KLASTERISASI DATA *TAKE-OFF* PENERBANGAN DI BANDAR UDARA SULTAN HASANUDDIN MENGGUNAKAN ALGORITMA *K-MEANS*

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

Oleh :

Indra Gifari Afriansyah
NIM : 09021281924053

Jurusan Teknik Informatika
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

KLASTERISASI DATA *TAKE-OFF* PENERBANGAN DI BANDAR UDARA SULTAN HASANUDDIN MENGGUNAKAN ALGORITMA *K-MEANS*

Oleh :

Indra Gifari Afriansyah
NIM : 09021281924053

Indralaya, 24 Juni 2023

Pembimbing I	Pembimbing II
Rossi Passarella, S.T., M.Eng.	Rizki Kurniati, M.T.
NIP. 197806112010121004	NIP. 199107122019032016

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Alvi Syahrini Utami, M.Kom.
NIP. 197812222006042003

TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF SKRIPSI

Pada hari Rabu tanggal 14 Juni 2023 telah dilaksanakan ujian komprehensif skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya

Nama : Indra Gifari Afriansyah

NIM : 09021281924053

Judul : Klasterisasi Data *Take-Off* Penerbangan di Bandar Udara Sultan Hasanuddin Menggunakan Algoritma *K-Means*

dan dinyatakan **LULUS.**

1. Ketua

   Yunita, M.Cs .....
   NIP. 198306062015042002

2. Penguji

   Dian Palupi Rini, M.Kom., Ph.D .....
   NIP. 197802232006042002

3. Pembimbing I

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

4. Pembimbing II

   Rizki Kurniati, M.T. .....
   NIP. 199107122019032016

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Alvi Syahrini Utami, M.Kom.
NIP. 197812222006042003

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Indra Gifari Afriansyah

NIM : 09021281924053

Program Studi: Teknik Informatika

Judul Skripsi : Klasterisasi Data *Take-Off* Penerbangan di Bandar Udara Sultan Hasanuddin Menggunakan Algoritma *K-Means*

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 6%

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

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

Indralaya, 25 Juni 2023

Indra Gifari Afriansyah

NIM. 09021281924053

Motto :

- “Kamu tidak boleh melakukan sesuatu secara berbeda hanya karena berbeda. Sesuatu itu harus lebih baik.” – Elon Musk
- “Usaha dan doa tergantung pada cita-cita. Manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya.” – Jalaludin Rumi
- “Jangan biarkan ujian menjadi beban pikiran untuk maju. Nikmati dan jalani saja.”

Kupersembahkan karya tulis ini kepada :

- Allah SWT.
- Keluarga
- Fakultas Ilmu Komputer
- Universitas Sriwijaya

ABSTRACT

Sultan Hasanuddin Airport has an accident virginity rate with a total movement of 212,656 and a deviation value (the result of calculating the deviation between expected occurrence and recorded occurrence) of 3,540. This is due to many factors, such as natural factors, human errors, etc. Then it is necessary to classify flight data in the take-off phase in order to visualize the pattern of data spread based on the characteristics formed. The cluster method used in this research is K-Means which is an algorithm in the method of clusterization in data mining. K-Means group data into a cluster that has the same characteristics and the other characteristics are grouped into different clusters. Based on the results obtained from the research carried out using the K-Means cluster method, the results were given two classes of flight patterns, namely normal and abnormal. This is demonstrated by calculating the nearest distance by determining the centroid value randomly using the euclidean distance formula. The results of the analysis of the data provided a conclusive insight that C2 is a class with normal flight data, flights in the C2 class have ground speed sufficient to carry out flight and the distance of the aircraft from the end of the runway is still numerous and C1 is an abnormal class that flies at speeds faster than the minimum ground speed and flies in the half-to-end runway.

Key Word : ADS-B, Analysis, Data, Flight, K-Means.

