

IMPLEMENTASI METODE K-MEANS DALAM ANALISA PENYEBAB KECELAKAAN PESAWAT DI INDONESIA

**Berdasarkan Data Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT)
Tahun 1988-2021**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Strata 1



Oleh

Nadya Lucyana

09011381823105

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI METODE K-MEANS DALAM ANALISA PENYEBAB KECELAKAAN PESAWAT DI INDONESIA

Berdasarkan Data Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT)

Tahun 1988-2021

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Strata 1

Oleh :

NADYA LUCYANA

09011381823105

Palembang, 27 Juni 2022

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



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

Pembimbing Tugas Akhir



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada:

Hari : Senin

Tanggal : 27 Juni 2022

Tim Penguji :

1. Ketua : Firdaus, S.T., M.Kom
2. Sekretaris : Muhammad Ali Buchari, S.Kom., M.T.
3. Pembimbing : Rossi Passarella, S.T., M.Eng.
4. Penguji : Ahmad Fali Oklilas, S.T., M.T.



Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.

NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nadya Lucyana

NIM : 09011381823105

**Judul : Implementasi Metode K-Means Dalam Analisa Penyebab
Kecelakaan Pesawat Di Indonesia**

Hasil Pengecekan Software iTenticate / Turnitin: 9%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila ditemukan ditemukan unsur penjiplakan / plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Palembang, 27 Juni 2022



Nadya Lucyana

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah,segala puji Allah SWT dengan kemurahan dan ridho-Nya, skripsi ini dapat ditulis dengan baik dan lancar hingga selesai. Dengan ini akan kupersembahkan skripsi ini kepada :

Nabiku, **Nabi Muhammad SAW** sebagai panutan umat muslim yang penuh dengan kemuliaan dan ketaatan kepada Allah SWT memberiku motivasi tentang kehidupan dan mengajari ku hidup melalui sunnah-sunnahnya.

Kedua orang tuaku tersayang **Nuri Jaya** (Ayah) dan **Misnawati** (Mamah) yang selalu memberikan ku ketenangan, kenyamanan, motivasi, doa terbaik dan menyisihkan finansial nya, sehingga aku bisa menyelesaikan studiku. Kalian sangat berarti bagiku.

Guruku sekaligus orang tua kedua ku di kampus (pembimbing tugas akhir) **Bapak Rossi Passarella, M.Eng**, yang telah sabar membimbing ku untuk menyelesaikan tugas akhirku. Jasamu takkan pernah kulupakan.

Kepada seluruh teman-teman jurusan sistem komputer khususnya **kelas unggulan angkatan 2018** yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, atas segala nikmat karunia dan berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul “Implementasi Metode *K-Means* Dalam Analisa Penyebab Kecelakaan Pesawat di Indonesia”.

Dalam laporan penulis menjelaskan mengenai implementasi metode *k-means* dalam kecelakaan pesawat di Indonesia. Penulis berharap tulisan ini dapat bermanfaat bagi banyak orang, maupun penulis. Pada penyusunan laporan ini, penulis banyak mendapatkan saran serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT dan terimakasih yang terhormat :

1. Allah SWT, yang tidak henti-hentinya memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga tugas akhir ini dapat berjalan dengan lancar.
2. Kedua orang tua beserta keluarga yang selalu mensupport dan pastinya selalu mendoakan yang terbaik, serta selalu memberikan semangat dan motivasi tiada hentinya.
3. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd. M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr.Ir.H.Sukemi, M.T. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya dan selaku Pembimbing Akademik Jurusan Sistem Komputer.
5. Bapak Rossi Passarella, S.T., M.Eng selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah berkenan meluangkan waktunya guna untuk membimbing dalam pembuatan tugas akhir, memberikan saran dan motivasi serta bimbingan terbaik untuk penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
6. Mbak Sari Nuzulastri selaku Admin Jurusan Sistem Komputer, yang telah membantu dalam urusan administrasi.

7. Mbak Renny Virgasari selaku Admin Jurusan Sistem Komputer, yang telah membantu dalam urusan administrasi dan selalu memberikan motivasi.
8. Untuk diri saya sendiri yang sudah berjuang hingga saat ini dan mampu bertahan dari banyaknya cobaan yang datang dan pergi, tapi dengan percaya diri dan yakin maka jalan untuk menggapai titik kemenangan selalu dimudahkan.
9. Kepada team pejuang sarjana : Gulfi Oktariani, Mcita Aryani dan M. Dion Iqbal.
10. Kepada team research transportasi : Gulfi Oktariani, Meita Aryani, M. Dion Iqbal, M. Daffa Badran Thoriq dan Surya Fajri Alfitra.
11. Kepada seluruh teman-teman jurusan sistem komputer khususnya kelas unggulan angkatan 2018 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.
12. Kepada Mark Lee, Huang Renjun, Lee Jeno, Lee Haechan, Na Jaemin, Zhong Chenle dan Park Jisung yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada penulis melalui karya-karyanya selama perkuliahan dan proses penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar lebih baik lagi dikemudian hari.

