

**KLASIFIKASI KUALITAS SINYAL ADS-B PADA DATA
KEBERANGKATAN PENERBANGAN DI BANDARA SULTAN
MAHMUD BADARUDDIN II MENGGUNAKAN
PENDEKATAN *MACHINE LEARNING***

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



Oleh :

Rani Silvani Yousnaidi
NIM : 09021381924127

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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

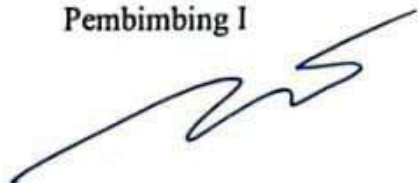
KLASIFIKASI KUALITAS SINYAL ADS-B PADA DATA KEBERANGKATAN PENERBANGAN DI BANDARA SULTAN MAHMUD BADARUDDIN II MENGGUNAKAN PENDEKATAN *MACHINE LEARNING*

Oleh :

Rani Silvani Yousnaidi
NIM : 09021381924127

Palembang, 8 Mei 2023

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Rfzki Kurniati, M.T.
NIP. 199107122019032016

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Alvi Syahrini Utami, M.Kom
NIP. 197812222006042003

TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF SKRIPSI

Pada hari Selasa tanggal 06 Juni 2023 telah dilaksanakan ujian komprehensif skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya

Nama : Rani Silvani Yousnaidi

NIM : 09021381924127

Judul : **KLASIFIKASI KUALITAS SINYAL ADS-B PADA DATA
KEBERANGKATAN PENERBANGAN DI BANDARA SULTAN
MAHMUD BADARUDDIN II MENGGUNAKAN PENDEKATAN
MACHINE LEARNING**

dan dinyatakan **LULUS**.

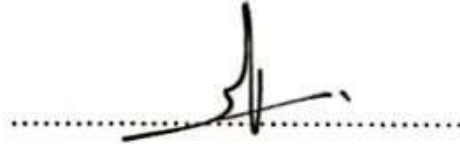
1. Ketua Penguji

Dr. M. Fachrurrozi, M.T.
NIP. 198005222008121002



2. Penguji

Dr. Abdiansah, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198410012009121005



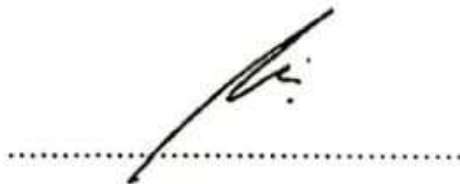
3. Pembimbing I

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 : Rani Silvani Yousnaidi
NIM : 09021381924127
Program Studi : Teknik Informatika
Judul Skripsi : Klasifikasi Kualitas Sinyal ADS-B pada Data
Keberangkatan Penerbangan di Bandara Sultan Mahmud
Badaruddin II Menggunakan Pendekatan *Machine
Learning*

Hasil Pengecekan Software (iThenricate/Turnitin) : 12%


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, 8 Mei 2023




Rani Silvani Yousnaidi
NIM. 09021381924127

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Sabar, satu per satu. Tidak semua harus ada jawabannya sekarang”

Kupersembahkan karya tulis ini kepada :

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

ABSTRACT

The high risk of aircraft accidents, 63% during takeoff and 49% during the landing process, can be analyzed through ADS-B signal data owned by flights. The data collected through the AERO-TRACK application is processed with the aim of knowing the quality of ADS-B signals at Sultan Mahmud Badaruddin II Airport and the method that has the best performance in classifying imbalanced data into 4 different class labels. The results showed that the ADS-B signal quality was good because the majority of the data, namely 1.328 data, was labeled as Tier 1 with the f1-score performance of each classification method, namely 91% for Random Forest, 68% using the Naïve Bayes algorithm and 28% for the SVM algorithm.

Keywords : ADS-B, Signal Quality, Classification, SVM, Random Forest, Naïve Bayes

ABSTRAK

Tingginya risiko kecelakaan pesawat yakni 63% saat lepas landas dan 49% saat proses pendaratan dapat dianalisis melalui data sinyal ADS-B yang dimiliki oleh penerbangan. Data yang dikumpulkan melalui aplikasi AERO-TRACK ini diolah dengan tujuan untuk mengetahui kualitas sinyal ADS-B di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II dan metode yang memiliki performa terbaik dalam mengklasifikasikan data yang *imbalanced* ke dalam 4 label kelas yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas sinyal ADS-B tergolong baik karena mayoritas data yakni sebanyak 1.328 data terlabel sebagai Tier 1 dengan performa *f1-score* masing – masing metode klasifikasi yakni 91% untuk *Random Forest*, 68% menggunakan algoritma *Naïve Bayes* dan 28% pada algoritma *SVM*.

