

**ANALISIS CURAH HUJAN WILAYAH EKUATORIAL INDONESIA
BERBASIS *MACHINE LEARNING* SEBAGAI STUDI KASUS MATA
KULIAH KOMPUTER DALAM PEMBELAJARAN FISIKA**

SKRIPSI

Oleh

Adam Darmawan

NIM: 06111281924058

Program Studi Pendidikan Fisika



FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

TAHUN 2023

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS CURAH HUJAN WILAYAH EKUATORIAL INDONESIA
BERBASIS *MACHINE LEARNING* SEBAGAI STUDI KASUS MATA
KULIAH KOMPUTER DALAM PEMBELAJARAN FISIKA**

SKRIPSI

Oleh

Adam Darmawan

NIM: 06111281924058

Program Studi Pendidikan Fisika

Mengesahkan:

**Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Pendidikan Fisika**



**Saparini, S.Pd., M.Pd.
NIP. 198610052015042002**

Pembimbing



**Melly Ariska, S.Pd., M.Sc.
NIP. 198908272015022201**



HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Adam Darmawan

NIM : 06111281924058

Program Studi : Pendidikan Fisika

Menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang berjudul “ANALISIS CURAH HUJAN WILAYAH EKUATORIAL INDONESIA BERBASIS MACHINE LEARNING SEBAGAI STUDI KASUS MATA KULIAH KOMPUTER DALAM PEMBELAJARAN FISIKA” 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 di kemudian hari, ada pelanggaran yang ditemukan dalam skripsi ini dan 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, 6 April 2023

Yang Membuat Pernyataan



Adam Darmawan

NIM. 06111281924058

PRAKATA

Skripsi dengan judul “ANALISIS CURAH HUJAN WILAYAH EKUATORIAL INDONESIA BERBASIS *MACHINE LEARNING* SEBAGAI STUDI KASUS MATA KULIAH KOMPUTER DALAM PEMBELAJARAN FISIKA” 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 Drs. 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 Sutarman dan Ibu Siti Kholilah selaku orang tua yang senantiasa memberikan dukungan moral dan materil kepada penulis, adik-adik (Aminah, Fadhilah, Vivi, Firda, Nadya) yang selalu menjadi *support system* bagi penulis, dan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah berkenan memberikan Beasiswa BIDIKMISI selama penulis melaksanakan studi di Pendidikan Fisika Universitas Sriwijaya.

Lebih lanjut penulis juga mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini, Fena Siska Putriyani sebagai teman penelitian di Laboratorium Pendidikan Fisika dasar, Mawaddah Warahmah dan Veni Marlina sebagai teman seperbimbingan, seluruh teman-teman Program Studi Pendidikan Fisika angkatan 2019 (terkhusus Irvan, Akbar, Aswa, Deigo, Galih, Wawan, dll), Kak Muhammad Romadoni sebagai Kakak pembimbing dalam proses penyusunan skripsi ini, Kak Jesika Witri selaku Kakak KP, Adik-adik

Seperbimbingan dan Adik KP, Keluarga besar HIMAPFIS dan BO Cendekia, 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, 7 April 2023

Yang Membuat Pernyataan



Adam Darmawan

NIM. 06111281924058

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Penelitian	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Perubahan Iklim	6
2.2. Curah Hujan	6
2.3. Pola Curah Hujan di Indonesia	6
2.3.1. Pola Curah Hujan Monsonal	7
2.3.2. Pola Curah Hujan Ekuatorial	7
2.3.3. Pola Curah Hujan Lokal	7
2.4. <i>El-Nino Southern Oscillation</i> (ENSO).....	8
2.5. <i>Indian Ocean Dipole</i> (IOD)	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>	11
2.8. <i>Google Colab</i>	11