ABSTRAK

Bandar Udara Sultan Hasanuddin memiliki tingkat kerawanan kecelakaan dengan total pergerakan 212.656 dan nilai deviasi (hasil perhitungan deviasi antara *expected occurrence* dengan *recorded occurrence*) yaitu 3,540. Hal ini terjadi karena banyak faktor, seperti faktor alam, *human error*, dsb. Maka perlu dilakukan klasterisasi data penerbangan di fase lepas landas agar dapat divisualisasikan pola persebaran datanya berdasarkan karakteristik yang terbentuk. Metode klaster yang digunakan pada penelitian ini adalah *K-Means* yang merupakan algoritma dalam metode klasterisasi dalam data *mining*. *K-Means* mengelompokkan data ke dalam bentuk sebuah klaster yang memiliki karakteristik yang sama dan karakteristik yang lainnya dikelompokkan dalam klaster yang berbeda. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan dengan metode klaster *K-Means* hasilnya didapatkan 2 kelas pola penerbangan, yaitu normal dan abnormal. Hal ini terbukti berdasarkan perhitungan jarak terdekat dengan penentuan nilai *centroid* secara *random* dengan rumus *euclidean distance*. Hasil analisis data yang telah dilakukan, memberikan wawasan yang dapat disimpulkan, bahwa C2 merupakan kelas dengan data penerbangan yang normal, penerbangan pada kelas C2 memiliki *ground speed* yang cukup untuk melakukan penerbangan dan jarak pesawat dari ujung akhir landasan pacu masih terbilang jauh dan C1 merupakan kelas abnormal yang terbang pada kecepatan yang lebih cepat dari *ground speed* minimum dan terbang pada setengah hingga akhir landasan pacu.

Kata Kunci : ADS-B, Analisis, Data, *Flight, K-Means.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah memberikan hidayah, rahmat, dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul "KLASTERISASI DATA *TAKE-OFF* PENERBANGAN DI BANDAR UDARA SULTAN HASANUDDIN MENGGUNAKAN ALGORITMA *K-MEANS*".

Untuk selanjutnya penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penyelesaian kerja praktik ini, yaitu :

1. Kedua Orang Tua serta keluarga yang telah memberikan dukungan yang sangat baik selama menyelesaikan masa studi dan penyelesaian tugas akhir.
2. Bapak Jaidan Jauhari, M.T. (alm.) selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Alvi Syahrini Utami, M.Kom. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Rossi Passarella, S.T., M.Eng. selaku Pembimbing I tugas akhir
5. Ibu Rizki Kurniati, M.T. selaku Pembimbing II tugas akhir.
6. Bapak Osvari Arsalan, S.Kom., M.T. selaku Pembimbing tim penelitian tugas akhir.
7. Bapak Dr. Ali Ibrahim, M.T. selaku Pembimbing akademik yang telah membimbing, mengarahkan serta memberikan motivasi semasa perkuliahan.
8. Seluruh dosen Program Studi Teknik Informatika serta *staff* Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
9. Tim penelitian pesawat terbang Aditya, M. Rifqi Fathan dan Rani Silvani Yousnaidi yang dapat bekerjasama dengan baik selama penelitian.
10. Kakak tingkat Annisa Aulia, Ahmad Marzuqi Yasykur Luthfi, Rafliandi Ardana, M. Sultan Al Farid, M. Febriansyah, Syechky Al Qodrin Aruda, R. M. Farhan Rizky, Nadya Anggraini, M. Rifqi Dzaky dan Julia Shakira Pratiwi Hutauruk yang telah menjadi tempat berdiskusi perihal perkuliahan.
11. Teman-teman *group* Teknik Pertambangan Dzaky, Zulpa, Aldino, Dwiki, Farhan, Isra, Mirando, Rifqi, Totok, Vinito, Rahmat dan Zananda yang telah menjadi tim hore dan *support system*.
12. Teman-teman *discord* OMC yang telah memberikan tempat untuk melepaskan lelah dan penat.

