

**KLASIFIKASI ANOMALI PROSES *LANDING* PESAWAT  
TERBANG PADA BANDARA SULTAN SYARIF KASIM II  
MENGUNAKAN METODE KNN**

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Program Strata-1 Pada  
Jurusan Teknik Informatika



Oleh:

Aditya  
NIM: 09021281924029

**Jurusan Teknik Informatika  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**KLASIFIKASI ANOMALI PROSES *LANDING* PESAWAT  
TERBANG PADA BANDARA SULTAN SYARIF KASIM II  
MENGUNAKAN METODE KNN**

Oleh:

Aditya  
NIM : 09021281924029

Palembang, 13 Juni 2023

Pembimbing I



Rossi Passarella, S.T., M.Eng.  
NIP. 197806112010121004

Pembimbing II,



Osvari Arsalan, M.T.  
NIP. 198806282018031001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Alvi Syahrini Utami, M. Kom.  
NIP. 19781222200604200

## TANDA LULUS SIDANG SKRIPSI

Pada hari Selasa tanggal 13 Juni 2023 telah dilaksanakan ujian komprehensif skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya

Nama : Aditya


NIM : 09021281924029

Judul : Klasifikasi Anomali Proses Landing Pesawat Terbang Pada Bandara Sultan Syarif Kasim II Menggunakan Metode KNN

dan dinyatakan LULUS.

### 1. Ketua Penguji

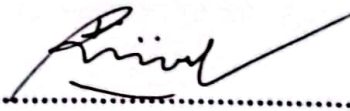
Julian Supardi, S.Pd., M.T., Ph.D  
NIP. 197207102010121001



.....

### 2. Penguji

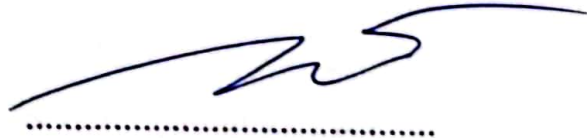
Mastura Diana Marieska, M.T.  
NIP. 198603212018032001



.....

### 3. Pembimbing I

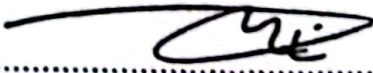
Rossi Passarella, S.T., M.Eng  
NIP. 197806112010121004



.....

### 4. Pembimbing II

Osvari Arsalan, M.T.  
NIP. 198806282018031001



.....

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika



  
Alvi Syahrini Utami, M.Kom  
NIP. 197812222006042003

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

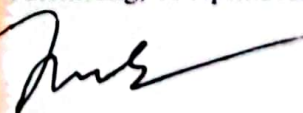
Nama : Aditya  
NIM : 09021281924029  
Program Studi : Teknik Informatika  
Judul Skripsi : Klasifikasi Anomali Proses Landing Pesawat Terbang Pada Bandara Sultan Syarif Kasim II Menggunakan Metode KNN

Hasil Pengecekan *Software (iThenticate/Turnitin)*: 7%

Menyatakan bahwa laporan proyek saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan proyek ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapapun.



Palembang, 11 April 2023  
  
ME4TRAI  
TEMPEL  
CBD88AKX476586241 Aditya  
NIM. 09021281924029

**Motto:**

- **Berproses dan Berprogres**
- **Terbentur Hingga Terbentuk**
- **Jadi Hebat**

**Kupersembahkan karya tulis ini kepada :**

- **Keluarga Besarku**
- **Teman Seperjuangan**
- **Fakultas Ilmu Komputer**
- **Universitas Sriwijaya**

## ABSTRACT

*Air transportation still has the possibility of having an accident. According to Boeing, fatal accidents on flights occur mostly in the final approach phase, which is 28%, and the landing phase, which is 26%. In Indonesia, Sultan Syarif Kasim II Airport is in 6th place out of the 10 most dangerous airports, according to research written by Sandhyavavitri in 2014. According to the NTSC, from 2010 to 2016, 67% of aircraft accidents were caused by humans. Because of this, an analysis and modeling of ADS-B data classification were carried out to determine which aircraft violated the touchdown rules at Sultan Syarif Kasim II airport using the K-Nearest Neighbor (KNN) method. KNN is a machine learning method that classifies data based on the dominant class of the nearest neighbor. In this research, KNN is tested by utilizing a confusion matrix that produces accuracy, precision, recall, and f1-score values. The results of KNN testing using a ratio of 70% training data and 30% testing data from  $k = 2$  to 11 values show that the  $k = 5$  configuration has the best performance with an average evaluation metric value for each test of 99%. **Keywords:** K-nearest neighbor, machine learning, ADS-B, flight, landing, Sultan Syarif Kasim II.*