Kata Kunci : ADS-B, kualitas sinyal, klasifikasi, *SVM*, *Random Forest*, *Naïve Bayes*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan hidayah, rahmat, dan petunjuk sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “Klasifikasi Kualitas Sinyal ADS-B pada Data Keberangkatan di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Menggunakan Pendekatan *Machine Learning*” tepat pada waktunya.

Dalam penulisan ini, penulis menyadari bahwa tanpa adanya bimbingan, bantuan, serta dukungan maupun petunjuk dari semua pihak, tidak mungkin Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Ayah, Inyak, Abang Raija, Rima, dan Adek Risa yang telah mendoakan, memberi dukungan, dan selalu memberi semangat.
2. Bapak Alm. Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T. 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 Tugas Akhir dan Ibu Rizki Kurniati, M.T. selaku pembimbing Tugas Akhir serta pembimbing akademik penulis yang telah berkenan membimbing, memberikan motivasi dan saran dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Bapak Osvari Arsalan, M.T. yang turut membimbing dalam menyelesaikan Tugas Akhir

6. Mbak Wiwin Juliani selaku Admin Jurusan Teknik Informatika Bilingual, yang telah membantu dalam kelancaran administrasi selama masa perkuliahan.
7. Tim AERO-TRACK : Aditya, Indra Gifari Afriansyah dan M. Rifqi Fathan.
8. Teman seperjuangan : Shabrina Putri Fadhillah, Reyhani Avissa, Aulia Mabbruca Putri, Tarisa Rafika, Zafira Galea, Nilam Musdalifa, Nurul Akhni, M. Raihan Almenata, Asyraf Shafiyurrahman, Fadel Muhammad, Bintang Dwitama, dan KMH. Alviansyah.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan, oleh karena itu kritik dan saran membangun sangat diharapkan untuk kemajuan penelitian selanjutnya.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, 8 Mei 2023

Rani Silvani Yousnaidi

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRACT.....	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Pendahuluan	I-1
1.2 Latar Belakang	I-1
1.3 Rumusan Masalah	I-3
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-4
1.6 Batasan Masalah.....	I-4
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-5
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 Cara Kerja ADS-B	II-1
2.2.2 Kategori Kelas Sinyal ADS-B	II-2
2.3 Pendekatan.....	II-3

2.3.1	<i>SVM (Support Vector Machine)</i>	II-3
2.3.2	<i>Naïve Bayes</i>	II-5
2.3.3	<i>Random Forest</i>	II-6
2.3.4	Klasifikasi Multi Kelas	II-7
2.3.5	Confusion Matrix	II-7
2.4	Penelitian Lain yang Relevan.....	II-9
2.5	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-1
3.2.3	Metode Pengumpulan Data.....	III-2
3.3	Tahapan Penelitian	III-4
3.3.1	Kerangka Kerja	III-4
3.3.2	Kriteria Pengujian	III-10
3.3.3	Format Data Pengujian.....	III-10
3.3.4	Alat yang digunakan dalam Pelaksanaan Penelitian	III-11
3.3.5	Pengujian Penelitian.....	III-11
3.3.6	Analisis Hasil Pengujian dan Membuat Kesimpulan.....	III-12
3.4	Metode Pengembangan Perangkat Lunak	III-12
3.5	Kesimpulan.....	III-13
 BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK		IV-1
4.1	Pendahuluan	IV-1
4.2	<i>Waterfall</i>	IV-1
4.2.1	<i>Requirement</i>	IV-1
4.2.2	<i>Design</i>	IV-2
4.2.3	<i>Implementation</i>	IV-16

4.2.4	<i>Verification</i>	IV-20
4.2.5	<i>Maintenance</i>	IV-22
4.3	Kesimpulan.....	IV-23
BAB V HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN.....		V-1
5.1	Pendahuluan	V-1
5.2	Data Hasil Percobaan Penelitian	V-1
5.2.1	Konfigurasi Percobaan	V-2
5.2.2	Data Hasil Percobaan Menggunakan SVM.....	V-2
5.2.3	Data Hasil Percobaan Menggunakan <i>Naïve Bayes</i>	V-4
5.2.4	Data Hasil Percobaan Menggunakan <i>Random Forest</i>	V-5
5.3	Analisis Hasil Penelitian	V-7
5.4	Implementasi <i>Random Forest</i> terhadap <i>Unseen Data</i>	V-9
5.5	Kesimpulan.....	V-10
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		VI-1
6.1	Kesimpulan.....	VI-1
6.2	Saran	VI-2
DAFTAR PUSTAKA		xv