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 Nino 3.4	13
3.3.3. <i>Dipole Mode Index</i> (DMI)	15
3.4. Prosedur Penelitian	16
3.4.1. Studi Literatur	16
3.4.2. <i>Download Data</i>	16
3.4.3. Kompilasi Data.....	17
3.4.4. Pengolahan Data.....	17
3.5. <i>Machine Learning</i>	18
3.6. Analisis Data.....	18
3.6.1. Analisis Indeks Perubahan Iklim	18
3.6.2. Uji Normalitas.....	19
3.6.3. Analisis Korelasi	20
3.6.4. Analisis Regresi Linier.....	21
HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1. Hasil Penelitian	22
4.1.1 Hasil Download dan Kompilasi Data.....	22
4.1.2 Hasil Uji Normalitas Data.....	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.....	26
4.1.6 Hasil Analisis Fenomena <i>El-Nino Southern Oscillation</i> (ENSO).....	30
4.1.7 Hasil Analisis Fenomena Indian Ocean Dipole (IOD)	31
4.1.8 Hasil Analisis Korelasi.....	32
4.1.9 Hasil Analisis Regresi Linier	33
4.2. Pembahasan.....	33
4.2.1. Download Data.....	33
4.2.2. Uji Normalitas Data	34
4.2.3. Analisis Curah Hujan Pertahun.....	34
4.2.4. Analisis Pola Curah Hujan.....	36
4.2.5. Analisis Indeks Perubahan Iklim	37
4.2.6. Analisis Fenomena <i>El-Nino Southern Oscillation</i> (ENSO)	39
4.2.7. Analisis Fenomena <i>Indian Ocean Dipole</i> (IOD)	40

4.2.8. Analisis Korelasi	41
4.2.9. Analisis Regresi Linier.....	42
4.3. Dampak ENSO dan IOD Terhadap Curah Hujan di Wilayah Ekuatorial Indonesia	43
4.4. Dampak ENSO dan IOD Terhadap Lingkungan	46
4.5. Analisis Korelasi dan Regresi Berbasis SPSS	50
SIMPULAN DAN SARAN	49
5.1. Simpulan	49
5.2. Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Pembagian wilayah iklim di Indonesia.	7
Gambar 2 Posisi zona Nino 3.4 di Samudera Pasifik.....	14
Gambar 3 Peta Wilayah Pemantauan fenomena IOD dan ENSO.....	16
Gambar 4 Proses Download Data	22
Gambar 5 Grafik Curah Hujan Pertahun.....	23
Gambar 6 Grafik rata-rata curah Hujan	25
Gambar 7 Grafik PRCPTOT	26
Gambar 8 Grafik SDII.....	27
Gambar 9 Grafik CWD	28
Gambar 10 Grafik CDD	29
Gambar 11 Grafik Indeks Nino 3.4 Tahun 1991 – 2020.....	30
Gambar 12 Grafik <i>Dipole Mode Index</i> tahun 1991 – 2020.....	31
Gambar 13 Hasil Analisis Regresi Linier Indeks Nino 3.4 Terhadap Curah Hujan	32
Gambar 14 Hasil Analisis Regresi Linier Indeks DMI Terhadap Curah Hujan ...	32

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Sumber Data Kajian	13
Tabel 2 Klasifikasi Fenomena <i>El-Nino</i> Berdasarkan Penyimpangan Suhu Permukaan Laut	14
Tabel 3 Klasifikasi Fenomena <i>La-Nina</i> Berdasarkan Penyimpangan Suhu Permukaan Laut	15
Tabel 4 Indeks Perubahan Iklim	19
Tabel 5 Dasar Pengambilan Keputusan uji Normalitas Data	19
Tabel 6 Dasar Pengambilan Keputusan Uji Korelasi Berdasarkan Nilai Taraf Signifikansi	20
Tabel 7 Pedoman analisis korelasi berdasarkan nilai koefisien korelasi	20
Tabel 8 Hasil analisis korelasi indeks Nino 3.4, DMI, dan PRCPTOT	32
Tabel 9 Hasil analisis korelasi indeks Nino 3.4, DMI, dan SDII	32
Tabel 10 Hasil analisis korelasi indeks Nino 3.4, DMI, dan CWD	32
Tabel 11 Hasil analisis korelasi indeks Nino 3.4, DMI, dan CDD	32
Tabel 12 Tahun-tahun Terjadinya ENSO	39
Tabel 13 Tahun-tahun Terjadinya IOD	40
Tabel 14 Analisis korelasi indeks Nino 3.4, DMI dan PRCPTOT.	40
Tabel 15 Analisis korelasi indeks Nino 3.4, DMI dan SDII.	41
Tabel 16 Analisis korelasi indeks Nino 3.4, DMI dan CWD	41
Tabel 17 Analisis korelasi indeks Nino 3.4, DMI dan CDD.	41
Tabel 18 Persamaan Regresi Berdasarkan Hasil Analisis Regresi Linier	43
Tabel 19 Nilai Anomali Curah Hujan Pada Tahun-tahun <i>El-Nino</i>	44
Tabel 20 Nilai Anomali Curah Hujan Pada Tahun-tahun <i>La-Nina</i>	44
Tabel 21 Nilai Anomali Curah Hujan Pada Tahun-tahun IOD Positif	45

