalam penelitian ini untuk menghasilkan analisis data berkualitas tinggi dan mendapatkan wawasan tentang studi kasus yang dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Dengan latar belakang penelitian yang disebutkan, permasalahan yang akan dibahas yaitu bagaimana analisis pola curah hujan wilayah pesisir timur sumbagsel berbasis *machine learning* sebagai kontribusi mata kuliah fisika komputasi?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dilakukan dengan data curah hujan dari 3 stasiun meteorologi BMKG dalam kurun waktu 30 tahun yaitu tahun 1991 - 2020.
2. Digunakan data curah hujan yang tersedia di stasiun meteorologi Sultan Mahmud Badaruddin II provinsi Sumatera Selatan, stasiun meteorologi Radin Inten II provinsi Lampung, dan stasiun meteorologi Depati Amir provinsi Kepulauan Bangka Belitung.

3. Data diolah menggunakan analisis statistik berbasis *machine learning* dengan *python* dan *google colab* yang menerapkan analisis korelasi dan regresi linier.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian berdasarkan latar belakang dan permasalahannya adalah menganalisis pola curah hujan wilayah pesisir timur sumbagsel berbasis *machine learning* sebagai kontribusi mata kuliah fisika komputasi.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan setelah dilakukan penelitian ini, sebagai berikut:

1. Bagi peneliti, meningkatkan wawasan mengenai curah hujan pada wilayah monsunal Indonesia, menambah pemahaman serta keterampilan menggunakan teknologi *machine learning* untuk mengolah data dengan *google colab*.
2. Bagi institusi, melalui penelitian berbasis *machine learning* diharapkan dapat memajukan program studi pendidikan fisika.
3. Bagi pembaca, meningkatkan wawasan mengenai curah hujan di wilayah monsunal Indonesia.
4. Bagi pembelajaran fisika, menunjang pembelajaran pada mata kuliah fisika komputasi dengan sumber informasi dan bahan pembelajaran berupa *script python* dan sintaks *google colab*.
5. Bagi peneliti lainnya, untuk referensi melakukan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfian Erfanda, & Supriyatno Widagdo. (2020). Karakter Parameter Meteo-Oceanografi dan Pengaruhnya Terhadap Distribusi Salinitas di Perairan Utara dan Selatan Jawa Timur. *Journal Of Tropical Marine Research*, 2(1), 1–15. <https://doi.org/10.30649/jrkt.v2i1.35>
- Apriyana, Y., & Eloka Kailaku, T. (2015, April 1). Variabilitas Iklim Dan Dinamika Waktu Tanam Padi Di Wilayah Pola Hujan Monsunal Dan Equatorial. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010233>
- Ariska, M., Akhsan, H., & Muslim, M. (2022). Impact Profile of ENSO and Dipole Mode on Rainfall as Anticipation of Hydrometeorological Disasters in the Province of South Sumatra. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 7(3), 127–140. <https://doi.org/10.21009/SPEKTRA>
- Ariska, M., Akhsan, H., Muslim, M., Romadoni, M., & Siska P, F. (2022). Prediksi Perubahan Iklim Ekstrem di Kota Palembang dan Kaitannya dengan Fenomena El Niño-Southern Oscillation (ENSO) Berbasis Machine Learning. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah*, 6(2), 79–86. <https://doi.org/10.30599/jipfri.v6i2.1611>
- Berliana Sipayung, S., Qodrita Avia, L., Dwl Dasanto, B., & Sutikno. (2010). Analisis Pola Curah Hujan Indonesia Berbasis Luaran Model Sirkulasi Global (GCM). *Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer Dan Iklim, LAPAN*, 145–154.
- Daqiqil Id, I. (2021). *Machine Learning: Teori, Studi Kasus dan Implementasi Menggunakan Python. Edisi 1*.
- Estiningtyas, W., Susanti, E., Syahbuddin, H., & Sulaiman, A. A. (2018). Penentuan Wilayah Kunci Keragaman Iklim Indonesia Menggunakan Indikator Global untuk Mendukung Adaptasi Perubahan Iklim. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 42(1), 59–68.
- Fadholi, A. (2013). Studi Dampak El Nino dan Indian Ocean Dipole (IOD) Terhadap Curah Hujan di Pangkalpinang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 11(1), 43–50.
- Geng, T., Cai, W., Wu, L., Santoso, A., Wang, G., Jing, Z., Gan, B., Yang, Y., Li, S., Wang, S., Chen, Z., & McPhaden, M. J. (2022). Emergence of changing Central-Pacific and Eastern-Pacific El Niño-Southern Oscillation in a warming climate. *Nature Communications*, 13(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-33930-5>

