

**PENGEMBANGAN MODEL TINGKAT KEPARAHAN  
KECELAKAAN LAUT MENGGUNAKAN METODE  
KLASIFIKASI MACHINE LEARNING**

**(Data yang digunakan mulai dari tahun 2003-2022)**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat**

**Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



**OLEH:**

**ARINDA INTAN SAFITRI**

**09011282025041**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**

# LEMBAR PENGESAHAN

## PENGEMBANGAN MODEL TINGKAT KEPARAHAN KECELAKAAN LAUT MENGGUNAKAN METODE KLASIFIKASI MACHINE LEARNING

(Data yang digunakan mulai dari tahun 2003-2022)

### SKRIPSI

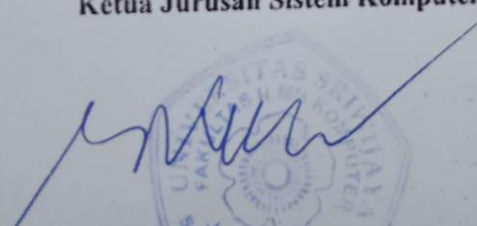
Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

OLEH:

ARINDA INTAN SAFITRI

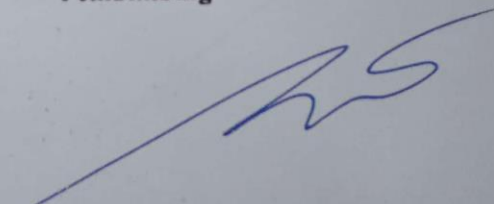
09011282025041

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Sistem Komputer

  
Dr. Ir. Sukemi, M.T.  
NIP. 196612032006041001

Palembang, 25 Maret 2024

Pembimbing

  
Dr. Rossi Passarella, M.Eng.  
NIP. 197806112010121004

## LEMBAR PERSETUJUAN

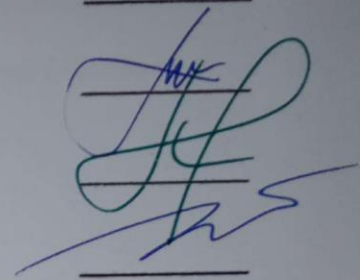
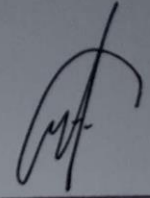
Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Kamis

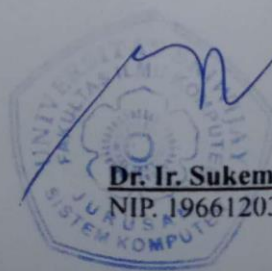
Tanggal : 07 Maret 2024

### Tim Penguji :

1. Ketua : Dr. Ahmad Zarkasi, M.T.
2. Sekretaris : Abdurahman, S.Kom., M.Han.
3. Penguji : Huda Ubaya, M.T.
4. Pembimbing I : Dr. Rossi Passarella, M.Eng.



Mengetahui, 27/3/24  
Ketua Jurusan Sistem Komputer



**Dr. Ir. Sukemi, M.T.**  
NIP. 196612032006041001

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arinda Intan Safitri

NIM : 09011282025041

Judul : Pengembangan Model Tingkat Keparahan Kecelakaan Laut  
Menggunakan Metode Klasifikasi Machine Learning

Hasil pengecekan *Software Turnitin* : 3%

Menyatakan bahwa Laporan Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam Laporan Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya. Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Inderalaya, 25 Maret 2024



Arinda Intan Safitri

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat karunia dan hidayah-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **"Pengembangan Model Tingkat Keparahan Kecelakaan Laut Menggunakan Metode Klasifikasi Machine Learning"**.

Dalam penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak sehingga skripsi dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan nikmat kesehatan, kemudahan serta kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya.
2. Kedua orang tua, keluarga dan orang-orang tersayang yang senantiasa memberikan doa serta dukungan kepada penulis.
3. Bapak Prof. Dr. Erwin, S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Ir. Sukemi, M.T., selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Rossi Passarella, M.Eng., selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membantu serta membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Bambang Tutuko, M.T., selaku dosen pembimbing akademik penulis.
7. Bapak Yopi Syaputra, selaku Admin Jurusan Sistem Komputer Reguler yang telah membantu dalam administrasi selama proses penyelesaian skripsi.
8. Seluruh teman-teman Jurusan Sistem Komputer Angkatan 2020.
9. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas segala dukungan dan perhatian yang diberikan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan penulis yang akan datang. Semoga hasil

penulis ini nantinya dapat bermanfaat, khususnya bagi Mahasiswa Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya.