Tabel 22 Nilai Anomali Curah Hujan Pada Tahun-tahun IOD negatif..... 46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Dokumentasi Penelitian.....	55
Lampiran 2: Hasil Analisis Data.....	58
Lampiran 3: Administrasi Penelitian	65

ABSTRAK

Analisis curah hujan wilayah ekuatorial Indonesia berbasis *machine learning* telah selesai dilakukan. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis curah hujan wilayah ekuatorial Indonesia berbasis *machine learning*. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian analisis kuantitatif dengan menggunakan data sekunder. Data yang digunakan merupakan data curah hujan dari stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, yaitu Stasiun Meteorologi Japura, Stasiun Meteorologi Minangkabau, dan Stasiun Meteorologi Hang Nadim pada periode 1991-2020. Analisis data yang diterapkan yaitu analisis curah hujan pertahun, analisis pola curah hujan, analisis indeks perubahan iklim, analisis terhadap faktor yang berpengaruh terhadap curah hujan yaitu ENSO dan IOD, analisis korelasi, dan analisis regresi linier dengan memanfaatkan *machine learning* berbasis *python* dan *google collab*. Berdasarkan analisis didapatkan hasil bahwa curah hujan di wilayah ekuatorial memiliki variasi antara 1500 – 3000 mm pertahun. Curah hujan di wilayah ekuatorial memiliki pola bimodial dengan dua puncak musim hujan pada maret-mei dan oktober-november. Analisis indeks perubahan iklim didapatkan bahwa indeks PRCPTOT tidak mengalami perubahan yang signifikan. Sedangkan untuk indeks SDII, CWD, dan CDD cenderung mengalami tren peningkatan dan penurunan. Indeks perubahan iklim berkorelasi dengan ENSO dan IOD pada periode Agustus, September, Oktober, November. Korelasi tertinggi didapatkan pada indeks CDD dengan koefisien korelasi berkisar antara 0,1 – 0,5.

Kata Kunci: *Curah hujan, Pola curah hujan, indeks perubahan iklim, ENSO, IOD, Machine Learning, korelasi, regreesi linier, python dan google colab.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Pemanasan global sedang menjadi tren dikalangan para fisikawan dalam beberapa tahun terakhir. Pemanasan global memiliki dampak yang sangat besar terhadap lingkungan. Perubahan iklim merupakan salah satu fenomena yang disebabkan oleh pemanasan global. Peningkatan konsentrasi gas efek rumah kaca menyebabkan suhu meningkat dari tahun ke tahun. Akibatnya beberapa indikator cuaca dan iklim akan mengalami perubahan. Menurut (Febrianti, 2018) suhu udara rata-rata di Indonesia mengalami peningkatan hampir $0,1^{\circ}$ C setiap tahunnya, diikuti oleh penurunan curah hujan sebesar 2 – 3 % pertahunnya. Dampak pemanasan global terhadap perubahan iklim dapat terlihat jelas ketika muncul gejala ENSO (Yeh dan Kirtman, 2007).

Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis dan memiliki dua musim, musim kemarau dan musim hujan. Musim kemarau terjadi ketika musim timur dan musim hujan terjadi ketika muson barat (Rahayu dkk., 2018). Indonesia juga merupakan wilayah yang dilewati garis khatulistiwa, yang menjadikan Indonesia salah satu negara yang terkena dampak perubahan iklim dan variabilitas curah hujan. Variabilitas iklim, perubahan awal musim dan adanya fenomena cuaca ekstrim merupakan indikator terjadinya perubahan iklim akibat dari terjadinya pemanasan global (Susilokarti dkk., 2015).

