IMPLEMENTASI *MACHINE LEARNING* PADA PREDIKSI MODEL DATA KETINGGIAN MUKA AIR LAUT DENGAN METODE FBPROPHET DAN PENDETEKSIAN ANOMALI DENGAN METODE KLASIFIKASI

Oleh

MHD. ADJIE HUSAINI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

pada

Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Univeritas Lampung

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

2023

ABSTRAK

IMPLEMENTASI *MACHINE LEARNING* PADA PREDIKSI MODEL DATA KETINGGIAN MUKA AIR LAUT DENGAN METODE FBPROPHET DAN PENDETEKSIAN ANOMALI DENGAN METODE KLASIFIKASI

Oleh

MHD. ADJIE HUSAINI

Berdasarkan letak astronomis, Indonesia berada pada tiga lempengan utama dunia. Hal ini menyebabkan indonesia sangat berpotensi rawan akan bencana gempa bumi daratan maupun perairan. Salah satu contoh bencana terbaru yaitu tsunami non tektonik yang disebabkan oleh longsor lereng gunung ke laut atau yang dikenal dengan atypical tsunami. resiko dan dampak ini dapat dikurangi dengan adanya sistem peringatan dini tsunami. Sejak tahun 2019 peneliti dari Krakatau Research Center atau dikenal dengan KRC telah mengembangkan sistem peringatan dini tsunami bebasis *Internet of Things* (IoT) bersama *Joint Reserach Centre – The European Commission* (JRC-EC). Alat ini dikenal dengan PUMMA (Perangkat Ukur Murah untuk Muka Air laut), namun belum adanya studi lanjutan pada alat ini yaitu anomali tinggi muka air laut yang terjadi belum dapat diidentifikasi penyebab pada alat ini. Dari latar belakang tersebut maka diadakan penelitian penerapan *Machine Learning* (ML) sebagai solusi untuk membantu mengidentifikasi dan mendeteksi anomali yang terjadi menggunakan algoritma *Facebook Prophet* (Fbprophet). Dimulai dengan pengambilan data pada alat PUMMA yang terdapat di berbagai tempat. *Explore data*, *Training model*, pengujian non-noise dengan nilai hasil MAE 0.21109, dengan data stasioner, serta hasil klasifikasi dengan pengenalan pola. Keluaran dari proses ini berupa terdeteksinya anomali noise atau non-noise. Dataset pada Pulau Sebsesi menggunakan data selama dua tahun maka terdeteksi sebanyak 169 kali dengan peringatan non-noise 66 kali, serta anomali yang terjadi pada Pangandaran selama 30 hari sebanyak 28 kali dengan peringatan non-noise 16 kali.

Kata kunci: Fbprophet, Anomali, *Data Science, Tsunami Early Warning System*.

ABSTRACT

MACHINE LEARNING IMPLEMENTATION IN SEA LEVEL DATA MODEL PREDICTION WITH FBPROPHET METHOD AND ANOMAAL DETECTION USING CLASSIFICATION METHOD

By

MHD. ADJIE HUSAINI

Based on its astronomical position, Indonesia is located on one of the three main plates of the world. As a result, Indonesia is extremely vulnerable to land and sea earthquakes. One example of a recent disaster is a non-tectonic tsunami caused by an atypical tsunami. This risk and impact can be reduced by having a tsunami early warning system. Since 2019, researchers from the Krakatau Research Center, known as KRC, have developed an Internet of Things (IoT)-based tsunami early warning system with the Joint Research Center—the European Commission (JRC-EC). This tool is known as PUMMA (Inexpensive Measuring Device for Sea Level), but there has been no further study on this tool, namely the sea level anomaly that occurs cannot be identified as the cause of this tool., namely that the sea level anomaly that occurs cannot be identified as the cause of this tool. From this background, research on the application of machine learning (ML) was carried out as a solution to help identify and detect anomalies that occur using the Facebook Prophet (Fbprophet) algorithm. starting with data collection on the PUMMA tool found in various places. Explore data, a training model for non-noise testing with a value of MAE 0.21109, stationary data, and classification with pattern recognation results. The output of this process is the detection of noise or non-noise anomalies. On Sebsesi Island, using data for two years, it was detected 169 times with 66 non-noise warnings, as well as anomalies that occurred in Pangandaran for 30 days: 28 times with 16 non-noise warnings.

Keywords: Fbprophet, Anomali, Data Science, Tsunami Early Warning System.

Judul Skripsi : **IMPLEMENTASI *MACHINE LEARNING* PADA PREDIKSI MODEL DATA KETINGGIAN MUKA AIR LAUT DENGAN METODE FBPROPHET DAN PENDETEKSIAN ANOMALI DENGAN METODE KLASIFIKASI**

Nama Mahasiswa : Mhd. Adjie Husaini

Nomor Pokok Mahasiswa : 1955031012

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. Ing. Melvi, S.T., M.T.	**Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc.**
NIP 19730118 200003 2 001	NIP 19731128 199903 1 005

2. Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro	Ketua Program Studi Teknik Elektro
Herlinawati, S.T., M.T.	**Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T.**
NIP 19710314 199903 2 001	NIP 19740422 200012 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Ing. Melvi, S.T., M.T.** .....

Sekretaris : **Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc.** .....

Penguji : **Aryanto, S.T., M.T.** .....

2. Dekan Fakultas Teknik

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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **01 Februari 2023**

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 bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

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

Bandarlampung, 03 Februari 2023

Mhd. Adjie Husaini

NPM. 1955031012

RIWAYAT HIDUP

Penulis adalah anak terakhir dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Miono dan Ibu Suratmi. Penulis memulai pendidikan dasar di SD Abdi Negara dari tahun 2007-2013, pendidikan menengah di SMPN 36 Bekasi dari tahun 2013-2016, dan pendidikan atas di SMA Daya Utama dari tahun 2016-2019. Pada tahun 2019, penulis menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung melalui jalur seleksi SMMPTN BARAT. Saat menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi anggota Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro sebagai anggota Departemen Komunikasi dan Informasi, divisi Media Informasi pada tahun 2020 dan kemudian menjadi ketua divisi tersebut pada tahun 2021. Pada tahun 2021, penulis dan tim berhasil lolos pendanaan dalam program Wira Desa dengan proyek "PENGEMBANGAN WIRAUSAHA DI DESA TEJANG PULAU SEBESI UNTUK MENDUKUNG WISATA ILMIAH KRAKATAU." Tahun yang sama, penulis juga menang lomba dengan tim berbeda "DESIGN OF MEDICAL DEVICE MONITORING SYSTEM: I-CARE INTEGRATED WITH INTERNET OF THINGS (IoT) BASED BREATHING APPARATUS (VENTILATOR)" yang diselenggarakan oleh ICoSITeR (ITERA). Penulis juga mengikuti kegiatan Merdeka Belajar Kampus Merdeka pada tahun 2021 yang berfokus pada *Artificial Intellegence*. Penulis dan tim berbeda juga berhasil lolos pendanaan dalam lomba Riset Sawit Tingkat Mahasiswa pada tahun 2022 dengan judul "RANCANG BANGUN PLATFORM TRACEABILITY BERBASIS ANDROID UNTUK INDUSTRI SAWIT DENGAN METODE TEKNOLOGI BLOCKCHAIN." Dalam tahun yang sama, penulis bersama tim lain juga lolos pendanaan program PPK ORMAWA dengan judul "Pengembangan Ekowisata Mangrove Petengoran Dengan Sistem Cerdas Pengawasan Mitigasi Bencana dan Perubahan Iklim." Diselenggarakan oleh Kemendikbud Ristek.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin, ku ucapkan Puji Syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat dan hidayah-Nya serta sholawat kepada Nabi Muhammad Shallallahu Alaihi Wa Sallam yang selalu menjadi teladan bagi kehidupanku.