Palembang, Maret 2024



**Arinda Intan Safitri**

**NIM. 09011282025041**

**PENGEMBANGAN MODEL TINGKAT KEPARAHAN KECELAKAAN  
LAUT MENGGUNAKAN METODE KLASIFIKASI  
MACHINE LEARNING**

**ARINDA INTAN SAFITRI (09011282025041)**

*Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas sriwijaya*

Email : [arindaintan230902@gmail.com](mailto:arindaintan230902@gmail.com)

**Abstrak**

Transportasi laut berperan penting dalam perdagangan internasional, lebih dari 50.000 kapal dagang terlibat disetiap harinya dan menyebabkan peluang besar terjadinya kecelakaan laut. Oleh sebab itu, untuk melihat lebih dalam mengenai pola serta faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kecelakaan yang terjadi perlu dilakukan klasifikasi tingkat keparahan agar dapat mengurangi serta mencegah resiko akibat kecelakaan yang lebih serius. Dalam proses klasifikasi tingkat keparahan tersebut menggunakan metode *machine learning* yang mana akan dilakukan pengembangan terhadap model agar prediksi yang dihasilkan lebih optimal. Dari hasil analisis tersebut ditemukan jenis kecelakaan, jenis kapal, dan faktor berkontribusi secara signifikan terhadap tingkat keparahan akibat kecelakaan, sekitar 50,3% peran manusia menjadi faktor penyebab utama terjadinya kecelakaan, berdasarkan hasil perbandingan terhadap dua model machine learning didapatkan satu model terbaik yaitu LGBM (*Light Gradient Boosting Machine Classifier*) dengan melakukan hyperparameter model.

Kata kunci : Transportasi laut, *Klasifikasi, Machine Learning, LGBM.*

# DEVELOPMENT OF A MARINE ACCIDENT SEVERITY LEVEL MODEL USING CLASSIFICATION METHODS MACHINE LEARNING

**ARINDA INTAN SAFITRI (09011282025041)**

*Department of Computer Systems, Faculty of Computer Science, Sriwijaya University*

Email : [arindaintan230902@gmail.com](mailto:arindaintan230902@gmail.com)

## **Abstract**

Maritime transportation plays an important role in international trade, more than 50,000 merchant ships are involved every day and this causes a large opportunity for maritime accidents. Therefore, to see more about the patterns and factors that influence the accidents that occur, it is necessary to classify the severity level in order to reduce and prevent the risk of more serious accidents. In the severity level classification process, machine learning methods will be used, in which the model will be developed so that the resulting predictions are more optimal. From the results of this analysis, it was found that the type of accident, type of ship, and factors contributed significantly to the severity of the accident, around 50.3% of the human role was the main causal factor in the occurrence of the accident. Based on the results of the comparison of two machine learning models, one of the best models was obtained, namely LGBM (Light Gradient Boosting Machine Classifier) by hyperparameterizing the model.

*Keywords: Maritime Transportation, Classification, Machine Learning, LGBM.*



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan .....	4
1.5 Manfaat .....	4
1.6 Metodologi Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penelitian.....	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Metode Machine Learning.....	7
2.2 Data.....	7
2.3 Data Mining .....	8
2.4 Klasifikasi .....	9
2.4.1 Naïve Bayes (NB) .....	9
2.4.2 K-Nearest Neighbours (KNN) .....	10
2.4.3 Support Vector Machine (SVM) .....	10
2.4.4 Decision Tree (DT) .....	11
2.4.5 Random Forest (RF) .....	11
2.4.6 Adaptive Boosting (AdaBoost) .....	12
2.4.7 Extrem Gradient Bossting (XGBoost).....	12