Faktor fisiografis Indonesia dan sekitarnya mempengaruhi faktor iklim dan cuaca, sehingga terdapat 3 pola curah hujan di Indonesia, yaitu pola ekuatorial, pola monsun, dan pola lokal (Tukidi, 2010). Pola curah hujan ekuatorial dapat diidentifikasi dengan curah hujan bimodal, atau dua puncak musim hujan, pada bulan Maret dan Oktober ketika *vernal equinox* terjadi. Daerah dengan tipe hujan ekuatorial adalah Sumatera bagian utara-tengah dan Kalimantan bagian utara (Aldrian dan Dwi Susanto, 2003)

Pola hujan ekuatorial memiliki kaitan dengan pergerakan zona konvergensi utara dan selatan yang mengikuti gerak semu matahari (Sartika, dkk 2016). Zona konvergensi adalah pertemuan dua massa udara dari kedua belahan bumi.

Konvergensi adalah ketika massa udara bergerak menuju suatu titik dan kemudian naik ke atas. Wilayah terjadinya fenomena konvergensi disebut sebagai zona konvergensi (Subama, 2002) dalam (Tukidi, 2010). Letak zona konvergensi selalu berubah setiap 14 hari sesuai dengan gerak semu tahunan matahari dari utara ke selatan dan sebaliknya, pada koordinat $23,5^{\circ}\text{LU} - 23,5^{\circ}\text{LS}$.

Curah hujan sangat erat kaitannya dengan perubahan iklim. Indikator yang dapat digunakan dalam menentukan perubahan iklim ekstrim di Indonesia adalah curah hujan yang tinggi dan musim kemarau yang panjang (Supari, dkk 2017). Musim kemarau dapat terjadi dalam waktu lebih lama dan musim hujan dapat terjadi sangat singkat. Musim kemarau yang berlangsung sangat lama dapat mengurangi produktivitas lahan pada suatu wilayah. Musim hujan dapat berlangsung lebih singkat dengan intensitas yang tinggi dan berpotensi untuk terjadinya bencana banjir (Setiawan, 2012).

Variabilitas curah hujan di Indonesia berada dalam kategori tinggi. Curah hujan di Indonesia dipengaruhi oleh faktor cuaca dan iklim, faktor lokal maupun faktor global (Prasetyo dkk., 2018). Fenomena yang mempengaruhi curah hujan di Indonesia adalah *El Nino Southern Oscillation* (ENSO), *Dipole Mode Index* (IOD) dan *Madden Julian Oscillation* (MJO) (Putra, dkk 2020). Menurut S. Zulfahmi dan E. Nurjani, (2013), sebagian besar curah hujan di Indonesia dipengaruhi oleh ENSO yang dengan pengaruh sedang. ENSO memiliki dampak yang lebih kecil di bagian barat dan timur Indonesia. Untuk daerah yang memiliki pengaruh tinggi dapat ditemukan di Indonesia Timur. ENSO (*El Nino Southern Oscillation*) adalah gejala fluktuasi suhu permukaan laut di Pasifik timur disebabkan oleh perbedaan suhu dan tekanan saat kondisi normal. ENSO terdiri dari dua fenomena yaitu El Nino dan La Nina (Dewi dan Marzuki, 2020). *El-Nino* adalah bentuk penyimpangan iklim Pasifik yang ditandai dengan peningkatan *Sea Surface Temperature* (SST) di selatan dan timur ekuator (Jamili, 2018). Peristiwa *El Nino* dan *La Nina* berdampak pada peningkatan dan penurunan intensitas curah hujan.

IOD adalah anomali suhu permukaan laut antara Samudera Hindia bagian barat dan Samudera Hindia bagian timur. Anomali suhu yang terjadi membentuk suatu osilasi yang terjadi secara periodik. Karena perbedaan suhu antara kedua sisi

inilah, maka akan terjadi fenomena kekeringan yang panjang di salah satu sisi dan hujan yang sangat lebat di sisi lainnya. IOD merupakan salah satu faktor yang menentukan kondisi iklim negara-negara di Indonesia dan negara kawasan Samudera Hindia. Hermawan dan Komalaningsi (2008) melakukan penelitian terkait dengan Hubungan antara Indian Ocean Dipole dan Curah hujan yang terjadi di provinsi Sumatera Barat. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa fenomena IOD menyebabkan wilayah Provinsi Sumatera Barat senantiasa lebih basah dan curah hujannya selalu lebih tinggi dari kawasan Indonesia lain sepanjang tahun.

