

**PREDIKSI CURAH HUJAN MENGGUNAKAN *DEEP LEARNING*
ALGORITMA RECURRENT NEURAL NETWORK (RNN) STUDI KASUS
DI KOTA PALEMBANG**



SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains Ilmu
Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

Disusun Oleh :

MUHAMMAD DERAL

NIM. 08021182025017

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**PREDIKSI CURAH HUJAN MENGGUNAKAN *DEEP LEARNING*
ALGORITMA RECURRENT NEURAL NETWORK (RNN) STUDI KASUS
DI KOTA PALEMBANG**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains Bidang Fisika Fakultas MIPA

Oleh :

MUHAMMAD DERAL

NIM. 08021182025017

Indralaya, 13 Maret 2024

Menyetujui,
Pembimbing I



Dr. Azhar Kholiq Affandi, M.S.
NIP: 196109151989031003

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Friusak Virgo, S.Si., M.T
NIP: 197009101994121001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Muhammad Deral

NIM : 08021182025017


Fakultas/ Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Fisika

Menyatakan bahwa benar skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan Strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lebih baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar – benarnya.

Indralaya, 13 Maret 2024


SEPUULUH RIBU RUPIAH
10000
TEL. 20
METERA
TEMPEL
ZCE21ALX127101207
Muhammad Deral
NIM. 08021182025017

LEMBAR PERSEMBAHAN

MOTTO :

"Success is the outcome of perseverance and an unrelenting process. Keep progressing, as within it lies the key to success."

“ Jack Ma “

PERSEMBAHAN:

This thesis is completed as a profound tribute to my parents, who dedicated themselves wholeheartedly, providing everything for me. The sweat, the pain, and the happiness they consistently presented. By accomplishing this, I commit to bringing them joy as they have enriched my life.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr. wb. Alhamdulillahirobbil'alamin. Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga proposal Tugas Akhir (TA) yang telah kami laksanakan mulai tanggal Februari – Juni 2022 di Universitas Sriwijaya dapat kami selesaikan dengan baik. Proposal Tugas Akhir (TA) ini disusun berdasarkan judul “ **Prediksi Curah Hujan Menggunakan Deep Learning Algoritma Recurrent Neural Network (RNN) Studi Kasus Di Kota Palembang**”

Proposal Tugas Akhir (TA) ini merupakan salah satu mata kuliah wajib yang harus ditempuh oleh mahasiswa jurusan Fisika Universitas Sriwijaya pada semester tujuh dan delapan. Dalam penyusunan proposal Tugas Akhir (TA) ini, penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya pada kita semua.
2. Bapak Dr. Frinsyah Virgo., M.T., selaku ketua jurusan Fisika Universitas Sriwijaya Indralaya.
3. Bapak Dr. Azhar Kholiq Affandi, M.S., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir (TA).
4. Bapak M.Yusup Nur Khakim, Ph.D., selaku dosen pembahas I Tugas Akhir (TA).
5. Ibu Dr.Idha Royani,M.Si., selaku dosen pembahas II Tugas Akhir (TA)
6. Kedua orang tua saya yang telah memberihkan dukungan ,kepercayaan, kekuatan serta kebahagiaan dalam membantu saya untuk selalu semangat sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
7. Kk Isyah, bang Rafi, bang Rico dan bang Ridho selaku mentor sekaligus kakak tingkat mahasiswa sebagai penyemangat, dan juga memberikan masukan serta teman berbagi suka maupun duka selama perkuliahan.

Saya sadar proposal Tugas Akhir (TA) ini masih jauh dari sempurna dengan segala kekurangannya. Untuk itu saya harapkan adanya kritik dan saran dari semua pihak

demi kesempurnaan dari proposal Tugas Akhir (TA) penulis. Akhir kata semoga proposal Tugas Akhir (TA) ini dapat bermanfaat.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Palembang, 13 Maret 2024

Muhammad Deral
NIM. 08021182025017

**PREDIKSI CURAH HUJAN MENGGUNAKAN DEEP LEARNING ALGORITMA
RECURRENT NEURAL NETWORK (RNN) STUDI KASUS DI KOTA
PALEMBANG**

Oleh:

Muhammad Deral

08021182025017

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi tantangan signifikan yang disebabkan oleh perubahan iklim di Kota Palembang, yang telah mengalami variasi curah hujan yang cukup besar dengan dampak yang signifikan selama periode 1999 hingga 2010. Penelitian ini berfokus pada pengembangan model prediktif menggunakan *Recurrent Neural Network* (RNN) untuk meramalkan curah hujan di Palembang dari 4 Februari 2023 hingga 4 Februari 2028. Pemanfaatan data dari NASA POWER (2002-2023) memberikan landasan yang kuat, melibatkan parameter seperti curah hujan, kelembapan udara, kecepatan angin, dan tekanan udara. Model RNN dievaluasi menggunakan metrik *Mean Absolute Error* (MAE) dan Kuadrat untuk mengukur akurasi. Penelitian ini menghasilkan model RNN dengan tingkat akurasi 95% dan *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar 4,49, yang menunjukkan akurasi yang baik dalam memprediksi curah hujan.

Kata Kunci : Palembang, *Recurrent Neural Network*, Curah Hujan, Perubahan Iklim.

Indralaya, 13 Maret 2024

Menyetujui,
Pembimbing I



Dr. Azhar Kholiq Affandi, M.S.
NIP: 196109151989031003

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Frimela Virgo, S.Si., M.T
NIP: 197009101994121001

RAINFALL PREDICTION USING DEEP LEARNING RECURRENT NEURAL NETWORK (RNN) ALGORITHM A CASE STUDY IN PALEMBANG CITY

By :

Muhammad Deral

08021182025017

ABSTRACT

This research aims to address the significant challenges caused by climate change in Palembang City, which has experienced substantial variations in rainfall with significant impacts during the period from 1999 to 2010. This research focuses on developing a predictive model using a Recurrent Neural Network (RNN) to forecast rainfall in Palembang from February 4, 2023 to February 4, 2028. The utilization of data from NASA POWER (2002-2023) provides a strong foundation, involving parameters such as rainfall, air humidity, wind speed, and air pressure. The RNN model is evaluated using the Mean Absolute Error (MAE) and Square metrics to measure its accuracy. This research yields an RNN model with an accuracy rate of 95% and a Mean Absolute Error (MAE) of 4.49, indicating good accuracy in predicting rainfall.

Keywords : Palembang, Recurrent Neural Network, Rainfall , Climate Change.

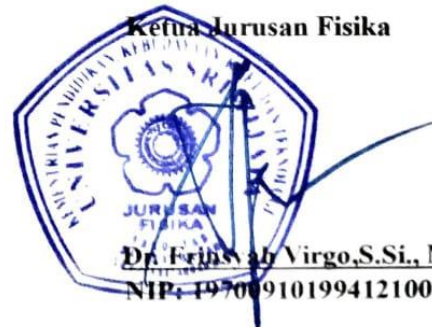
Indralaya, 13 Maret 2024

Menyetujui,
Pembimbing I



Dr. Azhar Kholiq Affandi, M.S.
NIP: 196109151989031003

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Fritsyah Virgo, S.Si., M.T
NIP: 197009101994121001

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	II
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	III
LEMBAR PERSEMBAHAN	IV
KATA PENGANTAR.....	V
DAFTAR ISI	IX
DAFTAR GAMBAR	XII
DAFTAR TABEL	XIII
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Prediksi.....	5
2.2 Curah Hujan	5
2.3 Kelembapan Udara.....	6
2.4 Kecepatan Angin	7
2.5 Tekanan Udara.....	8
2.6 Deret Waktu (<i>Time Series</i>)	8
2.7 <i>Deep Learning</i>	9
2.8 Fungsi Aktivasi.....	10
2.9 Batch Size dan Epoch.....	10
2.10 <i>Recurrent Neural Network</i> (RNN)	11