2.4.8 Light Gradient Boosting Machine (LGBM) .....	12
2.5 Lazy Predict .....	13
2.6 Confusion Matrix .....	13
2.7 Penelitian Terkait .....	14
2.8 Landasan Teori .....	19
2.8.1 Transportasi Laut .....	19
2.8.2 Sejarah Internasional Maritime Organization (IMO) .....	20
2.8.3 Jenis-Jenis Kecelakaan Laut .....	20
2.8.4 Identifikasi Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan Laut .....	21
2.8.5 Klasifikasi Tingkat Keparahan Kecelakaan Laut .....	22
2.8.6 Budaya Keselamatan dan Keamanan Maritim .....	23
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
3.1 Pendahuluan .....	24
3.2 Tahap Penelitian .....	24
3.3 Studi Literatur .....	25
3.4 Pengumpulan Data .....	25
3.5 Data Preprocessing .....	25
3.5.1 Data Cleaning .....	25
3.5.2 Seleksi Fitur .....	26
3.5.3 Transformasi Data .....	26
3.5.4 Splitting Data .....	26
3.6 Pengembangan Model Machine Learning .....	26
3.7 Spesifikasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak .....	28
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
4.1 Pendahuluan .....	30
4.2 Pengumpulan Data .....	30
4.3 Data Preprocessing .....	31
4.3.1 Data Cleaning .....	31
4.3.2 Seleksi Fitur .....	34
4.3.3 Transformasi Data .....	36
4.3.4 Splitting Data .....	39
4.4 Analisis Dataset .....	40

4.5 Pengembangan Model Machine Learning (Hyperparameter Tuning).....	46
4.5.1 Model AdaboostClassifier dan LGBMClassifier .....	47
4.5.2 Analisis Perbandingan Hasil Adaboost dan LGBM.....	50
4.5.3 Hyperparameter Tuning <i>Light Gradient Boosting Machine</i> (LGBM)..	51
4.5.4 Analisis Perbandingan Hyperparameter LGBM .....	53
<b>BAB 5 KESIMPULAN.....</b>	<b>57</b>
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran .....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>58</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Confusion Matrix 3x3 .....	13
<b>Gambar 3.1</b> Tahapan Penelitian .....	24
<b>Gambar 3.2</b> Algoritma pengembangan model .....	27
<b>Gambar 4.1</b> Dataset .....	31
<b>Gambar 4.2</b> Jenis variabel dataset .....	31
<b>Gambar 4.3</b> Dimensi dataset .....	32
<b>Gambar 4.4</b> Pengecekan dataset ( <i>missing value</i> ) .....	32
<b>Gambar 4.5</b> Deskripsi variabel dataset .....	32
<b>Gambar 4.6</b> Seleksi fitur .....	34
<b>Gambar 4.7</b> Korelasi dataset .....	35
<b>Gambar 4.8</b> Transformasi variabel jenis kapal .....	37
<b>Gambar 4.9</b> Transformasi variabel jenis kecelakaan .....	37
<b>Gambar 4.10</b> Transformasi variabel faktor .....	37
<b>Gambar 4.11</b> Transformasi variabel Tingkat keparahan .....	37
<b>Gambar 4.12</b> Proses splitting data .....	39
<b>Gambar 4.13</b> Hasil Splitting data .....	39
<b>Gambar 4.14</b> Data kecelakaan per tahun .....	40
<b>Gambar 4.15</b> Data jenis kecelakaan ditahun 2018 .....	40
<b>Gambar 4.16</b> Data jenis kecelakaan ditahun 2019 .....	41
<b>Gambar 4.17</b> Data jenis kecelakaan ditahun 2022 .....	41
<b>Gambar 4.18</b> Tingkat keparahan kecelakaan per tahun .....	42
<b>Gambar 4.19</b> Persentase total jenis kecelakaan .....	42
<b>Gambar 4.20</b> Jenis kecelakaan dengan tingkat keparahannya .....	43
<b>Gambar 4.21</b> Persentase faktor-faktor kecelakaan .....	44
<b>Gambar 4.22</b> Faktor kecelakaan dengan tingkat keparahannya .....	44
<b>Gambar 4.23</b> Persentase jenis kapal .....	45

<b>Gambar 4.24</b> Jenis kapal dengan tingkat keparahannya .....	46
<b>Gambar 4.25</b> Proses <i>LazyPredictClassifier</i> .....	47
<b>Gambar 4.26</b> Hasil proses <i>LazyPredictClassifier</i> .....	47
<b>Gambar 4.27</b> Hasil klasifikasi hyperparameter <i>LGBMClassifier</i> .....	55

