

**PREDIKSI *VISIBILITY* PADA PENERBANGAN DENGAN
MENGUNAKAN METODE *GATE RECURRENT UNIT* (GRU) BERBASIS
SELEKSI FITUR *CROSS CORRELATION FUNCTION* (CCF)**

SKRIPSI



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun oleh:

Rahmat Tri Wahyu Widodo

NIM. 09040221060

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Rahmat Tri Wahyu Widodo

Program Studi : Matematika

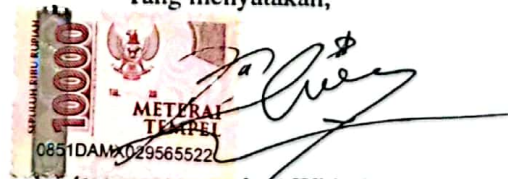
Angkatan : 2021

Menyatakan bahwa Saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir kami yang berjudul "PREDIKSI *VISIBILITY* BERDASARKAN PENGARUH FAKTOR CUACA DENGAN MENGGUNAKAN *CROSS CORRELATION FUNCTION* (CCF) DAN ALGORITMA *GATE RECURRENT UNIT* (GRU)". Apabila suatu saat nanti terbukti kami melakukan tindakan plagiat, maka Saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini Saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 20 September 2024

Yang menyatakan,



Rahmat Tri Wahyu Widodo
NIM. 09040221060

FORMULIR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir oleh :

Nama : RAHMAT TRI WAHYU WIDODO
NIM : 09040221060
Judul Tugas Akhir : PREDIKSI *VISIBILITY* BERDASARKAN PENGARUH
FAKTOR CUACA DENGAN MENGGUNAKAN *CROSS*
CORRELATION FUNCTION (CCF) DAN ALGORITMA
GATE RECURRENT UNIT (GRU)

telah diperiksa dan disahkan untuk uji.

Pembimbing I



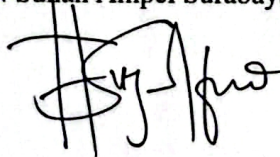
Nurissaidah Ulinuha, M. Kom.
NIP. 199011022014032004

Pembimbing II



Dr. Dian Candra Rini Novitasari, M. Kom.
NIP. 198511242014032001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UIN Sunan Ampel Surabaya



Yuniar Farida, M.T.
NIP.197905272014031002

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

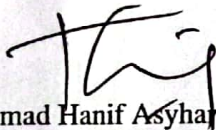
Tugas akhir oleh :

Nama : Rahmat Tri Wahyu Widodo
NIM : 09040221060
Judul Tugas Akhir : PREDIKSI *VISIBILITY* BERDASARKAN PENGARUH
FAKTOR CUACA DENGAN MENGGUNAKAN *CROSS
CORRELATION FUNCTION (CCF)* DAN ALGORITMA
GATE RECURRENT UNIT (GRU)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 19 Desember 2024

Mengesahkan,
Tim Penguji


Penguji I


Ahmad Hanif Asyhar, M.Si.
NIP. 19860123014031001

Penguji II



Wika Dianita Utami, M.Si.
NIP. 199206102018012003

Penguji III


Nurissaidah Ulinuha, M. Kom.
NIP. 199011012014032004

Penguji IV


Dr. Dian Candra Rini Novitasari, M. Kom.
NIP. 198511242014032001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Dr. Saiful Hamdani, M.Pd.
NIP. 196507312000031002

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Rahmat Tri Wahyu Widodo
NIM : 09040221060
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Matematika
E-mail address : rahmattriwahyu1@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Skripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

PREDIKSI VISIBILITY PADA PENERBANGAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE GATE

RECURRENT UNIT (GRU) BERBASIS SELEKSI FITUR CROSS CORRELATION FUNCTION (CCF)

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 01 Januari 2025

Penulis



(Rahmat Tri Wahyu Widodo)

ABSTRAK

PREDIKSI *VISIBILITY* PADA PENERBANGAN DENGAN MENGUNAKAN METODE *GATE RECURRENT UNIT* (GRU) BERBASIS SELEKSI FITUR *CROSS CORRELATION FUNCTION* (CCF)