2.11 <i>Import Library</i>	13
2.11.1 <i>Pandas</i>	13
2.11.1 <i>Numpy</i>	13
2.11.3 <i>Matplotlib, Seaborn dan Plotly</i>	14
2.11.4 <i>Tensorflow</i>	14
2.11.5 <i>Keras</i>	15
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Tempat Pengerjaan	16
3.2 Deskripsi Lokasi Penelitian.....	16
3.3 Alat Bantu Penelitian.....	17
3.4 Tahapan Penelitian	18
3.4.1 Pengambilan Data	19
3.4.2 Preprocessing Data.....	20
3.4.3 Visualisasi Data	20
3.4.4 Future Engineering.....	21
3.4.5 <i>Data Preparation</i>	22
3.4.6 Evaluasi Model.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Visualisasi Heatmap Korelasi.....	27
4.2 Nilai Evaluasi Model RNN untuk Training	28
4.3 Nilai Evaluasi Model RNN Untuk Testing	29
4.4 Visualisasi Hasil Prediksi Data Training dan Testing	30
4.5 Visualisasi Hasil Prediksi Curah Hujan Di Kota Palembang.....	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	36
5.1 Kesimpulan	36

5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur Deep Learning	9
Gambar 2. 2 Proses perhitungan Reccurent Neural Network.....	12
Gambar 3. 1 Peta Administrasi Kota Palembang.....	16
Gambar 3. 2 Tahapan Penelitian.....	18
Gambar 3. 3 Source Code Proses Membaca Dataset.....	19
Gambar 3. 4 Source Code Menampilkan Heatmap Korelasi.....	21
Gambar 3. 5 Pembagian Data	22
Gambar 3. 6 Source Code Import Library	23
Gambar 3. 7 Membangun Model RNN	24
Gambar 3. 8 Source Code Evaluasi Model.....	25
Gambar 4. 1 Output Hasil Evaluasi Pada Data Training.....	28
Gambar 4. 2 Output Hasil Evaluasi Pada Data Testing	29
Gambar 4. 3 Visualisasi Hasil Prediksi Data Training	30
Gambar 4. 4 Visualisasi Hasil Prediksi Data Testing	30
Gambar 4. 5 Hasil Prediksi Pada Tahun 2023	31
Gambar 4. 6 Hasil Prediksi Pada Tahun 2024	32
Gambar 4. 7 Hasil Prediksi Pada Tahun 2025	32
Gambar 4. 8 Hasil Prediksi Pada Tahun 2026	33
Gambar 4. 9 Hasil Prediksi Pada Tahun 2027 dan 2028	33

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Heatmap Korelasi	27
--	----

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cuaca merupakan kondisi yang terjadi pada suatu wilayah ataupun daerah dengan keadaan udara yang *relative* sempit, biasanya dalam skala waktu harian, mingguan atau tahunan. Terdapat faktor yang mempengaruhi kondisi cuaca pada saat tertentu, misalnya suhu, kecepatan angin, tekanan udara ataupun kelembapan dan banyak faktor yang lainnya (Panggabean et al., 2021). Curah hujan termasuk salah satu contoh dari kondisi cuaca yang terjadi karena adanya faktor suhu, kecepatan angin dan tekanan udara. Pada dasarnya hujan merupakan proses jatuhnya air dari atmosfer ke permukaan bumi yang memiliki intensitas hujan yang beragam, sehingga pada hakikatnya pengertian curah hujan itu sendiri adalah banyaknya air hujan yang terjadi pada suatu daerah dengan satuan milimeter (mm) sebagai satuan untuk mengukur curah hujan pada kondisi dan waktu tertentu (Rahmawati, 2022). Data curah hujan dapat di peroleh pada Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika khususnya di Stasiun Sultan Mahmud Bararudin II Kota Palembang dan website NASA POWER (*National Aeronautics and Space Administration The Power Of Worldwide Energy Resources*). BMKG dan NASA POWER dapat menghasilkan data curah hujan yang cukup lengkap untuk setiap waktunya. Oleh karena itu, perubahan iklim di Kota Palembang memiliki variasi intensitas curah hujan.