Akhir kata dengan segala keterbatasan, penulis berharap semoga laporan ini menghasilkan sesuatu yang bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya baik secara langsung maupun tidak langsung sebagai sumbangan pikiran dalam peningkatan mutu pembelajaran.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Palembang, 27 Juni 2022



Nadya Lucyana

IMPLEMENTATION OF THE K-MEANS METHOD IN ANALYSIS OF AIRCRAFT ACCIDENT CAUSES IN INDONESIA

NADYA LUCYANA (09011381823105)

Dept. Of Computer Engineering, Faculty of Computer Science, Sriwijaya University
Email: nadyalucyana12@gmail.com

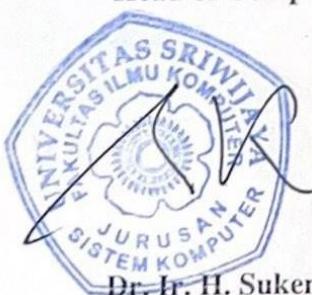
ABSTRACT

Aircraft accident data gathered and provided solely by the KNKT will be evaluated further to determine the severity of passengers involved in airplane crashes in Indonesia, as well as the optimal number of clusters. The number of clusters produced will be evaluated to establish the severity of the accident as a percentage of the total, as well as the causes of each severity of the plane crash. The elbow and silhouette index approaches were combined with the k-means clustering methodology to obtain the best number of clusters in this study. This study yielded the best results from the most clusters, as much as two. Furthermore, the findings show the correlation between the cause elements and the severity of aircraft accidents in each cluster Cluster 1 dominates the results for the mild category, with human as the causal component, according to the data distribution. The bulk of the severity of aviation accidents are included in the mild category, according to data collected over a 33-year period.

Keywords: *KNKT, K-Means, Cluster, Airplane Crashes*

Palembang, June, 27th 2022

Acknowledged,
Head of Computer System Department



Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.

NIP. 196612032006041001

Supervisor

Rossi Passarella, S.T., M.ENG

NIP. 197806112010121004

IMPLEMENTASI METODE K-MEANS DALAM ANALISA PENYEBAB KECELAKAAN PESAWAT DI INDONESIA

NADYA LUCYANA (09011381823105)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email: nadyalucyana12@gmail.com

ABSTRAK

Data kecelakaan pesawat yang dikumpulkan dan disediakan hanya oleh KNKT akan dievaluasi lebih lanjut untuk menentukan tingkat keparahan penumpang yang terlibat dalam kecelakaan pesawat di Indonesia, serta jumlah cluster yang optimal. Jumlah cluster yang dihasilkan akan dievaluasi untuk menentukan tingkat keparahan kecelakaan sebagai persentase dari total, serta penyebab setiap tingkat keparahan kecelakaan pesawat. Pendekatan indeks siku dan siluet digabungkan dengan metodologi k-means clustering untuk mendapatkan jumlah cluster terbaik dalam penelitian ini. Penelitian ini menghasilkan hasil terbaik dari cluster terbanyak yaitu sebanyak dua. Selanjutnya, temuan menunjukkan korelasi antara elemen penyebab dan tingkat keparahan kecelakaan pesawat di setiap cluster Cluster 1 mendominasi hasil untuk kategori ringan, dengan manusia sebagai komponen penyebab, menurut distribusi data. Sebagian besar tingkat keparahan kecelakaan penerbangan termasuk dalam kategori ringan, menurut data yang dikumpulkan selama periode 33 tahun.

Kata kunci: KNKT, K-Means, Cluster, Kecelakaan Pesawat

Palembang, 27 Juni 2022

Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Pembimbing Tugas Akhir

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

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRACT	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
1 BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	5
1.5 Manfaat	5
1.6 Metodelogi Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	6
2 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Penelitian Terkait	8
2.2 Landasan Teori	13
2.2.1 Sejarah ICAO	13
2.2.2 Kecelakaan Pesawat	15
2.2.3 Jenis Penerbangan	16
2.1.1 Pengertian Kecelakaan (<i>Accident</i>)	17
2.1.2 Pengertian Kejadian (<i>Incident</i>)	18
2.1.3 Faktor-Faktor Terjadinya Kecelakaan Pesawat	19
2.2 Data Analysis	22
2.2.1 Menentukan Objek Analisis (<i>Determine Analysis Object</i>)	22

