

**ANALISIS KORELASI DATA *WATER COLUMN HEIGHT* DAN
GELOMBANG LAUT DENGAN DATA IKLIM MIKRO
MENGUNAKAN METODE KOEFISIEN KORELASI PADA PUMMA
SEBESI**

SKRIPSI

Oleh

ATIKA LESTARI

NPM 2115031057



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

**ANALISIS KORELASI DATA *WATER COLUMN HEIGHT* DAN
GELOMBANG LAUT DENGAN DATA IKLIM MIKRO
MENGUNAKAN METODE KOEFISIEN KORELASI PADA PUMMA
SEBESI**

**Oleh
ATIKA LESTARI**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2025

Judul Skripsi : **ANALISIS KORELASI DATA *WATER COLUMN HEIGHT* DAN GELOMBANG LAUT DENGAN DATA IKLIM MIKRO MENGGUNAKAN METODE KOEFISIEN KORELASI PADA PUMMA SEBESI**

Nama Mahasiswa : **ATIKA LESTARI**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2115031057

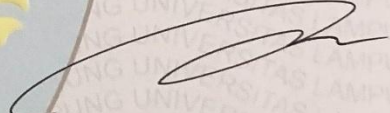
Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

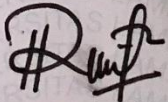
1. Komisi Pembimbing


ING. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc., Ph.D
NIP. 19731128 199903 1 005

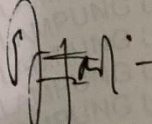

Mona Arif Muda, S.T., M.T.
NIP. 19711112 200003 1 002

2. Mengetahui

Ketua Jurusan
Teknik Elektro


Herlinawati, S.T., M.T.
NIP. 19710314 199903 2 001

Ketua Program Studi
Teknik Elektro

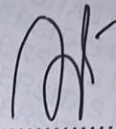

Sumadi, S.T., M.T.
NIP. 19731104 200003 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

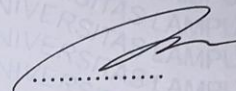
Ketua

: Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc., Ph.D.



Sekretaris

: Mona Arif Muda, S.T., M.T.



Penguji

: Ing. Melvi, S.T., M.T., Ph.D.



2. Dekan Fakultas Teknik

Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. 1
NIP. 19750928 200112 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 18 Juli 2025

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana yang disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi akademik sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 18 Juli 2025



Atika Lestari
NPM. 2115031057

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kesugihan pada tanggal 21 Februari 2002, sebagai anak pertama dari empat bersaudara, dari Bapak Ediyan dan Ibu Novaliana. Penulis memiliki dua saudara laki-laki yang bernama Aden Roy dan M.Ardiyansyah. Penulis memiliki satu saudara Perempuan yang bernama Penti Amalia.

Pendidikan Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN 1 Pajajaran Kotaagung Barat, Kab. Tanggamus pada tahun 2014, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di MTs. Negeri 1 Tanggamus diselesaikan pada tahun 2017, dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Kotaagung dengan jurusan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang diselesaikan pada tahun 2020.

Tahun 2021, Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif mengikuti Organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (Himatro) Universitas Lampung sebagai anggota Divisi Kewirausahaan Departemen Sosial dan Kewirausahaan tahun 2022 hingga 2023. Penulis juga mengikuti seleksi Program Mahasiswa Wirausaha dengan kegiatan operasional dengan fokus pada jasa pemetaan menggunakan drone dan lolos pendanaan pada tahun 2023. Penulis mengambil konsentrasi Telekomunikasi dan Teknologi Informasi dan secara aktif mengikuti kegiatan akademik di konsentrasi tersebut. Beberapa kegiatan akademik pada lingkup tersebut yang diikuti oleh penulis diantaranya kegiatan PPK Ormawa HIMATRO Unila di Gisting Permai pada tahun 2023, Studi Independen Kampus Merdeka pada tahun 2024, dan Riset Sistem Pendeteksi Dini Tsunami yang dilaksanakan di Wilayah Hutan Wisata Mangrove Petengoran, Pesisir Desa Canti Kalianda, dan Wilayah Konservasi Gunung Anak Krakatau, dan Kawasan Laut Krakatau Lampung Selatan.

PERSEMBAHAN



Dengan segala syukur bagi Allah SWT atas berkah rahmat dan karunia-Nya,
Kupersembahkan karya ini dengan rasa syukur, hormat dan kasih sayang kepada:

**“Kepada Kedua Orang Tuaku, Bapakku Ediyen dan Ibuku
Novaliana, Serta Adikku Penti Amalia, Aden Roy dan M.Ardiyansyah”.**

Atas segala doa, kasih sayang, kepercayaan, dan pengorbanan yang tiada henti.
Terima kasih telah menjadi sumber kekuatan dan perlindungan dalam setiap
langkah perjalanan ini. Berkat kalian, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

“Kepada Diri Sendiri Atika Lestari”.

Atas segala usaha, ketekunan, dan semangat yang tak pernah padam, serta atas
keteguhan untuk terus bertahan dan melangkah. Skripsi ini tidak sempurna tapi
cukup untuk membuat penulis wisuda dan mendapatkan gelar S.T. Bismillah
semoga ini menjadi awal dari perjalanan yang lebih baik.

MOTTO HIDUP

“Allah memang tidak menjanjikan hidupmu akan selalu mudah, tapi dua kali Allah berjanji bahwa: fa inna maál- úsri yusra, inna maál-usri yusra”

(QS. Al-Insyirah 94: 5-6)

Hati ku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkan ku tidak akan pernah menjadi takdirku, dan apa yang ditakdirkan untukku tidak akan pernah melewatkan ku.

-Umar bin Khattab-

SANWACANA

Puji Syukur kepada Allah SWT atas berkah, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan judul skripsi “ANALISIS KORELASI DATA *WATER COLUMN HEIGHT* DAN GELOMBANG LAUT DENGAN DATA IKLIM MIKRO MENGGUNAKAN METODE KOEFISIEN KORELASI PADA PUMMA” dengan baik dan lancar. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mendapat banyak dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Selamat untukmu, aku. Atika Lestari. Terimakasih telah menempuh perjalanan yang tidak selalu mudah, melewati hari-hari penuh keraguan, ketegangan, dan pengorbanan yang terkadang terasa begitu berat. Terimakasih telah mengizinkan dirimu jatuh bangkit, menangis, dan terus berjuang meski langkah terasa lambat. Dibalik setiap senyum dan air mata, ada bukti bahwa dirimu tak pernah menyerah. Ingatlah bahwa perjuangan ini bukan sekedar tentang meraih gelar, tetapi juga tentang membuktikan kepada dirimu sendiri bahwa kamu mampu.
2. Secara khusus, penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih dan apresiasi paling tulus penulis sampaikan kepada Kedua orang tua, Adik dan keluarga. Terimakasih atas cinta yang tak pernah padam, doa yang tak pernah putus, dan kehadiran yang selalu menjadi penenang di setiap masa sulit. Kedua orangtua adalah tempat penulis kembali saat segala hal terasa berat, dan menjadi alasan utama untuk terus melangkah dan berjuang.
3. Bapak Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, nasihat, saran, dan motivasi yang membangun kepada penulis sehingga penelitian dan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

4. Bapak Mona Arif Muda, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping atas segala waktu yang telah diluangkan untuk memberikan bimbingan, nasihat, arahan dan juga motivasi yang membangun kepada penulis sehingga penelitian dan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Ibu Dr. Ing. Melvi, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan saran dan motivasi kepada penulis sehingga perkuliahan, penelitian dan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Bapak Noer selaku dosen pembimbing akademik yang memberikan bimbingan dan motivasi yang membangun kepada penulis.
7. Bapak Sumadi, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Elektro Universitas Lampung yang telah memberikan dukungan dan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
8. Ibu Herlinawati, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
9. Segenap dosen di Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama menempuh pendidikan di perkuliahan.
10. Ridho Tegar Pradana, Rizkan Harian Faza, Ilham Arrosyid, Rafsanjani, M. Abi Bukhori yang telah menjadi orang-orang yang mempercayai penulis selama bekerja dalam satu tim, sebagai teman bertukar pikiran, memotivasi, dan menyemangati penulis untuk bisa menyelesaikan segala hal dengan baik. Kakak-kakak Tim Penelitian PUMMA U-TEWS terimakasih atas segala dukungan, ilmu, masukan, dan waktu yang telah diluangkan, sehingga dapat membantu mempermudah pengerjaan penelitian ini.
11. Nur afni latifa, Esha Suci Pastika, Dina Chairunnisa, Kezia Immanuela Sianipar, Destalia Yunita Putri, Sofya Ning Diaz, Frissa Anindita Alan, dan Excalto (Teman-teman Angkatan 2021). Terima kasih telah kebersamaan penulis atas segala proses, pengalaman, semangat dan kebersamaanya selama menempuh pendidikan di Teknik Elektro.
12. Keluarga Besar Himatro yang telah memberikan pengalaman tak terlupakan kepada penulis.
13. Seluruh pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Semoga skripsi ini dapat membantu dan memberikan manfaat bagi penulis dan para pembaca.