Kupersembahkan dengan tulus karya ini kepada Bapak Miono, S.IP, Mamak Suratmi, Bang Ari, Ka shely, dan Bang Rizky sebagai wujud cinta, bakti, kasih sayang, dan terimakasihku atas segala yang telah diberikan, atas do'a serta semangat yang selalu tercurah.

Tak lupa kupersembahkan juga kepada seluruh dosen, keluarga angkatan 2019, dan civitas Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung.

Seluruh majelis ilmu yang mendidik, mendewasakan, dan memberikan pandangan kepadaku tentang hidup.

Dan Terimakasih untuk Diri Sendiri, **Mhd. Adjie Husaini**

MOTTO

اِنْ اَحْسَنْتُمْ اَحْسَنْتُمْ لِاَنْفُسِكُمْ ۗوَاِنْ اَسَأْتُمْ فَلَهَا

“Jika kamu berbuat baik (berarti) kamu berbuat baik untuk dirimu sendiri. Dan jika kamu berbuat jahat, maka (kerugian kejahatan) itu untuk dirimu sendiri.”

(QS. Al-Isra’: 7)

"Sebaik-baik manusia diantaramu adalah yang paling banyak manfaatnya bagi orang lain."

(H.R. Bukhari)

“Apa yang Melewatkanku tidak akan pernah menjadi Takdirku, dan apa yang Ditakdirkan untukku tidak akan pernah melewatkanku.”

(Umar bin Khattab)

“Jadilah orang yang memiliki Integritas, Kredibilitas dan teruslah belajar untuk meningkatkan Kapabilitas.”

(Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc.)

SANWACANA

Bismillahirrahmanirrahim.

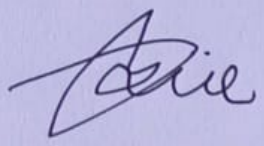
Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur selalu kita panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Baginda Rasul Muhammad Shallallahu Alaihi Wa Sallam yang kita nantikan syafaatnya di hari akhir kelak.

Skripsi dengan judul **"IMPLEMENTASI MACHINE LEARNING PADA PREDIKSI MODEL DATA KETINGGIAN MUKA AIR LAUT DENGAN METODE FBPROPHET DAN PENDETEKSIAN ANOMALI DENGAN METODE KLASIFIKASI"** yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis dengan bangga menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Ibu Dr. Ing. Melvi, S.T., M.T yang berperan sebagai dosen pembimbing utama akademik dan penelitian, selalu memberikan pengarahan dan panduan yang berkualitas bagi penulis, untuk memastikan penulisan selalu sesuai dengan panduan yang berlaku.
2. Bapak Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc yang memegang peran sebagai dosen pembimbing penelitian ini, selalu memberikan bimbingan, nasehat, motivasi dan saran yang membangun bagi penulis. Dengan bantuannya, penulis dapat meningkatkan kualitas penelitian dan memperoleh hasil yang maksimal.
3. Bapak Aryanto, S.T., M.T yang memegang peran sebagai dosen pembimbing penelitian, selalu memberikan masukan dan saran yang membangun dalam pengembangan aplikasi yang dibuat oleh penulis. Dengan bantuannya, penulis dapat mencapai hasil yang lebih baik dalam pengembangan aplikasi tersebut.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, DEA, IPM selaku Rektor Universitas Lampung

5. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung
6. Ibu Herlinawati, S.T., M.T selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung
7. Bapak Meizano Ardhi Muhammad, S.T., M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung
8. Ibu Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T selaku Kepala Prodi Teknik Elektro Universitas Lampung
9. Dosen-dosen di Jurusan Teknik Elektro yang memiliki wawasan luas dan pengalaman berguna dalam memberikan ilmu yang sangat berguna dan berharga bagi perkembangan intelektual penulis.
10. Seluruh staff di Jurusan Teknik Elektro dan Fakultas Teknik yang sangat membantu dan mempermudah dalam hal administrasi dan urusan-urusan lainnya yang membuat penulis merasa terbantu dan terbebaskan dari kesulitan.
11. Kepada orang tua yang dicintai dan dikasihi, yang selalu memberikan dukungan dan motivasi dalam hidup penulis, sehingga dapat mencapai setiap tujuannya dan meraih kebahagiaan.
12. Teman-teman seperjuangan dalam keluarga besar TELTI angkatan 2018, 2019, 2020, yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam mengejar mimpi dan mencapai tujuan bersama-sama.
13. Keluarga kecil BC19 berisi sahabat-sahabatku yang selalu memberikan dukungan dan hinaan untuk terus berkembang dan berkembang agar mencapai tujuan yang dicita-citakan.

Bandarlampung, 03 Febaruari 2023



Mhd. Adjie Husaini

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK ..... **i**

HALAMAN JUDUL ..... **iii**

LEMBAR PERSETUJUAN ..... **iii**

LEMBAR PENGESAHAN ..... **iv**

RIWAYAT HIDUP ..... **vii**

PERSEMBAHAN ..... **viii**

SANWACANA ..... **x**

DAFTAR ISI ..... **xii**

DAFTAR GAMBAR ..... **xv**

DAFTAR TABEL ..... **xvii**

I. PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Tujuan Penelitian 3

1.3 Perumusan Masalah 4

1.4 Batasan Masalah 4

1.5 Manfaat Penelitian 4

1.6 Sistematika Penulisan 4

II. TINJAUAN PUSTAKA **6**

2.1 Penelitian Terdahulu 6
2.2 Anomali Deteksi pada Univariat Time Series Data 8
2.3 *Machine Learning* 9
2.4 Tahapan *Data Science* (OSEMN Kerangka kerja) 10
2.4.1 *Obtain Data* 10
2.4.2 *Scrub Data* 11
2.4.3 *Data Explore* 11
2.4.4 Model 12
2.4.5 Interpretasi 13
2.5 Perangkat Lunak (Software) 14
2.5.1 Google Sheets 14
2.5.2 Google Colab 14
2.5.3 Tableau 14
III. METODE PENELITIAN 15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 15
3.2 Perangkat Penelitian 15
3.3 Pembuatan Algoritma dan Testing 15
3.4 Diagram Alir Penelitian 16
3.5 Metode Skenario Penelitian 22
3.6 Pengenalan pola *(pattern recognition)* 24
IV. PEMBAHASAN 25
4.1 Hasil Pengolahan Data pada Deteksi Anomali 25
4.2 Skenario Kedua 44
V. KESIMPULAN 51
5.1 Kesimpulan 51
5.2 Saran 51

DAFTAR PUSTAKA 52

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. 1 Perangkat PUMMA pada Petengoran..... 2
Gambar 1. 2 Terdeteksinya Anomali pada Data *Time Series.*..... 3
Gambar 2. 1 Pola anomali (dilingkari merah) dalam noise 8
Gambar 2. 2 Skema Pembagian *Machine Learning*..... 9
Gambar 2. 3 Obtain Scrub Explore Model Interpretasi (OSEMN)..... 10
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian..... 16
Gambar 3. 2 Sumber Dataset..... 18
Gambar 3. 3 Ilustrasi Pada *Data Scrubbing*..... 18
Gambar 3. 4 Alur Kerja pada Eksplorasi Data..... 20
Gambar 3. 5 Alur Proses Data Frame..... 22

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 3. 1 Skenario Output pada Hasil Deteksi Anomali 23

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebuah negara maritim dimana luas lautan lebih besar dari luas daratan, Indonesia sebuah negara berada dikawasan Asia Tenggara yang berada pada garis khatulistiwa, secara geografis Indonesia terletak diantara diantara dua benua yaitu Asia dan Australia juga dua buah samudera yakni Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Selain geografis, Indonesia terletak secara astronomis di 6°LU (Lintang Utara) - 11°LS (Lintang Selatan) dan 95°BT (Bujur Timur) - 141°BT (Bujur Timur). Berdasarkan letak astronomis tersebut meletakan Indonesia berada pada tiga lempengan utama dunia yaitu Lempengan Eurasia, Lempengan Indoaustralia, dan Lempengan Pasifik posisi letak Indoneisa ini dikenal dengan wilayah *Ring of Fire* (Cincin Api Pasifik) terbentang sejauh 40.000 Km yang menyebabkan sangat sering terjadi potensi gempa bumi di wilayah Indonesia serta letusan - letusan gunung berapi diwilayah cekungan Samudra Pasifik [1]. Salah satu contoh dari mitigasi bencana terbaru yaitu tsunami non tektonik yang disebabkan oleh longsor lereng gunung ke laut atau yang dikenal dengan atypical tsunami.