Indralaya, 24 Juni 2023
Penyusun,

Indra Gifari Afriansyah
NIM. 09021281924053

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PERSETUJUAN KOMISI PENGUJI iii
HALAMAN PERNYATAAN iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN v
ABSTRACT vii
ABSTRAK viii
KATA PENGANTAR viiii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xiv

BAB I PENDAHULUAN I-1
1.1 Pendahuluan I-1
1.2 Latar Belakang Masalah I-1
1.3 Rumusan Masalah I-2
1.4 Tujuan I-3
1.5 Manfaat I-3
1.6 Batasan Masalah I-4
1.7 Sistematika Penulisan I-4
1.8 Kesimpulan I-6

BAB II KAJIAN LITERATUR II-1
2.1 Pendahuluan II-1
2.2 Landasan Teori II-1
2.2.1 *Data Mining* II-1
2.2.2 Transportasi Udara II-2
2.2.3 *Automatic Dependent Suveillace – Broadcast* (ADS-B) II-2

2.2.4 Fase Terbang Pesawat II-2
2.2.5 Aturan *Take-Off* II-3
2.2.6 Kecelakaan dan Insiden Aviasi II-3
2.2.7 Komite Nasional Kecelakaan Transportasi (KNKT) II-4
2.2.8 *Unsupervised Learning* II-4
2.2.9 Klasterisasi II-4
2.2.10 *Silhouette Score* II-5
2.2.11 Algoritma *K-Means* II-6
2.2.12 *Haversine Formula* II-7
2.2.13 Normalisasi: MinMaxScaler II-8
2.2.14 *Waterfall* II-8
2.3 Penelitian Lain yang Relevan II-10
2.4 Kesimpulan II-11

BAB III METODOLOGI PENELITIAN III-1
3.1 Pendahuluan III-1
3.2 Pengumpulan Data III-1
3.2.1 Jenis Data III-1
3.2.2 Sumber Data III-5
3.2.3 Metode Pengumpulan Data III-6
3.3 Tahapan Penelitian III-6
3.3.1 Kerangka Kerja III-7
3.3.1.1 Data *Engineer* III-8
3.3.1.2 Data *Analyst* III-8
3.3.1.3 Data *Scientist* III-9
3.3.2 Kriteria Pengujian III-9
3.3.3 Format Data Pengujian III-9
3.3.4 Alat Yang Digunakan dalam Pelaksanaan Penelitian III-10
3.3.5 Pengujian Penelitian III-10
3.3.6 Analisis Hasil Pengujian dan Membuat Kesimpulan III-10
3.4 Metode Pengembangan Perangkat Lunak III-11
3.4.1 Analysis III-11

3.4.2 Design III-11
3.4.3 Development III-11
3.4.4 Testing III-12

BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.1 Pendahuluan IV-1
4.2 *Waterfall* IV-1
4.2.1 Fase *Analysis* IV-1
4.2.2 Fase *Design* IV-2
4.2.2.1 *Use Case Diagram* IV-3
4.2.2.2 *Use Case Scenario* IV-5
4.2.2.3 *Activity Diagram* IV-10
4.2.2.4 *Sequence Diagram* IV-15
4.2.2.5 *Class Diagram* IV-19
4.2.2.6 Perancangan *User Interface* IV-19
4.2.3 Fase *Development* IV-23
4.2.3.1 Implementasi *Object* IV-23
4.2.3.2 Implementasi *User Interface* IV-24
4.2.4 Fase *Testing* IV-28
4.3 Kesimpulan IV-31

BAB V HASIL DAN ANALISIS V-1
5.1 Pendahuluan V-1
5.2 Data Hasil Penelitian V-1
5.2.1 Konfigurasi Percobaan V-1
5.2.2 Data Hasil Konfigurasi V-3
5.2.3 Hasil Pengujian Data Tanpa Normalisasi *Feature* V-3
5.2.4 Hasil Pengujian Data Dengan Normalisasi *Feature* V-5
5.3 Analisis Hasil Pengujian V-8
5.4 Analisis Hasil Penelitian V-9
5.5 Kesimpulan V-12

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN VI-1
6.1 Kesimpulan VI-1
6.2 Saran VI-2

DAFTAR PUSTAKA .....
DAFTAR LAMPIRAN .....