2.2.2	Pengumpulan Data (<i>Data Collection</i>)	22
2.2.3	Pengolahan Data (<i>Data Preprocessing</i>).....	23
2.2.4	Machine Learning	24
2.2.5	Clustering	28
2.2.6	K-Means Algorithm	29
2.2.7	Metode Elbow	30
2.2.8	Menginterpretasikan Hasil (<i>Interpret the Analysis Results</i>)	31
3	BAB 3 METODELOGI PENELITIAN.....	32
3.1	Pendahuluan	32
3.2	Kerangka Kerja Penelitian.....	32
3.2.1	Studi Pustaka/Literature	33
3.2.2	Pengumpulan Data	34
3.2.3	Pengolahan Data.....	34
3.2.4	Tahap Pemodelan	36
3.2.5	Analisis Hasil Penelitian	36
3.2.6	Kesimpulan	36
3.3	Spesifikasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	36
3.3.1	Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	37
3.3.2	Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	37
4	BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1	Pendahuluan	38
4.2	Data Preprocessing	38
4.2.1	Data Cleaning.....	38
4.2.2	Data Transformation	39
4.2.3	Data Reduction.....	41
4.3	Uji Cluster	43
4.4	Metode K-Means Clustering	44
4.4.1	Analisis Cluster 1	46
4.4.2	Analisis Cluster 2	49
4.5	Tingkat Keparahan Kecelakaan Pesawat Berdasarkan Faktor Penyebab	52
5	BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1	Kesimpulan.....	58

5.2	Saran	59
6	DAFTAR PUSTAKA	60
7	LAMPIRAN.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kecelakaan Pesawat (Pegasus Aircraft Accident).....	15
Gambar 2.2 Kecelakaan Pesawat Nigeria.....	18
Gambar 2.3 Incident Pesawat Jet Airways	19
Gambar 2.4 Diagram alir algoritma K-Means.....	30
Gambar 3.1 Kerangka Kerja Penelitian.....	33
Gambar 4.1 Grafik faktor penyebab dan akibat	40
Gambar 4.2 Visualisasi label encoder sertifikasi pilot	41
Gambar 4.3 Data PAX, Total Injured, Total Fatalities dan PC	42
Gambar 4.4 Nilai dan Standardscaler	42
Gambar 4.5 Visualisasi grafik smooth line	43
Gambar 4.6 Visualisasi hasil clustering	45
Gambar 4.7 Hasil deskriptif data cluster 1	46
Gambar 4.8 Visualisasi persebaran data cluster 1	48
Gambar 4.9 Hasil deskriptif data cluster 2	50
Gambar 4.10 Visualisasi persebaran data cluster 2	51
Gambar 4.11 Visualisasi persebaran data total penumpang dan total kecelakaan	53
Gambar 4.12 Visualisasi persebaran data total penumpang dan total kecelakaan pada cluster 1.....	53
Gambar 4.13 Visualisasi persebaran data total penumpang dan total kecelakaan pada cluster 2.....	54
Gambar 4.14 Distribusi data point cluster berdasarkan kategori tingkat keparahan dengan faktor penyebab	56

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Rincian Perangkat Keras (Hardware).....	37
Tabel 3.2 Rincian Perangkat Lunak (Software)	37
Tabel 4.1 Data berdasarkan faktor penyebab	39
Tabel 4.2 Jumlah setiap cluster	45
Tabel 4.3 Pembagian data setiap cluster yang terbentuk.....	46
Tabel 4.4 Jumlah data faktor penyebab cluster 1	49
Tabel 4.5 Jumlah data faktor penyebab cluster 2	52
Tabel 4.6 Hasil cluster 1 dan cluster 2 berdasarkan tingkat keparahan kecelakaan dan faktor penyebab	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Code program import libraries.....	63
Lampiran 2. Code program load data	63
Lampiran 3. Data preprocessing – Data cleaning.....	63
Lampiran 4. Data preprocessing – Data transformation.....	63
Lampiran 5. Data preprocessing – Data Reduction.....	64
Lampiran 6. Melakukan clustering menggunakan metode elbow dan silhouette	64
Lampiran 7. Visualisasi hasil clustering.....	65
Lampiran 8. Menampilkan hasil clustering.....	65
Lampiran 9. Visualisasi cluster 1	65
Lampiran 10. Menampilkan data PC pada cluster 1	65
Lampiran 11. Visualisasi cluster 2	65
Lampiran 12. Menampilkan data PC pada cluster 2	65