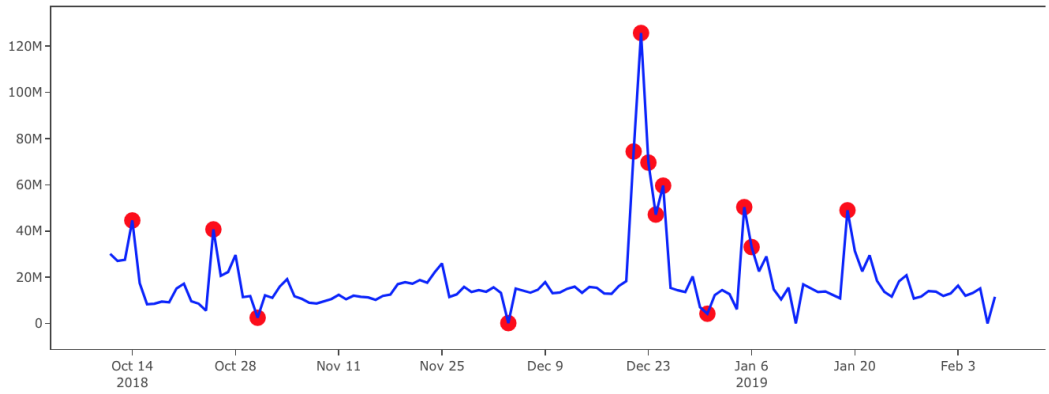
Resiko dan dampak dari bencana dapat dikurangi dengan adanya sistem peringatan dini tsunami. Berangkat dari permasalahan tersebut telah terbuat sistem monitoring untuk keadaan laut yang bertujuan untuk membaca kondisi laut terkini. Web ini dapat menampilkan data kecepatan gelombang, tinggi gelombang serta getaran yang terjadi 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 Reserach Centre – The European Commission* (JRC-EC) dan telah diterapkan di Laut Mediterania [2], dan juga sejak tahun 2019 peneliti dari *Krakatau Research Center* atau dikenal dengan KRC telah

mengembangkan sistem peringatan dini tsunami bebasis *Internet of Things* (IoT), bekerja sama dengan PT. Drone Nirwana Bentala (Dronila), serta Unila Robotika dan Otomasi (URO) telah membuat dua unit PUMMA pada Petengoran Pesawaran, dan juga Desa Canti Lampung.

Gambar 1. 1 Perangkat PUMMA pada Petengoran

Terkait dengan dinamika fisis yang terjadi di perairan, salah satu dari parameter oseanografi yaitu anomali tinggi permukaan laut. Anomali tinggi muka laut adalah besarnya penyimpangan yang terjadi terhadap kondisi rata-rata tinggi muka laut [3].

Anomali adalah perubahan yang mengarah pada ketidaknormalan atau penyimpangan dari kebiasaan. Istilah tersebut sering terdengar di ranah meteorologi, yaitu anomali cuaca. Seperti yang terlihat pada gambar 1.2 menunjukan contoh anomali yang terjadi pada data *time series*



Gambar 1. 2 Terdeteksinya Anomali pada Data *Time Series.*
[sumber: https://quora.com//]

PUMMA perlu adanya studi lanjutan untuk menentukan parameter anomali tinggi permukaan air laut dengan penerapan *machine learning* yang bertujuan agar komputer dapat belajar secara otomatis tanpa adanya campur tangan manusia serta dapat menyesuaikan tindakan yang tepat seperti menganalisa data *time-series*, dan melacak objek yang terdeteksi dikarenakan noise atau sebagainya. Fokus penelitian *machine learning* tentang bagaimana kinerja sistem dari dataset PUMMA dapat memprediksi model untuk melakukan pendeteksian anomali ketinggian muka air laut. Penelitian ini membahas teknik *mechine learning* menggunakan algoritma *facebook prophet* (fbprophet), dengan memprediksi *outlier* yang tepat, dan melakukan klasifikasi terhadap anomali.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat algoritma *machine learning*, dengan memprediksi model anomali, sehingga komputer dapat melakukan pendeteksian anomali data ketinggian air laut, serta melakukan klasifikasi berdasarkan pengenalan pola.
2. Melakukan pengujian deteksi anomali yang disebabkan oleh non-noise.
3. Menjadikan data awal bagi peneliti selanjutnya, sehingga dapat menjadikan perbandingan.

1.3 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat algoritma prediksi model menggunakan Fbprophet.
2. Bagaimana Fbprophet dapat menjadi algoritma untuk pendeteksian anomali.
3. Apa saja yang di klasifikasikan.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data ketinggian muka air laut PUMMA selama dua tahun.
2. Algoritma prediksi yang digunakan Fbprophet dengan data *univariate*.
3. Akurasi hasil belum memiliki perbandingan dengan algoritma lain.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Terciptanya algoritma prediksi menggunakan Fbprophet.
2. Dapat mengetahui cara kerja Fbprophet menjadi algoritma untuk pendeteksian.
3. Dapat mengetahui apa saja yang dapat diklasifikasikan.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian ini untuk memberikan suatu gambaran sederhana mengenai pembahasan tugas akhir serta untuk memudahkan pemahaman materi pada penelitian ini yang dituliskan menjadi beberapa bab, adalah sebagai berikut:

I. Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, tujuan penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian, hipotesis serta sistematika penulisan pada penelitian ini.

II. Tinjauan Pustaka

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

III. Metodologi Penelitian

Bab metodologi penelitian ini memaparkan metodologi penelitian antara lain waktu dan tempat pengerjaan, alat dan bahan yang digunakan dalam pengerjaan

penelitian, serta metode dan diagram penelitian yang akan digunakan dalam pengerjaan penelitian tugas akhir.

IV. Hasil Dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan hasil dan menganalisa hasil data yang didapatkan dari simulasi yang telah dilakukan pada penelitian tugas akhir.

V. Penutup

Bab akhir yaitu penutup yang berisikan kesimpulan, didapatkan dari hasil analisa dan pembahasan serta saran yang dapat diberikan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dengan meninjau penelitian terdahulu, atau melakukan review terhadap studi sebelumnya sangat penting untuk memperoleh wawasan dan pemahaman penulis mengenai topik yang diteliti. Review ini juga dilakukan untuk menghindari tindakan plagiarisme atau duplikasi penelitian yang sebelumnya sudah dilakukan. Review penelitian terdahulu bertujuan untuk mengukur posisi penelitian ini dibandingkan dengan studi sejenis dan berkontribusi untuk pengembangan tema penelitian. Berikut adalah beberapa tinjauan terhadap studi-studi terdahulu yang berhubungan dengan metodologi yang digunakan dan hasil yang diperoleh.

Pada penelitian Rishik [4] yaitu tentang data time series bisa digunakan untuk mendeteksi suatu anomali, peristiwa yang tidak biasa dalam network sehingga dapat dihapus saat menggunakan dataset untuk melakukan proses yang lebih lanjut. Berdasarkan hasil eksperimen menggunakan tiga metode algoritma yaitu ARIMA, Fbprophet, serta LSTM, didapatkan kesimpulan LSTM lebih baik dengan hasil rmse 5.00, sedangkan fbprophet rmse 17 dan hasilnya terdapat nilai minus yang diartikan didapat terjadi nilai yang kurang relevan, namun perlu dilihat bahwa LSTM bukanlah *machine learning*, yang berarti dalam perbandingan 2 metode *machine learning* Fbprophet lebih unggul dibandingkan ARIMA.