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel III-1. Metadata Dataset III-1
Tabel III-2. Deskripsi Variabel Data..... III-2
Tabel IV-1. Kebutuhan Fungsional..... IV-1
Tabel IV-2. Kebutuhan Non-Fungsional..... IV-2
Tabel IV-3. Definisi *Actor* Pada *Use Case* Diagram IV-4
Tabel IV-4. Definisi *Use Case* Pada *Use Case* Diagram IV-4
Tabel IV-5. Skenario *Use Case* Memasukkan Data *Raw* Penerbangan..... IV-5
Tabel IV-6. Skenario *Use Case* Melakukan *Preprocessing* Data IV-6
Tabel IV-7. Skenario *Use Case* Memasukkan *Dataset* Penerbangan IV-7
Tabel IV-8. Skenario *Use Case* Melakukan Evaluasi Metode K-Means Menggunakan Sillhouette Score IV-8
Tabel IV-9. Skenario *Use Case* Melakukan Implementasi Klasterisasi *K-Means* IV-9
Tabel IV-10. Implementasi *Object*..... IV-23
Tabel IV-11. *Black Box Testing* Pada MainWindow..... IV-28
Tabel IV-12. *Black Box Testing* Pada PreWindow IV-29
Tabel IV-13. *Black Box Testing* Pada ImplemenWindow IV-30
Tabel V-1. Hasil Uji Silhouette Score 1 Pada Data Tanpa Normalisasi..... V-3
Tabel V-2. Hasil Uji Silhouette Score 2 Pada Data Tanpa Normalisasi..... V-4
Tabel V-3. Hasil Uji Silhouette Score 3 Pada Data Tanpa Normalisasi..... V-4
Tabel V-4. Hasil Uji Silhouette Score 4 Pada Data Tanpa Normalisasi..... V-5
Tabel V-5. Hasil Uji Silhouette Score 1 Pada Data Ternormalisasi V-6
Tabel V-6. Hasil Uji Silhouette Score 2 Pada Data Ternormalisasi V-6
Tabel V-7. Hasil Uji Silhouette Score 3 Pada Data Ternormalisasi V-7
Tabel V-8. Hasil Uji Silhouette Score 4 Pada Data Ternormalisasi V-7
Tabel V-9. Perbandingan Hasil Uji Silhouette Score..... V-8

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar II-1. Diagram Metode Waterfall..... II-9
Gambar III-1. AERO-TRACK Sumber: http://aerotrack.kioznets.id/ III-5
Gambar III-2. Alur Pengumpulan Data..... III-6
Gambar III-3. Kerangka Kerja III-7
Gambar IV-1. *Use Case Diagram*.....IV-3
Gambar IV-2. Diagram *Activity* Memasukkan Data *Raw* Penerbangan IV-10
Gambar IV-3. Diagram *Activity* Melakukan *Preprocessing* Data IV-11
Gambar IV-4. Diagram *Activity* Memasukkan *Dataset* Penerbangan IV-12
Gambar IV-5. Diagram *Activity* Melakukan Perhitungan *Silhouette Score*.....IV-13
Gambar IV-6. Diagram *Activity* Melakukan Implementasi Klasterisasi *K-Means* IV-14
Gambar IV-7. *Sequence Diagram* Memasukkan Data *Raw* Penerbangan.....IV-15
Gambar IV-8. *Sequence Diagram* Melakukan *Preprocessing* Data IV-16
Gambar IV-9. *Sequence Diagram* Memasukkan *Daataset* Penerbangan IV-17
Gambar IV-10. *Sequence Diagram* Melakukan Perhitungan *Silhouette Score*IV-18
Gambar IV-11. *Sequence Diagram* Melakukan Implementasi Klasterisasi *K-Means* IV-18
Gambar IV-12. *Class Diagram* IV-19
Gambar IV-13. *Wireframe* MainWindow IV-20
Gambar IV-14. *Wireframe* PreWindow IV-20
Gambar IV-15. *Wireframe* ImplemenWindow 1 .....IV-21
Gambar IV-16. *Wireframe* ImplemenWindow 2 .....IV-21
Gambar IV-17. *Wireframe* About IV-22
Gambar IV-18. Implementasi *User Interface* MainWindow IV-24
Gambar IV-19. Implementasi *User Interface* PreWindow IV-25
Gambar IV-20. Implementasi *User Interface* ImplemenWindow 1 .....IV-25
Gambar IV-21. Implementasi *User InterfaceImplemenWindow* 2 .....IV-26
Gambar IV-22. Implementasi *User Interface About*.....IV-26
Gambar V-1. Landasan Pacu Bandar Udara Sultan Hasanuddin..... V-2
Gambar V-2. Persebaran Hasil Klasterisasi..... V-9
Gambar V-3. Bar Chart Persebaran Aircraft..... V-10
Gambar V-4. Outlier Data..... V-10