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Penelitian terkait .....	15
<b>Tabel 2.</b> Sumber dataset .....	30
<b>Tabel 3.</b> Deskripsi variabel dataset .....	33
<b>Tabel 4.</b> Deskripsi variabel yang dipilih untuk dianalisis .....	35
<b>Tabel 5.</b> Transformasi dataset .....	37
<b>Tabel 6.</b> Distribusi dataset variabel target .....	39
<b>Tabel 7.</b> Parameter model adaboost .....	48
<b>Tabel 8.</b> Matrix evaluasi model adaboost data training .....	48
<b>Tabel 9.</b> Matrix evaluasi model adaboost data testing .....	49
<b>Tabel 10.</b> Parameter model LGBM .....	49
<b>Tabel 11.</b> Matrix evaluasi model LGBM data training .....	50
<b>Tabel 12.</b> Matrix evaluasi model LGBM data testing .....	50
<b>Tabel 13.</b> Rata-rata f1-score adaboost dan LGBM .....	50
<b>Tabel 14.</b> Parameter yang diuji pada model LGBM .....	51
<b>Tabel 15.</b> Parameter terbaik LGBM .....	52
<b>Tabel 16.</b> Matrix evaluasi hyperparameter LGBM data training .....	52
<b>Tabel 17.</b> Matrix evaluasi hyperparameter LGBM data testing .....	53
<b>Tabel 18.</b> Perbandingan parameter sebelum dan sesudah hyperparameter LGBM .....	53
<b>Tabel 19.</b> Perbandingan hasil hyperparameter LGBM .....	54

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Verifikasi Nilai Suliet/Usept .....	62
<b>Lampiran 2.</b> Pengecekan Similarity .....	63

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Transportasi laut merupakan sistem transportasi yang menggunakan laut atau perairan luas sebagai jalur utama. Transportasi laut telah digunakan selama ribuan tahun yang lalu hingga saat ini, mulai dari mengangkut barang, mengangkut penumpang, serta komoditas lainnya, transportasi ini juga memegang peranan yang sangat penting terutama dalam perdagangan internasional, karena dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi, mobilitas manusia hingga ketahanan nasional. Dengan begitu, semua aktivitas global sangat bergantung pada transportasi laut, sekitar 90% komoditas barang diangkut melalui jalur laut [1], dimana lebih dari 50.000 kapal dagang terlibat dalam perdagangan internasional disetiap harinya [2]. Hal ini menyebabkan tingkat lalu lintas pelayaran semakin meningkat terutama di perairan sempit, lalu lintas pelayaran menjadi lebih kompleks dan tidak konsisten, selain itu kondisi hidrologi global yang berubah-ubah juga dapat memberikan dampak pada peningkatan keparahan akibat terjadinya kecelakaan laut [3].

Kecelakaan laut memiliki tingkat keparahan yang bervariasi, mulai dari kecelakaan ringan hingga kecelakaan sangat serius seperti hilangnya nyawa, cedera fisik, kapal hilang hingga kerugian materi yang besar serta pencemaran lingkungan air laut akibat tumpahan minyak atau material bahan kimia berbahaya dalam skala besar [4]. Menurut catatan laporan *European Maritime Safety Agency* [5] Selama periode tahun 2014-2021, jumlah kecelakaan laut telah tercatat sebanyak 177 kapal hilang, 21.173 korban dan insiden kapal, 5.394 korban luka dengan 374 korban jiwa, dan sebanyak 23.623 kecelakaan laut. Dan menurut laporan *Allianz Global Corporate & Specialty* [1], sebagian besar dari 27.477 kasus yang dilaporkan selama satu dekade terakhir disebabkan oleh kerusakan pada mesin sebanyak 10.753 kasus, kemudian diikuti oleh kecelakaan tabrakan sebanyak 3.098 kasus dan kapal kandas sebanyak 2.936 kasus.