- Hermawan, E., & Febrianti, N. (2011). Analisis Interkoneksi Fenomena Atmosfer di atas Kawasan Indonesia Terkait dengan Proyeksi Iklim di Masa Mendatang. *Bunga Rampai Penginderaan Jauh Indonesia*, 109–120. <https://www.researchgate.net/publication/323796255>
- Heryadi, Y., & Wahyono, T. (2020). *Machine Learning: Konsep dan Implementasi* (Cetakan 1). Gava Media. <https://www.researchgate.net/publication/344419764>
- Ikhsan, M. (2010). Pemanasan Global. In *Respir Indo* (Vol. 30, pp. 179–180).
- Irfon Elrohi Soen, G., Marlina, & Renny. (2022). Implementasi Cloud Computing dengan Google Colaboratory Pada Aplikasi Pengolah Data Zoom Participants. *Journal Informatic Technology And Communication*, 6(1), 24–30. <https://doi.org/10.36596/jitu.v6i1.781>
- Jamili, S. (2018). *Pengaruh Fenomena El-Nino Dan La-Nina Permukaan Laut Di Perairan Nusa Tenggara*. 1–17.
- Jamili, S., Sudiarta, I. W., & Angraini, L. M. (2018). Analisis Anomali Suhu Permukaan Laut dan Pengaruh Fenomena El-Nino dan La-Nina Terhadap Perubahan Nilai Anomali Suhu Permukaan Laut di Perairan Nusa Tenggara Barat Tahun 2008 -2017. *Indonesian Physical Review*, 1(1), 17–31.
- Jonizar, & Utari, R. (2019). Analisa Curah Hujan untuk Pendugaan Debit Puncak pada DAS Aur Kecamatan Seberang Ulu II Palembang. *Jurnal Penelitian Dan Kajian Teknik Sipil*, 6(1), 16–23.
- Mahendra Putra, R., Alfiandy, S., & Ega Amirul Haq, B. (2020). Identifikasi Pengaruh El Nino Southern Oscillation (ENSO), Indian Ocean Dipole (IOD), and Madden Julian Oscillation (MJO) Terhadap Intensitas Curah Hujan Bulanan Di Indonesia Berbasis Machine Learning. *Buletin Metro Ngurah Rai*, 6(2).
- McGregor, G. R., & Ebi, K. (2018). El Niño Southern Oscillation (ENSO) and health: An overview for climate and health researchers. *Atmosphere*, 9(7), 1–32. <https://doi.org/10.3390/atmos9070282>
- Misnawati, & Perdanawanti, M. (2019). Trend of Extreme Precipitation over Sumatera Island for 1981-2010. *Agromet*, 33(1), 41–51. <https://doi.org/10.29244/j.agromet.33.1.41-51>
- Molle, B. A., & Larasati, A. F. (2020). Analisis Anomali Pola Curah Hujan Bulanan Tahun 2019 terhadap Normal Curah Hujan (30 Tahun) di Kota Manado dan