Visibility yang rendah menyebabkan terganggunya penerbangan terutama pada keterlambatan atau pembatalan jadwal penerbangan. Keadaan tersebut sulit diprediksi karena kondisinya yang relatif berubah-ubah tiap jamnya. Salah satu cara untuk mengetahui rendahnya *visibility* adalah dengan melihat jarak pandang aman di udara > 5 kilometer menurut peraturan Dinas Perhubungan. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah memprediksi *visibility* untuk mengantisipasi rendahnya *visibility* dengan menggunakan metode *Gate Recurrent Unit* (GRU). Model memiliki arsitektur yang lebih sederhana dibandingkan dengan model LSTM. GRU menggabungkan *input gate* dan *forget gate* LSTM menjadi *update gate* tunggal sehingga menghasilkan arsitektur yang lebih ramping. Variabel independen atau fitur yang digunakan dalam penelitian ini adalah suhu titik embun, suhu bola kering, kelembapan, arah dan kecepatan angin, serta curah hujan. Uji coba parameter dilakukan dengan memvariasikan *batch size*, *learning rate*, dan *dropout*. Hasil *Cross Correlation Function* (CCF) menunjukkan fitur yang digunakan untuk prediksi *visibility* adalah kecepatan angin, suhu bola kering, dan kelembapan. Hasil tingkat kesalahan prediksi menggunakan MAPE sebesar 12.75% dengan *batch size* sebanyak 32, *learning rate* sebesar 0.01, dan *dropout* sebesar 0.1. Dengan hasil tersebut menunjukkan bahwa model memiliki performa yang baik dalam memprediksi *visibility*.

Kata kunci: Prediksi, *Visibility*, *Cross Correlation Function*, *Gate Recurrent Unit*, *Time series*.

ABSTRACT

VISIBILITY PREDICTION ON FLIGHT BY USING GATE RECURRENT UNIT (GRU) METHOD BASED ON FEATURE SELECTION CROSS CORRELATION FUNCTION (CCF)

Low visibility causes flight disruptions, especially to delays or cancellations of flight schedules. This situation is difficult to predicted because the conditions are relatively changeable every hour. One of the way to detect low visibility is by looking at visibility in the air, which according to the regulations of the Department of Transportation, the minimum safe visibility in the air is which according to the regulations of the Department of Transportation, the minimum safe visibility is above 5 kilometers. Therefore, the purpose of this research is to predict visibility to anticipate low visibility using the Gate Recurrent Unit (GRU) method. The model has a simpler architecture compared to the LSTM model. GRU combines the input gate and forget gate into a single gate update resulting in a more streamlined architecture. The independent variables or features used in this study are temperature, humidity, wind, and rainfall. Parameter trials were conducted by varying the batch size, learning rate, and dropout. Cross Correlation Function (CCF) results show that the features used for visibility prediction are wind speed, dry bulb temperature, and humidity. The result of the level of prediction error rate using MAPE of 12.75% with batch size of 32, learning rate of 0.01, and dropout of 0.1. With these results shows that the model has good performance in predicting visibility.

Keywords: Prediction, Visibility, Cross-Correlation Function, Gate Recurrent Unit, Time series.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
MOTTO	1
HALAMAN PERSEMBAHAN	2
KATA PENGANTAR	3
DAFTAR ISI	5
DAFTAR TABEL	8
DAFTAR GAMBAR	9
I PENDAHULUAN	10
1.1. Latar Belakang	10
1.2. Rumusan Masalah	15
1.3. Tujuan Penelitian	15
1.4. Manfaat Penelitian	16
1.5. Batasan Masalah	17
1.6. Sistematika Penulisan	17
II TINJAUAN PUSTAKA	19
2.1. Parameter Cuaca	19
2.1.1. Hujan	20
2.1.2. Suhu	20
2.1.3. Kelembapan	21
2.1.4. Angin	21
2.2. <i>Visibility</i>	22
2.3. Prediksi	23
2.4. <i>Time Series</i>	24

2.5. <i>Preprocessing Data</i>	25
2.5.1. <i>Missing Value</i>	25
2.5.2. <i>Cross-Correlation Function (CCF)</i>	26
2.5.3. <i>Normalisasi</i>	29
2.6. <i>Jaringan Syaraf Tiruan</i>	29
2.6.1. <i>Karakteristik Jaringan Syaraf Tiruan</i>	30
2.6.2. <i>Istilah dalam Jaringan Syaraf Tiruan</i>	30
2.7. <i>Gate Recurrent Unit (GRU)</i>	32
2.8. <i>Denormalisasi</i>	39
2.9. <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	40
2.10. <i>Integrasi Keilmuan</i>	41
III METODE PENELITIAN	44
3.1. <i>Jenis Penelitian</i>	44
3.2. <i>Sumber Data</i>	44
3.3. <i>Tahapan Penelitian</i>	44
3.4. <i>Skema Penelitian</i>	49
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1. <i>Deskripsi Data</i>	50
4.2. <i>Preprocessing Data</i>	52
4.2.1. <i>Interpolasi Linier</i>	52
4.2.2. <i>Cross Correlation Function (CCF)</i>	53
4.2.3. <i>Normalisasi</i>	56
4.3. <i>Pembagian Data Latih dan Uji</i>	58
4.4. <i>Pembentukan Pola Time Series</i>	58
4.5. <i>Perhitungan Manual GRU</i>	59
4.6. <i>Denormalisasi</i>	70
4.7. <i>Evaluasi Hasil</i>	71
4.8. <i>Analisis Hasil Perhitungan Metode GRU</i>	71
4.9. <i>Integrasi Keilmuan</i>	76
V PENUTUP	79