Bandar Lampung, Agustus 2025

Atika Lestari

ABSTRAK

ANALISIS KORELASI DATA WATER COLUMN HEIGHT DAN GELOMBANG LAUT DENGAN DATA IKLIM MIKRO MENGUNAKAN METODE KOEFISIEN KORELASI PADA PUMMA SEBESI

Oleh

ATIKA LESTARI

Analisis deret waktu ketinggian kolom air laut diperlukan untuk membedakan gelombang tsunami dengan dinamika alami pasang surut, *swell*, *seiche*, dan bangkitan kapal, serta anomali yang relevan bagi peringatan dini tsunami. Korelasi dengan iklim mikro setempat penting sebagai kontrol operasional untuk membantu menyaring *false alarm* akibat angin/hujan, menilai kualitas sensor, dan membangun fitur prediktif yang realistis. Studi ini menganalisis hubungan antara *water column height* dan ketinggian gelombang hasil pemantauan PUMMA berfrekuensi 1 Hz di Pulau Sebesi dengan variabel iklim mikro (kecepatan/arahan angin, curah hujan, intensitas radiasi matahari, kelembapan relatif, dan tekanan udara). Metode mencakup korelasi nonparametrik (Spearman, Kendall–Tau) dan pemodelan *Long Short-Term Memory* (LSTM) untuk prediksi jangka pendek. Alur kerja meliputi akuisisi, pra-pemrosesan, EDA, uji normalitas, analisis korelasi, dan pemodelan. Hasil menunjukkan tidak terdapat hubungan yang signifikan antara variabel iklim mikro dan *water column height*/ketinggian gelombang pada skala 1 Hz. Temuan ini menyiratkan bahwa variabilitas muka air di Pulau Sebesi lebih didominasi pasang surut, *remote forcing*, dan faktor oseanografis non-meteorologis lokal. Kontribusi iklim setempat terutama memengaruhi *wind-setup*/gelombang pendek dan kurang informatif untuk deteksi anomali level. Model LSTM memprediksi tren tekanan air sensor *submersible gauge* dengan akurasi tinggi (MSE = 0,003; MAE = 0,013; RMSE = 0,016; $R^2 = 0,990$) serta sensor ultrasonik (MSE = 0,009; MAE = 0,024; RMSE = 0,030; $R^2 = 0,973$), menegaskan kestabilan sinyal dan kelayakan peramalan *edge*. Studi ini menyimpulkan bahwa korelasi rendah dengan iklim menegaskan perlunya integrasi komponen pasang-surut dan kondisi gelombang/arus regional dalam analitik PUMMA, sementara variabel iklim lebih tepat untuk kontrol kualitas/penjelas sekunder. Selain itu, model LSTM pada 1 Hz layak untuk prediksi jangka pendek dan *gap-filling*. Studi lanjutan diarahkan pada perluasan fitur oseanografi dan validasi lintas-musim untuk meningkatkan sensitivitas deteksi anomali.

Kata Kunci: PUMMA, iklim mikro, koefisien korelasi, Spearman, Kendall-Tau, LSTM, gelombang laut.

ABSTRACT

CORRELATION ANALYSIS OF WATER COLUMN HEIGHT DATA AND OCEAN WAVES WITH MICROCLIMATE DATA USING CORRELATION COEFFICIENT METHOD AT SEBESI PUMMA

By
ATIKA LESTARI

Time-series analysis of sea-level height is essential to distinguish the tsunami wave from routine dynamics such as tides, swell, seiche, vessel wake, and anomalies pertinent to early warning. Correlating sea-level records with local weather provides operational control i.e., filtering wind/rain-induced false alarms, supporting sensor quality checks, and informing realistic predictive features. This study examines relationships between PUMMA 1 Hz sea-level (*water column height*) and wave-height measurements at Sebesi Island and microclimate variables (wind speed/direction, rainfall, solar radiation, relative humidity, and air pressure). Methods include nonparametric correlations (Spearman, Kendall–Tau) and *Long Short-Term Memory* (LSTM) modelling for short-term prediction. The workflow comprises acquisition, preprocessing, EDA, normality testing, correlation analysis, and modelling. Results indicate no significant association between microclimate variables and sea-/wave-height at the 1 Hz scale. This suggests that sea-level variability at Sebesi is primarily governed by tides, remote forcing, and non-local oceanographic drivers, whereas local weather mainly affects wind-setup/short-period waves and is less informative for anomaly detection in level data. The LSTM achieved high predictive skill for the PUMMA pressure channel (MSE = 0.003; MAE = 0.013; RMSE = 0.016; $R^2 = 0.990$) and the ultrasonic channel (MSE = 0.009; MAE = 0.024; RMSE = 0.030; $R^2 = 0.973$), confirming signal stability and the feasibility of edge-based short-horizon forecasting. In conclusion, the weak weather correlations underscore the need to integrate tidal constituents and regional wave/current conditions into PUMMA analytics, while treating local weather as secondary explanatory/quality-control inputs. Moreover, the 1 Hz LSTM models are suitable for short-term prediction and gap-filling without compromising real-time operation. Future work will extend oceanographic feature sets and perform cross-season validation to enhance anomaly-detection sensitivity and overall early-warning reliability.

Keywords: PUMMA, microclimate, correlation coefficient, Spearman, Kendall–Tau, LSTM, ocean waves.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Sebelumnya	6
2.2 Gelombang Laut	8
2.3 Uji Normalitas Data.....	9
2.3 Koefisien Korelasi	10
2.4 Koefisien korelasi <i>Kendall - Tau (τ)</i>	11
2.7 <i>Spearman Correlation</i>	12
2.6 <i>Big Data Analytics</i>	12
2.8 Root Mean Squared Error (RMSE)	13
2.9 <i>Mean Square Error</i> (MSE).....	13
2.10 <i>Mean Absolute Error</i> (MAE)	14
2.11` <i>R-Square</i>	14
2.11 <i>Long Short-Term Memory (LSTM)</i>	15

BAB III.....	16
METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.2 Perangkat Penelitian	16
3.3 Jenis Penelitian	17
3.4 Sumber Data	17
3.5 <i>Capstone Project</i>	19
3.6 Tahapan Penelitian	20
3.7 Diagram Alur Penelitian.....	21
3.8 Algoritma Analisis.....	22
.....	25
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	25
5.1 Kesimpulan.....	25
5.2 Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Platform PUMMA Sebesi	17
Gambar 3. 2 Capstone Project.....	19
Gambar 3. 3 Alur Penelitian.....	20
Gambar 3. 4 Diagram Alir Perancangan dan Implementasi Sistem.....	22

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kategori tinggi gelombang[12]	8
Tabel 2. 2 Standar Korelasi[5]	11
Tabel 2. 3 Karakteristik Big Data	12

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gelombang laut merupakan fenomena alam yang sangat mempengaruhi efisiensi dan keselamatan bagi kegiatan kelautan, sehingga informasi terhadap variasi dan karakteristik gelombang laut tentu sangat diperlukan[1]. Salah satu kawasan yang diperkirakan memiliki potensi besar adalah perairan di bagian barat Provinsi Lampung, khususnya di sekitar Pulau Sebesi. Pulau Sebesi adalah sebuah pulau yang secara administratif berada di wilayah Desa Tejang, Kec. Rajabasa, Kab. Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Berbentuk gunung berapi dengan ketinggian 844 m, secara geografis pulau ini terletak di selat Sunda. Pulau ini merupakan bagian dari Samudera Hindia yang memiliki potensi tinggi gelombang diperkirakan mencapai 2,0 - 4,0 meter[2]. Gelombang laut biasanya disebabkan oleh angin, yang mana angin diatas lautan memindahkan tenaganya ke permukaan perairan, menyebabkan riak-riak, alunan atau bukit, dan berubah menjadi gelombang[3]. Maka dari itu peneliti melakukan analisis korelasi terhadap data gelombang laut dan data iklim mikro. Pada dataset PUMMA variabel yang akan digunakan adalah data *water column height* dan ketinggian gelombang laut, pada data iklim mikro variabel yang akan digunakan adalah *anemometer, angle, rainfall, temperature, humidity, solar radiation, dan air pressure*. Analisis korelasi ini dilakukan untuk memahami profil data gelombang laut dan iklim mikro di Pulau Sebesi dan mengetahui korelasi antara variabel *water column height* dan ketinggian gelombang laut dengan variabel iklim mikro, karena hubungan korelasi yang kuat dapat membantu mengidentifikasi

anomali, seperti perubahan tekanan udara yang mendahului perubahan besar pada gelombang laut.