Perubahan iklim yang terjadi di Kota Palembang membuat wilayah ini sering mengalami perubahan ekstrem, termasuk dalam curah hujan yang tidak menentu. Dengan tingkat variabilitas curah hujan yang bervariasi secara ekstrem inilah, yang bisa menyebabkan bencana berupa banjir yang tidak dapat dihindari (Ariska et al., 2022). Berdasarkan hasil dari analisa perbandingan curah hujan ekstrem dengan hasil data satelit TRMM dan observasi dari tahun 1999 – 2010 menghasilkan curah hujan ekstrem di kota Palembang mencapai 99 mm dengan jumlah kejadian dalam 1 tahun sebanyak 5 kali (Marpaung et al., 2012). Kota Palembang terletak di provinsi Sumatera Selatan yang memiliki iklim yang beragam dan musim yang kuat

sepanjang tahun. Dalam periode 40 tahun terakhir BMKG mencatat suhu maksimum dan minimum di Kota Palembang mengalami tantangan ekstrem terkait cuaca. Musim kemarau ekstrem terjadi pada tahun 2019 yang dimulai pada bulan Juli hingga Agustus yang dimana pada bulan tersebut tidak mengalami hujan sama sekali yang mengakibatkan kondisi kebakaran hutan yang tidak bisa dikendalikan. Kondisi hujan yang ada di Kota Palembang termasuk salah satu wilayah yang mengalami curah hujan ekstrem yang mengakibatkan kondisi banjir di wilayah ini, khususnya di daerah yang dekat dengan perairan Sungai bahkan di Kota sekalipun banjir tidak bisa diatasi dengan baik. Variabilitas cuaca yang ekstrem telah membuat wilayah ini menjadi salah satu wilayah yang paling rentan terhadap bencana hidrometeorologi (Ariska et al., 2022). Oleh karena itu, untuk mengetahui jumlah curah hujan yang akan terjadi di wilayah ini dengan nilai intensitas hujan berdasarkan waktu yang akan datang, maka diperlukan proses prediksi atau peramalan mengenai intensitas curah hujan yang akan terjadi. Proses prediksi dilakukan dengan menggunakan data historis yang berasal dari *NASA POWER (National Aeronautics and Space Administration The Power Of Worldwide Energy Resources)* pada tahun 2002 – 2023. Salah satu metode prediksi yang sering digunakan untuk melakukan proses prediksi dengan rentan waktu dan interval tertentu adalah *Recurrent Neural Network (RNN)*.

Berdasarkan dari penelitian terdahulu mengenai prediksi curah hujan menggunakan *Recurrent Neural Network* (Badriyah et al., 2022) memiliki hasil *Mean Absolute Error (MAE)* sebesar 0.5 yang menunjukkan hasil kurang optimal dalam melakukan proses prediksi. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan jumlah data yang hanya mencakup periode 5 tahun, sehingga *volume* dataset yang tersedia terbatas, akibatnya proses pelatihan dan pengujian model tidak mendapatkan data yang cukup untuk menghasilkan prediksi yang lebih akurat. Hasil yang sama dilakukan pada penelitian sebelumnya yang dimana memiliki keterbatasan jumlah data yang digunakan dengan menggunakan data harian curah hujan dari tahun 2015 – 2020 sehingga hasil akurasi pada *R Square* mencapai 61.39%. Hasil ini termasuk dalam kategori cukup dalam melakukan proses prediksi curah hujan walaupun hasil yang didapatkan belum maksimal (Devi et al., 2022). Berbeda dari dua penelitian

sebelumnya yang memiliki hasil baik dari kesalahan *error* dan tingkat akurasi yang masih belum maksimal. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Hikmah et al., 2023) memiliki hasil akurasi yang baik pada data *training* sebesar 97.61% dan data *testing* 83.76% sehingga dari hasil ini model dapat melakukan proses prediksi curah hujan dengan akurat. Peramalan atau memprediksi dengan model *Recurrent Neural Network* (RNN) dapat digunakan untuk memahami dan memprediksi data (Aprianto & Puspitasari, 2020). Dalam konteks prediksi curah hujan menggunakan *Recurrent Neural Network* (RNN), tiga fitur utama yang memiliki dampak signifikan terhadap hasil prediksi adalah kelembaban, tekanan udara dan kecepatan angin. Hasil prediksi curah hujan yang diperoleh melalui model ini menunjukkan kinerja yang baik, dengan tingkat kesesuaian yang tinggi antara data aktual dan hasil prediksi (Devi et.al., 2022). Dalam mengevaluasi prediksi curah hujan menggunakan model *Recurrent Neural Network* (RNN), metrik evaluasi yang digunakan adalah *R Square* dan *Mean Absolute Error* (MAE) yang dimana semakin kecil nilai *Mean Absolute Error* (MAE) maka menunjukkan bahwa model tersebut bagus dalam melakukan prediksi. Sedangkan *R Square* semakin dekat nilainya dengan angka 1, semakin baik kesesuaian antara prediksi dan nilai aktual (Rochmawati et al., 2021)

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana model *Recurrent Neural Network* (RNN) memprediksi curah hujan di Kota Palembang *R Square* dan *Mean Absolute Error* (MAE).