## ABSTRAK

Alat transportasi udara masih memiliki kemungkinan untuk mengalami kecelakaan. Menurut *Boeing, Fatal accidents* pada penerbangan paling banyak terjadi di fase *final approach* yaitu sebesar 28% dan *fase landing* sebesar 26%. Di Indonesia sendiri, bandara Sultan Syarif Kasim II berada diposisi ke-6 dari 10 bandara paling berbahaya menurut penelitian yang ditulis oleh Sandhyavavitri pada tahun 2014. Faktor penyebab kecelakaan pesawat terbang menurut KNKT, pada tahun 2010 hingga 2016, 67% terjadi karena manusia. Oleh karena hal tersebut, dilakukan analisis dan pemodelan klasifikasi data ADS-B untuk mengetahui pesawat yang melakukan pelanggaran terhadap aturan *touchdown* pada bandara Sultan Syarif Kasim II menggunakan metode *K-Nearest Neighbour* (KNN). KNN merupakan metode *machine learning* yang mengklasifikasikan data berdasarkan kelas dominan dari tetangga terdekat. Pada penelitian ini, KNN diuji dengan memanfaatkan *confusion matrix* yang menghasilkan nilai *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *f1-score*. Hasil dari pengujian KNN yang menggunakan rasio data *training* 70% dan data *testing* 30% dari nilai  $k = 2$  hingga 11 menunjukkan bahwa konfigurasi  $k = 5$  memiliki performa terbaik dengan rata-rata nilai metrik evaluasi setiap pengujian sebesar 99%.

**Kata Kunci:** *K-Nearest Neighbour*, *Machine Learning*, ADS-B, Penerbangan, *Landing*, Sultan Syarif Kasim II.

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan berkah dan Rahmat sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan program Strata-1 pada Fakultas Ilmu Komputer Program Studi Teknik Informatika di Universitas Sriwijaya.

Penyelesaian Tugas Akhir ini tentunya banyak dibantu dan didukung oleh pihak lain secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi membantu penulis dalam menyelesaikan perkuliahan dan Tugas Akhir ini, yaitu kepada:

1. Kedua orang tua serta keluarga penulis tercinta, yang telah memberikan doa, restu serta dukungan yang sangat besar dalam melaksanakan perkuliahan di Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya hingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi
2. Almarhum Bapak Dr. Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T. yang selalu membimbing dan mengarahkan saat penulis menjadi pengurus organisasi kampus.
3. Bapak Fathoni, M.Si. Selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan dan Alumni Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya yang selalu membimbing dan mengarahkan saat penulis menjadi pengurus organisasi kampus.
4. Ibu Alvi Syahrini Utami, M. Kom. Selaku ketua jurusan Teknik Informatika



Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

5. Ibu Novi Yusliani, M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberi dorongan dan semangat untuk penulis dalam urusan perkuliahan.
6. Bapak Rossi Passarella, S.T., M.Eng. dan Bapak Osvari Arsalan, S.Kom., M.T selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa memberikan arahan dan bimbingan serta telah memberikan banyak ilmu yang berharga.
7. Ibu Rizki Kurniati, M.T. yang sering membantu dan memberikan arahan dalam penulisan skripsi penulis.
8. Teman satu tim Indra, Rifqi dan Rani yang selalu menjadi teman berdiskusi dalam proses pengerjaan skripsi.
9. Taswiyah Marsyah Noor yang selalu menemani dan menjadi teman diskusi perihal UI/UX pada pengerjaan Skripsi.
10. Naufal Azel Muzzakiy selaku sahabat yang terus memberikan semangat.
11. Mbak Winda, Kak Ricy, Kak Willy dan seluruh staff Fasilkom unsri yang berkontribusi dalam kemudahan administrasi selama masa perkuliahan penulis.
12. Isra selaku wakil ketua BEM Fasilkom Unsri dan seluruh jajaran BEM Fasilkom Unsri.
13. Kak syechan dan Bang Nauval Faris yang telah banyak berkontribusi dalam proses pengembangan *softskill* penulis selama masa perkuliahan.

## DAFTAR ISI

Halaman

|  |       |
|--|-------|
| HALAMAN JUDUL.....                           | i     |
| LEMBAR PENGESAHAN.....                       | ii    |
| ABSTRACT.....                                | vi    |
| ABSTRAK.....                                 | vii   |
| KATA PENGANTAR.....                          | viii  |
| DAFTAR ISI.....                              | x     |
| DAFTAR TABEL.....                            | xiii  |
| DAFTAR GAMBAR.....                           | xvi   |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                         | xviii |
| ABSTRACT.....                                | vi    |
| ABSTRAK.....                                 | vii   |
| KATA PENGANTAR.....                          | viii  |
| BAB I  |       |
| PENDAHULUAN.....                             | I-1   |
| 1.1    Pendahuluan.....                      | I-1   |
| 1.2    Latar Belakang.....                   | I-1   |
| 1.3    Rumusan Masalah.....                  | I-4   |
| 1.4    Tujuan.....                           | I-4   |
| 1.5    Manfaat.....                          | I-5   |
| 1.6    Batasan Masalah.....                  | I-5   |
| 1.7    Sistematika Penulisan.....            | I-6   |
| 1.8    Kesimpulan.....                       | I-7   |
| BAB II                                       |       |
| KAJIAN LITERATUR.....                        | II-1  |
| 2.1    Pendahuluan.....                      | II-1  |
| 2.2    Landasan Teori.....                   | II-1  |
| 2.2.1    Bandara Sultan Syarif Kasim II..... | II-1  |
| 2.2.2    Fase Penerbangan.....               | II-2  |