Dengan adanya gelombang laut yang tinggi ini dapat menyebabkan terjadinya tsunami. Karena karakteristik geografisnya berada diatas zona aktif dan dekat dengan Gunung Krakatau, Pulau sebesi sangat rentan terhadap bencana alam. Sejarah telah mencatat berbagai kejadian, seperti Letusan Gunung Krakatau pada tahun 1883 yang menyebabkan tsunami dan mengakibatkan kerusakan besar serta menimbulkan banyak korban jiwa[4]. Sebagai respon atas potensi bencana yang ada, sistem peringatan dini tsunami (TEWS) berbasis *Internet of Things* (IoT) telah dikembangkan dan diterapkan sejak tahun 2019 oleh peneliti Krakatau Research Center atau dikenal dengan KRC, bekerja sama dengan PT.Droni Nirwana Bentala (Dronila), serta Unila Robotik dan Otomasi (URO) dimana telah membuat tiga unit IDSL pada Pulau Sebesi, Rakata Island, dan juga Marina. Selain itu juga membuat dua unit perangkat PUMMA aktif berada di Marina Jambu Anyer dan satu lagi akan di pasang di Pulau Sebesi. Sistem ini bertujuan untuk membaca kondisi laut terkini serta mendeteksi dengan cepat tanda-tanda awal aktivitas perubahan gelombang yang dapat menyebabkan tsunami, sehingga dapat memberikan peringatan dini kepada masyarakat disekitarnya. Kemudian hasil pembacaan tersebut akan tertampil pada sebuah web dimana nantinya dapat menampilkan data tinggi gelombang sehingga dapat memberikan informasi bahwa akan terjadi tsunami. IDSL (*Inexpensive Device for Sea Level Measurement*) atau PUMMA (Perangkat Ukur Murah untuk Muka Air laut) yang dilengkapi dengan sistem peringatan dini tsunami dikembangkan oleh *Joint Research Centre – The European Commission* (JRC-EC).

Analisis korelasi adalah metode statistik yang digunakan untuk mengukur seberapa kuat hubungan antara satu variabel dengan variabel lainnya, tanpa mengetahui apakah salah satu variabel bergantung pada variabel lainnya. Koefisien korelasi adalah pengukuran statistik kovarian atau asosiasi antara dua variabel[5]. Semakin nyata hubungan linier (Garis Lurus), maka semakin kuat atau tinggi derajat hubungan garis lurus kedua variabel atau lebih.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana profil dataset PUMMA *water pressure*, PUMMA ultrasonik dan dataset iklim mikro di perairan Pulau sebesi, dan bagaimana mengetahui profil data tersebut?
2. Dari profil data yang telah diketahui, maka bagaimana untuk mengetahui korelasi antar variabel?
3. Bagaimana cara mengevaluasi metode korelasi yang diterapkan? Apakah benar-benar tepat untuk varibel data yang dikorelasikan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi dan Mengetahui profil data data PUMMA *water pressure*, PUMMA ultrasonik dan data iklim mikro di Pulau Sebesi.
2. Menentukan metode korelasi yang tepat antara variabel *water column height* dan ketinggian gelombang laut dan variabel iklim mikro di perairan Pulau Sebesi.
3. Mengetahui Korelasi antara variabel data *water column height* dan ketinggian gelombang laut dan iklim mikro di perairan Pulau Sebesi.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya terbatas pada data dataset PUMMA *water pressure*, PUMMA ultrasonik dan data iklim mikro di perairan Pulau Sebesi.

2. Korelasi yang dianalisis hanya terbatas pada hubungan antar variabel yang relevan dari profil data yang tersedia.
3. Evaluasi metode korelasi yang digunakan hanya mencakup metode yang diterapkan dalam penelitian ini tanpa membandingkan metode yang lain secara luas.
4. Faktor utama seperti gangguan teknik pada peralatan tidak akan menjadi fokus utama dalam penelitian ini.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Dapat memberikan informasi mendalam mengenai profil PUMMA *water pressure*, PUMMA ultrasonik dan data iklim mikro di perairan Pulau Sebesi.
2. Dapat membantu memahami korelasi antara variabel *water column height*, ketinggian gelombang laut dan variabel iklim mikro di perairan Pulau Sebesi.
3. Memberikan rekomendasi untuk peningkatan kualitas data dan metode analisis korelasi pada penelitian selanjutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada penelitian ini terbagi menjadi beberapa bab, antara lain:

I. PENDAHULUAN

Bab ini memuat latar belakang, tujuan, manfaat, perumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, dan sistematika penulisan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat teori-teori pendukung yang menjadi pengantar pemahaman dan berkaitan dengan materi penelitian yang diambil dari berbagai sumber ilmiah seperti buku dan jurnal.

III. METODE PENELITIAN

Bab ini memuat mengenai waktu, tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, garis besar pada metode yang diusulkan serta diagram alir metode yang diusulkan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memuat hasil dan analisa data yang didapatkan dari algoritma dan sistem yang dikembangkan pada penelitian ini.

V. PENUTUP

Bab ini memuat kesimpulan yang didapat dari hasil analisa dan pembahasan juga berisikan saran yang membangun bagi semua pihak yang terlibat dalam pelaksanaan tugas akhir.

VI. DAFTAR PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Penelitian skripsi ini dibuat dengan memperhatikan analisa dan hasil dari penelitian sebelumnya dalam beberapa tahun terakhir. Terdapat beberapa peneliti terlebih dahulu yang terkait dengan koefisien korelasi dan preprocessing data ketinggian gelombang laut dengan data iklim mikro yang sejenis dalam beberapa tahun terakhir. Miftahuddin *et al.*[6]. Melakukan penelitian yang menghasilkan Hubungan Antara Kelembaban Relatif Dengan Beberapa Variabel Iklim Dengan Pendekatan Korelasi Pearson di Samudera Hindia. Variabel yang digunakan kelembaban relatif dan beberapa variabel iklim seperti suhu udara, curah hujan, suhu permukaan laut, kecepatan angin, radiasi matahari, dan ketinggian dinamis di Samudera Hindia. Metode korelasi yang digunakan adalah metode korelasi *spearman* dan *kendall tau* karena berkaitan dengan variabel data iklim memiliki data kuantitatif. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan terletak pada variabel gelombang laut dan variabel iklim mikro yang digunakan. Pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan variabel *water column height* dan ketinggian gelombang laut, dan pada data iklim mikro menggunakan variabel *anemometer speed, angle, rainfall, beaufort scale, humidity, dan air pressure*.

Selain itu juga penerapan metode *Long Short-Term Memory* (LSTM) dan metode *Recurrent Neural Networks* (RNN) untuk memprediksi ketinggian air laut diselat Sunda juga telah dilakukan oleh Ramadhan *et al.*[7]. Pada penelitian ini menghasilkan bahwa LSTM memberikan akurasi prediksi yang lebih baik dibandingkan dengan RNN tradisional, dengan kesalahan prediksi lebih rendah dan mampu menangkap pola data lebih kompleks. Pendekatan ini dinilai dapat menjadi

alat yang andal untuk pengelolaan resiko terkait permukaan laut. Perbedaan penelitian tersebut terletak pada prediksi ketinggian air laut di Selat Sunda menggunakan metode LSTM dan RNN untuk membandingkan performa kedua metode. Pada penelitian yang dilakukan berfokus pada analisis korelasi antara data ketinggian gelombang laut dan data iklim mikro di PUMMA Sebesi menggunakan metode koefisien korelasi, kemudian menggunakan algoritma LSTM untuk pengolahan data tersebut.