1.3 Batasan Masalah

1. Data yang digunakan berasal dari *website* NASA POWER pada tahun 2002-2023 dengan parameter Curah Hujan, Kelembapan Udara, Kecepatan Angin, Tekanan Udara, dan Rentang Kecepatan Angin.
2. Metode yang digunakan yaitu *Recurrent Neural Network* (RNN) dan *Mean Absolute Error* (MAE) dan *R Square* untuk evaluasi hasil pada model.

1.4 Tujuan Penelitian

Menerapkan model *Recurrent Neural Network* (RNN) untuk melakukan prediksi curah hujan di kota Palembang selama 4 tahun dari 02 – 04 -2023 sampai 02 – 04 – 2028 dengan evaluasi hasil pada *Mean Absolute Error* (MAE) dan *R Square*.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberihkan pengetahuan mengenai *Recurrent Neural Network* (RNN) dalam memprediksi curah hujan.
2. Dapat menjadi *referensi* bagi penelitian selanjutnya mengenai Model *Recurrent Neural Network* (RNN).

DAFTAR PUSTAKA

- Alfarizi, M.R., et all. (2023). Penggunaan Python Sebagai Bahasa Pemrograman Untuk Machine Learning Dan Deep learning. *Computer Science*. 2. 1-6.
- Andrian, Y & Ningsih, E. (2014). Prediksi Curah Hujan Di Kota Medan Menggunakan. *Seminar Nasional Informatika*, 184–189.
- Aprianto, R., & Puspitasari, P. A. D. (2020). Prediksi Curah Hujan Bulanan Tahun 2020 Kabupaten Sumbawa Menggunakan Artificial Neural Network (ANN) Back Propagation. *Prosiding Seminar Nasional IPPeMas*, 1(1), 622–628.
- Ariska, M., et all (2022). Prediksi Perubahan Iklim Ekstrem di Kota Palembang dan Kaitannya dengan Fenomena El Niño-Southern Oscillation (ENSO) Berbasis Machine Learning. *Fisika Dan Riset*, 6(2), 79–86.
- Badriyah, J., Fariza, A., & Harsono, T. (2022). Prediksi Curah Hujan Menggunakan Long Short Term Memory. 6, 1297–1303.
- Cholissodin, I., & Soebroto, A. A. (2021). AI , MACHINE LEARNING & DEEP LEARNING (Teori & Implementasi). July 2019.
- Clara, Simbolon, L., Ruhiat, Y., & Saefullah, A. (2022). Analisis Arah dan Kecepatan Angin Terhadap Sebaran Curah. 10(01), 113–120.
- Desmonda, D., & Irwansyah, M. A. (2018). Prediksi Besaran Curah Hujan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series. 6(4), 145–149.
- Devi et.al., 2022. (2022). Prediksi Curah Hujan Dasarian dengan Metode Vanilla RNN dan LSTM untuk Menentukan Awal. 8(3), 405–411.
- Fadholi, A. (2013). Pemanfaatan Suhu Udara dan Kelembaban Udara dalam Persamaan Regresi untuk Simulasi Prediksi Total Hujan Bulanan di Pangkalpinang. *CAUCHY: Jurnal Matematika Murni Dan Aplikasi*, 3(1), 1–9.
- Hadi, T.W., Harisman, K., Junengk, L. (2017). Variasi Curah Hujan Indonesia Berdasarkan Pengamatan Dan Perhitungan Dengan Permodelan Sistem