|                                   |  |              |
|-----------------------------------|--|--------------|
| 2.2.3                             | Marka Landasan Pacu .....                                  | II-3         |
| 2.2.4                             | <i>Touchdown zone</i> .....                                | II-4         |
| 2.2.5                             | Kecelakaan Pesawat Terbang .....                           | II-5         |
| 2.2.6                             | Komite Nasional Kecelakaan Transportasi (KNKT).....        | II-6         |
| 2.2.7                             | <i>Google Maps</i> .....                                   | II-6         |
| 2.2.8                             | <i>Website Flightradar24</i> .....                         | II-7         |
| 2.2.9                             | Data ADS-B .....   | II-7         |
| 2.2.10                            | <i>Pre-Processing Data</i> .....                           | II-8         |
| 2.2.11                            | Analisis Data.....   | II-9         |
| 2.2.12                            | Klasifikasi Data.....                                      | II-9         |
| 2.2.13                            | Jarak <i>Euclidean</i> .....                               | II-10        |
| 2.2.14                            | <i>K-Nearest Neighbor</i> .....                            | II-10        |
| 2.2.15                            | <i>Confusion Matrix</i> .....                              | II-12        |
| 2.2.16                            | <i>Imbalanced Data</i> .....                               | II-14        |
| 2.2.17                            | Metode Pengembangan Perangkat Lunak <i>Waterfall</i> ..... | II-15        |
| 2.3                               | Penelitian Yang Relevan .....                              | II-15        |
| 2.4                               | Kesimpulan.....  | II-17        |
| <b>BAB III</b>                    |  |              |
| <b>METODOLOGI PENELITIAN.....</b> |  | <b>III-1</b> |
| 3.1                               | Pendahuluan .....  | III-1        |
| 3.2                               | Pengumpulan Data .....                                     | III-1        |
| 3.2.1                             | Jenis Data.....  | III-1        |
| 3.2.2                             | Sumber Data .....  | III-2        |
| 3.2.3                             | Metode Pengumpulan Data.....                               | III-2        |
| 3.3                               | Tahapan Penelitian .....                                   | III-3        |
| 3.3.1                             | Kerangka Kerja.....  | III-3        |
| 3.3.2                             | Kriteria Pengujian .....                                   | III-7        |
| 3.3.3                             | Format Data Pengujian .....                                | III-8        |
| 3.3.4                             | Alat Yang Digunakan dalam Pelaksanaan Penelitian.....      | III-8        |
| 3.3.5                             | Pengujian Penelitian .....                                 | III-8        |
| 3.3.6                             | Analisis Hasil Pengujian dan Membuat Kesimpulan .....      | III-9        |
| 3.4                               | Pengembangan Perangkat Lunak .....                         | III-10       |
| 3.5                               | Manajemen Proyek.....                                      | III-10       |
| 3.6                               | Kesimpulan.....  | III-10       |

|   |       |
|---|-------|
| BAB IV  |       |
| PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK .....                            | VI-1  |
| 4.1    Pendahuluan .....                                      | VI-1  |
| 4.2    Implementasi Metode <i>Waterfall</i> .....             | VI-1  |
| 4.2.1 <i>Requirement analysis</i> .....                       | VI-2  |
| 4.2.2 <i>Design</i> .....                                     | VI-11 |
| 4.2.3 <i>Development</i> .....                                | VI-21 |
| 4.2.4 <i>Unit Testing</i> .....                               | VI-25 |
| 4.2.5 <i>Maintenance</i> .....                                | VI-30 |
| 4.3    Kesimpulan.....  | VI-30 |
| BAB V   |       |
| HASIL DAN PEMBAHASAN.....                                     | V-1   |
| 5.1    Pendahuluan .....                                      | V-1   |
| 5.2    Data Info.....   | V-1   |
| 5.3    Analisis dan Visualisasi Data .....                    | V-1   |
| 5.3.1  Distribusi Abnormalitas Berdasarkan Maskapai .....     | V-3   |
| 5.3.2  Distribusi Abnormalitas Berdasarkan Jenis Pesawat..... | V-5   |
| 5.4    Hasil Pengujian Performa KNN .....                     | V-8   |
| BAB VI  |       |
| KESIMPULAN DAN SARAN.....                                     | VI-1  |
| 6.1    Kesimpulan.....  | VI-1  |
| 6.2    Saran.....   | VI-2  |
| DAFTAR PUSTAKA .....  |       |
| LAMPIRAN.....   |       |