Dalam penelitian lain Retni et al.[8]. Melakukan studi pengaruh suhu permukaan laut di Selat Makassar terhadap intensitas curah hujan di Balik Papan. Pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana hubungan suhu permukaan laut di Selat Makassar terhadap intensitas curah hujan di Kota Balikpapan, yang dianggap signifikan dalam memengaruhi pola curah hujan setempat. Pada Penelitian ini menggunakan metode korelasi sederhana tanpa melibatkan model prediktif atau algoritma machine learning, sedangkan pada penelitian yang dilakukan menggunakan kombinasi metode korelasi koefisien *kendall tau*, *spearman* dan algoritma LSTM dalam menganalisis hubungan data runtun waktu (*time series*) untuk memahami pola lebih kompleks.

Selanjutnya analisis data angin dan gelombang laut juga dilakukan oleh Pratiwi, et al.[9]. Pada penelitian ini menghasilkan diagram mawar angin dan mawar gelombang untuk menggambarkan pola angin dan gelombang. Penelitian ini melakukan analisis korelasi sederhana untuk melihat hubungan antar variabel dan meramal ketinggian gelombang menggunakan metode statistik seperti Weibull dan *Fisher Tippet Type*. Dengan Hasil yang menunjukkan adanya perubahan distribusi kecepatan angin dan peningkatan tinggi gelombang akibat perubahan iklim yang memengaruhi tekanan udara dan suhu. Perbedaan dengan penelitian yang dilakukan yaitu terletak pada metode analisis yang digunakan, penelitian yang dilakukan menggunakan koefisien korelasi *spearman* dan *kendall tau* untuk mengetahui hubungan antar variabel.

2.2 Gelombang Laut

Gelombang laut adalah gerakan naik turunnya air laut yang terjadi tanpa perpindahan massa airnya. Gelombang laut terjadi karena hembusan angin dipermukaan laut, perbedaan suhu air, perbedaan kadar garam dan letusan gunung berapi yang berada dibawah atau permukaan laut[10]. Gelombang laut menyebabkan gerakan air yang tidak berhenti di permukaan laut dan dalam keadaan benar-benar tenang. Gelombang laut umumnya disebabkan oleh angin, meskipun ada juga faktor lain yang bisa memicunya, seperti gempa bumi didasar laut, letusan gunung berapi, pergerakan kapal, serta gaya tarik dari benda-benda angkasa seperti bulan dan matahari[11]. Pada dasarnya gelombang laut bisa timbul akibat adanya angin (*sea wave*) semakin cepat atau besar kecepatan angin, maka semakin besar pula kecepatan dan panjang gelombangnya[12]. Keadaan laut (*sea state*) merupakan efek yang diakibatkan oleh angin lokal terhadap kondisi laut di area tertentu, dimana tidak dipengaruhi oleh kondisi penjalaran *swell* (alun) di area sekitarnya. Tabel 2.1 menunjukkan keadaan laut (*sea state*) berdasarkan tinggi gelombangnya.

Tabel 2. 1 Kategori tinggi gelombang[12]

Kategori	Tinggi Gelombang (m)
Tenang	Kurang dari 0,5 m
Rendah	0.5 - 1.25 m
Sedang	1.25 - 2.5 m
Tinggi	2.5 - 4.0 m
Sangat Tinggi	4.0 - 6.0 m
Ekstrem	6.0 - 9.0 m

Gelombang selalu menimbulkan sebuah ayunan air yang bergerak tanpa henti-hentinya pada lapisan permukaan laut dan jarang dalam keadaan sama sekali diam. Hembusan angin ringan pada cuaca tenang sudah cukup untuk menghasilkan riak kecil di permukaan laut. Namun, ketika terjadi badai besar, gelombang yang

terbentuk dapat menjadi sangat besar dan beresiko menimbulkan kerusakan serius pada kapal atau wilayah pesisir. Pembangkit gelombang laut dapat disebabkan oleh, angin (gelombang angin), gaya tarik-menarik bumi-bulan-matahari (gelombang pasang-surut), gempa (Vulkanik atau tektonik), di dasar laut (gelombang tsunami), ataupun gelombang yang disebabkan oleh gerakan kapal.

2.3 Uji Normalitas Data

Uji normalitas data perlu dilakukan untuk menentukan jenis data statistik apa yang akan digunakan dalam penelitian. Jika data yang akan diolah berdistribusi normal, sebaiknya gunakan statistik parametrik untuk melakukan inferensi statistik. Namun, jika data tidak berdistribusi normal, maka gunakan statistik non parametrik. Berikut adalah metode uji normalitas yang akan digunakan:

1. Uji *Kolmogorov-Smirnov*

Uji *kolmogrov-smirnov* digunakan untuk membandingkan serangkaian data pada sampel terhadap distribusi data dengan nilai mean dan standar deviasi yang sama. Secara singkat, uji ini dilakukan untuk mengetahui kenormalan distribusi dari sample data[13]. Uji kolmogorov-smirnov lebih tepat digunakan jika memiliki lebih dari 50 sample data.

$$L = |F(z_i) - S(z_i)| ; z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{sd} \quad (2.1)$$

Dimana:

$F(z_i)$ = peluang teoritis nilai- nilai

$S(z_i)$ = frekuensi kumulatif empiris

Hipotesis pada uji Kolmogorov-Smirnov adalah sebagai berikut:

H_0 : data mengikuti distribusi yang ditetapkan

H_1 : data tidak mengikuti distribusi yang ditetapkan

2. Uji *Anderson-Darling*

Uji *Anderson-Darling* merupakan uji kesesuaian untuk menentukan apakah data berasal dari distribusi tertentu. Selain itu juga uji anderson-darling salah satu uji distribusi data yang tahan outlier.

$$A^2 = -n - \frac{1}{n} \sum_i^n (2i - 1) [\ln(F(z_i)) + \ln(1 - F(z_{n+1-i}))] \quad i=1,2,3,..n$$

(2.2)

Uji anderson darling di definisikan sebagai:

H0 : data mengikuti distribusi yang ditetapkan

H1: data tidak mengikuti distribusi yang ditetapkan

3. Uji Shapiro-Wilk

Uji Shapiro-Wilk merupakan salah satu alternatif prosedur dalam pengujian normalitas. Metode ini menguji bahwa hipotesisi null (H0) berasal dari distribusi normal yang tidak bergantung pada nilai rata-rata dan variasi[13]. Uji statistik ini memberikan nilai W dan P-value yang digunakan untuk menentukan apakah data berdistribusi normal atau tidak. Jika P-value lebi besar dari 0.05 maka data data dianggap beridistribusi normal. Akan tetapi jika nilai P-value lebih kecil dari 0.05 maka data dianggap berdistribusi tidak normal.

$$W = \frac{(\sum_1^n a_i^2 x_i^2)}{\sum_1^n (x_i^2 - \bar{x}^2)} \quad (2.3)$$

2.3 Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi merupakn ukuran penting dalam penelitian kuantitatif yang digunakan untuk menilai seberapa besar pengaruh perubahan satu variabel terhadap variabel lainnya[5]. Indeks yang mengukur keeratan hubungan dua variabel disebut koefisien korelasi r dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$-1 \leq r \leq 1$$

Keterangan:

$r = 1$, hubungan X dan Y sempurna dan positif (mendekati 1, yaitu hubungan sangat kuat dan positif).

$r = -1$, hubungan X dan Y sempurna dan negatif (mendekati -1, yaitu hubungan sangat kuat dan negatif).

$r = 0$, hubungan X dan Y lemah sekali atau tidak ada hubungan

Tabel 2. 2 Standar Korelasi[5]

Nilai r	Hubungan
0.0 – 0.199	Sangat Lemah
0.20 – 0.399	Lemah
0.40 – 0.599	Sedang
0.60 – 0.799	Kuat
0.80 – 1.00	Sangat Kuat

Tabel 2.2 menjelaskan mengenai standar korelasi yang mana jika nilai $r = 0.0$ hingga 0.199 dinyatakan korelasi sangat lemah, nilai $r = 0.20$ hingga 0.399 dinyatakan korelasi lemah, nilai $r = 0.40$ hingga 0.599 dinyatakan korelasi sedang, nilai $r = 0.60$ hingga 0.799 dinyatakan korelasi kuat, nilai $r = 0.80$ hingga 1.00 dinyatakan korelasi sangat kuat.