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada masa ini, pesawat terbang merupakan satu dari banyaknya alat transportasi yang banyak digunakan. Pesawat sendiri merupakan salah satu kemajuan teknologi yang luar biasa dibidang transformasi, hal ini dikarenakan dengan adanya pesawat koneksi atau hubungan antar negara akan semakin mudah[1]. Saat ini, masyarakat mulai mempertimbangkan apakah akan memilih transportasi udara daripada transportasi umum lainnya karena faktor kecepatan, keamanan dan keselamatan yang digunakan. Tidak dapat dipungkiri bahwa pesawat merupakan alat transportasi yang mempunyai fungsi dan peranan yang sangat penting dalam masyarakat saat ini. Khususnya untuk Indonesia sebagai negara kepulauan, pesawat dapat menghubungkan berbagai pulau di Indonesia. Siapapun bisa menyeberang dari suatu tempat ke tempat lain dalam waktu yang relatif singkat. Hal ini menyebabkan pesawat terbang menjadi sebuah satu dari banyaknya alat transportasi yang banyak digunakan dan dapat diandalkan oleh masyarakat Indonesia[1].

Sejak pertama kali pesawat dibuat hingga saat ini bentuk dan ukurannya terus berevolusi seiring waktu. Perkembangan industri penerbangan di Indonesia dimulai dengan berdirinya Biro Rencana dan Konstruksi Pesawat Udara yang berlokasi di wilayah Tentara Republik Indonesia Angkatan Udara pada tahun 1946. Namun, puncak terbentuknya industri ini adalah pada tahun 1976, ketika Prof. Dr. Ing. B.J. Habibie mendirikan PT Industri Pesawat Terbang Nurtanio. Pada tahun 1986, perusahaan berubah nama menjadi PT Industri Pesawat Terbang Nusantara Keputusan Presiden Nomor 15 Tahun 1986 (KEPRES) dan Rapat Umum Pemegang Saham Perusahaan[2].

Terdapat dua jenis pesawat terbang dalam penerbangan di Indonesia dan dunia, yaitu militer dan komersil (sipil). Untuk penerbangan militer (*Military Flight*) ialah jenis penerbangan khusus yang diperuntukkan untuk membawa keperluan

militer. Pada penerbangan ini tidak bisa diakses oleh sembarang masyarakat umum (sipil) kecuali pada saat tertentu contohnya saat terjadinya penanggulangan bencana, penyelamatan tawanan perang, dan sebagainya. Sedangkan penerbangan komersil ialah penerbangan yang diperuntukkan untuk masyarakat sipil (publik) untuk bermobilitas untuk bisa bertukar tempat dari satu tempat ke tempat lainnya dalam waktu yang relatif singkat[3].

Kecelakaan transportasi yang terjadi di laut, udara dan darat akan terus menjadi perhatian yang menarik dimata masyarakat luas, hal itu dikarenakan industri transportasi inilah yang berperan penting dalam bidang ekonomi suatu negara atau wilayah, dan memiliki sifat yang dapat menghubungkan satu wilayah dengan wilayah lainnya. Dengan demikian tiap kali kecelakaan terjadi, maka secara otomatis akan mendapatkan banyak perhatian dari masyarakat luas, terutama di bidang transportasi udara akan menarik lebih banyak perhatian masyarakat, hal tersebut dikarenakan pesawat terbang merupakan alat transportasi yang khusus dan berteknologi tinggi[4].

Pesawat memang salah satu alat transformasi yang teknologinya sudah mengalami kemajuan namun hal tersebut tidak menutup kemungkinan terjadinya kecelakaan. Penyebab terjadinya kecelakaan penerbangan secara umum terbagi menjadi 3 (tiga) faktor utama diantaranya ialah faktor kesalahan manusia, faktor teknis dan faktor cuaca. pada dunia penerbangan dan penelitian, kecelakaan dideskripsikan dengan dua istilah, yaitu insiden (*incident*) dan kecelakaan (*accident*). Perbedaan dari akibat yang didapat baik pada korban luka-luka, korban jiwa dan kategori kerugian lainnya menjadi landasan dari kedua istilah tersebut.

Berdasarkan data kecelakaan penerbangan yang dikumpulkan dan ditinjau oleh KNKT (Komite Nasional Keselamatan Transportasi), Kementerian Perhubungan Republik Indonesia (Kemenhub RI) menyebutkan bahwa dalam kurun waktu 10 tahun (2007 - 2016) sebanyak 280 kali kecelakaan penerbangan (*accident and serious incident*) telah terjadi, dimana 37,5% atau 105 adalah kecelakaan runway atau ±10 kecelakaan runway per tahun[5]. Berdasarkan data yang diperoleh dari situs KNKT, faktor lingkungan 4,79%, faktor teknis 12,33%, faktor fasilitas 15,75% dan faktor manusia 67,12%[6]. Sedangkan berdasarkan

laporan statistis yang diterbitkan oleh *Boeing* dan *UK Civil Aviation, Loss of Control* (LOC) yang mana merupakan kontributor utama dari berbagai faktor yang telah menyebabkan kecelakaan fatal maskapai komersial, dengan jumlah 17 kecelakaan dan total korban jiwa sebanyak 1656 jiwa terhitung dari tahun 2005-2016 termasuk 40% dari semua kecelakaan fatal dari tahun 2002-2013[7].