Sekitar 60% hingga 90% kecelakaan laut terjadi disebabkan oleh kesalahan manusia, mulai dari awak kapal yang kelelahan dan kurangnya pengetahuan secara teknis tentang kapal, komunikasi yang buruk, kebijakan, praktik dan standarisasi kapal yang salah, sehingga menjadi masalah serius bagi industri pelayaran [6]. Berdasarkan dari catatan kasus kecelakaan serta faktor yang mempengaruhi tersebut, maka perlu dilakukannya pengkajian lebih lanjut mengenai tingkat keparahan akibat kecelakaan laut.

Sebelumnya pengkajian terhadap tingkat keparahan kecelakaan laut ini telah dilakukan oleh beberapa peneliti, yang mana pada penelitian [7] dilakukan analisis pengembangan model *Binary Logistic Regression* dan model *Zero-Truncated Binomial* dengan menggunakan data bersumber dari database yang dikelola oleh *Lloyd's List Intelligence Company* dari tahun 2001-2011. Sedangkan, pada penelitian [8] melakukan pengembangan model *Naïve Bayes* terhadap data laporan investigasi MSA (*Maritime Safety Administration*) Tiongkok dari tahun 1979-2015. Kedua penelitian ini, berfokus pada tingkat keparahan kecelakaan laut berdasarkan faktor yang berkontribusi seperti jenis kecelakaan, latar belakang pendidikan awak kapal, lokasi kecelakaan, serta usia kapal. Selanjutnya, pada penelitian [9] pengembangan model menggunakan teknik *Random Oversampling* (RO) untuk memprediksi tingkat keparahan insiden NTS (keamanan non-tradisional) atau pembajakan di jalur laut dengan faktor yang paling berkontribusi adalah waktu kecelakaan dan jenis kapal menggunakan data GISIS (*Global Integrated Shipping Information System*) dari tahun 2015-2020.

Kemudian, penelitian [10] dengan model *Decision Tree* (DT) digunakan untuk memprediksi tingkat keparahan tumpahan minyak akibat kecelakaan laut, yang mana tingkatan ini dipengaruhi oleh jenis kecelakaan dan jenis kapal, menggunakan data USCG (*United States Coast Guard*) dari tahun 2002-2015. Lalu, pada penelitian yang dilakukan oleh [11] dilakukan pengembangan model a *Zero Inflated Ordered Probit* (ZIOP) untuk memprediksi faktor tingkat keparahan cedera kecelakaan laut, data yang digunakan bersumber dari hasil laporan investigasi TSB (*Transportasi Safety Board Of Canada*), MAIB (*Marine Accident Investigation Branch*), ATSB (*Australian Transport Safety Board*), NTSB (*Nasional Transportation Safety Board*), JTSA (*Japan Transport Safety Board*), MSA

(*Maritime Safety Administration*), dan BSU (The Federal Bureau of Maritime Casualty) dari tahun 2000-2019. Terakhir kajian penelitian yang dilakukan oleh [12], menerapkan model *spatial fuzzy multi-criteria evaluation* untuk menilai serta memetakan tingkat risiko zona bahaya transportasi laut di laut China dengan lima tingkatan yaitu zona risiko sangat tinggi, tinggi, menengah, rendah, dan sangat rendah, dengan menggunakan berbagai sumber data termasuk dari pemerintah, organisasi internasional, serta perusahaan komersial dari tahun 1980-2019.

Oleh karena itu, untuk melihat lebih dalam mengenai analisis kecelakaan laut yang terjadi, maka perlu dilakukan klasifikasi tingkat keparahan dengan berfokus pada variabel-variabel yang berkontribusi terhadap terjadinya kecelakaan menggunakan model machine learning. Hal ini bertujuan untuk mengurangi tingkat keparahan yang lebih serius akibat kecelakaan dan meningkatkan strategi keamanan serta keselamatan pelayaran yang lebih efektif dimasa mendatang.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang tersebut diperoleh beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apa saja variabel-variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat keparahan kecelakaan laut?
2. Bagaimana pola tingkat keparahan kecelakaan laut berdasarkan variabel-variabel yang digunakan?
3. Sejauh mana performa model machine learning dalam mengklasifikasikan tingkat keparahan kecelakaan laut?