2.4 Koefisien korelasi *Kendall - Tau* (τ)

Koefisien korelasi ini biasa digunakan untuk mengukur kekuatan korelasi untuk data penelitian dengan skala pengukuran ordinal adalah koefisien korelasi yang dikenalkan oleh M.G. Kendall (1938) yaitu koefisien korelasi *Kendall-tau* yang dinotasikan dengan τ . Uji korelasi ini pada prinsipnya sama dengan Uji Rank Spearman, tetapi terdapat perbedaan yang mana hipotesis Kendall's Tau lebih cepat mendekati distribusi normal dibanding dengan Spearman[14]. Jika untuk koefisien korelasi peringkat *Spearman-rho* didasarkan pada peringkat (*rank*), dimana baik variabel X dan variabel Y masing-masing kita ranking. Sedangkan untuk koefisien korelasi *Kendall tau* salah satu variabelnya yang diberi peringkat (diurutkan), yaitu variabel X saja atau variabel Y saja dalam hal ini biasanya adalah variabel X. Sedangkan variabel Y akan dilihat apakah nilai variabel Y itu searah (konkordan) atau berlawanan arah (diskordan) dengan variabel X yang sudah diurutkan.

2.7 Spearman Correlation

Korelasi Spearman merupakan metode statistik nonparametrik (skala ordinal) yang digunakan untuk pengukuran korelasi non linier anatar dua variabel. Koefisien korelasi ini dikembangkan oleh Charles Spearman (1908)[15]. Korelasi spearman ini kuat terhadap outlier dan penting untuk data yang tidak berdistribusi normal. Korelasi Spearman- ρ di notasikan ρ . Korelasi Spearman berkisar antara -1 dan 1, dengan nilai 1 menunjukkan bahwa hubungan non linier positif sempurna, dan -1 menunjukkan hubungan non linier negatif sempurna, dan jikalau 0 menunjukkan tidak adanya hubungan non linier. Apabila data tidak berdistribusi normal, maka uji korelasi yang tepat untuk digunakan adalah Spearman rho[16].

2.6 Big Data Analytics

Big Data adalah konsep pengumpulan data dalam jumlah besar yang mencakup data terstruktur, semi-struktur, dan tidak terstruktur . Big data memiliki karakter dasar 5V yaitu *Volume*, *Velocity*, dan *Variety*. Namun pada perkembangannya, ditambahkan lagi yaitu *Value* dan *Veracity*[17].

Tabel 2. 3 Karakteristik Big Data

No	Karakteristik	Makna
1.	<i>Velocity</i>	Big Data memiliki aliran data yang cepat dan real time.
2.	<i>Volume</i>	Ukuran media penyimpanan data yang sangat besaar atau mungkin tidak terbatas.
3.	<i>Variety</i>	Memiliki karakteristik yang bermacam- macan dan tidak homogen.
4.	<i>Veracity</i>	Big data rentan terhadap masalah akurasi da validitas, oleh karena itu diperlukan analisis

No	Karakteristik	Makna
		yang mendalam untuk menghasilkan keputusan yang akurat.
5.	<i>Value</i>	Big data memiliki potensi besar ketika dikelola dengan cara yang efektif, atau dengan kata lain seberapa berharganya suatu data dapat diukur.

Tabel 2.3 menjelaskan mengenai karakteristik big data beserta makna dari setiap karakteristik dari big data tersebut.

2.8 Root Mean Squared Error (RMSE)

Root Mean Squared Error (RMSE) adalah nilai besaran tingkatan kesalahan dari hasil peramalan. Apabila hasil yang diperoleh semakin kecil atau mendekati nilai nol maka hasil prediksi semakin akurat[18].

$$\text{RMSE} = \sqrt{\sum_{t=1}^n \frac{(A_t - F_t)^2}{n}} \quad (2.4)$$

Dimana:

A_t = nilai data asli

F_t = nilai data peramalan

n = banyaknya data

2.9 Mean Square Error (MSE)

Mean Square Error adalah salah satu perhitungan untuk pengujian peramalan dengan cara menghitung rata-rata residual berpangkat[19]. Berikut persamaan dari *Mean Square Error* (MSE).

$$\text{MAE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y^i - \hat{y}^i| \quad (2.5)$$

Dimana:

n = Jumlah total observasi

y_i = Nilai sebenarnya dari observasi ke -i

$y^{\wedge}_i$ = Nilai prediksi dari observasi ke -i

2.10 *Mean Absolute Error (MAE)*

Mean Absolute Error adalah rata- rata selisih mutlak nilai sebenarnya (aktual) dengan nilai prediksi. Berikut persamaan dari *Mean Absolute Error (MAE)*[20]. Berikut persamaan dari *Mean Absolute Error (MAE)*.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y^i - y^i| \quad (2.6)$$

Dimana:

n = Jumlah data aktual

y_i = Nilai data aktual

$y^{\wedge}_i$ = Nilai data prediksi

2.11` *R-Square*

R-Square adalah suatu nilai yang memperlihatkan seberapa besar variabel independen mempengaruhi variabel dependen. Berikut persamaan dari *R-Square*[21]. Berikut persamaan dari *R-Square*.

$$R\text{-Square} = 1 - \frac{ss\ Error}{ss\ Total} \quad (2.7)$$

Dimana:

SS Error = Nilai variasi dari residu

SS Total = Nilai variasi total

2.11 Long Short-Term Memory (LSTM)

Long Short-Term Memory (LSTM) adalah pengembangan dari RNN yang dilengkapi dengan sel memori, memungkinkan penyimpanan informasi dalam jangka waktu yang lebih lama. Dengan menggunakan LSTM, model secara otomatis mempelajari pola-pola penting dari urutan data sensor, tanpa perlu menggunakan teknik ekstraksi (proses mengidentifikasi, mengambil, dan memproses informasi penting dari data mentah) fitur secara manual. Harapannya, jika ada pola tertentu dalam data sensor yang muncul sebelum kegagalan terjadi, pola tersebut dapat dikenali dan dipahami oleh LSTM[21].

Penerapan metode *Long Short-Term Memory (LSTM)* dalam konteks *forecasting* telah terbukti efektif, terutama dalam analisis deret waktu. LSTM menyajikan solusi yang memadai untuk mengatasi tantangan peramalan yang melibatkan urutan data dengan ketergantungan jangka panjang. Keunggulan utama LSTM terletak pada kemampuannya untuk menangkap dan memahami pola kompleks dalam data deret waktu, termasuk tren, musiman, dan pola ketergantungan jangka panjang.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan sejak disetujuinya proposal penelitian ini yaitu pada bulan Oktober 2024 hingga pemproses pelaporan hasil penelitian ini pada bulan Maret 2025. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Lampung.

3.2 Perangkat Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

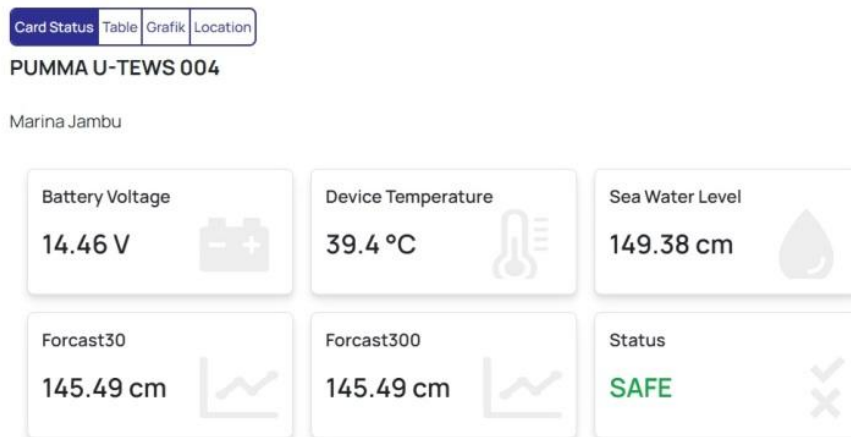
1. Satu unit laptop dengan sistem operasi windows 10 64bit- intel core i3 sebagai sistem media perancangan algoritma seluruh sistem yang dibangun.
2. Google sheet sebagai pengelola formula awal data.
3. Google Collaboratory sebuah tools yang digunakan untuk analisis data secara online.
4. Jupyter Notebook version 6.5.4 sebagai tempat untuk analisis data secara offline.

3.3 Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini, kami melakukan identifikasi mengenai processing data dengan memanfaatkan metode koefisien korelasi, untuk memastikan kerangka kerja dan relevansi penelitian ini, studi literatur dilakukan terlebih dahulu dimana bertujuan untuk memahami riset-riset sebelumnya yang telah dilakukan terkait dengan koefisien korelasi.