5.1. Kesimpulan	79
5.2. Saran	80
DAFTAR PUSTAKA	80



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

2.1	Intensitas Hujan	20
2.2	Pola Data <i>Time Series</i>	25
2.3	Kriteria MAPE	41
4.1	Sampel Data Cuaca	50
4.2	Sebelum Interpolasi	52
4.3	Setelah Interpolasi	53
4.4	Hasil CCF	56
4.5	Data Setelah Normalisasi	57
4.6	Pembagian Data Latih dan Uji	58
4.7	Pola Data <i>Time Series</i>	58
4.8	Hasil Prediksi Data Uji	69
4.9	Hasil Denormalisasi Data Uji	70
4.10	Hasil Uji Coba Parameter	74

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

2.1	Contoh Sederhana CCF (Kurniasari & Prastuti, 2022)	28
2.2	Arsitektur GRU (Qasem & Alzanin, 2024)	33
2.3	<i>Update Gate</i> (Qasem & Alzanin, 2024)	34
2.4	<i>Reset Gate</i> (Qasem & Alzanin, 2024)	34
2.5	Kandidat <i>Hidden State</i> (Qasem & Alzanin, 2024)	35
2.6	<i>Hidden State</i> Saat Ini (Qasem & Alzanin, 2024)	36
3.1	Diagram Alir Penelitian	45
3.2	Alur Pelatihan Prediksi <i>Visibility</i> Dengan Model GRU	46
3.3	Alur Pengujian Prediksi <i>Visibility</i> Dengan Model GRU	48
4.1	Sampel Pola Fitur	51
4.2	Sampel Pola <i>Time Series Visibility</i>	51
4.3	Nilai Hasil Korelasi Setiap Fitur	55
4.4	Ilustrasi Perhitungan Manual GRU	59
4.5	<i>Loss Function</i>	69
4.6	Kombinasi <i>Learning rate</i>	72
4.7	Kombinasi <i>Dropout</i>	73
4.8	Hasil Prediksi Data Uji	75
4.9	Hasil Prediksi 24 Jam Ke Depan	76

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugroho, R. (2022). *Perbandingan Rasio Split Data Training Dan Data Testing Menggunakan Metode Lstm Dalam Memprediksi Harga Indeks Saham Asia*. elsevier. Retrieved from <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/67314>{%}0A<https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/67314/1/RAHMADHANADINUGROHO-FST.pdf>
- Alang, M. Y., Suryowati, K., & Astuti, F. (2024). Prediksi Indeks Pembangunan Manusia Pada Kabupaten/Kota Di Provinsi Nusa Tenggara Timur Menggunakan Backpropagation Dengan Kombinasi Learning Rate Dan Epoch. *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*, 9(1), 10–20. doi: 10.34151/statistika.v9i1.4821
- Alkalah, C. (2016). Analisis Pengaruh Cuaca terhadap Kualitas Berbagai Jenis Tembakau. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 19(5), 1–23.
- Alkesaiberi, A., Harrou, F., Sun, Y. Y., Choi, C., Abbas, A., Boithias, L., ... Kechadi, T. (2022). Water Level Prediction Model Applying a Long Short-Term. *Energies*, 15(7), 3021–3039.
- Amansyah, I., Indra, J., Nurlaelasari, E., & Juwita, A. R. (2024). Prediksi Penjualan Kendaraan Menggunakan Regresi Linear : Studi Kasus pada Industri Otomotif di Indonesia. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4, 1199–1216.
- Amin, M., & Ardila, M. (2022). Uji Kinerja Portable Rainfall Simulator pada Berbagai Tekanan Pompa. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*,

I(3), 342–348. Retrieved from <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/ABE/index>

Andiojaya, A., & Demirhan, H. (2019). A Bagging Algorithm For The Imputation Of Missing Values In Time Series. *Expert Systems with Applications*, *129*(0957-4174), 10–26. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.03.044>. { $\%$ }0A(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417419302180>)

Ardianto, D., & Kartini, U. T. (2019). Peramalan daya listrik jangka sangat pendek pembangkit termal berdasarkan data meteorologi menggunakan metode k-nearest neighbor-artificial neural network. *Jurnal Teknik Elektro*, *8*(1).

Arfiansah, N. R., Praptiningsih, N., & Hendra, O. (2021). Rancangan Restrukturisasi VFR Route : Sebuah Studi Kasus Dari Majalengka CTR Perum LPPNPI Unit Kertajati. *Warta Ardhia*, *9066*, 107–118.