## DAFTAR TABEL

|  | Halaman |
|--|---------|
| Tabel I-1.10 Bandara Paling Berbahaya di Indonesia.....                | I-3     |
| Tabel II-1. Deskripsi Marka Landasan Pacu.....                         | II-3    |
| Tabel II-2. Data ADS-B .....   | II-7    |
| Tabel II-3. Data Latih Klasifikasi Spesies Iris .....                  | II-11   |
| Tabel II-4. Perhitungan Jarak dan Pengambilan 4 Data Terdekat .....    | II-12   |
| Tabel II-5. <i>Confusion Matrix</i> .....                              | II-13   |
| Tabel III-1. Penjelasan Atribut Data Mentah.....                       | III-1   |
| Tabel III-2. Atribut Data Bersih dan Kegunaan.....                     | III-6   |
| Tabel III-3. Format Tabel Pengujian.....                               | III-8   |
| Tabel IV-1. Kebutuhan Fungsional.....                                  | IV-2    |
| Tabel IV-2. Kebutuhan Non-Fungsional.....                              | IV-2    |
| Tabel IV-3. <i>Scenario Usecase</i> Mempersiapkan Data .....           | IV-7    |
| Tabel IV-4. <i>Scenario Usecase</i> Menampilkan Visualisasi Data ..... | IV-8    |
| Tabel IV-5. <i>Scenario Usecase</i> Mengevaluasi Model KNN.....        | IV-10   |
| Tabel IV- 6. <i>Scenario Usecase</i> Implementasi KNN .....            | IV-11   |
| Tabel IV- 7. Deskripsi <i>Class</i> .....                              | IV-22   |
| Tabel IV-8. <i>Black Box Testing Tab</i> Mempersiapkan Data .....      | IV-26   |
| Tabel IV- 9. <i>Black Box Testing Tab</i> Visualisasi Data.....        | IV-27   |
| Tabel IV-10. <i>Black Box Testing Tab</i> Evaluasi Model.....          | IV-27   |

|  |       |
|--|-------|
| Tabel IV-11. <i>Black Box Testing Tab</i> Implementasi KNN .....   | IV-28 |
| Tabel V-1. Informasi Awal Data.....  | V-1   |
| Tabel V-2. Tabel <i>Heatmap</i> Data Normal dan Abnormal Maskapai Terhadap Seluruh Data.....                       | V-5   |
| Tabel V-3. Tabel <i>Heatmap</i> Data Normal dan Abnormal Maskapai Berdasarkan Total Penerbangan Per-Maskapai. .... | V-5   |
| Tabel V-4. Tabel <i>Heatmap</i> Data Normal dan Abnormal Per-Jenis Pesawat Terhadap Seluruh Data.....              | V-7   |
| Tabel V-5. Data Normal dan Abnormal Jenis Pesawat Terhadap Total Penerbangan Per-Jenis Pesawat .....               | V-7   |
| Tabel V- 6. Representasi Hasil Klasifikasi Nilai K = 2 .....   | V-8   |
| Tabel V-7. Hasil Metrik Evaluasi Klasifikasi Nilai K = 2.....  | V-9   |
| Tabel V-8. Representasi Hasil Klasifikasi Nilai K = 3 .....  | V-9   |
| Tabel V-9. Hasil Metrik Evaluasi Klasifikasi KNN Nilai K = 3 .....   | V-10  |
| Tabel V-10. Representasi Hasil Klasifikasi Nilai K = 4 .....   | V-10  |
| Tabel V-11. Hasil Metrik Evaluasi Klasifikasi KNN Nilai K = 4 .....  | V-11  |
| Tabel V-12. Representasi Hasil Klasifikasi Nilai K = 5 .....   | V-12  |
| Tabel V-13. Hasil Metrik Evaluasi Klasifikasi KNN Nilai K = 5 .....  | V-12  |
| Tabel V-14. Representasi Hasil Klasifikasi Nilai K = 6 .....   | V-13  |
| Tabel V-15. Hasil Metrik Evaluasi Klasifikasi KNN Nilai K = 6 .....  | V-13  |
| Tabel V-16. Representasi Hasil Klasifikasi Nilai K = 7 .....   | V-14  |
| Tabel V-17. Hasil Metrik Evaluasi Klasifikasi KNN Nilai K = 7 .....  | V-15  |
| Tabel V-18. Representasi Hasil Klasifikasi Nilai K = 8 .....   | V-15  |
| Tabel V-19. Hasil Metrik Evaluasi Klasifikasi KNN Nilai K = 8 .....  | V-16  |
| Tabel V-20. Representasi Hasil Klasifikasi KNN Nilai K = 9 .....   | V-16  |

|   |      |
|---|------|
| Tabel V-21. Hasil Metrik Evaluasi Klasifikasi KNN Nilai $K = 9$ .....     | V-17 |
| Tabel V-22. Representasi Hasil Klasifikasi Nilai $K = 10$ .....           | V-18 |
| Tabel V-23. Hasil Metrik Evaluasi Klasifikasi KNN Nilai $K = 10$ .....    | V-18 |
| Tabel V-24. Representasi Hasil Klasifikasi Nilai $K = 11$ .....           | V-19 |
| Tabel V-25. Hasil Metrik Evaluasi Klasifikasi KNN Nilai $K = 11$ .....    | V-19 |
| Tabel V-26. Data Klasifikasi Tidak Tepat $K = 5$ .....                    | V-21 |
| Tabel V-27. Hasil Perhitungan Jarak KNN Data Salah Prediksi $K = 5$ ..... | V-21 |