## **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, sebagai berikut:

1. Dataset diperoleh melalui laporan investigasi kecelakaan laut dari website resmi beberapa negara meliputi KNKT (Komite Nasional Keselamatan Transportasi), ATSB (*Australian Transport Safety Board*), NTSB (*Nasional Transportation Safety Board*), TSB (*Transportasi Safety Board Of Canada*), MAIB (*Marine Accident Investigation Branch*), dan JTSB (*Japan Transport Safety Board*) antara tahun 2003-2022.

2. Variabel yang digunakan adalah jenis kapal, jenis kecelakaan, faktor, dan tingkat keparahan.
3. Metode analisis data yang digunakan adalah model *Machine Learning*.
4. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah python dengan *software Visual Studio Code* untuk menjalankan kode program dan *software Microsoft Excel* untuk menginput data laporan investigasi.
5. Analisis berfokus pada variabel-variabel yang mempengaruhi tingkat keparahan akibat kecelakaan serta pengembangan model machine learning dalam mengklasifikasikan tingkat keparahan tersebut.

#### **1.4 Tujuan**

Adapun tujuan penulis dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi faktor-faktor terkait yang memiliki korelasi secara signifikan dengan tingkat keparahan kecelakaan laut.
2. Mengidentifikasi pola dalam data kecelakaan laut yang dapat mempengaruhi tingkat keparahan akibat kecelakaan.
3. Mengukur kinerja model *machine learning* dalam mengklasifikasikan tingkat keparahan kecelakaan laut.

#### **1.5 Manfaat**

Adapun manfaat yang diharapkan penulis dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Memberikan wawasan mendalam tentang faktor-faktor yang dapat meningkatkan keparahan akibat kecelakaan.
2. Membantu pencegahan dan mengurangi tingkat keparahan kecelakaan laut.
3. Memungkinkan pengembangan sistem peringatan dini yang lebih canggih dan efektif untuk mengurangi dampak kecelakaan laut.

#### **1.6 Metodologi Penelitian**

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Metode Studi Literatur

Pada langkah pertama ini, dimulai dengan mengidentifikasi topik masalah yang akan menjadi objek penelitian melalui berbagai sumber referensi

seperti artikel, website, jurnal buku dan sumber referensi lainnya yang berkaitan dengan penelitian.

## 2. Metode Konsultasi

Dalam metode ini, akan dilakukan diskusi secara langsung antara penulis dengan dosen pembimbing agar mendapatkan pemahaman yang tepat dalam melakukan analisis serta dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik dan benar.

## 3. Metode Pengolahan Data

Pada langkah ketiga, akan dilakukan pengolahan data terkait objek penelitian dengan menerapkan metode analisis yang digunakan. Diawali dengan tahap pengumpulan data dan dilanjutkan dengan data preprocessing.

## 4. Metode Pengembangan Model

Pada langkah keempat yaitu pengembangan terhadap model yang digunakan, kemudian dilakukan pelatihan serta pengujian terhadap hasil kinerja model dan menggunakan matrix evaluasi untuk melihat performa model tersebut.

## 5. Analisa dan Kesimpulan

Pada langkah terakhir, akan dilakukan analisis terhadap data dan hasil pengembangan model yang telah dilakukan serta kesimpulan.

### **1.7 Sistematika Penelitian**

Adapun sistematika penulisan dalam penelitian tugas akhir sebagai berikut:

#### **BAB 1. PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan secara sistematis tentang topik penelitian yang dimulai dari latar belakang penelitian, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan, manfaat, metodologi penelitian serta sistematika penelitian.

#### **BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi mengenai penelitian terkait dan dasar teori tentang pengaruh transportasi laut, badan investigasi, Jenis kapal, jenis kecelakaan, faktor-faktor penyebab kecelakaan, metode analisis yang digunakan, serta teori lainnya yang berkaitan dengan subjek penelitian.

### BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan bagaimana proses dan langkah-langkah yang diimplementasikan ke dalam analisis data penelitian.

### BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan proses bagaimana cara dan hasil dari eksekusi dalam langkah-langkah yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, kemudian dilakukan Analisa hasil penerapan metode analisis terhadap data kecelakaan laut yang digunakan.

### BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan mengenai hasil Analisa dari implemetasi metode klasifikasi dengan melakukan pengujian terhadap model machine learning yang dirangkum secara singkat, padat, dan jelas. Kemudian bab ini juga berisi saran yang dapat digunakan sebagai pengembangan penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Allianz, “Safety and Shipping Review 2015,” no. December 2014, p. 36, 2015, [Online]. Available: <http://www.agcs.allianz.com/assets/PDFs/Reports/Shipping-Review-2015.pdf>
- [2] J. Chen, W. Bian, Z. Wan, Z. Yang, H. Zheng, and P. Wang, “Identifying factors influencing total-loss marine accidents in the world: Analysis and evaluation based on ship types and sea regions,” *Ocean Eng.*, vol. 191, no. October, p. 106495, 2019, doi: 10.1016/j.oceaneng.2019.106495.
- [3] U. Ozturk and K. Cicek, “Individual collision risk assessment in ship navigation: A systematic literature review,” *Ocean Eng.*, vol. 180, no. June 2018, pp. 130–143, 2019, doi: 10.1016/j.oceaneng.2019.03.042.
- [4] X. Li *et al.*, “Enhancement of Interfacial Solar Vapor Generation by Environmental Energy,” *Joule*, vol. 2, no. 7, pp. 1331–1338, 2018, doi: 10.1016/j.joule.2018.04.004.
- [5] UNCTAD, *Review of Maritime Report 2021*. 2021. [Online]. Available: [http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/rmt2015\\_en.pdf](http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/rmt2015_en.pdf)
- [6] H. Wang, Z. Liu, X. Wang, D. Huang, L. Cao, and J. Wang, “Analysis of the injury-severity outcomes of maritime accidents using a zero-inflated ordered probit model,” *Ocean Eng.*, vol. 258, no. July, p. 111796, 2022, doi: 10.1016/j.oceaneng.2022.111796.
- [7] J. Weng and D. Yang, “Investigation of shipping accident injury severity and mortality,” *Accid. Anal. Prev.*, vol. 76, pp. 92–101, 2015, doi: 10.1016/j.aap.2015.01.002.
- [8] L. Wang and Z. Yang, “Bayesian network modelling and analysis of accident severity in waterborne transportation: A case study in China,” *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, vol. 180, no. June, pp. 277–289, 2018, doi: 10.1016/j.ress.2018.07.021.

- [9] J. Lu, W. Su, M. Jiang, and Y. Ji, "Severity prediction and risk assessment for non-traditional safety events in sea lanes based on a random forest approach," *Ocean Coast. Manag.*, vol. 225, no. April, p. 106202, 2022, doi: 10.1016/j.ocecoaman.2022.106202.
- [10] E. Cakir, C. Sevgili, and R. Fiskin, "An analysis of severity of oil spill caused by vessel accidents," *Transp. Res. Part D Transp. Environ.*, vol. 90, no. December 2020, p. 102662, 2021, doi: 10.1016/j.trd.2020.102662.
- [11] H. Wang, Z. Liu, X. Wang, D. Huang, L. Cao, and J. Wang, "Analysis of the injury-severity outcomes of maritime accidents using a zero-inflated ordered probit model," *Ocean Eng.*, vol. 258, no. February, p. 111796, 2022, doi: 10.1016/j.oceaneng.2022.111796.
- [12] X. Zhou, L. Cheng, and M. Li, "Assessing and mapping maritime transportation risk based on spatial fuzzy multi-criteria decision making: A case study in the South China sea," *Ocean Eng.*, vol. 208, no. May, p. 107403, 2020, doi: 10.1016/j.oceaneng.2020.107403.
- [13] J. Alzubi, A. Nayyar, and A. Kumar, "Machine Learning from Theory to Algorithms: An Overview," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1142, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1142/1/012012.
- [14] I. H. Sarker, "Machine Learning: Algorithms, Real-World Applications and Research Directions," *SN Comput. Sci.*, vol. 2, no. 3, pp. 1–21, 2021, doi: 10.1007/s42979-021-00592-x.
- [15] R. S. J. Baker, "Encyclopedia of Data Warehousing and Mining," *Encycl. Data Warehous. Min.*, 2011, doi: 10.4018/978-1-59140-557-3.
- [16] G. H. John and P. Langley, "Estimating Continuous Distributions in Bayesian Classifiers," 2013, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1302.4964>
- [17] J. Fan, X. Ma, L. Wu, F. Zhang, X. Yu, and W. Zeng, "Light Gradient Boosting Machine: An efficient soft computing model for estimating daily reference evapotranspiration with local and external meteorological data,"