Ariana, E., et al. (2024). Karakteristik pengeringan umbi porang (*amorphophallus oncophyllus*) menggunakan alat pengering hybrid tipe rak berputar. *J-AGENT (Journal of Agricultural Engineering and Technology)*, *2*(2), 151–163.

Aruna, E. D., Fatkhurrozi, B., & Kurniawan, A. A. (2024). Peramalan Beban Listrik Kabupaten Cilacap. *Metpen, skripsi*, *3*(2), 385–396.

Aryati, N. W. M., Wiguna, I. K. A. G., Putri, N. W. S., Widiartha, I. K. K., & Ginantra, N. L. W. S. R. (2024). Komparasi metode lstm dan gru dalam memprediksi harga saham. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, *8*(2), 1131–1140.

Berlinditya, B., & Noeryanti, N. (2019). Pemodelan time series dalam peramalan jumlah pengunjung objek wisata di kabupaten gunungkidul menggunakan metode arimax efek variasi kalender. *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*, *4*(01), 81–88.

- Caesar, A., Muhammad, & Pradya, R., Mulyana. (2023). Penambahan Prosedur dan Syarat Pesawat Melakukan Circling Approach Menuju Runway 35 Pada SOP Bandar Udara Internasional Sultan Iskandar Muda. *Airman: Jurnal Teknik dan Keselamatan Transportasi*, 6(1), 1–7. doi: 10.46509/ajtk.v6i1.229
- Caniago, A. I., Kaswidjanti, W., & Juwairiah, J. (2021). Recurrent Neural Network With Gate Recurrent Unit For Stock Price Prediction. *Telematika*, 18(3), 345. doi: 10.31315/telematika.v18i3.6650
- Chandar, S., Kumar. (2021). Grey Wolf Optimization-Elman Neural Network Model For Stock Price Prediction. *Soft Computing*, 25(1), 649–658. doi: 10.1007/s00500-020-05174-2
- Chandra, P. W. A., Suryan, V., Amalia, D., & Sari, A. N. (2024). Studi Eksplorasi Sistem Drainase Fasilitas Sisi Udara di Bandar Udara: A Systematic Review. *Jurnal Talenta Sipil*, 7(2), 616–626. doi: 10.33087/talentasipil.v7i2.563
- Chung, J., Gulcehre, C., Cho, K., & Bengio, Y. (2014). Empirical evaluation of gated recurrent neural networks on sequence modeling. *arXiv preprint arXiv:1412.3555*.
- Daniel, A. D., Dewayani, E., & Sutrisno, T. (2022). Analisis dan Prediksi Data Pemantauan Coronavirus Disease 2019 di Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta dengan Metode Double Exponential Smoothing. *Computatio : Journal of Computer Science and Information Systems*, 6(2), 98–106. doi: 10.24912/computatio.v6i2.17212
- Digmi, I. (2018). *Memahami Epoch Batch Size dan Iteration*. Retrieved from <https://imam.digmi.id/post/memahami-epoch-batch-size-dan-iteration/>
- Edar, A. N., & Wahyuni, A. (2021). Pengaruh Suhu dan Kelembaban Terhadap Rasio Kelembaban dan Entalpi (Studi Kasus: Gedung UNIFA Makassar).

LOSARI : Jurnal Arsitektur Kota dan Pemukiman, 6(2), 102–114. doi: 10.33096/losari.v6i2.311

Fadlan, C., Windarto, A. P., & Damanik, I. S. (2019). Penerapan Metode MOORA pada Sistem Pemilihan Bibit Cabai (Kasus: Desa Bandar Siantar Kecamatan Gunung Malela). *Journal of Applied Informatics and Computing*, 3(2), 42–46. doi: 10.30871/jaic.v3i2.1324

Fafaza, S. A., Rohman, M. S., Pramunendar, R. A., Winarsih, N. A. S., Saraswati, G. W., Saputra, F. O., ... Shidik, G. F. (2024). Prediksi Banjir Berdasarkan Indeks Curah Hujan Menggunakan Deep Neural Network (DNN). *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 8(1), 173–184. doi: 10.30865/mib.v8i1.7098

Faizin, A., & Nailil Maghfiroh, C. (2023). Pengaruh Rorak Terhadap Serangan Hama Pada Tanaman Kopi Robusta (*Coffea Robusta L.*). *Agrosaintifika*, 5(2), 54–67. doi: 10.32764/agrosaintifika.v5i2.3638

Fatimah, A., Prakoso, L. Y., & Sudiarso, A. (2022). Indonesian Marine Defence Strategy Through Empowerment of Marine Defense Area. *Jurnal Strategi Pertahanan Laut*, 7(pertahanan laut), 1–12.