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Pada bab ini menjelaskan secara detail tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan pada penelitian.

1.2 Latar Belakang Masalah

Bandar Udara Sultan Hasanuddin berlokasi di Kota Makassar dengan tingkat kerawanan kecelakaan di posisi ke-2 setelah Bandar Udara Wamena dengan total pergerakan 212.656 dalam kurun waktu 2006-2011 dengan nilai deviasi (hasil perhitungan deviasi antara *expected occurrence* dengan *recorded occurrence*) yaitu 3,540. Hal ini terjadi karena banyak faktor, seperti faktor alam, *human error,* dsb. *Runway excursion* pada fase *take-off* merupakan kecelakaan yang sering terjadi. Berdasarkan jumlah pergerakan penerbangan yang tinggi dan nilai deviasi tersebut maka dipilih Bandar Udara Sultan Hasanuddin sebagai lokasi penelitian. (Sandhyavitri et al., 2014)

Tekonologi pada pesawat yaitu *Automatic Dependent Suveillace – Broadcast* (ADS-B) memberikan informasi tentang pesawat yang memuat data-data seperti tanggal penerbangan, *icao24, latitude, longitude, heading, altitude,* dan sebagainya secara *real-time* yang dimanfaatkan untuk proses pengawasan pesawat. (Azzahra et al., 2015)

Algoritma *K-Means* digunakan dalam pengolahan data pada dataset yang digunakan. Algoritma *K-Means* adalah jenis algoritma pada metode klasterisasi. *K-Means* saat ini banyak digunakan karena terbilang cukup mudah dan dipahami untuk diimplementasikan. (Wahidin & Sensuse, 2021)

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul *Implementation of K-Means Algorithm in Determining Clustering of Lion Air Pilots* memiliki kesimpulan metode *K-Means* dapat mengelompokan data kedalam suatu *cluster* dengan menghasilkan pengelompokan data pada pilot *Lion Air.* (Wahidin, 2021)

Berdasarkan latar belakang, bahwa dalam *data mining* metode *K-Means* sudah sangat baik dalam penelitian dalam menganalisa data ADS-B khususnya pada fase *take-off* agar dapat menentukan pola data penerbangan dan menentukan faktor penyebab data penerbangan yang berpola tersebut.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengolah data ADS-B agar dapat dianalisis?
2. Bagaimana menentukan faktor dan penyebab terjadinya pola pada hasil klasterisasi menggunakan metode *K-Means*?
3. Bagaimana analisa faktor dan penyebab pada pola data penerbangan di Bandar Udara Sultan Hasanuddin menggunakan metode *K-Means*?

1.4 Tujuan

Adapun manfaat berdasarkan rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Mengetahui bagaimana pengelolaan data yang baik untuk data ADS-B untuk tujuan analisis.
2. Mengetahui faktor dan penyebab terjadinya pola hasil klasterisasi pada data penerbangan di Bandar Udara Sultan Hasanuddin menggunakan metode evaluasi *silhouette score*.
3. Mengetahui kinerja algoritma klasterisasi menggunakan metode *K-Means* pada analisis anomali data penerbangan di Bandar Udara Sultan Hasanuddin.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah:

1. Menambah pengetahuan peneliti dalam analisa terjadinya kecelakaan dalam dunia aviasi.
2. Mengetahui penyebab faktor terjadinya kecelakaan dalam transportasi udara.
3. Dapat dijadikan bahan evaluasi dalam dunia aviasi untuk meningkatkan kualitas penerbangan khususnya di Bandar Udara Sultan Hasanuddin.
4. Sebagai bahan referensi bagi peneliti lain yang ingin membahas topik yang terkait dengan penelitian.