Komputer dalam Pembelajaran Fisika merupakan mata kuliah pilihan yang dapat diambil oleh mahasiswa pendidikan fisika dengan bobot 2 sks. Mata kuliah ini menekankan agar mahasiswa mampu menyelesaikan masalah fisika numerik dengan menggunakan program komputer dan mampu menerapkan bahasa pemrograman dalam bentuk simulasi, grafik, pemodelan numerik dengan bantuan machine learning berupa *Python*, *Google Collab*, *Matlab* dan *Maple*.

Machine Learning merupakan penerapan teknik kecerdasan buatan. *Machine Learning* dapat digunakan untuk membuat model matematika dengan menggambarkan pola data yang disajikan (Putra, 2020 dalam Putra, dkk., 2020). *Machine learning* telah mengalami perkembangan yang sangat pesat, sehingga menghasilkan teknik yang mampu menyelesaikan masalah klasifikasi, regresi, *clustering*, dan deteksi anomali di berbagai bidang, sehingga masalah tersebut dapat diselesaikan dengan lebih efisien. (Heryadi and Wahyono, 2020). *Python* adalah salah satu bahasa pemrograman yang digunakan dalam *machine learning*. Penelitian terkait iklim dan curah hujan dengan memanfaatkan *machine learning* telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya, salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Richard Putra Mahendra, dkk tentang pengaruh El Nino Southern Oscillation (ENSO), Indian Ocean Dipole (IOD), and Maden Julian Oscillation (MJO) Terhadap Intensitas curah Hujan Bulanan di Indonesia.

Penelitian terkait analisis curah hujan dan kaitannya dengan fenomena ENSO dan IOD terhadap curah hujan di Indonesia sudah banyak dilakukan. Pada penelitian ini, penulis ingin memfokuskan wilayah penelitian di wilayah ekuatorial Indonesia. Dengan mempertimbangkan dua fase fenomena ENSO dan IOD, serta

pola curah hujan pada wilayah ekuatorial yang terjadi sepanjang tahun, serta dampak yang ditimbulkan akibat perubahan pola curah hujan, maka peneliti memandang perlu untuk dilakukan penelitian ini. *Machine learning* sebagai salah satu teknologi terkini yang dipelajari pada mata kuliah komputer dalam pembelajaran fisika dapat diaplikasikan dalam penelitian ini guna membantu penelitian agar menghasilkan analisis data yang berkualitas sekaligus dapat memberikan gambaran terkait studi kasus yang dapat diselesaikan menggunakan teknologi ini.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian ini, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana analisis curah hujan wilayah ekuatorial Indonesia berbasis *machine learning* sebagai studi kasus mata kuliah komputer dalam pembelajaran fisika?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan terhadap data curah hujan di 3 stasiun meteorologi milik BMKG dengan data curah hujan dalam kurun waktu 30 tahun, yaitu dari tahun 1991 - 2020.
2. Data yang digunakan merupakan data curah hujan normal yang tersedia di stasiun meteorologi Japura provinsi Riau, stasiun meteorologi Minangkabau provinsi Sumatera Barat, dan stasiun meteorologi Kualanamu provinsi Sumatera Utara.
3. Pengolahan data dilakukan dengan analisis statistik berbasis *machine learning* berupa *python* dan *google colab* dengan menerapkan analisis korelasi dan regresi linier.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan batasan masalah penelitian, maka tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis curah hujan wilayah ekuatorial Indonesia sebagai studi kasus mata kuliah komputer dalam pembelajaran fisika.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang dilakukan adalah