Friedman, L., & Komogortsev, O. V. (2019). Assessment of the Effectiveness of Seven Biometric Feature Normalization Techniques. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 14(10), 2528–2536. doi: 10.1109/TIFS.2019.2904844

Giantara, F., Yanti, N., Handayani, S., & Anis, Y. (2020). Pola Pendidikan Keluarga Saat Bencana Kabut Asap di Kota Pekanbaru. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 4(2), 778. doi: 10.31004/obsesi.v4i2.446

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT press.

Haryo, S. (2023). *Manajemen krisis transportasi: Akibat bencana alam, unjuk rasa,*

musim angkutan khusus dan kecelakaan transportasi. Nuansa Cendekia.

- Hasanah, N., & Ikawati, Apt., Z. (2021). Analisis Korelasi Gula Darah Puasa, HbA1c, dan Karakteristik Partisipan. *JURNAL MANAJEMEN DAN PELAYANAN FARMASI (Journal of Management and Pharmacy Practice)*, 11(4), 240. doi: 10.22146/jmpf.62292
- Hatta, I. H. R., Kom, S., Deyidi Mokoginta, S., Munawar, Z., Kom, M., Suparman, A., ... others (2024). *Kecerdasan buatan*. Cendikia Mulia Mandiri.
- Howbert, J. J., & Noble, W. S. (2014). Computing Exact P-values For A Cross-Correlation Shotgun Proteomics Score Function. *Molecular and Cellular Proteomics*, 13(9), 2467–2479. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1074/mcp.O113.036327> doi: 10.1074/mcp.O113.036327
- Ismail, M. R. (2023). Perhitungan data curah hujan yang hilang dengan menggunakan metode interpolasi linier. *Jurnal Teknik Sipil*, 4(02).
- Ismanto, H., Hartono, H., & Marfai, M. A. (2019). Spatiotemporal Visibility Characteristics Impacted By Forest And Land Fire Over Airports In Sumatera And Borneo Island, Indonesia. *Quaestiones Geographicae*, 38(3), 5–16. doi: 10.2478/quageo-2019-0024
- Jepriadi, K. (2022). Kalibrasi dan Validasi Model Vissim untuk Mikrosimulasi Lalu Lintas pada Ruas Jalan Tol dengan Lajur Khusus Angkutan Umum (LKAU). *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 9(2), 110–118. doi: 10.46447/ktj.v9i2.439
- Kamal, M., & Finawan, A. (2019). Rancang Bangun Sistem Pendeteksi Suhu Dan Kecepatan Angin Untuk Informasi Data Di Bmkg Lhokseumawe Berbasis Koneksi Wifi. *Jurnal TEKTR0*, 3(1), 58–63.
- Khasanah, U., & Ulinnuha, N. (2019). Prediksi biaya konsumsi bahan bakar gas menggunakan metode backpropagation neural network (studi kasus: Pltu pt.

- pembangkit jawa bali unit pembangkitan gresik). *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, 5(2).
- Kurniasari, S. V., & Prastuti, M. (2022). FPeramalan Nilai Ekspor Non Migas Berdasarkan Nilai Tukar Rupiah terhadap US Dollar di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Fungsi Transfer. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 11(1). doi: 10.12962/j23373520.v11i1.63215
- Kurniawan, P., & Albert. (2023). Konsep Bandara Cerdas (Smart Airport) Dalam Kemajuan Teknologi Penerbangan. *Buletin Yasau*(January), 44–49. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/377839130>
- Latifah, N. L. (2015). *Fisika bangunan 1*. Griya Kreasi.
- Madjid, F. M., & Kurniawan, T. B. (2022). Prediksi Visibility Menggunakan LSTM Dan MLP Di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang. *Jurnal Sistem Informasi (JSI)*, 14(1), 2497–2507. Retrieved from <http://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jsi/index>
- Mahdie, M. F., Rianawati, F., Nisa, K., & Fitriani, A. (2022). *Klimatologi Hutan*. repo-dosen ulm.
- Mahfuzh, M. F., & Yuliantari, R. V. (2022). Analisis penerapan artificial neural network algoritma propagasi balik untuk meramalkan harga saham pada bursa efek indonesia. *Journal of Applied Electrical Engineering*, 6(1), 1–3.
- Mahmoudi, M. R., & Zarei, A. R. (2023). Modified Version of the Cross-Correlation Function to Measure Drought Occurrence Time-Delay Correlation. *Journal of Water and Climate Change*, 14(2), 454–476. doi: 10.2166/wcc.2023.323
- Makridakis, S., Hyndman, R. J., & Petropoulos, F. (2020). Forecasting In Social Settings: The State of The Art. *International Journal of*