## DAFTAR GAMBAR

|  | Halaman |
|--|---------|
| Gambar I-1. Persentase kecelakaan pada setiap fase penerbangan.....                  | I-1     |
| Gambar II-1. Fase penerbangan .....  | II-2    |
| Gambar II-2. (A) <i>Aiming Point Marking</i> (B) <i>Touchdown Zone Marking</i> ..... | II-5    |
| Gambar III-1. Alur pengambilan data.....   | III-3   |
| Gambar III-2. Kerangka Kerja .....   | III-4   |
| Gambar III-3. Area <i>touchdown</i> bandara Sultan Syarif Kasim II .....             | III-1   |
| Gambar III-4. Data <i>pre-processing</i> dan data <i>Grouping</i> .....              | III-6   |
| Gambar III-5. Alur pengujian .....   | III-9   |
| Gambar IV-1. Alur dan transformasi data.....   | IV-1    |
| Gambar IV-2. <i>Usecase</i> .....  | IV-3    |
| Gambar IV-3. Data sebelum dan setelah diurutkan berdasarkan <i>registration</i> ...  | IV-4    |
| Gambar IV-4. Contoh data <i>touchdown</i> dan sebelum <i>touchdown</i> .....         | IV-5    |
| Gambar IV-5. (A) Contoh data lengkap. (B) Contoh data tidak lengkap. ....            | IV-6    |
| Gambar IV-6. <i>Activity</i> mempersiapkan data .....                                | IV-12   |
| Gambar IV-7. <i>Activity</i> menampilkan visualisasi data .....                      | IV-13   |
| Gambar IV-8. <i>Activity</i> mengevaluasi model KNN .....                            | IV-14   |
| Gambar IV-9. <i>Activity</i> melakukan klasifikasi data menggunakan KNN .....        | IV-14   |
| Gambar IV-10. <i>Sequence</i> mempersiapkan data .....                               | IV-15   |



|   |       |
|---|-------|
| Gambar IV-11. <i>Sequence</i> menampilkan visualisasi data .....  | IV-16 |
| Gambar IV-12. <i>Sequence</i> mengevaluasi model KNN.....   | IV-17 |
| Gambar IV-13. <i>Sequence</i> melakukan klasifikasi data menggunakan KNN ....   | IV-17 |
| Gambar IV-14. <i>Class diagram</i> .....  | IV-18 |
| Gambar IV-15. <i>Wireframe</i> halaman mempersiapkan data.....  | IV-19 |
| Gambar IV-16. <i>Wireframe</i> halaman menampilkan visualisasi data.....  | IV-19 |
| Gambar IV-17. <i>Wireframe</i> halaman mengevaluasi model KNN .....   | IV-20 |
| Gambar IV-18. <i>Wireframe</i> halaman melakukan klasifikasi data menggunakan KNN .....   | IV-20 |
| Gambar IV-19. <i>Wireframe</i> halaman <i>About</i> .....   | IV-21 |
| Gambar IV-20. <i>UI</i> mempersiapkan data .....  | IV-23 |
| Gambar IV-21. <i>UI</i> menampilkan visualisasi data .....  | IV-23 |
| Gambar IV-22. <i>UI</i> mengevaluasi model KNN .....  | IV-24 |
| Gambar IV-23. <i>UI</i> Melakukan klasifikasi data menggunakan KNN.....   | IV-24 |
| Gambar IV-24. <i>UI About</i> .....   | IV-25 |
| Gambar V-1. <i>Scatter Plot</i> pengelompokkan abnormalitas berdasarkan <i>Longitude</i> dan <i>Altitude</i> .....                              | V-2   |
| Gambar V-2. <i>Outlier</i> .....  | V-3   |
| Gambar V-3. Jumlah penerbangan maskapai .....   | V-4   |
| Gambar V-4. Jumlah data per-jenis pesawat.....  | V-6   |
| Gambar V-5. Diagram garis rata-rata hasil pengujian setiap nilai k.....   | V-20  |
| Gambar V-6. (A) Titik GPS data 2394, (B) Titik GPS data 72907, (C) Titik GPS data 14172, (D) Titik GPS data 2011, (E) Titik GPS data 64834..... | V-23  |

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Cek Plagiat Turnitin

Lampiran 2. *Source Code Class Model\_evaluate*

Lampiran 3. *Source Code Class Implement\_KNN*

Lampiran 4. *Source Code* Perekaman data *Aero-Track*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