3.4 Sumber Data

Pada penelitian ini, data yang akan digunakan merupakan data dari PUMMA milik tim riset dari Universitas Lampung yang berlokasi di Pulau Sebesi. Adapun platformnya dapat dilihat seperti pada gambar 3.1. untuk data PUMMA. Data tersebut memiliki variabel yang akan digunakan dalam penelitian yaitu *water column height* dan ketinggian gelombang laut dalam bentuk format CSV dan data iklim mikro yang terdiri dari variabel *anemometer speed, angle, rainfall, humidity, temperatur, solar radiation, dan air pressure*.



Gambar 3. 1 Platform PUMMA Sebesi

Dalam analisis nantinya, variabel yang akan digunakan pada data PUMMA adalah “*water column height* dan ketinggian gelombang laut” dan pada iklim mikro adalah “*anemometer speed, angle, rainfall, humidity, temperatur, solar radiation*”

, dan air pressure”. Variabel yang digunakan pada *water column height*, ketinggian gelombang laut dan data iklim mikro dapat dilihat pada table 3.1 dibawah ini.

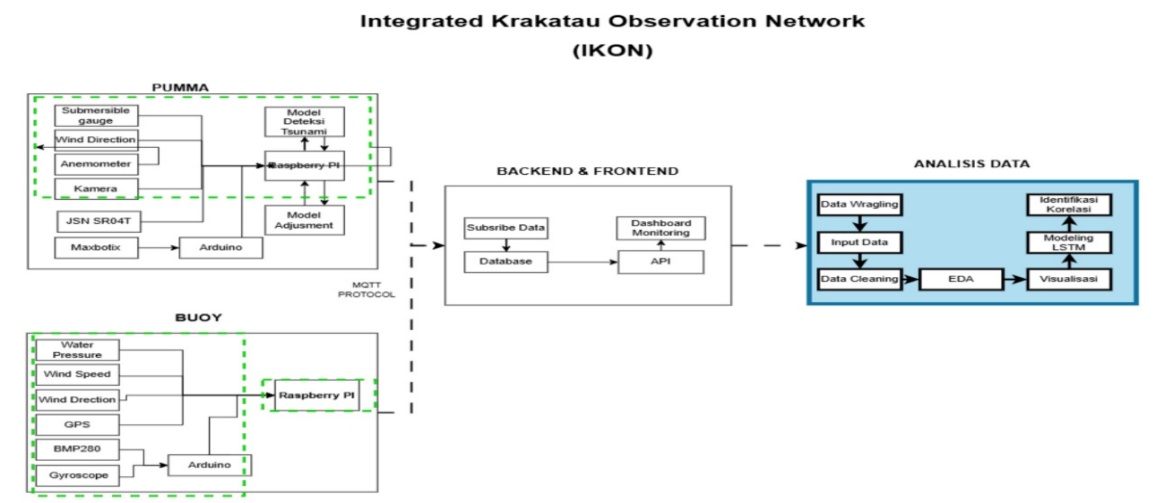
Tabel 3. 1 Variabel pada data PUMMA

No	Variabel	Definisi
1	<i>Water column height</i>	Digunakan untuk mengukur ketinggian air laut dari dasar laut.
2	<i>Maxbotic</i>	Digunakan untuk mengukur ketinggian gelombang lautnya.
3	<i>Anemometer Speed</i>	Kecepatan angin, biasanya diukur dalam meter per detik (m/s) atau kilometer per jam (km/h).
4	<i>Angle</i>	Arah angin dalam derajat dengan nilai 0-360 derajat.
5	<i>Rainfall</i>	Mendeteksi kapan hujan mulai turun dan memberikan sinyal atau data yang dapat digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan perangkat tertentu.
6	<i>Solar Radiation</i>	Intensitas radiasi matahari yang diterima per satuan area, seringkali diukur dalam watt per meter persegi (W/m ²).
7	<i>Temperature</i>	Suhu udara di sekitar area pengukuran.
8	<i>Humidity</i>	Kelembaban relatif udara, yang menunjukkan persentase kelembaban udara.
9	<i>Air Pressure</i>	Digunakan untuk mengukur tekanan udara atau gas dalam suatu lingkungan atau sistem.

Tabel 3.1 menampilkan variabel yang akan digunakan pada dataset PUMMA *water pressure*, ultrasonik dan iklim mikro beserta fungsi dari setiap variabel yang akan digunakan.

3.5 Capstone Project

Capstone Project pada tim PUMMA ini dimulai dari pembuatan sebuah perangkat PUMMA dan Buoy. Setelah pembuatan perangkat selesai maka dilakukan pembuatan database untuk menyimpan data dari sensor-sensor yang digunakan pada perangkat PUMMA dan Buoy, selain itu juga dilakukan pembuatan dashboard untuk sistem monitoring pada perangkat IoT. Langkah Selanjutnya adalah melakukan analisis data. Analisis data ini dilakukan oleh penulis untuk mengetahui apakah data ketinggian gelombang laut dan data iklim mikro memiliki korelasi kuat, lemah, sedang atau bahkan tidak berkorelasi. Dapat dilihat pada gambar 3.2 yang menggambarkan *Integrated Krakatau Observation Network (IKON)* pada tim PUMMA.



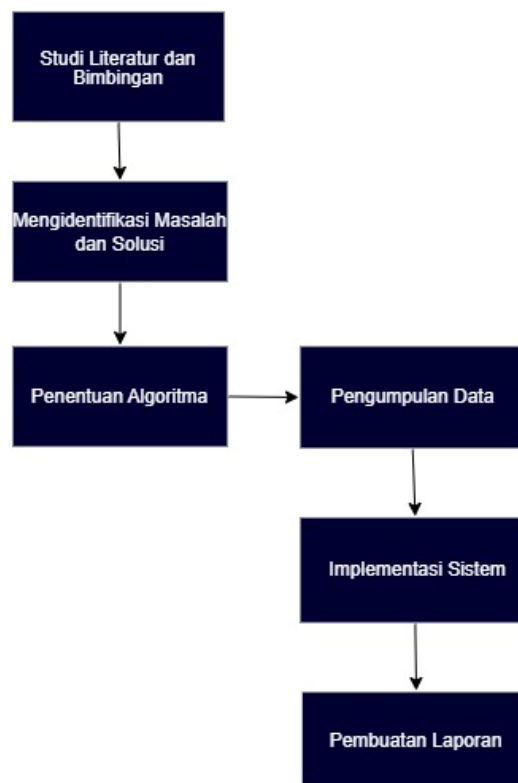
Gambar 3. 2 Capstone Project

Gambar 3.2 menampilkan capstone project yang disebut dengan (IKON) Integrated Krakatau Observation Network yang mana terbagi menjadi empat bagian yaitu PUMMA, buoy, backend dan frontend, dan yang terakhir ada analisis data. PUMMA merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi tsunami dengan mengukur kedalaman air laut dengan sensor tekanan air secara real time yang terletak di pesisir pantai, sedangkan buoy merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi tsunami dengan mengukur kedalaman air laut dengan sensor tekanan air secara real time yang terletak di perairan dangkal. Backend dan frontend akan mengintegrasikan hasil sensing perangkat PUMMA dan buoy ke dashboard

monitoring IoT agar dapat diakses oleh Masyarakat umum dan menyimpan semua data hasil sensing kedalam database. Data analyst bertujuan untuk menganalisis lebih lanjut data yang dikumpulkan oleh perangkat puma untuk kebutuhan penelitian. Data ini menjadi dasar untuk menguji dan memvalidasi sistem.

3.6 Tahapan Penelitian

Tahapan dan metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan tahapan yang terstruktur dengan baik. Langkah-langkah ini dirancang tidak hanya untuk meningkatkan efektivitas dalam pengumpulan dan analisis data, tetapi juga untuk memastikan efisiensi dalam pemanfaatan sumber daya dan waktu. Pada gambar 3.3 merupakan diagram alur penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 3. 3 Alur Penelitian

Gambar 3.3 menjelaskan mengenai alur penelitian yang dimulai dari studi literatur dan bimbingan, mengidentifikasi masalah dan solusi, penentuan algoritma, pengumpulan data, implementasi sistem, dan step terakhir pembuatan laporan.