Dalam penelitian ini digunakan data yang telah disediakan oleh KNKT dari tahun 1988 hingga bulan Januari tahun 2021. Data tersebut menyajikan variable data seperti tanggal, tahun, lokasi kecelakaan, tipe pesawat, registrasi pesawat, operator, *crew*, jumlah *passenger* (PAX), jumlah korban luka-luka, jumlah korban meninggal, dan faktor-faktor penyebab kecelakaan pesawat.

Dari ulasan dan permasalahan yang ada, maka diperlukan penelitian dengan tujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kecelakaan pesawat dengan menggunakan metode khusus yang dapat menganalisis kecelakaan pesawat dengan cangkupan wilayah yang lebih luas, dan dapat menclusterkan kecelakaan-kecelakaan yang memiliki karakteristik sama kedalam sejumlah *cluster-cluster* tertentu. Selain itu metode yang digunakan juga perlu memiliki tingkatan keakuratan yang lebih tinggi. Sehingga metode yang digunakan metode yang menggunakan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yaitu metode *clustering*. *Clustering* merupakan sebuah metode dari *unsupervised* yang tidak perlu membangun model untuk training dan testing data seperti pada *supervised learning*[8] karena tujuannya untuk menemukan *insight* dan *knowledge* yang tersembunyi didalam data yang digunakan. *K-Means Clustering* merupakan salah satu metode *clustering* yang digunakan dan berguna dalam melakukan analisis data dengan cara mengelompokkan data yang memiliki kesamaan karakter ke dalam kelompok (*cluster*), sedangkan data yang mempunyai kesamaan karakter yang berbeda akan dikelompokkan kedalam *cluster* atau kelompok lain[9].

Metode *K-Means* akan terus melakukan iterasi sampai seluruh data yang termasuk kedalam *cluster* khusus tidak dapat pindah ke *cluster* lain[10]. Data pesawat yang akan digunakan metode *clustering* adalah data kecelakaan pesawat di Indonesia. Selain itu dengan menggunakan metode *K-Means*, tingkat keakurasaian penilaian akan lebih tinggi dibandingkan hanya menggunakan pengalaman dan

pemakaran saja. Metode *K-means* akan digunakan untuk melakukan *clustering* data kecelakaan pesawat terbang KNKT untuk menemukan hubungan antara faktor penyebab dan total korban pada kecelakaan pesawat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sebelumnya telah dijelaskan mengenai kecelakaan pesawat terbang di Indonesia sebelumnya, maka peneliti merumuskan masalah seperti berikut:

1. Apa saja tahap yang dilakukan sebelum dapat menganalisis data kecelakaan pesawat terbang yang hanya dikumpulkan dan disediakan oleh KNKT?
2. Bagaimana karakteristik dan pola dari data kecelakaan pesawat terbang yang disediakan?
3. Bagaimana pembagian jumlah *cluster* baru yang dapat dibentuk dari variabel *passanger*, total *injured*, total *fatalities* dan *probable cause* menggunakan metode *K-Means clustering*?
4. Bagaimana tingkat keparahan kecelakaan pesawat di Indonesia?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian yang dilakukan terdapat beberapa batasan masalah dalam melakukan penelitian diantaranya adalah:

1. Data mentah (*raw data*) berasal dari website KNKT yang berisi arsip kecelakaan penerbangan di Indonesia.
2. Data yang digunakan adalah data insiden pesawat terbang yang dimulai dari tanggal 7 Januari 1988 – 25 Oktober 2021. Kemudian data yang digunakan yaitu tanggal, tahun, lokasi kecelakaan, tipe pesawat, registrasi pesawat, operator, *crew*, jumlah *passanger* (PAX), jumlah korban luka-luka, jumlah korban meninggal, dan faktor-faktor penyebab kecelakaan pesawat.
3. Metode yang dipilih dalam menganalisis data adalah metode *clustering* berbasis partisi (*Partition-based*) yaitu metode *K-Means clustering*.
4. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah *Python* dengan *software* yang digunakan untuk memproses data adalah *jupyter notebook*.