Penelitian ini [5] membahas tentang penggunaan IoT yang memiliki dua jenis tipe data dalam time-series data untuk melakukan deteksi anomali berdasarkan survey yang telah dilakukan. Terdapat dua tipe data untuk melakukan analisis data yang pertama adalah *univariate time series* data dengan dua metode yaitu *non-regressive approaches* dan *regression based approaches.* Kedua yaitu *multivariate time series*

data dengan metode *dimensionality reduction* dan *Clustering*, terdapat berbagai tantangan penelitian dalam pengembangan sistem deteksi anomali untuk kedua tipe data tersebut.

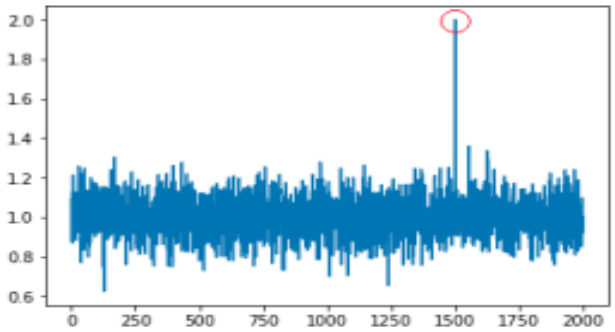
Pada penelitian Krishnam [6] telah mengevaluasi dan membandingkan performa algoritma populer dari domain *Machine Learning* dan Statistik dalam mendeteksi anomali pada data offline dan *real-time*. Tujuannya adalah menemukan algoritma yang dapat menangani data musiman dan non-musiman dengan efektif dan cepat untuk digunakan secara praktis pada *real-time*. Algoritma harus dapat mendeteksi anomali secara global dan lokal (*contextual anomalies*). Tujuan model menggunakan pendekatan curve fitting untuk mendeteksi musiman dan menghilangkan anomali yang dianggap tidak signifikan. Hasil eksperimental menunjukkan bahwa algoritma yang diajukan lebih baik pada dataset real-time dan artificial

Berdasarkan penelitian Alessandro [7] bahwa pengukuran permukaan laut sangat penting dalam verifikasi timbulnya tsunami, menjelaskan pengaruh dari alat *Inexpensive Device for Sea Level Measurement* (IDSL) ini dari gempa sumber atipikal yang dikarenakan longsor tanah, dan letusan gunung berapi. tujuan dari penelitian ini yaitu memiliki sarana lain untuk verifikasi gelombang tsunami. Algoritme yang disajikan, sudah terpasang di beberapa perangkat operasional, mampu memperoleh, memproses, dan memindahkan data kembali ke server data Pusat Penelitian Bersama Komisi Eropa (EC-JRC) atau database lain yang relevan.

Pada dasarnya jenis anomali ada banyak seperti Zhipeng [8] telah meneliti kriteria anomaly, dan algoritma apasaja yang dapat digunakan mendeteksi anomali, dari berbagai macam anomali seperti *medical anomaly detection*, *log anomaly detection, video surveillance anomaly detection.* Serta menjabarkan algoritma berdasarkan *type, idea*, alogrithm. Terdapat 3 *type* yaitu *rule base*, *machine learning base*, dan *deep learning base.*

2.2 Anomali Deteksi pada Univariat Time Series Data

Metode deteksi pada deret waktu stasioner untuk melakukan pendeteksian yang paling sederhana adalah menetapkan ambang batas tinggi dan rendah secara manual sedemikian rupa, sehingga ketika hasil pengamatan diterima berbeda dengan ambang batas yang sudah ditetapkan maka dilaporkan sebagai anomali. *Time series* univariat mewakili keluaran data dari satu sumber yang dikaitkan dengan waktu pengamatan. Sinyal listrik dari satu jejak dalam Electroencephalogram (EEG), total *network traffic* pada langkah waktu tertentu atau nilai yang dihasilkan oleh satu sensor IoT. Struktur sistem dasar yang dipantau sangat penting untuk keakuratan metode deteksi anomali univariat [5].



Gambar 2. 1 Pola anomali (dilingkari merah) dalam noise [5].

Pada gambar 2.1 menjelaskan bahwa data tersebut adalah data noise yang semula biasa saja kemudian naik secara waktu yang singkat dan kembali seperti semula, hal ini dapat dikatakan terjadinya anomali dikarenakan kemunculan noise statistik.

Perbedaan cenderung mengidentifikasi perubahan tinggi muka air laut akibat tsunami dengan rentang periode tertentu tanpa dibingungkan oleh *outlier* individu. Sinyal yang sangat noise memiliki perubahan tersebut yang dapat disebabkan oleh peningkatan noise. Algoritma didasarkan pada persamaan berikut [7]:

$$A_s(t) = |\ \mathrm{STF}\ (t) - \mathrm{LTF}\ (t)\ | \quad \ldots\ldots(1)$$

Keterangan :

A_s = *Alert Signal*

STF = *Short Term Forecast*

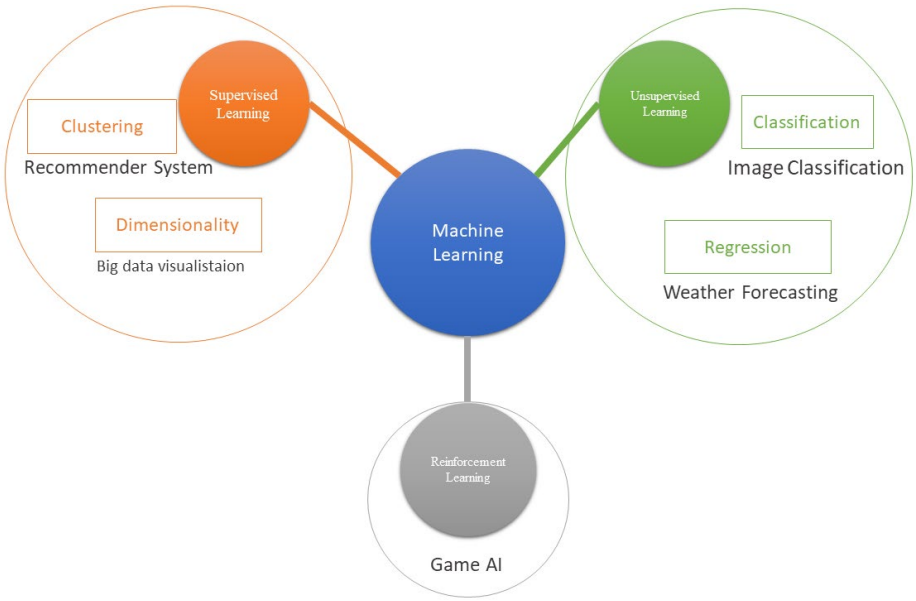
LTF = *Long Term Forecast*

Nilai A_s adalah sinyal peringatan, dihitung sebagai nilai absolut dari selisih antara STF dan LTF yang dihitung pada waktu (t) tertentu [7]. Hal ini menjadikan indikator perhitungan pada algoritma ini dimana STF akan menjadi **y** dan LTF akan menjadi **yhat.**

2.3 *Machine Learning*

Machine Learning yang menjadi salah satu cabang dari kecerdasan buatan dapat didefinisikan sebagai aplikasi komputer dan atau algoritma matematika yang mengadopsi cara pembelajaran yang berasal dari data yang diberikan sehingga menghasilkan prediksi data di masa yang akan datang [9]. Adapun proses pembelajaran yang dimaksud merupakan proses atau usaha dalam memperoleh model kecerdasan melalui dua tahap utama, yaitu latihan (*training*) dan pengujian (*testing*) [10].

Penelitian mengungkapkan bahwa *machine learning* dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu *Supervised Learning, Unsupervised Learning*, dan *Reinforcement Learning* [11] seperti tampak pada gambar 2.2 berikut.