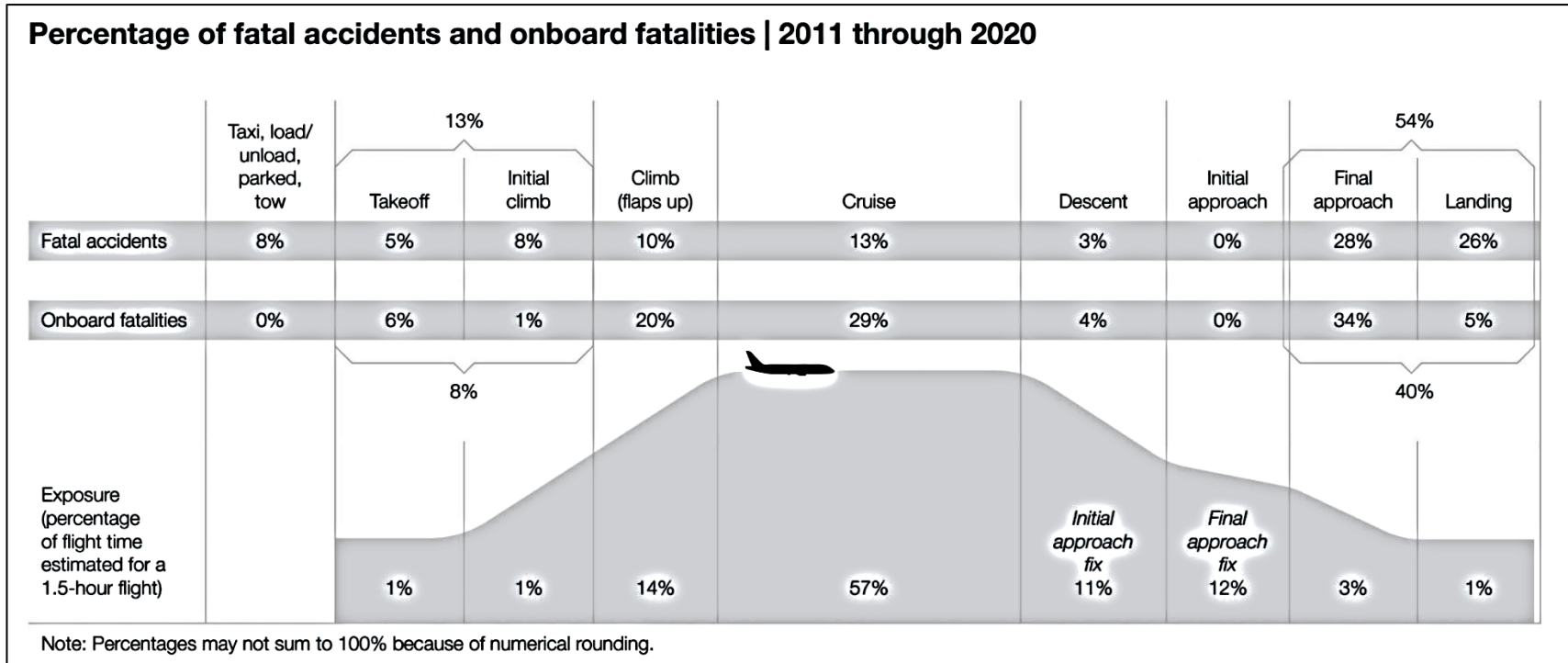
### **1.1 Pendahuluan**

Bab ini memuat pembahasan mengenai rumusan masalah batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan skripsi yang dijelaskan pada masing-masing sub-bab pada bab ini.

### **1.2 Latar Belakang**

Kecelakaan pesawat terbang menurut (Boeing, 2021) sebuah kondisi yang terjadi saat pengoperasian pesawat terbang, mulai dari seseorang menaiki pesawat terbang hingga orang tersebut turun, dengan kondisi meliputi kerusakan substansial yang dialami oleh pesawat, hilangnya pesawat dengan indikator tidak ditemukannya puing-puing pesawat hingga pencarian resmi telah dihentikan, kematian atau cedera yang diakibatkan karena berada di pesawat, kontak langsung dengan pesawat, dan terkena paparan ledakan jet secara langsung.

Berdasarkan data menurut KNKT, dalam rentang waktu 2010 hingga 2016, terjadi 26 insiden serius dan 15 kali kecelakaan dan didapatkan persentase penyebab kecelakaan sebesar 67,12% manusia, 15,75% teknis, 4,79% fasilitas dan 15,75% lingkungan (Oktariani, 2022). Kecelakaan pesawat dengan kategori *fatal accidents* paling banyak terjadi saat fase *final approach* sebanyak 28% dan fase *landing* 26%. Sedangkan kecelakaan dengan kategori *onboard fatalities* paling banyak terjadi pada fase *cruise* sebanyak 29% dan fase *final approach* 34% (Boeing, 2021). Dapat dilihat pada Gambar I-1.



Sumber : Boeing. (2021). *Statistical Summary Of Commercial Jet Airplane Accidents*.

Gambar I-1. Persentase kecelakaan pada setiap fase penerbangan

Kecelakaan pesawat terbang yang terjadi di Indonesia pernah dibahas oleh penelitian yang berjudul identifikasi tingkat kerawanan bandar udara di Indonesia. Jumlah kecelakaan penerbangan yang terjadi di Indonesia berjumlah 84 kecelakaan dan jumlah pergerakan dari penerbangan berjumlah 6.714.893 terhitung dari tahun 2006 hingga tahun 2011 (Sandhyavitri et al., 2014). Penelitian ini juga memaparkan 10 bandara paling berbahaya di Indonesia berdasarkan nilai deviasi antar bandara. 10 bandara yang paling berbahaya tersebut dapat dilihat pada Tabel I-1

Tabel I-1.10 Bandara Paling Berbahaya di Indonesia

| No. | Bandar Udara        | Kelompok Bandara | Total Pergerakan | Total Kejadian (Recorded, R) | Predicted, P | Expected, $E(P,R) = \alpha * P + (1 - \alpha) * R$ | Deviation (D=E-P) |
|-----|---------------------|------------------|------------------|------------------------------|--------------|--|-------------------|
| 42  | Wamena              | II               | 103539           | 8                            | 0,259        | 4,221  | 3,962             |
| 1   | Hasanuddin          | I                | 212656           | 6                            | 0,892        | 4,432  | 3,540             |
| 22  | Polonia             | I                | 213231           | 4                            | 0,892        | 3,046  | 2,154             |
| 14  | Juanda              | I                | 354483           | 4                            | 0,892        | 3,046  | 2,154             |
| 2   | Soekarno-Hatta      | I                | 1079099          | 4                            | 0,892        | 3,046  | 2,154             |
| 23  | St. Syarif Kasim II | I                | 79411            | 3                            | 0,892        | 2,353  | 1,461             |
| 19  | Sepinggan           | I                | 193078           | 3                            | 0,892        | 2,353  | 1,461             |
| 43  | Abdul Rahman Saleh  | II               | 7418             | 2                            | 0,259        | 1,150  | 0,891             |