1. Bagi peneliti, menambah pengetahuan dan wawasan tentang curah hujan di wilayah ekuatorial Indonesia, menambah pemahaman dan keterampilan peneliti dalam mengaplikasikan *machine learning* untuk mengolah data menggunakan *Google Colab*.
2. Bagi institusi, memajukan program studi Pendidikan fisika melalui penelitian berbasis *machine learning*.
3. Bagi pembaca, menambah pengetahuan dan wawasan tentang curah hujan di wilayah ekuatorial Indonesia.
4. Bagi pembelajaran fisika, dapat digunakan sebagai sumber informasi dan bahan kajian berupa script *python* dan sintaks penggunaan *Google Colab* guna menunjang pembelajaran mata kuliah komputer dalam pembelajaran fisika.
5. Bagi peneliti lainnya, dapat digunakan sebagai rujukan untuk melakukan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E. (2002) ‘Spatial Patterns of Enso Impact on Indonesian Rainfall’, *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 3(1), pp. 5–15.
- Aldrian, E. and Dwi Susanto, R. (2003) ‘Identification of three dominant rainfall regions within Indonesia and their relationship to sea surface temperature’, *International Journal of Climatology*, 23(12), pp. 1435–1452. doi: 10.1002/joc.950.
- Anastasya, N., Prakoso, W. G. and Purwanti, H. (2021) ‘Analisis Dampak Perubahan Iklim Terhadap Curah Hujan Harian Maksimum Di Kota Palembang’, *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Sipil*, 1.
- Ariska, M., Akhsan, H. and Muslim, M. (2022) ‘Impact Profile of Enso and Dipole Mode on Rainfall As Anticipation of Hydrometeorological Disasters in the Province of South Sumatra’, *Spektra: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 7(3), pp. 127–140. doi: 10.21009/spektra.073.02.
- Bannu. (2003). Analisis Interaksi Monsun, Enso, dan Dipole Mode serta Kaitannya dengan Variabilitas Curah Hujan dan Angin Permukaan di Benua Maritim Indonesia. *Tesis Magister pada GM ITB Bandung*.
- Bappenas. (2018). Kaji Ulang RAN API: Kajian Basis Ilmiah Proyeksi Iklim Atmosferik. Bappenas, Jakarta, 51 hal.
- Buerau of Meteorology (2020) El Niño Southern Oscillation (ENSO). <http://www.bom.gov.au/climate/about/?bookmark=enso> (Diakses pada 4 Maret 2023).
- Dewi, S. M. and Marzuki, M. (2020) ‘Analisis Pengaruh Pergeseran Lokasi ENSO terhadap Curah Hujan di Indonesia’, *Jurnal Fisika Unand*, 9(2), pp. 176–182. doi: 10.25077/jfu.9.2.176-182.2020.
- Dwi Susanto, R., Mitnik, L. and Zheng, Q. (2005) ‘Ocean internal waves observed in the Lombok Strait’, *Oceanography*, 18(SPL.ISS. 4), pp. 81–87. doi: 10.5670/oceanog.2005.08.
- Febrianti, N. (2018) ‘Hubungan Pemanasan Global Dengan Kondisi Suhu Udara Dan Curah Hujan di Indonesia’, pp. 299–305.
- Hermawan, E. (2010) ‘Pengelompokkan Pola Curah Hujan Yang Terjadi Di Beberapa Kawasan P. Sumatera Berbasis Hasil Analisis Teknik Spektral’, *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 11(2). doi: 10.31172/jmg.v11i2.67.