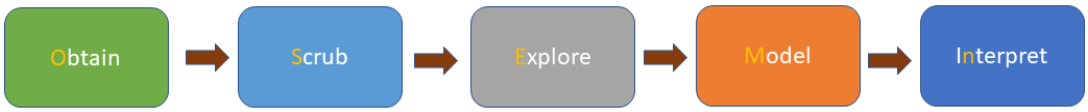


Gambar 2. 2 Skema Pembagian *Machine Learning.*

Supervised Learning menggunakan teknik dengan metode klasifikasi dimana kumpulan data sepenuhnya akan diberikan label untuk mengklasifikasikan kelas yang tidak dikenal. *Machine* akan mempelajari ciri atau *feature* khusus pada setiap label dan membuat model matematisnya. Teknik *Unsupervised Learning* menggunakan metode yang disebut *cluster* dimana pada metode ini objek tidak akan diberikan label khusus terlebih dahulu. *Machine* akan melakukan pembelajaran dari *feature-feature* khusus objek dan hasilnya *machine* yang akan memberikan label khusus untuk mengidentifikasi kelas yang ditentukan. *Reinforcement Learning* biasanya berada antara *Supervised Learning* dan *Unsupervised Learning* dimana jenis ini mempelajari tentang sistem pengambilan keputusan oleh *machine* setelah melakukan pembelajaran pada data yang diberikan [12].

2.4 Tahapan *Data Science* (OSEMN Kerangka kerja)

Obtain Scrub Explore Model Interpretasi (OSEMN) merupakan tahapan-tahapan atau urutan aktivitas yang jelas dan menjadi hal penting dalam sebuah proses *data science* yang bermanfaat untuk pemecahan masalah dalam bidang analisis *data science*. Tahapan *data science* dibagi menjadi lima *stage* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3 berikut [13].



Gambar 2. 3 Obtain Scrub Explore Model Interpretasi (OSEMN).

2.4.1 *Obtain Data*

Dalam *data science* data merupakan hal yang paling penting, salah satu proses dalam pengolahan *data sience* adalah *obtain data. Obtain data* merupakan langkah pertamayang dilakukan dalam pengolahan *data science*, proses ini bertujuan untuk mendapatkan data dari berbagai macam sumber [14]. Dalam tahapan *data science* data yang digunakan merupakan data yang *usable* dengan tujuan mudah untuk dianalisis [15].

Mengidentifikasi apakah data tersebut dapat digunakan dalam *data science* adalah darimana data itu berasal. Data yang digunakan berasal dari data yang sudah ada sebelumnya, atau dari data yang baru diunduh dari internet (misalnya dari repositori yang tersedia di *cloud* seperti GitHub dan Kaggle) [13].

2.4.2 *Scrub Data*

Tahapan kedua dalam *data science* adalah *Scrub data*. *Scrub data* merupakan proses membersihkan, memfilter, atau mengekstrak data yang sudah diperoleh. *Scrub data* dapat dilakukan dengan membuang data yang tidak penting, memperbaiki nilai data yang sudah hilang, menghapus data duplikat, kemudian dilakukan konversi data dengan mengubah data dalam bentuk format lain lalu menggabungkan semua data dalam satu format, misalnya dalam bentuk CSV [4].

2.4.3 *Data Explore*

Explore data adalah langkah membiasakan diri dengan data dan memungkinkan untuk mencari tahu sub data mana yang akan digunakan untuk pemodelan lebih lanjut serta membantu dalam pembuatan hipotesis untuk dieksplorasi. *Explore data* merupakan proses menemukan, menyusun, serta memperluas suatu proses yang sangat penting dalam menjelajahi pengumpulan data dengan tujuan dapat membantu memilih pendekatan yang terbaik dalam data science [16].

Memahami jenis fitur data sangat penting saat ingin mengekstrak nilai data, dalam hal ini penulis perlu mengetahui fitur mana yang perlu ditelusuri lebih lanjut menggunakan metode statistik, hal ini dikarenakan tipe data yang berbeda akan membutuhkan metode analisis yang berbeda [4]. *Explore data* dapat dilakukan dengan tiga langkah perspektif sebagai berikut.

1. Perspektif mengetahui jenis pertama yaitu memeriksa data dan propertinya seperti melihat nama variabel, tipe data, jumlah baris dan kolom, serta

dilakukan pengujian stationer dengan tes *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) pada dataset dengan hasil bahwa data pengujian stationer.
Uji hipotesis yang digunakan adalah [17]..

H_0 : data tidak stasioner dan H_1 : data stasioner

2. Perspektif dengan menghitung statistik deskriptif, misalnya nilai mean (rata-rata dari semua jumlah data), median (nilai tengah dari data yang sudah diurutkan dari yang terkecil sampai yang terbesar, dan modus (nilai yang sering muncul dalam data dan frekuensi nilai nya banyak). Perspektif ini berguna untuk mempelajari lebih lanjut tentang fitur individu.
3. Perspektif visualisasi data untuk membantu dalam mengidentifikasi pola dan tren yang signifikan dalam dataset, hal ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran yang lebih baik melalui grafik sederhana seperti grafik garis atau grafik batang, sehingga kita dapat mengetahui arah tindakan dan area yang dapat kita eksplorasi dalam fase pemodelan.

2.4.4 Model

Model data adalah pembuatan deskripsi abstrak atau tingkat yang lebih tinggi dari data. Sama seperti membuat visualisasi, namun visualisasi di satu sisi dicirikan oleh bentuk, dan posisi. Model pada sisi lain secara internal ditandai dengan sekumpulan angka, misalnya untuk membuat prediksi tentang titik data baru. Tahapan ini dilakukan untuk memodelkan data dengan membuat model prediksi dalam analisis dataset yang telah diperoleh [4].

Model prediksi untuk mendeteksi anomali ini dapat dilakukan dengan berbagai macam metode, terdapat tiga algoritma yang dapat digunakan yaitu Autoregresif Integrated Moving Averag (ARIMA), *Facebook Prophet*, Holt-Winters [8]. Pada penelitian ini saya menggunakan model *Facebook Prophet* dikarenakan fbprophet menghasilkan nilai rmse lebih baik dibandingkan ARIMA [4]. Tahapan model ini adalah tahap pengukuran performa dari proses analisis yang akan dilakukan dan sebagai tujuan prediksi model dan menentukan anomali yang terjadi. *Facebook Prophet* adalah *library* perangkat lunak (*Software*) dengan sumber terbuka

(opensource) yang tersedia di Python, dan R. Tergantung pada model kontribusi yang cocok pada trend *nonlinear* mingguan, tahunan musiman dan ditambah hari libur. Model Prophet mengasumsikan bahwa runtun waktu dapat diuraikan sebagai berikut:

$$y(t) = g\,(t) + s\,(t) + h\,(t) + \varepsilon\,(t) \quad \ldots\ldots\ldots\

2.5 Perangkat Lunak (Software)

Perangakat lunak (software) adalah bagian sistem komputer yang tidak berwujud atau perangkat lunak komputer yang digunakan untuk suatu tugas. Pada penelitian ini penulis menggunakan software sebagai berikut.

2.5.1 Google Sheets

Google sheets adalah suatu program *spreadsheet* yang telah dikembangkan oleh *google* dan dapat digunakan secara online dengan memanfaatkan *cloud storage google drive*. Google sheets ini dirilis awal pada 9 maret 2006 dengan bahasa pemrograman javascript dan dapat beroperasi pada sistem Andoid, Ios, Chorme OS, Web App [19].

2.5.2 Google Colab

Google Colab adalah ciptaan *Google Research* dan dikenal sebagai software yang apik sebagai penunjang keperluan *data sience* dan *machine learning*. pada dasarnya *Google Colab* adalah Jupyter Notebook environment yang bersifat gratis dan sepenuhnya berjalan di *cloud* sehingga dapat digunakan secara online. Bahasa pemrograman yang dapat berjalan pada *Google Colab* ini adalah pyhton dan R [20].