3.7 Diagram Alur Penelitian

Langkah penelitian ini, diawali dengan melakukan studi literatur dan berdiskusi dengan dosen pembimbing mengenai permasalahan yang ada untuk memperoleh wawasan serta temuan penelitian sebelumnya. Pada tahap ini akan mencari, mempelajari, serta memahami materi dari berbagai literatur yang berkaitan dengan masalah yang ada dan metode korelasi dalam menangani data yang besar. materi dan literature yang dipelajari didapatkan dari berbagai sumber referensi dan sumber-sumber ilmiah lainnya, seperti penelitian-penelitian sebelumnya, artikel yang diterbitkan di jurnal buku/e-book.

Tahap kedua adalah mengidentifikasi masalah dari kasus yang dihadapi serta menentukan solusi. Permasalahan ini akan berfokus pada korelasi data. Berdasarkan pembangkitnya, gelombang laut dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti angin, arus, kapal, perputaran matahari dan bulan, gempa, dan lain-lain.

Langkah ketiga yaitu peneliti akan berfokus pada proses pengolahan data. Dimulai dari penentuan algoritma dimana penulis akan mencari algoritma yang relevan untuk data yang digunakan, merancang dan mengimplementasikannya. Algoritma yang akan digunakan pada analisis data ini merupakan algoritma *Long Short-Term Memory (LSTM)* sebagaimana penjelasannya pada tinjauan pustaka 2.12.

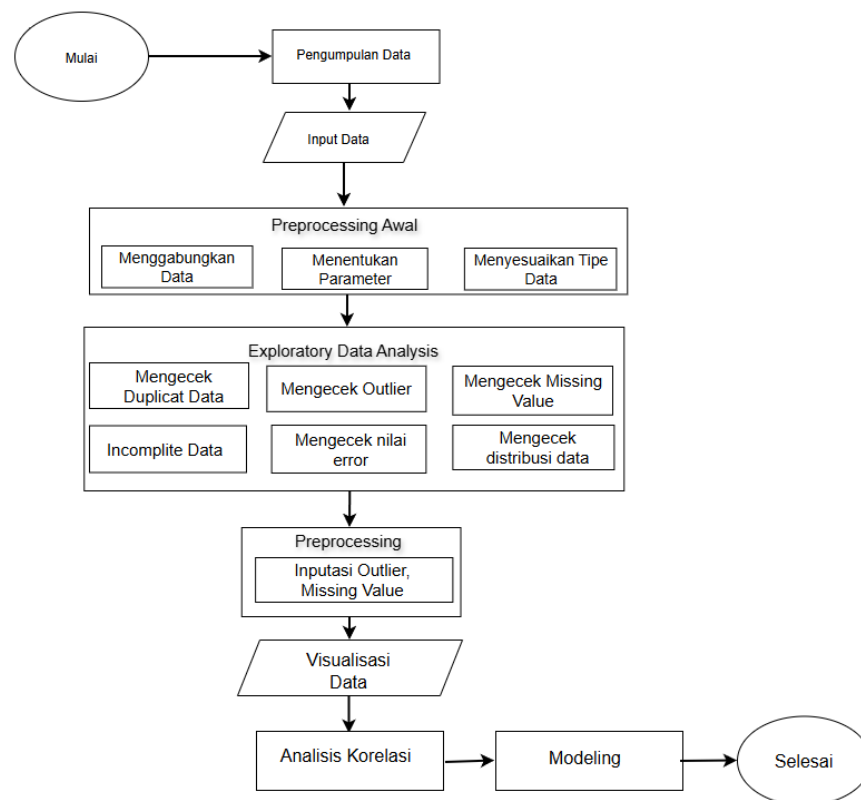
Langkah keempat akan dilakukan pengumpulan data, pengumpulan data ini akan dilakukan jika perangkat PUMMA sudah dipasang di Pulau sebesi. Rencana awal perangkat ini akan di pasang pada bulan Januari 2025, sehingga dapat dilakukan pengumpulan data pada bulan Januari 2025.

Langkah kelima adalah melakukan implementasi sistem, mulai dari *Preprocessing data awal*, *EDA*, *visualisasi*, *modeling* dan *identifikasi korelasi*. Tools yang digunakan untuk *processing* data ini menggunakan *google colab* dan bahasa pemrograman yang akan digunakan adalah bahasa pemrograman *python*.

Setelah implementasi sistem selesai maka langkah selanjutnya yang akan dilakukan oleh penulis adalah membuat laporan hasil dari *processing* data dan pengujian korelasinya.

3.8 Algoritma Analisis

Dalam penelitian ini memiliki beberapa tahapan dalam pelaksanaannya. Hal ini dilakukan untuk menemukan algoritma yang memiliki evaluasi terbaik berdasarkan data yang digunakan untuk mengetahui hubungan dengan koefisien korelasi. Berikut gambar 3.4 diagram alir perancangan dan implementasi sistem.



Gambar 3. 4 Diagram Alir Perancangan dan Implementasi Sistem

Gambar 3.4 menjelaskan mengenai diagram alir perancangan dan implementasi sistem. Proses analisis data ini akan menggunakan bahasa pemrograman *python* sebagaimana penjelasannya pada tinjauan pustaka 2.13 dan menggunakan tools *google collab* dalam *processing data*. Berdasarkan diagram alir pada gambar 3.4 hal pertama yang dilakukan yaitu *data wragling*, yang mana akan dilakukan pengumpulan data dan melihat struktur data yang akan diolah. Selanjutnya Input data, data di inputkan ke dalam google drive dan dipanggil menggunakan kode python untuk melihat seberapa banyak data yang akan digunakan.

Langkah selanjutnya *Data PreProcessing awal*, pada proses ini akan melakukan penentuan variabel yang akan digunakan, menyesuaikan data, dan menghapus nilai negatif pada data, hal ini dilakukan pada proses analisis data untuk memastikan agar hasil data ini akurat, konsisten dan relevan.

Dataset masuk ke tahap *Exploratory Data Analysis (EDA)* , proses ini dilakukan untuk mencari dan mengatasi *missing value*, *removing duplicate*, mengecek distribusi data, mengecek tipe data, dna korelasi. Pada *cleaning data* ini memiliki beberapa cara untuk mengatasi nilai NaN dan permasalahan yang ada dengan menginputasi data atau delete data. Jika nilai NaN hanya sekitar 1% maka data tersebut diperbolehkan untuk di *delete*, karena tidak mengganggu proses data. Akan tetapi jika nilai NaN memiliki > dari 1% maka data tersebut diperbolehkan untuk di imputasi. Menginputasi data memiliki banyak cara seperti menggunakan mean, median dan modus.selanjutnya pada melakukan korelasi pada data. Korelasi pada penelitian ini menggunakan metode koefisien korelasi *spearman* dan *kendall tau*. Korelasi tersebut akan dibandingkan untuk mengetahui koefisien korelasi mana yang paling baik dan akan digunakan untuk tahap selanjutnya.

Proses keempat melakukan visualisasi data. Visualisasi data ini sangat diperlukan untuk melihat validasi data yang sudah dianalisis dan mempermudah peneliti untuk menampilkan hasil dari analisis yang telah dilakukan. Proses kelima adalah modeling, modeling menggunakan *Long Short-Term Memory (LSTM)*. Pada tahap modeling ini dilakukan dengan

melihat variabel manakah yang paling baik hubungannya. Lalu variabel tersebut dilakukan forecasting menggunakan model LSTM. Evaluasi Model LSTM ini dengan menggunakan *Root Mean Squared Error* (RMSE), *Mean Square Error* (MAE), *R square*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan mengenai “Analisis Korelasi Data *Water Column Height* Dan Gelombang Laut Dengan Data Iklim Mikro Menggunakan Metode Koefisien Korelasi Pada PUMMA Sebesi” adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan bahwa data PUMMA water pressure, PUMMA maxbotic, dengan data iklim mikro termasuk kedalam data yang tidak berdistribusi normal, sehingga metode yang tepat untuk metode korelasi yang digunakan adalah koefisien korelasi *kendall tau* dan *spearman*.
2. Pada penelitian ini telah dilakukan uji korelasi menggunakan dataset dari PUMMA water pressure, PUMMA maxbotic dengan dataset iklim mikro menggunakan dua metode korelasi yaitu *kendall tau* dan *spearman*. Dari hasil uji korelasi menunjukkan bahwa *water column height* dengan iklim mikro tidak memiliki korelasi yang signifikan. Begitu juga dengan ketinggian gelombang laut dengan iklim mikro tidak memiliki korelasi yang signifikan dari hasil uji korelasi yang dilakukan.
3. Pada penelitian ini telah dilakukan prediksi menggunakan model LSTM pada data PUMMA water pressure dan PUMMA maxbotic menggunakan 74.880, yang menghasilkan akurasi model yang sangat baik. Pada PUMMA water pressure menghasilkan matriks evaluasi MSE bernilai 0.003, MAE bernilai 0.013, RMSE

bernilai 0.016, dan R-square bernilai 0.990, serta tidak mengalami overfitting dan underfitting pada data. Dan pada Pada PUMMA maxbotic menghasilkan matriks evaluasi MSE bernilai 0,009, MAE bernilai 0.024, RMSE bernilai 0.030, dan R-square bernilai 0.973, serta tidak mengalami overfitting dan underfitting pada data.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka pada penelitian selanjutnya disarankan:

1. Menerapkan jenis korelasi lain yang relevan dengan karakteristik data yang ada.
2. Kedepannya disarankan untuk berfokus mencari korelasi data PUMMA dan data iklim mikro saat nilainya ekstrem saja (contoh angin < 20 m/s, dll).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Husrin *et al.*, “Analisa Kinerja IDSL/PUMMA untuk Peringatan Dini Tsunami di Pangandaran,” *J. Kelaut. Nas.*, vol. 16, no. 2, p. 87, 2021, doi: 10.15578/jkn.v16i2.9846.
- [2] I. A. H. A. Ali, H. D. Armono, S. Rahmawati, A. Ridlwan, and R. M. Ariefianto, “PEMODELAN TINGGI GELOMBANG UNTUK KAJIAN ENERGI GELOMBANG LAUT DI PERAIRAN BARAT PROVINSI LAMPUNG,” *Wave J. Ilm. Teknol. Marit.*, vol. 15, no. 2, pp. 75–84, 2022, doi: 10.29122/jurnalwave.v15i2.4958.
- [3] Ovia Mahsunah, Supriyatno Widagdo, and Rudi Siap Bintoro, “Karakter Siklon Tropik Dan Pengaruhnya Terhadap Tinggi Gelombang Di Perairan Pesisir Selatan Jawa,” *J. Ris. Kelaut. Trop. (Journal Trop. Mar. Res.*, vol. 1, no. 2, p. 30, 2019, doi: 10.30649/jrkt.v1i2.30.
- [4] T. Solihuddin, H. L. Salim, S. Husrin, A. Daulat, and D. Purbani, “Dampak Tsunami Selat Sunda Desember 2018 Di Provinsi Banten dan Upaya Mitigasinya,” *J. Segara*, vol. 16, no. 1, Jun. 2020, doi: 10.15578/segara.v16i1.8611.
- [5] F. A. Chaidir and N. Dewanti, “ANALISA PERBANDINGAN DATA PASANG SURUT DENGAN METODE KOEFISIEN KORELASI DAN RMSE ANTARA DATA IOC- SEA LEVEL MONITORING DAN DATA PROGRAM NAOTIDE,” vol. 5, no. 2, pp. 76–80, 2022, doi: <https://doi.org/10.62012/sensistek.v5i2.24231>.
- [6] M. Miftahuddin, A. Pratama, and I. Setiawan, “Hubungan Antara Kelembaban Relatif Dengan Beberapa Variabel Iklim Dengan Pendekatan Korelasi Pearson di Samudera Hindia,” *J. Siger Mat.*, vol. 2, no. 1, 2021, doi: 10.23960/jsm.v2i1.2753.
- [7] A. W. Ramadhan, D. Adytia, D. Saepudin, S. Husrin, and A. Adiwijaya, “Forecasting of Sea Level Time Series using RNN and LSTM Case Study

- in Sunda Strait,” *Lontar Komput. J. Ilm. Teknol. Inf.*, vol. 12, no. 3, p. 130, 2021, doi: 10.24843/lkjiti.2021.v12.i03.p01.
- [8] R. Kusmardiyanti, M. Yusuf, D. Djayus, and R. Rahmiati, “Studi Pengaruh Suhu Permukaan Laut Di Selat Makassar Terhadap Intensitas Curah Hujan Kota Balikpapan,” *GEOSAINS KUTAI BASIN*, vol. 5, no. 2, 2022, doi: 10.30872/geofisunmul.v5i2.794.
- [9] D. Pratiwi, “STUDI TIME SERIES HIDRO OSEANOGRAFI UNTUK PENGEMBANGAN PELABUHAN PANJANG,” *JICE (Journal Infrastructural Civ. Eng.*, vol. 1, no. 01, p. 1, 2020, doi: 10.33365/jice.v1i01.705.
- [10] S. R. Noptian, A. Suhendi, R. A. Salam, F. T. Elektro, and U. Telkom, “Sistem Monitoring Ketinggian Permukaan Air Laut Menggunakan,” vol. 7, no. 2, pp. 4517–4522, 2020.
- [11] D. N. P. Hartoto, R. Fadly, and A. Zakaria, “Studi Akurasi Sensor Ultrasonik Tipe US-015 Untuk Pengukuran Pasang Surut Air Laut Daerah Bergelombang,” *Jrsdd*, vol. 8, no. 1, pp. 33–52, 2020, doi: doi.org/10.23960/jrsdd.v8i1.1261.
- [12] A. N. Efendi *et al.*, “Karakteristik Gelombang Laut Indoneisa Untuk Mendukung Kegiatan Laut dan Keamanan Maritim,” *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 7, no. 2, pp. 346–357, Mar. 2023, doi: 10.33379/gtech.v7i2.1989.
- [13] I. Sintia, M. D. Pasarella, and D. A. Nohe, “Perbandingan Tingkat Konsistensi Uji Distribusi Normalitas Pada Kasus Tingkat Pengangguran di Jawa,” *Pros. Semin. Nas. Mat. Stat. dan Apl.*, vol. 2, no. 2, pp. 322–333, 2022.
- [14] D. Anthonita, E. Putri, L. Madyawati, and F. P. Astuti, “Korelasi Secure Attachment Dengan Kemampuan Penyesuaian Diri dan Pengungkapan Bahasa Pada Anak Usia 5 - 6 Tahun PGPAUD , FKIP , Universitas Muhammadiyah Magelang PENDAHULUAN Masa kanak-kanak adalah masa esensial dalam perkembangan hidup manusia karena mer,” vol. 4, no. 1, pp. 13–29, 2023.
- [15] A. S. V. Resi, N. SIGIT, “Kajian Hubungan Koefisien Korelasi Pearson (),

- Spearman-Rho (r), Kendall-Tau(τ), Gamma (G), dan Somers,” 2020.
- [16] R. Akbar, U. S. Sukmawati, and K. Katsirin, “Analisis Data Penelitian Kuantitatif,” *J. Pelita Nusantara*, vol. 1, no. 3, pp. 430–448, 2024, doi: 10.59996/jurnalpelitanusantara.v1i3.350.
 - [17] A. Aliwijaya, “Peluang Pemanfaatan Big Data di Perpustakaan: Sebuah Kajian Literatur,” *Media Inf.*, vol. 32, no. 2, pp. 214–222, Dec. 2023, doi: 10.22146/mi.v32i2.6388.
 - [18] T. O. Hodson, “Root-mean-square error (RMSE) or mean absolute error (MAE): when to use them or not,” *Geoscientific Model Development*, vol. 15, no. 14, Copernicus GmbH, pp. 5481–5487, Jul. 19, 2022, doi: 10.5194/gmd-15-5481-2022.
 - [19] I. Ardiansah, I. Fauzi Adiarsa, S. H. Putri, and T. Pujianto, “Penerapan Analisis Runtun Waktu pada Peramalan Penjualan Produk Organik menggunakan Metode Moving Average dan Exponential Smoothing Application of Time Series Analysis in Organic Product Sales Forecasting using Moving Average and Exponential Smoothing Methods,” doi: 10.23960/jtep-l.v10.i4.548-559.
 - [20] D. Ardiansyah *et al.*, “PERBANDINGAN MODEL PREDIKSI RADIASI MATAHARI BERBASIS COMPARISON OF SOLAR RADIATION PREDICTION MODELS BASED ON MACHINE LEARNING AT METEOROLOGICAL STATION,” vol. 14, no. 1, pp. 26–32, 2023.
 - [21] M. Rizki, S. Basuki, and Y. Azhar, “Implementasi Deep Learning Menggunakan Arsitektur Long Short Term Memory(LSTM) Untuk Prediksi Curah Hujan Kota Malang,” *J. Repos.*, vol. 2, no. 3, pp. 331–338, 2020, doi: 10.22219/repositor.v2i3.470.