- Forecasting*, 36(1), 15–28. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2019.05.011> doi: 10.1016/j.ijforecast.2019.05.011
- Manik. (2021). Penerapan Algoritma C4. 5 Dalam Memprediksi Kebutuhan Pembibitan Pohon. *Bulletin of Data Science*, 1(1), 14–19. Retrieved from <http://ejurnal.seminar-id.com/index.php/bulletinds/article/view/810> <http://ejurnal.seminar-id.com/index.php/bulletinds/article/download/810/594>
- Matandung, R., Hadi Sujiono, E., & Subaer. (2023). Analisis MJO (Madden-Julian Oscillation) Terhadap Kejadian Curah Hujan Ekstrem di Wilayah Pesisir Barat Sulawesi Selatan sebagai Upaya Mitigasi Bencana Hidrometeorologi. *Jurnal Fisika Unand*, 12(3), 480–487. Retrieved from <http://jfu.fmipa.unand.ac.id/480>
- Maulidia, B. M., & Ashari, M. Y. (2023). Pengantar Perencanaan Pendidikan Islam. *Ats-Tsaqofi: Jurnal Pendidikan dan Manajemen Islam*, 5(2), 11–20. doi: 10.61181/ats-tsaqofi.v5i2.338
- Meriani, A. P., & Rahmatulloh, A. (2024). Perbandingan Gated Recurrent Unit (GRU) Dan Algoritma Long Short Term Memory (LSTM) Linear Refression Dalam Prediksi Harga Emas Menggunakan Model Time Series. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(1). doi: 10.23960/jitet.v12i1.3808
- Mishra, P., Biancolillo, A., Roger, J. M., Marini, F., & Rutledge, D. N. (2020). New Data Preprocessing Trends Based On Ensemble Of Multiple Preprocessing Techniques. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, 132, 116045. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.trac.2020.116045> doi: 10.1016/j.trac.2020.116045

- Monita, Y., Novitasari, D. C. R., Widodo, N., & Arifin, A. Z. (2019). Penggunaan metode backpropagation untuk peramalan jumlah ledakan matahari (flare). *MathVision: Jurnal Matematika*, 1(02), 67–71.
- Mugihono, D. Y., Nuryanto, D. E., & Septiadi, D. (2023). Studi Pola Awan Cumulonimbus di Indonesia pada Musim Basah (Desember s.d. Februari). *Warta Penelitian Perhubungan*, 35(1), 59–66. doi: 10.25104/warlit.v35i1.1962
- Munkhdalai, L., Munkhdalai, T., Park, K. H., Lee, H. G., Li, M., & Ryu, K. H. (2019). Mixture of Activation Functions With Extended Min-Max Normalization for Forex Market Prediction. *IEEE Access*, 7(10.1109/ACCESS.2019.2959789), 183680–183691.
- Nielsen, A. (2015). *Neural networks and deep learning*. Determination Press.
- Parung, J., L., S., S., Amelia., Prayogo, & N, D. (2021). Penggunaan Teknologi Blokchain Internet of Things dan Artificial Intelligence untuk Mendukung Kota Cerdas. *Journal Teknik Informatika*, 1131.
- Pramudito, D. K. (2022). Data Mining Implementation on Java North Coast Weather Forecast Dataset Using C4.5 Algorithm. *Jurnal Teknologi Pelita Bangsa*, 13(September), 139–148.
- Purwanti, S. D., Weyai, S. L., Haryanto, Y. D., & Mulya, A. (2023). Analisis Kondisi Atmosfer Saat Kejadian Hujan Lebat di Sintang Menggunakan Satelit Cuaca dan Model ECMWF (Kasus: 30 September 2021). *JPIG (Jurnal Pendidikan dan Ilmu Geografi)*, 8(1), 63–74. doi: 10.21067/jpig.v8i1.8141
- Puteri, D. I. (2023). Implementasi long short term memory (lstm) dan bidirectional long short term memory (bilstm) dalam prediksi harga saham syariah. *Euler: Jurnal Ilmiah Matematika, Sains dan Teknologi*, 11(1), 35–43.
- Qasem, S., & Alzanin, S. (2024, 03). An effective forecasting approach of