1.6 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Data yang digunakan adalah data pesawat terbang yang melakukan proses take off pada di Bandar Udara Sultan Hasanuddin.
2. Analisa terbatas pada kecepatan pesawat untuk take-off yaitu 145 knots.
3. Jenis pesawat yang di analisa berbatas hanya pada jenis pesawat A320 dan B738
4. *Feature* yang digunakan pada implementasi *K-Means* hanya pada *attribute haversine* dan *ground_speed*.
5. Aplikasi klasterisasi data take-off penerbangan di Bandar Udara Sultan Hasanuddin memiliki batas maksimal uji pada nilai k = 6.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan terdiri dalam bagian yang dijelaskan sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bagian pendahuluan berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan yang dilakukan dalam penelitian yang dikerjakan.

BAB II. KAJIAN LITERATUR

Pada bagian kajian literatur berisikan dasar-dasar teori yang digunakan dalam penelitian. Definisi dan istilah yang digunakan dalam penelitian ini dijelaskan pada

bagian kajian literatur, seperti *Data Mining,* Transportasi Udara, *Automatic Dependent Suveillace – Broadcast*, Fase Terbang Pesawat, Aturan *Take-Off,* Kecelakaan dan Insiden Aviasi, Komite Nasional Kecelakaan Transportasi, *Unsupervised Learning,* Klasterisasi, *Silhouette Score,* Algoritma *K-Means, Haversine Formula,* Normalisasi: *MinMaxScaler*, *Waterfall,* dan penelitian lain yang relevan.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian metodologi penelitian berisikan tahapan yang dilakukan dan setiap kegiatannya dijelaskan secara rinci dengan mengacu pada kerangka kerja. Di akhir bab ini berisi perancangan manajemen proyek pada pelaksanaan penelitian yang dikerjakan.

BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

Pada bab pengembangan perangkat lunak akan dibahas mengenai perancangan perangkat lunak yang melakukan implementasi *silhouette index, K-Means* dalam mengelompokkan data penerbangan, hasil eksekusi dan hasil visualisasi implementasi.

BAB V. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

Pada bab hasil dan analisis penelitian, hasil visualisasi dari perangkat lunak dilakukan analisis. Analisis dijadikan dasar dalam penarikan kesimpulan di penelitian ini.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab kesimpulan dan saran berisikan kesimpulan dari hasil semua uraian pada bab-bab sebelumnya dan juga berisi saran yang diharapkan dapat berdampak dalam penerapan peningkatan kualitas pada dunia penerbangan.

1.8 Kesimpulan

Berdasarkan penjelasan di atas transportasi udara adalah salah satu alat transportasi yang sangat digemari karena dapat menghemat waktu perjalanan. Namun sering kali terjadi insiden atau kecelakaan yang tidak disadari oleh masyarakat, maka analisa pada data abnormal yang memungkinkan penyebab terjadinya insiden atau kecelakaan tersebut perlu dilakukan. Untuk menemukan abnormal pada data penerbangan, algoritma *K-Means* dalam metode klasterisasi diimplementasi pada analisa tersebut. Maka dari itu, hasil analisa dalam penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi untuk meningkatkan kualitas dalam dunia transportasi udara.

DAFTAR PUSTAKA

Abijono, H., Santoso, P., & Anggreini, N. L. (2021). Algoritma Supervised Learning Dan Unsupervised Learning Dalam Pengolahan Data. *Jurnal Teknologi Terapan: G-Tech*, *4*(2), 315–318. https://doi.org/10.33379/gtech.v4i2.635

Aviation Administration, F. (2021). Chapter 5: Takeoffs and Departure. In *Airplane Flying Handbook* (pp. 1–14).