1.4 Tujuan

Pada penelitian ini terdapat tujuan yang ingin dicapai, yaitu:

1. Melakukan analisis data kecelakaan pesawat yang berasal dari KNKT, sehingga mengetahui tingkat keparahan yang paling dominan pada kecelakaan pesawat di Indonesia.
2. Mengetahui karakteristik dan pola dari data kecelakaan pesawat terbang di Indonesia.
3. Mengimplementasikan metode *K-Means clustering* pada data kecelakaan pesawat di Indonesia.
4. Mengetahui faktor penyebab dari tingkat keparahan kecelakaan pesawat di Indonesia.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian tugas akhir ini, yaitu:

1. Dapat mengetahui persentase tingkat keparahan dari total keseluruhan kecelakaan pesawat di Indonesia.
2. Dapat mengetahui implementasi metode *K-Means clustering* pada data kecelakaan pesawat, serta mengetahui faktor penyebab berdasarkan tingkat keparahan kecelakaan pesawat di Indonesia dari hasil *cluster* yang terbentuk.
3. Dapat menjadikan data kecelakaan pesawat KNKT menjadi data yang informatif, sehingga dengan adanya penelitian ini dapat menghasilkan pengetahuan dari data KNKT.

1.6 Metodelogi Penelitian

Pada penelitian tugas akhir ini dibutuhkan tahapan metodologi agar tujuan yang telah ditentukan untuk melakukan penelitian tugas akhir dapat dicapai, diantaranya sebagai berikut:

1. Tahap Studi Pustaka dan Literature

Tahap pertama dimulai dari menemukan topik yang relevan dan berkaitan untuk dapat diangkat menjadi subjek observasi. Penulis kemudian

mengumpulkan informasi dan juga bahan berita yang dipenting yang berasal dari sumber akademik seperti buku, internet, artikel dan jurnal ilmiah yang membantu dalam penulisan tugas akhir.

2. Tahap Kedua Perancangan

Tahap kedua, kita akan membahas masalah bagaimana proses untuk menyusun metode atau pendekatan tertentu untuk mengimplementasikan metode yang digunakan.

3. Tahap Ketiga Pengujian

Tahap ketiga adalah pelengkap dari rancangan sistem dimana pengujian dilakukan berdasarkan metodologi observasi dan observasi sebelumnya dilakukan untuk menghasilkan percobaan baik secara praktis maupun konsep.

4. Tahap Keempat Analisa

Tahap keempat, data yang diperoleh dari hasil percobaan diolah dan dilakukan analisis untuk mendapatkan data yang objektif menggunakan pendekatan tertentu.

5. Tahap Kelima Kesimpulan dan Saran

Tahap kelima ini, peneliti akan merumuskan secara rinci kesimpulan yang ditarik dari tahap sebelumnya. Selanjutnya akan ditambahkan saran yang berfungsi sebagai dasar untuk pengamatan lebih lanjut.

1.7 Sistematika Penulisan

Penelitian Tugas Akhir ini juga melakukan proses penyusunan yang disusun secara sistematika penulisan untuk memperjelas isi pada setiap bab, yang terdiri atas:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan ini berisi berbagai penjelasan secara sistematis yaitu, latar belakang dari tugas akhir ini, tujuan yang ingin dicapai, manfaat yang diperoleh, menganalisis rumusan masalah, batasan masalah yang timbul, dan menentukan metodologi untuk penyelesaian masalah dari sistem yang akan dibuat serta sistematika penilaian pada tugas akhir.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada tinjauan pustaka ini akan menyajikan beberapa dasar teori yang bersifat mendukung pembuatan Tugas Akhir ini, diantaranya yaitu Accident dan Incident, faktor kecelakaan pesawat, dan clustering.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini, akan menjelaskan secara sistematis bagaimana proses observasi dilakukan mengenai data penelitian, kerangka kerja penelitian, serta lingkungan dan spesifikasi dari perangkat keras dan perangkat lunak.