2.5.3 Tableau

Tableau adalah program untuk menjalankan mesin analitik visual yang memudahkan pembuatan analitik visual interaktif dalam bentuk dasbor. Dasbor ini memudahkan analis nonteknis dan pengguna akhir untuk mengonversi data menjadi grafik interaktif yang mudah dipahami [21].

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tugas akhir ini dilaksanakan pada Agustus 2022 – Desember 2022, di Laboratorium Terpadu Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Lampung.

3.2 Perangkat Penelitian

Adapun Perangkat penelitian yang digunakan pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

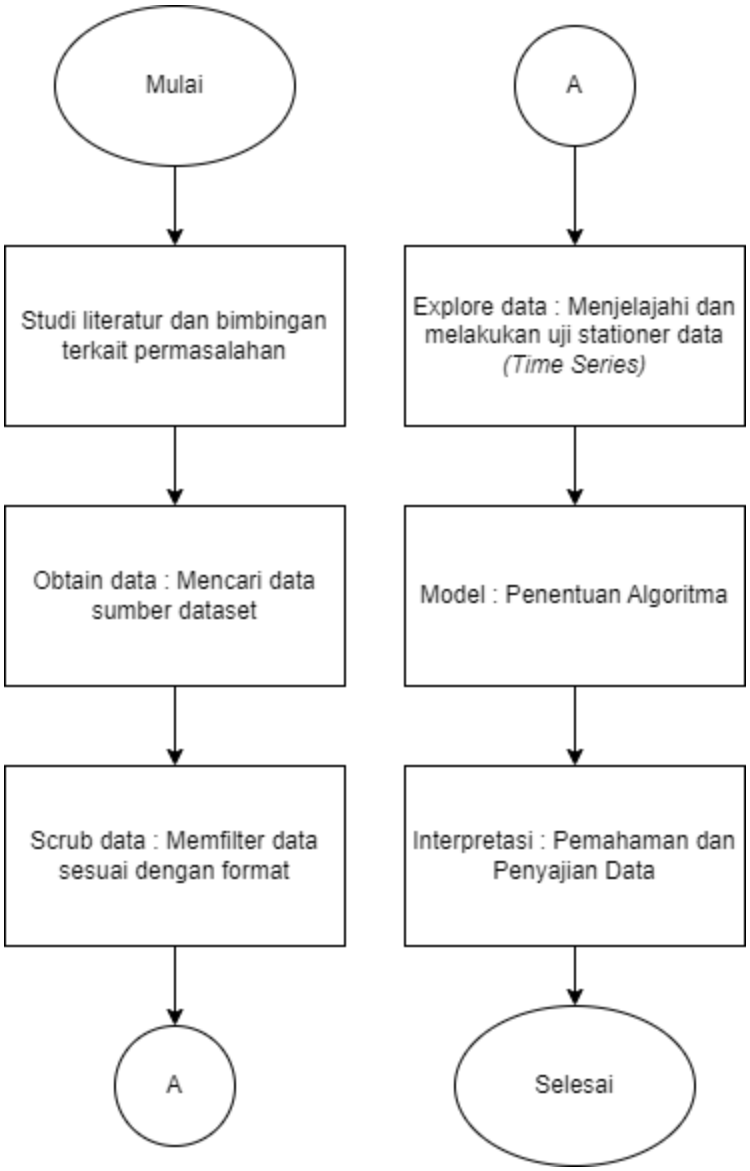
1. Satu unit laptop dengan sistem operasi windows 11 64-bit *intel pentium gold* sebagai media perancangan algoritma dan seluruh sistem yang dibangun.
2. *Google Sheets* sebagai pengelolaan formula data awal.
3. *Google Colab* dengan spesifikasi GPU NVIDIA-SMI 460.32.03 dan CUDA Version 11.2 dan ram 12.68 GB sebagai tempat untuk *train*ing *dataset* dan visualisasi data.
4. *Tableau* sebagai sarana bantu visualisasi data lebih mendalam.

3.3 Pembuatan Algoritma dan Testing

Pembuatan algoritma secara keseluruhan dilakukan dengan *Google Sheets* dan *Google Colab* dengan referensi dari Towards Data Science (website berisi mengenai *data science*). Testing algoritma dilakukan dengan *running script* program pada *Google colab* serta memvisualisasikan data yang ada.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Alur kerja dan metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan tahapan *Data Science,* seperti yang sudah dijelaskan pada gambar 2.3. Pelaksanaan lima tahap *data science* itu dapat dilakukan dengan menggunakan diagram alir penelitian pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.

Berdasarkan gambar 3.1 tahapan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

3.4.1 Studi literatur dan bimbingan

Proses ini dilakukan untuk mengidentifikasi masalah dengan cara melakukan studi kasus dan berdiskusi dengan dosen terkait permasalahan yang ada, dan membuat solusi terhadap pemecahan masalah dengan *Machine learning*. Tahap ini dilakukan mencari, mempelajari, serta memahami materi dari berbagai literatur yang berkaitan dengan masalah yang ada. Materi dan literatur yang dipelajari berasal dari berbagai sumber referensi dan sumber-sumber ilmiah lainnya seperti penelitian-penelitian sebelumnya, artikel yang diterbitkan di jurnal dan buku/*e-book*.

Berdasarkan studi literatur dan diskusi kita dapat menentukan bahwa belum adanya studi lanjutan pendeteksian anomali ketinggian air laut dengan penerapan *machine learning* pada dataset PUMMA. Anomali ini dapat disebabkan oleh gempa, noise pada alat, ataupun non-noise. Maka dibutuhkan solusi tersebut, yaitu dengan metode tahapan *data science*.

3.4.2 *Obtain data*

Tahapan ini dilakukan pengumpulan data yang relevan dengan tujuan atau target. Penelitian ini menggunakan dataset dari *Joint Reserach Centre* (JRC) yang merupakan sumber data *opensource*. Data yang diambil dari JRC ini adalah data ketinggian permukaan air laut dalam bentuk format *Comma Separated Values* (CSV) di Pulau Sebesi dengan waktu 2020-01-01 hingga 2021-12-31, serta di Pangandaran dalam rentang waktu 30 hari. Data di Pulau Sebesi digunakan untuk mendeteksi anomali ketianggian air permukan laut, sedangkan di Pangandaran sebagai penguji terjadinya gempa. Sumber dataset yang digunakan pada penelitin ini dari website resmi JRC, yaitu https://webcritech.jrc.ec.europa.eu/, seperti pada gambar 3.2.

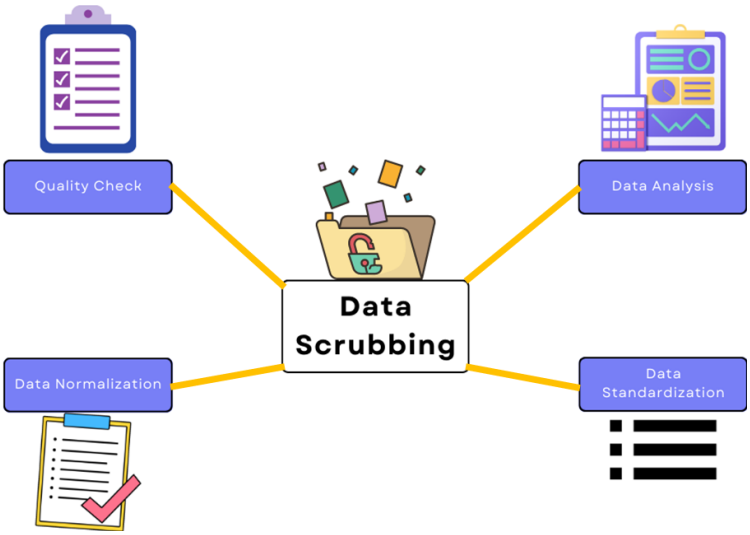
Gambar 3. 2 Sumber Dataset.