- Sekitarnya. *Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, 7(1). <https://web.meteo.bmkg.go.id/id>
- Nur Auliya, M., & Mulya, A. (2022). Identification of Hail based on Weather Factor Analysis and Utilization of RGB and SWA on Himawari-8 Satellite Imagery (Case Study of Hail on 2nd of March 2021 in Malang Regency). *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 23(1), 39–51. <http://www.bom.gov.au>,
- Pebralia, J. (2022). Rainfall Analysis using Machine Learning-Multiple Linear Regression Method Based on Python and Jupyter Notebook. *Jurnal Ilmu Fisika Dan Pembelajarannya*, 6(2), 23–30. <http://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/jifp/>
- Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., Blondel, M., Prettenhofer, P., Weiss, R., Dubourg, V., Vanderplas, J., Passos, A., Cournapeau, D., Brucher, M., & Perrot Édouardand Duchesnay, M. (2011). Scikit-learn: Machine Learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2825–2830. <http://scikit-learn.sourceforge.net>.
- Putri, E. I. K., Pandjaitan, N. K., Dharmawan, A. H., & Amalia, R. (2016). Dampak Variabilitas Iklim dan Mekanisme Adatif Masyarakat Petani di Kawasan Beriklim Kering. *Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 152–157.
- Raharjo, S. (2020). *Cara Melakukan Analisis Korelasi Bivariat Pearson dengan SPSS*.
- Rakhim, R., & Pattipeilohy, W. J. (2022). Identifikasi Perubahan Pola Musim dan Distribusi Frekuensi Curah Hujan di Manokwari. *BMKG*, 3(5), 35–43.
- Relman, D. A., Hamburg, M. A., Choffnes, E. R., Mack, Alison., Institute of Medicine (U.S.). Forum on Microbial Threats., & Institute of Medicine (U.S.). Board on Global Health. (2008). *Global Climate Change and Extreme Weather Events: Understanding the Contributions to Infectious Disease Emergence: Workshop Summary*. National Academies Press. <http://www.nap.edu/catalog/12435.html>
- Renitasari, S. A., Widagdo, S., & Siap Bintoro, R. (2023). Karakteristik Curah Hujan Monsunal Pada Periode ENSO dan IOD (Studi Kasus: Lampung, Surabaya dan Jayapura). *Tropimar*, 5(1), 21–33.
- Ropelewski, C. F., & Halpert, M. S. (1987). Global and Regional Scale Precipitation Patterns Associated with the El Nino/Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*, 115, 1606–1626.

- Saji, N. H., Goswami, B. N., Vinayachandran, P. N., & Yamagata, T. (1999). A Dipole Mode in the Tropical Indian Ocean. *Nature*, *401*(6751), 360–363. <https://doi.org/10.1038/43854>
- Salmayenti, R., Hidayat, R., & Pramudia, A. (2017). Prediksi Curah Hujan Bulanan Menggunakan Teknik Jaringan Syaraf Tiruan Rainfall Prediction Using Artificial Neural Network. *Jurnal Agromet*, *31*(1), 11–21. <https://doi.org/10.29244/j.agromet.32.1.11-21>
- Setyawan, D. A. (2021). *Petunjuk Praktikum Uji Normalitas dan Homogenitas Data dengan SPSS*.
- Sugiyono, & Lestari, P. (2021). *Metode Penelitian Komunikasi* (Sunarto, Ed.; 1st ed.). ALFABETA.
- Supriyati, S., Tjahjono, B., & Effendy, S. (2018). Analisis Pola Hujan untuk Mitigasi Aliran Lahar Hujan Gunungapi Sinabung. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, *20*(2), 95–100. <https://doi.org/10.29244/jitl.20.2.95-100>
- Suryana. (2010). *Metodologi Penelitian: Model Praktis Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*.
- Trenberth, K. E., & Stepaniak, D. P. (2001). Indices of El Niño Evolution. *Journal of Climate*, *14*, 1697–1701. www.cgd.ucar.edu/cas/indices/.