- Hermawan, E. and Komalaningsih, K. (2008) ‘Karakteristik Indian Ocean Dipole Mode Di Samudera Hindia Hubungan-Nya Dengan Perilaku Curah Hujan Di Kawasan Sumatera Barat Berbasis Analisis Mother Wavelet’, *Jurnal Sains Dirgantara*, 5(2), pp. 109–129.
- Heryadi, Y. and Wahyono, T. (2020) *Machine Learning Konsep dan Implementasi*. Cetakan 1. Yogyakarta: Gava Media.
- Hidayat, R. and Ando, K. (2018) ‘Variabilitas Curah Hujan Indonesia dan Hubungannya dengan ENSO/IOD: Estimasi Menggunakan Data JRA-25/JCDAS’, *Agromet*, 28(1), p. 1. doi: 10.29244/j.agromet.28.1.1-8.
- Hidayat, R. *et al.* (2016) ‘Interannual Variability of Rainfall over Indonesia: Impacts of ENSO and IOD and Their Predictability’, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 31(1). doi: 10.1088/1755-1315/31/1/012043.
- Id, I. D. (2021) *MACHINE LEARNING: Teori, Studi Kasus dan Implementasi Menggunakan Python*. Edisi 1, UR Press. Edisi 1. Pekanbaru: UR Press.
- IPCC (2012) ‘Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation’.
- Jamili, S. (2018) ‘Pengaruh Fenomena El-Nino Dan La-Nina Permukaan Laut Di Perairan Nusa Tenggara’, pp. 1–17.
- Kurniawan, D. (2022) *Pengenalan Machine Learning dengan Python - Google Books*. Edisi Digital. Jakarta: Elex Media Komputindo. doi: 720051074.
- Kusumastuti, A., Khoiron, A. M. and Achmadi, T. A. (2020) *Metode Penelitian Kuantitatif*. Yogyakarta: Deepublish.
- Mulyono, D. (2016) ‘Analisis Karakteristik Curah Hujan Di Wilayah Kabupaten Garut Selatan’, *Jurnal Konstruksi*, 12(1), pp. 1–9. doi: 10.33364/konstruksi/v.12-1.274.
- Prabowo, M. dan Nicholls, N. (2002) *Kapan Hujan Turun ? Dampak Osilasi Selatan di Indonesia*. Brisbane: Publishing Services.
- Prasetyo, B., Irwandi, H. and Pusparini, N. (2018) ‘Karakteristik Curah Hujan Berdasarkan Ragam Topografi Di Sumatera Utara’, *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 19(1), p. 11. doi: 10.29122/jstmc.v19i1.2787.
- Putra, R. M., Alfiandy, S. and Haq, B. E. A. (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 Ngurah Rai*, 6(2), pp. 1–8.
- Rahayu, N. D., Sasmito, B. and Bashit, N. (2018) ‘Analisis Pengaruh Fenomena Indian Ocean Dipole (Iod) Terhadap Curah Hujan Di Pulau Jawa’, *Jurnal Geodesi Undip*, 7(1), pp. 57–67.
- Sartika, L., Asrul and Nugroho, S. (2016) ‘Analisis Hubungan Angin Zonal Dan Angin Meridional Lapisan 850 Milibar Terhadap Curah Hujan Di Sumatera Barat’, *Pillar of Physics*, 8(Oktober 2016), pp. 49–56.
- Setiawan, O. (2012) ‘Rainfall and temperature variability analysis in Bali’, *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 9(1), pp. 66–79.
- Sitompul, Z. and Nurjani, E. (2013) ‘Pengaruh El Nino Southern Oscillation (ENSO) Terhadap Curah Hujan Musiman dan Tahunan di Indonesia’, *Jurnal Bumi Indonesia*, 2(1), pp. 11–18.
- Supari et al. (2017) ‘Observed changes in extreme temperature and precipitation over Indonesia’, *International Journal of Climatology*, 37(4), pp. 1979–1997. doi: 10.1002/joc.4829.
- Susilokarti, D. et al. (2015) ‘Identifikasi Perubahan Iklim Berdasarkan Data Curah Hujan di Wilayah Selatan Jatiluhur Kabupaten Subang, Jawa Barat’, *Jurnal Agritech*, 35(01), p. 98. Available at: <https://journal.ugm.ac.id/agritech/article/view/13038/15155>.
- Tukidi (2010) ‘Karakter Curah Hujan Di Indonesia’, *Jurnal Geografi*, 7(2), pp. 136–145. Available at: <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JG/article/view/84>.
- Vitri, T. and Marzuki (2014) ‘Analisis Pengaruh El Nino Southern Oscillation (ENSO) Terhadap Curah Hujan di Koto Tabang Sumatera Barat’, *Jurnal Fisika Unand*, 3(4), pp. 214–221. Available at: <http://jfu.fmipa.unand.ac.id/index.php/jfu/article/view/110>.
- Wahyono, T. (2021) *Fundamental Of Python For Machine Learning*. Edisi Revi. Gava Media.
- Wibawa, A. P. dkk. (2021) *Struktur Data Dengan Python*. Edited by Yayuk Umayana. Malang: Ahlimedia Press.
- WMO (2014) ‘El Nino/ Southern Oscillation’, in *El Nino/ Southern Oscillation*. Geneva: World Meteorological Organization (WMO).

Yeh, S. W. and Kirtman, B. P. (2007) 'ENSO amplitude changes due to climate change projections in different coupled models', *Journal of Climate*, 20(2), pp. 203–217. doi: 10.1175/JCLI4001.1.