Azzahra, N. F., Ginardi, H., & Saikhu, A. (2015). Praproses Data Alir ADS-B dari Multi-Receiver dengan Pengelompokan Agglomerasi Berbasis Konsistensi Jarak. In *JNTETI* (Vol. 4, Issue 1). https://doi.org/10.22146/jnteti.v4i1.136

Common Taxonomy Team. (2013). *Phase of Flight: Definitions and Usage Notes* (1.3). International Civil Aviation Organization.

Defiyanti, S. (2017). *Integrasi Metode Clustering dan Klasifikasi untuk Data Numerik*.

Ekonomi, J. K., Pembangunan, D., Pertiwi, M., Satrianto, A., Ekonomi, J. I., Ekonomi, F., & Padang, U. N. (2020). *Analisis Transportasi Udara, Kunjungan Wisatawan, Nilai Tukar dan Kesempatan Kerja di Indonesia: Pendekatan VECM* (Vol. 2, Issue 2). http://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/epb/index

Eurocontrol. (2022). *Aircraft Performance Database*. https://contentzone.eurocontrol.int/aircraftperformance/details.aspx?ICAO=#

Izzadin, F. M. (2020). *Optimasi Jumlah Cluster K-Means Dengan Metode Elbow Dan Silhouette Pada Produktivitas Tanaman Pangan Di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2018* [Universitas Islam Indonesia]. https://dspace.uii.ac.id/bitstream/handle/123456789/28446/16611050 Fata Mukhammad Izzadin.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kesuma Dinata, R., Safwandi, Hasdyna, N., & Azizah, N. (2020). *Analisis K-Means Clustering pada Data Sepeda Motor*. https://jurnal.unej.ac.id/index.php/INFORMAL/article/view/17071/8199

Pratama, D. R., Susilo, K. E., & Nugroho, A. (2022). Implementasi Metode Waterfall Pada Sistem Informasi Kapasitas Pengoperasian Kapal. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Bisnis*, *13*(1), 36–49. https://doi.org/10.47927/jikb.v13i1.266

Prihantoro, D. D., & Wahyuddin, M. I. (2022). Implementasi Algoritma Haversine Formula dan Location Based Service Pada Aplikasi Pencarian Lokasi Bird Contest Berbasis Android. *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, *6*(1), 663. https://doi.org/10.30865/mib.v6i1.3546

Ramadhona, Rispianda, & Caecilia Sri Wahyuning. (2014). *Rancangan Sistem Informasi Investigasi Kecelakaan Pada KNKT (Komite Nasional Keselamatan Transportasi)*.

Rian Putra, R., & Wadisman, C. (2018). *Implementasi Data Mining Pemilihan Pelanggan Potensial Menggunakan Algoritma K-Means*. https://doi.org/https://doi.org/10.31539/intecoms.v1i1.141

Sandhyavitri, A., Tjahjono, T., & Khairumusa, A. R. (2014). *Identifikasi Tingkat Kerawanan Bandar Udara Di Indonesia* (Vol. 14, Issue 1).

Wahidin, A. J. (2021). Implementation of K-Means Algorithm in Determining Clustering of Lion Air Pilots. In *SYSTEMATICS* (Vol. 3, Issue 1).

Wahidin, A. J., & Sensuse, D. I. (2021). Perbandingan Algoritma K-Means, X-Means Dan K-Medoids Untuk Klasterisasi Awak Kabin Lion Air. *Jurnal ICT : Information Communication & Technology*, *20*(2), 298–302. https://ejournal.ikmi.ac.id/index.php/jict-ikmi/article/view/387

Wahyuni, S. (2020). Analisis Terhadap Keselamatan Penumpang Pesawat Terbang Yang Mengalami Pecah Ban Menurut Undang-Undang Perlindungan Konsumen. *Jurnal Hukum Sasana*, *5*(2), 136–162. https://doi.org/10.31599/sasana.v5i2.98