- temperature enabling climate change analysis in saudi arabia. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 15. doi: 10.14569/IJACSA.2024.0150372
- Rahadjie, P. I., Hafidz, M., & Buana, A. P. (2022). Implementasi Penanganan Bomb Joke Dalam Keamanan Penerbangan Guna Menanggulangi resiko Terorisme. *Journal of Lex Generalis (JLS)*, 3(3), 404–417.
- Rahmah, D. F., Sugandha, A., Suwali, S., & Khoiriyah, I. S. A. (2024). Aplikasi Metode Double Exponential Smoothing Brown Dalam Meramalkan Jumlah Peserta Bpjs Kesehatan Kc Purwoketo. *Perwira Journal of Science & Engineering*, 4(1), 31–38. doi: 10.54199/pjse.v4i1.281
- Rais, A. N., Rousyati, R., Thira, I. J., Kholifah, D. N., Purwati, N., Kristania, Y. M., & Kristania, Y. M. (2020). Evaluasi Metode Forecasting pada Data Kunjungan Wisatawan Mancanegara ke Indonesia. *EVOLUSI : Jurnal Sains dan Manajemen*, 8(2), 104–115. doi: 10.31294/evolusi.v8i2.8971
- Ramadhan, A. K., Al Ghofari, et al. (2018). *Peramalan kebutuhan beban listrik jangka menengah menggunakan jaringan syaraf tiruan (jst) backpropagation (studi kasus: Pln app salatiga)* (Unpublished doctoral dissertation). Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Rizki, R., Akbar, Deddy, D., Kurniawan, & Sutabri, T. (2023). Penerapan Machine Learning Dalam Pelayanan UPT BMKG Palembang di Bandara SMBII Palembang. *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, 5(2), 203–207. doi: 10.60083/jsisfotek.v5i2.255
- Rohman, M. A., Suhartono, & Chamidy, T. (2023). Bidirectional GRU dengan Attention Mechanism pada Analisis Sentimen PLN Mobile Bidirectional GRU with Attention Mechanism on Sentiment Analysis of PLN Mobile. *Techno.com*, 22(2), 358–372.

- Saimima, M. S. (2022). Manajemen Pendidikan Al-Qur'an Di Siri Sori Islam Kec. Saparua Timur. *al-Iltizam: Jurnal Pendidikan Agama Islam*, 7(1), 70–82. doi: 10.33477/alt.v7i1.2811
- Sencer, B., Kakinuma, Y., & Yamada, Y. (2020). Linear Interpolation Of Machining Tool-Paths With Robust Vibration Avoidance And Contouring Error Control, Precision Engineering. *Precision Engineering*, 66(0141-6359), 269–281.
- Shankar, A., Sahana, B. C., & Singh, S. P. (2024). Prediction of Low-Visibility Events by Integrating the Potential of Persistence and Machine Learning for Aviation Services. *Mausam*, 75(4), 977–992. doi: 10.54302/mausam.v75i4.6624
- Shao, X. M., & Tsau, Y. (1996). Measure And Statistical Test for Cross-Correlation Between Paired Neuronal Spike Trains With Small Sample Size. *Journal of Neuroscience Methods*, 70(2), 141–152. Retrieved from [http://dx.doi.org/10.1016/S0165-0270\(96\)00112-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-0270(96)00112-4) doi: 10.1016/S0165-0270(96)00112-4
- Simola, U., Dumusque, X., & Cisewski-Kehe, J. (2019). Measuring Precise Radial Velocities And Cross-Correlation Function Line-profile Variations Using A Skew Normal Density. *Astronomy and Astrophysics*, 622. doi: 10.1051/0004-6361/201833895
- Siregar, N. M., Wisna, N., & Asniar. (2024). Qris Dengan Efektivitas Transaksi Digital Mahasiswa Kota Bandung Melalui Regresi Linier Berganda. *Edunomika*, 08(02), 1–9.
- Sofi, K., Sunge, A. S., Riady, S. R., & Kamalia, A. Z. (2021). Perbandingan Algoritma Linear Regression , LSTM , Dan GRU Dalam Memprediksi Harga Saham Dengan Model Time Series. *SEMINASTIKA*. doi: 10.47002/seminastika.v3i1.275