BAB 4 HASIL DAN ANALISA

Pada bab ini akan menunjukkan hasil dan pembahasan dari metode yang digunakan dalam pengolahan data dimulai dari pendahuluan, data *preprocessing*, tahap pemodelan dan analisis pada penelitian yang dilakukan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berkaitan dengan pernyataan secara rinci dari hasil dan pembahasan berdasarkan penelitian dari pemodelan yang digunakan, dari pernyataan tersebut dapat ditarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, serta menjawab pertanyaan yang terdapat di rumusan masalah pada Bab 1, terdapat saran yang diberikan sebagai landasan untuk penelitian selanjutnya untuk hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Oktaviani.J, “Pesawat,” vol. 51, no. 1, hal. 51, 2018.
- [2] BUMN, “Profil PT. Dirgantara Indonesia.” [Daring]. Tersedia pada: <http://www.bumn.go.id/ptdi/halaman/134>.
- [3] D. A. Kurniawan, “MENELUSURI JEJAK AWAL PENERBANGAN DI INDONESIA (1913-1950-AN),” *Phys. Rev.*, vol. 80, no. 113, hal. 580–594, 1950.
- [4] M. Kuasa dan M. Besar, “Keselamatan 1.,” *J. Penelit. Perhub. Udar.*, vol. 34, no. 1, hal. 2–5, 2008.
- [5] A. D. Saputra, “Studi Analisis Penyebab Runway Excursion di Indonesia Berdasarkan Data Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) Tahun 2007-2016,” *War. Ardhia*, vol. 43, no. 2, hal. 93, 2017, doi: 10.25104/wa.v43i2.305.93-104.
- [6] A. Pasaribu dan A. Solichin, “Pengembangan Aplikasi Knowledge Management System Helicopter Landing Officer Pada PT Pacific Aviation Indonesia,” *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 1, no. 3, hal. 232–238, 2017, doi: 10.29207/resti.v1i3.108.
- [7] R. Norouzi, A. Kosari, dan M. H. Sabour, “Real time estimation of impaired aircraft flight envelope using feedforward neural networks,” *Aerospace Sci. Technol.*, vol. 90, hal. 434–451, 2019, doi: 10.1016/j.ast.2019.04.048.
- [8] C. C. Peng, C. J. Tsai, T. Y. Chang, J. Y. Yeh, dan P. W. Hua, “A new approach to generate diversified clusters for small data sets,” *Appl. Soft Comput. J.*, vol. 95, hal. 106564, 2020, doi: 10.1016/j.asoc.2020.106564.
- [9] Q. Zhu, J. Pei, X. Liu, dan Z. Zhou, “Analyzing commercial aircraft fuel consumption during descent: A case study using an improved K-means clustering algorithm,” *J. Clean. Prod.*, vol. 223, hal. 869–882, 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.02.235.
- [10] M. J. Brusco, E. Shireman, dan D. Steinley, “A comparison of latent class, K -means, and K -median methods for clustering dichotomous data.,” *Psychol. Methods*, vol. 22, no. 3, hal. 563–580, 2017, doi: 10.1037/met0000095.
- [11] A. Saidul dan J. L. Buliali, “Implementasi Particle Swarm Optimization pada K-Means untuk Clustering Data Automatic Dependent Surveillance-Broadcast,” *Eksplora Inform.*, vol. 8, no. 1, hal. 30, 2018, doi: 10.30864/eksplora.v8i1.150.
- [12] P. Kaur, “Outlier Detection Using Kmeans and Fuzzy Min Max Neural Network in Network Data,” *Proc. - 2016 8th Int. Conf. Comput. Intell. Commun. Networks, CICN 2016*, hal. 693–696, 2017, doi: 10.1109/CICN.2016.142.

- [13] L. Tan, “A clustering K-means algorithm based on improved PSO algorithm,” *Proc. - 2015 5th Int. Conf. Commun. Syst. Netw. Technol. CSNT 2015*, hal. 940–944, 2015, doi: 10.1109/CSNT.2015.223.
- [14] D. Zhou, X. Zhuang, H. Zuo, H. Wang, dan H. Yan, “Deep Learning-Based Approach for Civil Aircraft Hazard Identification and Prediction,” *IEEE Access*, vol. 8, hal. 103665–103683, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2997371.
- [15] D. Kelly dan M. Efthymiou, “An analysis of human factors in fifty controlled flight into terrain aviation accidents from 2007 to 2017,” *J. Safety Res.*, vol. 69, hal. 155–165, 2019, doi: 10.1016/j.jsr.2019.03.009.
- [16] D. Mackenzie, “A History of the International Civil Aviation Organization,” no. 358, hal. 239–241, 2010.
- [17] ICAO, “Vision and Mission ICAO.”
- [18] Britannica, “Civil aircraft.”
- [19] ICAO, “Review of the Classification and Definitions Used for Civil Aviation Activities,” no. August 2008, hal. 1–9, 2009.
- [20] R. K. Nangia, “Efficiency parameters for modern commercial aircraft,” *Aeronaut. J.*, vol. 110, no. 1110, hal. 495–510, 2006, doi: 10.1017/S0001924000001391.
- [21] ICAO, “Aircraft Accident and Incident Investigation,” *Conv. Int. Civ. Aviat.*, no. July, hal. 1–42, 2001.
- [22] A. D. Saputra, S. Priyanto, I. Muthohar, dan M. Bhinnety, “Studi Tingkat Kecelakaan Pesawat Terbang Di Indonesia Dari Tahun 1988-2012,” *War. Penelit. Perhub.*, vol. 27, no. 4, hal. 14, 2015, doi: 10.25104/warlit.v27i4.790.
- [23] O. Svenson, “Accident and Incident Analysis Based on the Accident Evolution and Barrier Function (AEB) Model,” *Cogn. Technol. Work*, vol. 3, no. 1, hal. 42–52, 2001, doi: 10.1007/pl00011521.
- [24] Devin Pickell, “5 steps of the data analysis process.” [Daring]. Tersedia pada: <https://learn.g2.com/data-analysis-process>. [Diakses: 03-Jul-2022].
- [25] K. Gohrani, “The 5 Steps of the Data Analysis Process,” 2019. [Daring]. Tersedia pada: https://medium.com/@kunal_gohrani/the-5-steps-of-the-data-analysis-process-2512ba6ac31e. [Diakses: 03-Jul-2022].
- [26] P. Mishra, A. Biancolillo, J. M. Roger, F. Marini, dan D. N. Rutledge, “New data preprocessing trends based on ensemble of multiple preprocessing techniques,” *TrAC - Trends Anal. Chem.*, vol. 132, hal. 116045, 2020, doi: 10.1016/j.trac.2020.116045.
- [27] C. Priyadharsini dan D. A. Thanamani, “An Overview of Knowledge Discovery Databaseand Data mining Techniques,” *Int. J. Innov. Res. Comput. Commun. Eng.*, vol. 2, no. 1, hal. 1571–1578, 2014.