[sumber: https://webcritech.jrc.ec.europa.eu/]

Data yang didapatkan adalah data Tide Gauge dengan nama IDSL-307 yang terletak pada Pangandaran, Jawa Barat dan IDSL-301 yang terletak pada Pulau Sebesi, Lampung, indonesia. Terdapat 11 data sensor pada dataset yaitu, *time*(UTC), lev RAD (m), panel (V) rms (m), sensor temp (C), *temperature* (C), *alert*, *alert signal, battery* (V), *forecast* 30 (m), *forecast* 300 (m).

3.4.3 *Scrub data*

Tahapan ini dataset yang telah dikumpulkan akan masuk dalam tahap pembersihan atau *cleaning data.* Proses filtering ini sangat dibutuhkan untuk mengetahui format. Mencari *missing data*, *correcting invalid values*, *removing duplicate*, dan lain lain. Gambar 3.3 berikut menjelaskan ilustrasi pada *data scrubbing.*



Gambar 3. 3 Ilustrasi Pada *Data Scrubbing.*

Ketika melakukan *scrubbing* data tahap *quality check* adalah tahap penting terlebih lagi model seperti apa yang digunakan. Penelitian ini terdapat penyesuaian data dengan model yang digunakan yaitu model *Facebook Prophet* (Fbprophet) dengan mengubah format kolom menjadi **ds** sebagai waktu dan **y** sebagai sensor ketinggian permukaan air laut.

3.4.4 *Explorasi data*

Tahapan eksplorasi ini dapat dilakukan mencari pola atau tren yang sudah diberikan pada *scrubbing,* ekspolarasi ini bertujuan dapat memberikan solusi yang akurat serta relevan berdasarkan pola yang telah dieksplorasi. Menentukan tipe data yang cocok pada saat menentukan pola, dan melakukan tahapan langkah seperti uji stasioner jika data bersifat regresi (data yang dapat digunakan untuk melakukan prediksi atau peramalan), dan membuat visualisasi sementara untuk dataset yang ada. Gambar 3.4 menunjukan alur kerja pada eksplorasi.

Gambar 3. 4 Alur Kerja pada Eksplorasi Data.

Tahapan eksplorasi data ini dilakukan uji stasioner data yang menjadikan parameter data tersebut layak dengan hasil yang bagus atau tidak, Dalam penelitian ini menggunakan *Uji Augmented Dickey Fuller* (ADF). Hasil uji ADF pada penelitian ini sangatlah baik dan hasil dari uji ADF sangat dipengaruhi oleh kelambanan, maka dari itu panjangnya kelambanan uji akar unit ADF bisa dilakukan melalui, pengecekan data yang ada, dan melakukan visualisasi untuk mendapatkan pola.

3.4.5 Model

Tahap model atau modelling ini yaitu melakukan proses data modelling atau melakukan pemodelan data pada hasil yang telah dieksplorasi pola, pada tahap *eksplore*. Dalam prosesnya data yang dapat digunakan adalah data yang relevan dengan prediksi akhirnya. Tahap model ini juga merupakan sebuah tahapan untuk menentukan algoritma pembuatan apa yang dapat digunakan, dengan hasil eksplorasi data *time series.*

Data ini dapat diolah menggunakan algoritma *Facebook Prophet* untuk melakukan prediksi model serta menentukan anomali yang terjadi pada alat. Ini menjadi langkah awal untuk menentukan identifikasi terjadinya anomali yang ada pada saat ini.

Hasil prediksi model menggunakan algoritma fbprophet ini adalah yhat, y_lower, y_upper. yhat adalah hasil prediksi yang paling mendekati nilai aktual sedangkan y_lower dan y_upper akan menjadikan batasan bawah dan batasan atas interval dengan menentukan nilai prediksi yhat.

Tahap data modelling akan didukung dengan pengenalan pola sebagai acuan penentuan klasifikasi anomali yang terjadi.

3.4.6 Interpretasi

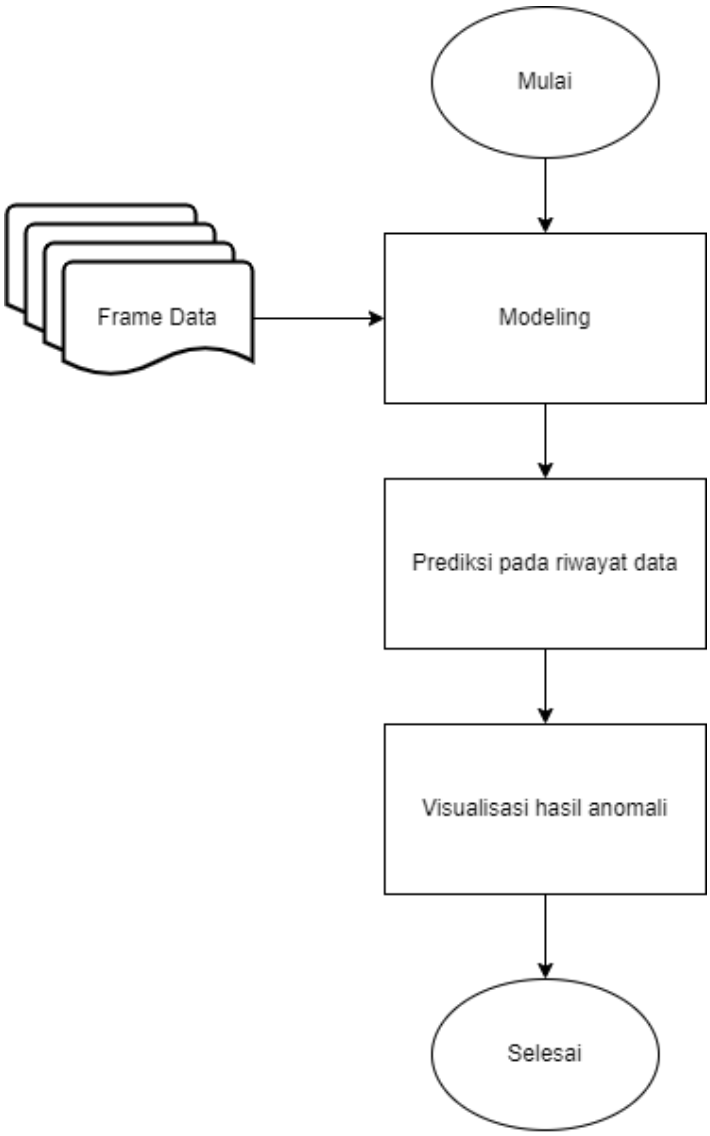
Tahapan interpretasi adalah tahap akhir setelah dilakukan uji deteksi model, atau penetapan pada model akan dilakukan *interpretasi* model yang sudah dibuat. Interpretasi yaitu melakukan penampilan pada hasil akhir yang dijelaskan secara rinci dengan tujuan agar dapat mengambil keputusan dengan tepat, maka tahap *interpretasi* adalah mempresentasikan temuan kepada dosen dan penguji *(stakeholders)* sehingga model data *insight* yang ditemukan dapat dipertanggungjawabkan.

3.4.7 Pembuatan Laporan

Seluruh proses dan eksperimen yang dihasilkan akan dituliskan dan dilaporkan sebagai hasil penelitian.

3.5 Metode Skenario Penelitian

Penelitian ini terdapat dua metode skenario berdasarkan data frame seperti yang terlihat pada gambar 3.5 alur proses data frame.



Gambar 3. 5 Alur Proses Data Frame.

Terlihat gambar 3.5 pada bagian frame data terdapat beberapa data yang akan digunakan, data ini adalah data yang berbeda dari frame banyaknya data dan waktu, Adapun beberapa skenario seperti berikut :

1. Skenario data pertama yaitu menggunakan 75,978 data frame (jumlah data maksimal yang bisa di download) dengan waktu 2020-01-01 hingga 2021-12-31 pada Sulau Sebesi.
2. Skenario data kedua yaitu menggunakan 76,209 data frame dengan waktu 30 hari pada Pangandaran, sebagai menguji penyebab non noise

Data hasil dari setiap skenario ditunjukkan pada tabel 3.1 (contoh data), sebagai berikut.