Sumber : Sandhyavitri, A., Tjahjono, T., & Khairumusa, A. R. (2014). Identifikasi Tingkat Kerawanan Bandar Udara di Indonesia.

Berdasarkan data dari Gambar I-1 dan Tabel 1-1, diasumsikan masih banyak unsur manusia (*human error*) yang sering melanggar aturan-aturan tertentu saat melakukan *landing* baik sengaja maupun tidak disengaja, sehingga mengakibatkan resiko kecelakaan menjadi meningkat. Asumsi ini juga didasari oleh hasil dari penelitian yang berjudul Analisis Kecelakaan Penerbangan di Indonesia Menggunakan Metode *Agglomerative Hierarchical Clustering*. Penelitian tersebut

menyebutkan bahwa faktor kecelakaan yang disebabkan oleh manusia (*human error*) dari tahun 1997-2020 memiliki persentase sebesar 46.5% (Oktariani, 2022). Maka pada penelitian ini, dilakukan analisis dan klasifikasi proses *landing* pesawat terbang pada bandara Sultan Syarif Kasim II untuk meminimalisir risiko kecelakaan *landing* pesawat terbang. Proses analisis dan klasifikasi berfokus kepada aturan marka pada landasan pacu yaitu *aiming point marking* dan *touchdown marking* yang menjadi patokan bagi pilot untuk mendaratkan pesawat pada landasan pacu. Peneliti menggunakan data ADS-B yang merupakan data hasil dari teknologi pemancaran *broadcast* dari *system avionic* pesawat yang dimanfaatkan oleh ATC dalam memonitor pesawat terbang untuk menganalisis dan klasifikasi data.

### 1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pola dan tren data *landing* pesawat terbang pada bandara Sultan Syarif Kasim II berdasarkan *latitude* dan *longitude* bumi serta aturan *touchdown zone* ?
2. Bagaimana performa metode KNN dalam klasifikasi abnormalitas proses *landing* pesawat terbang ?
3. Bagaimana proses analisis hasil klasifikasi data ADS-B pesawat terhadap aturan *touchdown zone* dan apa penyebabnya?

### 1.4 Tujuan

1. Mendapatkan wawasan terkait analisa *feature* yang digunakan serta kontribusi abnormalitas maskapai dan jenis pesawat terbang terhadap aturan *touchdown zone* dari data ADS-B *landing* pesawat terbang pada bandara Sultan Syarif Kasim II.

2. Mengimplementasikan metode KNN dalam model klasifikasi abnormalitas proses *landing* pesawat terbang.
3. Mengevaluasi performa metode KNN dalam klasifikasi anomali proses *landing* pesawat terbang.

### **1.5 Manfaat**

1. Menambah pengetahuan penulis dalam melakukan proses klasifikasi data pesawat terbang menggunakan metode KNN.
2. Menjadi bahan evaluasi terkait identifikasi pelanggaran aturan *touchdown zone* oleh pesawat terbang bagi pihak yang berkaitan dengan penerbangan untuk menurunkan risiko kecelakaan pesawat terbang pada bandara Sultan Syarif Kasim II.
3. Sebagai bahan referensi bagi peneliti lain yang ingin membahas topik yang terkait dengan penelitian ini.

### **1.6 Batasan Masalah**

1. Data yang dipakai dalam penelitian ini yaitu data ADS-B pesawat terbang yang didapatkan melalui aplikasi *Aero-Track*.
2. Data yang didapatkan adalah informasi dari pesawat terbang yang melakukan proses *landing* pada bandara Sultan Syarif Kasim II.
3. Parameter yang digunakan dalam penentuan kelas adalah marka *Aiming Point* dan *touchdown zone* pada landasan pacu bandara.
4. Metode yang digunakan dalam proses klasifikasi adalah metode KNN.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan pada penelitian ini dijabarkan melalui beberapa Bab sebagai bagian utama. Yaitu sebagai berikut.

### **BAB I. PENDAHULUAN**

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

### **BAB II. KAJIAN LITERATUR**

Pada bab ini, dijelaskan dasar-dasar teori yang digunakan dalam penelitian, seperti definisi-definisi dalam penerbangan, instansi-instansi penerbangan, klasifikasi dan metode KNN serta penelitian-penelitian yang relevan terhadap penelitian ini.

### **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian yang divisualisasikan dalam bentuk kerangka kerja. Pada ini juga menjelaskan mengenai desain manajemen proyek untuk melakukan penelitian.