- [28] X. Chu, I. F. Ilyas, S. Krishnan, dan J. Wang, “Data cleaning: Overview and emerging challenges,” *Proc. ACM SIGMOD Int. Conf. Manag. Data*, vol. 26-June-20, hal. 2201–2206, 2016, doi: 10.1145/2882903.2912574.
- [29] A. Fait dan A. R. Fernie, “Data integration,” *Plant Metab. Networks*, hal. 151–171, 2009, doi: 10.1007/978-0-387-78745-9_6.
- [30] C. Zhang dan J. Han, *Data Mining and Knowledge Discovery*. 2021.
- [31] L. Gu, L. Zhang, dan Y. Zhao, “An euclidean distance based on the weighted self-information related data transformation for nominal data clustering,” *Int. Conf. Inf. Knowl. Manag. Proc.*, vol. Part F1318, no. 0, hal. 2083–2086, 2017, doi: 10.1145/3132847.3133062.
- [32] Á. Rocha, A. M. Correia, S. Costanzo, dan L. P. Reis, “A Data Preparation Methodology in Data Mining Applied to Mortality Population Databases,” *Adv. Intell. Syst. Comput.*, vol. 353, hal. III–IV, 2015, doi: 10.1007/978-3-319-16486-1.
- [33] A. Sunarya, S. Santoso, dan W. Sentanu, “Sistem Pakar Untuk Mendiagnosa Gangguan Jaringan Lan,” *Creat. Commun. Innov. Technol. J.*, vol. 8, no. 2, hal. 1–11, 2015.
- [34] D. E. GOLDBERG dan J. H. HOLLAND, “Genetic Algorithms and Machine Learning,” *Bulg. J. Agric. Sci.*, vol. 19, no. SUPPL. 2, hal. 117–119, 2013.
- [35] Seldon, “Supervised vs Unsupervised Learning Explained,” 2021.
- [36] R. Dubes dan A. K. Jain, “Clustering techniques: The user’s dilemma,” *Pattern Recognit.*, vol. 8, no. 4, hal. 247–260, 1976, doi: 10.1016/0031-3203(76)90045-5.
- [37] M. G. H. Omran, A. P. Engelbrecht, dan A. Salman, “An overview of clustering methods,” *Intell. Data Anal.*, vol. 11, no. 6, hal. 583–605, 2007, doi: 10.3233/ida-2007-11602.
- [38] N. Putu, E. Merliana, dan A. J. Santoso, “Analisa Penentuan Jumlah Cluster Terbaik pada Metode K-Means,” hal. 978–979.
- [39] Mallika Rangaiah, “5 Steps of Data Analysis,” 2021. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.analyticssteps.com/blogs/5-steps-data-analysis>. [Diakses: 04-Jul-2022].
- [40] O. Maimon dan L. Rokach, *Data mining and knowledge discovery handbook*, vol. 48, no. 10. 2011.
- [41] R. Y. Sari, H. Oktavianto, dan H. W. Sulistyo, “Algoritma k-means dengan metode elbow untuk mengelompokkan kabupaten/kota di jawa tengah berdasarkan komponen pembentuk indeks pembangunan manusia,” vol. 74, no. 5, hal. 601–606, 2018.