Tabel 3. 1 Skenario Output pada Hasil Deteksi Anomali.

ds	y	yhat	anomaly	delta	delta_abs	Non-noise	noise	Penyebab
2022-09-26 00:16:28	2,027	1,380106	1	0,646894	0,646894	False	True	Noise
2022-09-26 00:21:03	2,062	1,392354	1	0,669646	0,669646	True	False	Non-noise
2022-09-26 00:21:14	2,043	1,392864	1	0,650136	0,650136	True	False	Non-noise

Berdasarkan tabel 3.1 (data lengkap terdapat pada lampiran B) menunjukan contoh hasil yang dapat dideteksi pada anomali, terlihat **y** akan menjadi acuan data sensor asli, dan **yhat** adalah prediksi model pada hari yang sama dengan sensor, **anomaly** adalah banyaknya anomaly yang terdeteksi pada waktu itu, **delta** ada untuk menentukan panjang anomali berdasarkan pengurangan data aktual dan model, **delta_abs** adalah nilai mutlak dari delta, dan kolom **non-noise**, serta **noise** tipe data *boolean* sebagai acuan. Kolom **penyebab** adalah hasil dari non-noise atau noise.

3.6 Pengenalan pola *(pattern recognition)*

Berdasarkan gambar 2.1 menjelaskan bagaimana bentuk noise. pengenalan pola ini akan membantu dalam melakukan klasifikasi, dan bekerja setelah mendapatkan hasil prediksi model yang dilakukan. Penulis dapat menggunakan teknik pengelompokan untuk membedakan antara noise dan tidak noise. Teknik ini akan mengelompokkan data ke dalam kelompok-kelompok berdasarkan kesamaan pola dan kemiripan. Penulis dapat menggunakan teknik ini untuk mengelompokkan data noise dan tidak noise secara terpisah.

Teknik pengelompokan menggunakan teknik visualisasi data seperti *scatter plot, time series,* untuk mencari pola-pola tertentu yang mungkin terdapat dalam data. Jika data terlihat acak dan tidak memiliki pola tertentu, maka kemungkinan besar data tersebut hanya berisi noise.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pada penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini telah dibuat dan dirancang algoritma untuk menentukan banyaknya anomali yang terdeteksi berdasarkan riwayat data dan skenario penelitian, dengan menentukan stasioner data dan evaluasi data, dengan skenario pertama MAE sebesar 0.21109 memiliki data stasioner pada data frame 75,978 di Pulau Sebesi terdeteksi 169 anomali 66 kali peringatan non-noise. Pada skenario kedua MAE sebesar 0.234213 dengan data stasioner pada data frame 76,209 di pangandaran terdeteksi 28 anomali 16 kali peringatan non-noise.
2. Berdasarkan data visualisasi dari data anomali, telah terdeteksi dan terklafisikasi dengan baik karena adanya visualisasi pengenalan pola yang telah dilakukan untuk menentukan noise dan non-noise, serta pengujian terdeteksinya gempa pada pangandaran tanggal 9 Oktober 2022.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat saran terhadap pengembangan penelitian selanjutnya adalah:

1. Melakukan algoritma ini dengan data real-time.
2. Mencoba menggunakan jenis algoritma lain sebagai pembanding dengan fokus data domain frekuensi

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. P. &. P. B. Utomo, "Penerapan datamining pada data gempa bumi terhadap potensi tsunami di Indonesia.," in *In Prosiding Seminar Nasional Riset Information Science (SENARIS)*, tunasbangsa, 2019.

[2] A. D. G. M. B. Annunziato, "IDSL Sea Level Measurement Devices," *Technical report JRC-EC. doi:10.2788/470647.,* 2016.

[3] S. W. K. H. P. P. P. J. Marpaung, "Karakteristik sebaran anomali tinggi muka laut di perairan bagian selatan dan utara pulau jawa," in *In Seminar Nasional Penginderaan Jauh (p. 569).*, 2014.

[4] A. Annunz, "Analisis Runtun Waktu Untuk Memprediksi Jumlah Mahasiswa Baru Dengan Model Prophet Facebook," *semanticscholar.org,* 2021.

[5] C. A. A. M. G. Z. Fan, " Anomaly detection for IoT time-series data: A survey." IEEE Internet of Things Journal*,* 7(7), 6481-6494., 2019.

[6] K. Kapoor, " A Novel Algorithm for Optimized Real Time Anomaly Detection in Timeseries.," *arXiv preprint arXiv:2006.04071.,* 2022.

[7] A. Annunziato, " Tsunami Detection Model for Sea Level Measurement Devices," *Geosciences*, *12*(10), 386*,* 2022.

[8] C. P. Z. H. Sun, " Deep Learning Based Anomaly Detection for Muti-dimensional Time Series: A Survey.," in *China Cyber Security Annual Conference (pp. 71-92). Springer, Singapore*, 2021.

[9] D. E. J. H. H. Goldberg, "Machine Learning. Vol. 3, Nos. 2-3, Special Issue on Genetic Algorithms.," 1988.

[10] G.-B. Q.-Y. Z. C.-K. S. Huang, "Extreme learning machine: theory and applications.," *Neurocomputing,* pp. 489-501, 2006.

[11] M. C. P. T. S. S. S. V. Somvanshi, "A review of machine learning techniques using decision tree and support vector machine.," in *international conference on computing communication control and automation (ICCUBEA) (pp. 1-7). IEEE.*, 2016.

[12] R. I. B. G. N. A.-M. Thupae, "Machine learning techniques for traffic identification and classifiacation in SDWSN: A survey.," in *In IECON*

2018-44th annual conference of the IEEE Industrial Electronics Society (pp. 4645-4650). IEEE., 2018.

[13] C. Nantasenamat, "Towards Data Science," June 2020. [Online]. Available: https://towardsdatascience.com/the-data-science-process-a19eb7ebc41b. [Accessed 13 November 2022].

[14] J. Janssens, Data Science at the Command Line., O'Reilly Media, 2021.

[15] D. C. H. Lau, "Towards Data Science," 3 January 2019. [Online]. Available: https://towardsdatascience.com/5-steps-of-a-data-science-project-lifecycle-26c50372b492. [Accessed 14 Nov 2022].

[16] K. T. A. Dineva, "OSEMN process for working over data acquired by IoT devices mounted in beehives.," *Current Trends in Natural Sciences,* vol. 7.13, pp. 47-53, 2018.

[17] A. W. D. Usman, "Peramalan Data Time Series Seasonal Menggunakan Metode Analisis Spektral" Jurnal Siger Matematika, Vol. 01, No. 01, 2020

[18] C. K. D. A. C. Yenidogan, "Bitcoin Forecasting Using ARIMA and PROPHET.," in *UBMK 2018 - 3rd International Conference on Computer Science and Engineering*, 2018.

[19] R. D. Arifin, "Pengertian Google Sheets – Fungsi, Fitur, Kelebihan, Kekurangan" 24 January 2023. [Online]. Available: https://dianisa.com/pengertian-google-sheets. [Accessed 26 Jan 2023].

[20] E. Wahyu, "Google Colab / Google Colabolatory : Definisi, Penggunaan dan Manfaat" 29 Agustus 2022. [Online]. Available: https://idmetafora.com/news/read/1143/Google-Colab-Google-Colabolatory-Definisi-Penggunaan-dan-Manfaat.html. [Accessed 26 Jan 2023].

[21] D. Murray, " What Tableau IS and IS NOT" 29 Agustus 2022. [Online]. Available: https://interworks.com/blog/dmurray/2014/12/29/what-tableau-and-not/. [Accessed 26 Jan 2023].