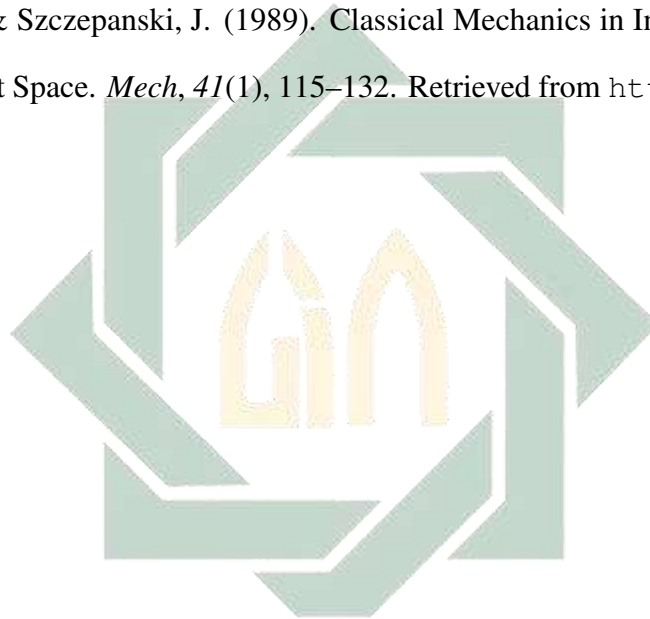
- Sofian, G. N., Raharja, W. K., & Jalinus. (2022). *Perancangan Aplikasi Informasi Cuaca Berbasis Android Menggunakan API dan JSON* (Vol. 21) (No. 1). doi: 10.32409/jikstik.21.1.2908
- Suropati, H. (2022). Peramalan Pasar Transportasi Udara Domestik Indonesia Pascapandemi Covid-19. *Jurnal Transportasi*, 22(3), 227–236.
- Surta, W., Basuki, K. T., Negara, E. S., & Kunang, Y. N. (2023). Rainfall Prediction in Palembang City Using the GRU and LSTM methods. *Journal of Data Science*, 4(2). Retrieved from <http://eprints.intimal.edu.my/1730/>
- Sutanto, A. T., Setiawan, E. A. M. A., & Purnomo, E. (2022). Rancang Bangun Portable Automated Weather Observing System (AWOS) Kategori 1 Berbasis Antarmuka Website Dan Android. *Jurnal Instrumentasi dan Teknologi Kebumian*, 1(1), 1–10.
- Suwitono, Y. A., & Kaunang, F. J. (2022). Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Klasifikasi Daun Dengan Metode Data Mining SEMMA Menggunakan Keras. *Jurnal Komtika (Komputasi dan Informatika)*, 6(2), 109–121. doi: 10.31603/komtika.v6i2.8054
- Syam, M. F., Qashlim, A., & Tamin, R. (2024). Sistem Monitoring Kecepatan Dan Arah Angin Berbasis Internet of Things (Iot) Sebagai Peringatan Dini Bencana Alam. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Al Asyariah Mandar*, 10(1), 58–66. Retrieved from <http://ejournal.fikom-unasman.ac.id>
- Syuhada, N., Lina, H., & Bemi Sado, A. (2023). Pemetaan Posisi Hilal Terhadap Gunung Agung Dalam Penentuan Awal Bulan Kamariah Di Lokasi Rukyat Pantai Loang Baloq Mataram. *AL - AFAQ : Jurnal Ilmu Falak dan Astronomi*, 5(1), 81–89. doi: 10.20414/afaq.v5i1.7260

- Tory, K. J., Matthews, S., Kilinc, M., Cruz, M., & McCaw, L. (2024). Simple Forest-Fire-Weather Indices Incorporating Dewpoint Depression and Windspeed. *AMOS 2024: Abstract Book, Hyatt Hotel, Canberra, 5-9 February 2024*.
- Urva, G., Albanna, I., Sungkar, M. S., Gunawan, I. M. A. O., Adhichandra, I., Ramadhan, S., ... others (2023). *Penerapan data mining di berbagai bidang: Konsep, metode, dan studi kasus*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Wahyuzi, Z. (2024). Analisis dan Prediksi Konsumsi Listrik Smart Office Berbasis IoT Terhadap Faktor Internal dan Eksternal Menggunakan Deep Learning. *Universitas Islam Indonesia*, 1–77.
- Widyanti, D. V., SM, M., Syamsulbahri, S., MM, M., Ir Sufrin Hannan, M., Erdi, H. H., ... others (2024). *Supply chain management (manajemen rantai pasok)*. Lakeisha.
- Winardi. (2019). The Effect of Temperature and Humidity Against Lead (Pb) Concentration in the Air of Pontianak City. *Jurnal Borneo Akcaya*, 1(1), 16–25. doi: 10.51266/borneoakcaya.v1i1.5
- Yadav, A., Jha, C. K., & Sharan, A. (2020). Optimizing LSTM for Time Series Prediction in Indian Stock Market. *Procedia Computer Science*, 167(2019), 2091–2100. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.257> doi: 10.1016/j.procs.2020.03.257
- Yuwono, N. R., & Yulianto, S. (2022). Perbandingan Berbagai Metode Exponential Smoothing Untuk Peramalan Covid Di Indonesia. *IT-Explore: Jurnal Penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 1(2), 155–165. doi: 10.24246/itexplore.v1i2.2022.pp155-165
- Zain, G., Satria, Andayani, D., Dyah, Prasetyo, E., Edy, R., & Marwan. (2022). Pengembangan Weather Station Online Berbasis Android dengan

Menggunakan Database Firebase. *Journal of Embedded Systems, Security and Intelligent Systems*, 3(2), 118. doi: 10.26858/jessi.v3i2.37430

Zainuddin, Z. E. A., & Hasan, M. H. (2021). Predicting Machine Failure Using Recurrent Neural Network-Gated Recurrent Unit (RNN-GRU) Through Time Series Data. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 10(2), 870–878. doi: 10.11591/eei.v10i2.2036

Zorski, H., & Szczepanski, J. (1989). Classical Mechanics in Infinite-Dimensional Hilbert Space. *Mech*, 41(1), 115–132. Retrieved from <http://rcin.org.pl>



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A