- Lingkaran Laut-Darat (MASINDOTE). *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 18(2), 73-87.
- Hariadi, et al (2019). Multivariate Time Series Forecasting Using Recurrent Neural Networks for Meteorological Data. *Conference SENATIK STT Adisutjipto 36 Yogyakarta*, 5, 445–456.
- Harmoko, I. W., & Az, N. (2012). Prototipe Model Prediksi Peluang Kejadian Hujan Menggunakan Metode Fuzzy Logic Tipe Mamdani dan Sugeno. 1(1), 59–69.
- Hayati, A., Ningsih.S.I. (2019). Analisis Pola Hujan di Kota Padang Tahun 2008-2017 dan Kaitannya dengan Kejadian Banjir. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 6(1), 1-9.
- Hikmah, H., Asrirawan, A., Apriyanto, A., & Nilawati, N. (2023). Peramalan Data Cuaca Ekstrem Indonesia Menggunakan Model ARIMA dan Recurrent Neural Network. *Jambura Journal of Mathematics*, 5(1), 230–242.
- Jiang, H., & Feingold, G. (2006). Effect of aerosol on warm convective clouds: Aerosol-cloud-surface flux feedbacks in a new coupled large eddy model. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 111(D1).
- Marpaung, S., Satiadi, D., & Harjana, T. (2012). Analisis Kejadian Curah Hujan Ekstrem Di Pulau Sumatera Berbasis Data Satelit Trmm Dan Observasi Permukaan. *Jurnal Sains Dirgantara*, 9(2), 127–138.
- Matematika, S., Pradipta, N. S., Sembiring, P., & Bangun, P. (2013). Analisis Pengaruh Curah Hujan. *Analisa Pengaruh Curah Hujan*, 1(5), 459–468.
- Mujilahwati, S. (2021). Visualisasi Data Hasil Klasifikasi Naïve Bayes Dengan Matplotlib Pada Python. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1), 205–211.
- Murata, A., Suzuki, Y., Sasano, Y., & Kikuchi, K. (2007). Relationship between atmospheric environment and precipitation patterns in a cool-temperate region of Japan. *Hydrological Processes*, 21(19), 2581-2591.
- Ningsih, D. H. U. (2012). Metode Thiessen Polygon untuk Ramalan Sebaran Curah

- Hujan Periode Tertentu pada Wilayah yang Tidak Memiliki Data Curah Hujan. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, Volume 17(No 2), 154–163.
- Nurashila, S. S., Hamami, F., & Kusumasari, T. F. (2023). Perbandingan kinerja algoritma recurrent neural network (rnn) dan long short-term memory (lstm): studi kasus prediksi kemacetan lalu lintas jaringan pt xyz. 8(3), 864–877.
- Panggabean, D. A. H., Sihombing, F. M., & Aruan, N. M. (2021). Prediksi Tinggi Curah Hujan Dan Kecepatan Angin Berdasarkan Data Cuaca Dengan Penerapan Algoritma Artificial Neural Network (Ann). *Seminastika*, 3(1), 1–7.
- Rahmawati, R. (2022). Intensitas Curah Hujan Harian Berdasarkan Data Stasiun Meteorologi Sultan Mahmud Badaruddin II. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Terapannya (JUPITER)*, 4(1), 1.
- Rizki, M., Basuki, S., & Azhar, Y. (2020). Implementasi Deep Learning Menggunakan Arsitektur Long Short Term Memory(LSTM) Untuk Prediksi Curah Hujan Kota Malang. *Jurnal Repositor*, 2(3), 331–338.
- Rochmawati et al., 2021. (2021). Analisa Learning Rate dan Batch Size pada Klasifikasi Covid Menggunakan Deep Learning dengan Optimizer Adam. *Journal of Information Engineering and Educational Technology*, 5(2), 44–48.
- Sidik, D. D., & Sen, T. W. (2019). Penggunaan Stacking Classifier Untuk Prediksi Curah Hujan. *IT for Society*, 4(1), 21–27.
- Suryantoko, Hadi, T.W., Purbajo, B.T. (2016). Terjadinya Badai Tropis Dahlia dan Pengaruhnya Terhadap Curah Hujan di Indonesia. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 17(2), 103-116.
- Swarinoto, Y.S., Prijatna, K. (2019). Analisis Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Hujan Ekstrim di Wilayah Jakarta Periode 1984-2014. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 20(1), 1-12.

Trenberth, K. E., Dai, A., Rasmussen, R. M., & Parsons, D. B. (2003). The changing character of precipitation. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 84(9), 1205-1218.