### **BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK**

Pada bab ini membahas tentang cara pengembangan dari sistem yang di buat dari mulai dari rancangan, fungsional, non fungsional, ataupun kebutuhan lain yang digunakan dalam sistem tersebut.

### **BAB V. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN**

Bab ini menyajikan hasil analisis data berdasarkan klasifikasi serta performa metode KNN dalam melakukan klasifikasi pada data. Hasil pada bab ini menjadi dasar untuk menarik kesimpulan dalam penelitian ini.



## **BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini membahas mengenai penarikan kesimpulan dari uraian dan proses dalam penelitian yang dilakukan serta memberikan saran dan rekomendasi

### **1.8 Kesimpulan**

Transportasi pesawat terbang memiliki risiko kecelakaan yang harus diminimalisir guna menghindari kerugian-kerugian yang dapat terjadi karena kecelakaan. Penelitian ini merupakan bentuk upaya kecelakaan pesawat terbang dengan melakukan analisis proses *landing* dan membuat model klasifikasi terhadap aturan *touchdown zone* menggunakan metode KNN, sehingga dapat menjadi referensi untuk penelitian yang berkaitan dan bahan evaluasi dalam upaya meningkatkan kualitas penerbangan di Indonesia bagi pihak-pihak yang terkait.

## DAFTAR PUSTAKA

- Angkasapura II. (2018). *Sultan Syarif Kasim II*.
- Aryani, M. (2022). *IMPLEMENTASI EXPLORATORY DATA ANALYSIS (EDA) DALAM ANALISIS KECELAKAAN PENERBANGAN DI INDONESIA BERDASARKAN TIPE, OPERATOR DAN PENYEBAB KECELAKAAN*. Universitas Sriwijaya.
- Boeing. (2021). *STATISTICAL SUMMARY OF COMMERCIAL JET AIRPLANE ACCIDENTS*.
- Flightradar24. (2023). *About Flightradar24*.
- Flightradar24. (2023). *API Flightradar24*.
- Hastono, S. P. (2006). *Analisis Data*.
- ICAO. (2018). *ADS-B IMPLEMENTATION AND OPERATIONS GUIDANCE DOCUMENT INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION ASIA AND PACIFIC OFFICE CNS SG/22 Appendix K to the Report*.
- Mehta, H., Kanani, P., & Lande, P. (2019). Google Maps. In *International Journal of Computer Applications* (Vol. 178, Issue 8).
- Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-7095-2005 Mengenai Marka Dan Rambu Pada Daerah Pergerakan Pesawat Udara di Bandar Udara Sebagai Standar Wajib, Pub. L. No. KM 21 Tahun 2005 (2005).
- Muhammad, H. (2022). *Perbandingan Metode Perhitungan Jarak dalam Algoritma K-Nearest Neighbour untuk Klasifikasi Data Penyakit pada Manusia*.
- Nurhayati, Y., & Susanti. (2014). Implementasi Automatic Dependent Surveillance Broadcast di Indonesia. *WARTA ARDHIA Jurnal Perhubungan Udara*, 40(3), 147–162.
- Oktariani, G. (2022). *ANALISIS KECELAKAAN PENERBANGAN DI INDONESIA MENGGUNAKAN METODE AGGLOMERATIVE HIERARCHICAL CLUSTERING*.
- Putra, P., H Pardede, A. M., & Syahputra, S. (2022). ANALISIS METODE K-NEAREST NEIGHBOUR (KNN) DALAM KLASIFIKASI DATA IRIS BUNGA. *Jurnal Teknik Informatika Kaputama (JTIK)*, 6(1).
- Reza Kurniawan, M. (2022). *Prediksi Kelulusan Mahasiswa Tepat Waktu Menggunakan Metode Local Mean Based K-Nearest Neighbor*.
- RUMAGIT REINERT. (2019, December 26). *Imbalanced Dataset*. <https://socs.binus.ac.id/2019/12/26/imbalanced-dataset/>
- Sandhyavitri, A., Tjahjono, T., & Khairumusa, A. R. (2014). *IDENTIFIKASI TINGKAT KERAWANAN BANDAR UDARA DI INDONESIA*. 14(1), 43–52.
- Saputra, A. D. (2017). Studi Analisis Penyebab Runway Excursion di Indonesia Berdasarkan Data Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) Tahun 2007-2016. *WARTA ARDHIA*, 43(2), 93–104. <https://doi.org/10.25104/wa.v43i2.305.93-104>

- Thomas, A., & Stephens, S. A. T. (2012). *Anatomy of an Overrun*, IASS 2012.ppt / 1 Flight Safety Foundation 65 th International Air Safety Seminar.
- Thoriq, M. (2022). *ANALISIS DATA KECELAKAAN PESAWAT TERBANG KOMERSIAL MENGGUNAKAN METODE EXPLORATORY DATA ANALYSIS*.
- Wahid, A. A. (2020). *Analisis Metode Waterfall Untuk Pengembangan Sistem Informasi*.
- Yoza Aprilio, A., & Hari Ginardi, R. V. (2016). *KLASIFIKASI FASE PENERBANGAN PADA DATA ALIR AUTOMATIC DEPENDENT SURVEILLANCE-BROADCAST MULTI-RECEIVER DENGAN VARIASI FITUR. VOL. XI, 1–12*.