- Agric. Water Manag.*, vol. 225, no. February, p. 105758, 2019, doi: 10.1016/j.agwat.2019.105758.
- [18] A. E. Eldin Rashed, A. M. Elmorsy, and A. E. Mansour Atwa, “Comparative evaluation of automated machine learning techniques for breast cancer diagnosis,” *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 86, no. PA, p. 105016, 2023, doi: 10.1016/j.bspc.2023.105016.
- [19] A. Banerjee, E. Duflo, and N. Qian, “On the road: Access to transportation infrastructure and economic growth in China,” *J. Dev. Econ.*, vol. 145, no. January, p. 102442, 2020, doi: 10.1016/j.jdeveco.2020.102442.
- [20] M. Christiansen, K. Fagerholt, B. Nygreen, and D. Ronen, “Chapter 4 Maritime Transportation,” *Handbooks Oper. Res. Manag. Sci.*, vol. 14, no. C, pp. 189–284, 2007, doi: 10.1016/S0927-0507(06)14004-9.
- [21] N. Akbulaev and G. Bayramli, “Maritime transport and economic growth: Interconnection and influence (an example of the countries in the Caspian sea coast; Russia, Azerbaijan, Turkmenistan, Kazakhstan and Iran),” *Mar. Policy*, vol. 118, no. May, p. 104005, 2020, doi: 10.1016/j.marpol.2020.104005.
- [22] M. Karl *et al.*, “Effects of ship emissions on air quality in the Baltic Sea region simulated with three different chemistry transport models,” *Atmos. Chem. Phys.*, vol. 19, no. 10, pp. 7019–7053, 2019, doi: 10.5194/acp-19-7019-2019.
- [23] X. Bai, X. Zhang, K. X. Li, Y. Zhou, and K. F. Yuen, “Research topics and trends in the maritime transport: A structural topic model,” *Transp. Policy*, vol. 102, no. May 2020, pp. 11–24, 2021, doi: 10.1016/j.tranpol.2020.12.013.
- [24] W. Tarelko, “Origins of ship safety requirements formulated by International Maritime Organization,” *Procedia Eng.*, vol. 45, pp. 847–856, 2012, doi: 10.1016/j.proeng.2012.08.249.
- [25] H. Wang, Z. Liu, X. Wang, T. Graham, and J. Wang, “An analysis of



- factors affecting the severity of marine accidents,” *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, vol. 210, no. January, p. 107513, 2021, doi: 10.1016/j.ress.2021.107513.
- [26] J. Sánchez-Beaskoetxea, I. Basterretxea-Iribar, I. Sotés, and M. de las M. M. Machado, “Human error in marine accidents: Is the crew normally to blame?,” *Marit. Transp. Res.*, vol. 2, no. February, 2021, doi: 10.1016/j.martra.2021.100016.
- [27] A. Rawson, M. Brito, Z. Sabeur, and L. Tran-Thanh, “A machine learning approach for monitoring ship safety in extreme weather events,” *Saf. Sci.*, vol. 141, no. May, p. 105336, 2021, doi: 10.1016/j.ssci.2021.105336.
- [28] C. H. Chang, C. Kontovas, Q. Yu, and Z. Yang, “Risk assessment of the operations of maritime autonomous surface ships,” *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, vol. 207, no. September 2020, p. 107324, 2021, doi: 10.1016/j.ress.2020.107324.
- [29] IMO, “Casualty-related matters’ reports on marine casualties and incidents,” *MSC-MEPC.3/Circ.4/Rev.1*, vol. 44, no. 1, pp. 1–5, 2014.
- [30] Z. Naukowe, A. Morskij, and D. Pyć, “Maritime safety culture as a condition for sustainable shipping,” *Sci. Journals Marit. Univ. Szczecin*, vol. 61, no. 133, pp. 55–61, 2020, doi: 10.17402/400.
- [31] Å. Ek, M. Runefors, and J. Borell, “Relationships between safety culture aspects - A work process to enable interpretation,” *Mar. Policy*, vol. 44, pp. 179–186, 2014, doi: 10.1016/j.marpol.2013.08.024.