DAFTAR TABEL

Tabel II-1. Kelas Sinyal ADS-B	II-2
Tabel II-2. <i>Confusion Matrix</i>	II-8
Tabel II-3. Penelitian Lain yang Relevan	II-9
Tabel III-1. Variabel Data	III-2
Tabel III-2. Data Keberangkatan di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II ...	III-8
Tabel III-3. Dataset Keberangkatan di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II. III-9	
Tabel III-4. Format Pengujian	III-10
Tabel IV-1. Tabel Kebutuhan Fungsional	IV-1
Tabel IV-2. Tabel Kebutuhan Non-Fungsional	IV-2
Tabel IV-3. Definisi <i>Use Case</i>	IV-3
Tabel IV-4. Tabel Skenario Melakukan <i>Preprocessing Data</i>	IV-4
Tabel IV-5. Tabel Skenario Menampilkan Hasil Klasifikasi dan Visualisasi	IV-6
Tabel IV-6. Tabel Implementasi Objek	IV-16
Tabel IV-7. Tabel Pengujian Sistem	IV-20
Tabel V-1. <i>Confusion Matrix</i> Hasil Konfigurasi Percobaan <i>SVM</i>	V-2
Tabel V-2. Performa Klasifikasi Menggunakan <i>SVM</i>	V-3
Tabel V-3. <i>Confusion Matrix</i> Hasil Konfigurasi Percobaan <i>Naïve Bayes</i>	V-4
Tabel V-4. Performa Klasifikasi Menggunakan <i>Naïve Bayes</i>	V-5
Tabel V-5. <i>Confusion Matrix</i> Hasil Konfigurasi Percobaan <i>Random Forest</i>	V-6
Tabel V-6. Performa Klasifikasi Menggunakan <i>Random Forest</i>	V-7
Tabel V-7. Hasil Klasifikasi	V-8

DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1. Cara Kerja ADS-B	II-2
Gambar III-1. Kerangka Kerja	III-6
Gambar IV-1. <i>Use Case Diagram</i>	IV-3
Gambar IV-2. <i>Activity Diagram</i> Melakukan <i>Preprocessing Data</i>	IV-9
Gambar IV-3. <i>Activity Diagram</i> Menampilkan Hasil Klasifikasi dan Visualisasi	IV-10
Gambar IV-4. <i>Sequence Diagram</i> Melakukan <i>Preprocessing Data</i>	IV-11
Gambar IV-5. <i>Sequence Diagram</i> Menampilkan Hasil Prediksi dan Visualisasi	IV-11
Gambar IV-6. <i>Class Diagram</i>	IV-12
Gambar IV-7. <i>Wireframe</i> Halaman Utama	IV-13
Gambar IV-8. <i>Wireframe</i> Halaman <i>About</i>	IV-14
Gambar IV-9. <i>Wireframe</i> Halaman <i>Preprocessing</i>	IV-15
Gambar IV-10. <i>Wireframe</i> Halaman Hasil Klasifikasi dan Visualisasi.....	IV-16
Gambar IV-11. Implementasi Antar Muka Halaman Utama	IV-18
Gambar IV-12. Implementasi Antar Muka Halaman <i>Preprocessing</i>	IV-18
Gambar IV-13. Implementasi Antar Muka Halaman Hasil Klasifikasi dan Visualisasi	IV-19
Gambar IV-14. Implementasi Antar Muka Halaman <i>About</i>	IV-19
Gambar V-1. Grafik Hasil Analisis Performansi <i>SVM</i> , <i>Naïve Bayes</i> dan <i>Random Forest</i>	V-8
Gambar V-2. Data Hasil Prediksi	V-9

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Bab ini menerangkan latar belakang, rumusan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan, sistematika penulisan dan kesimpulan.

1.2 Latar Belakang

Kecelakaan pesawat biasanya disebabkan oleh tiga faktor utama yaitu faktor teknis, cuaca dan kesalahan manusia, serta terdapat dua kondisi pesawat yang memiliki tingkat risiko kecelakaan tinggi. Tercatat bahwa enam puluh tiga persen kecelakaan pesawat terjadi saat lepas landas dan empat puluh sembilan persen saat proses pendaratan (Angriyana, 2018). Salah satu kecelakaan yang diakibatkan kesalahan teknis, yakni pada pesawat rute Jakarta ke Palembang pukul 17.52 WIB sehingga harus kembali ke Bandara Soekarno Hatta (Pranita, 2022).

Penerbangan dari dan menuju Palembang di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II memiliki tingkat jadwal penerbangan yang cukup padat. Bandara yang menerima keberangkatan domestik dan internasional ini, memiliki rata – rata enam belas penerbangan setiap harinya. Hal ini membuat peneliti mencari tahu kualitas sinyal dari teknologi ADS-B pada data keberangkatan yang direkam sejak tanggal 1 Februari 2022 – 1 Agustus 2022. *Automatic Dependent Surveillance-Broadcast* atau lebih dikenal dengan singkatan yakni ADS-B digunakan untuk mendukung aktivitas operasional dengan tujuan meningkatkan kapasitas dan

efektivitas operasional sistem lingkungan penerbangan nasional, mengurangi risiko kecelakaan dan penggunaan radar, serta dapat berfungsi di ruang lingkup non radar.

Kewajiban penggunaan perangkat ADS-B pada penerbangan di wilayah Indonesia direncanakan oleh Kementerian Perhubungan pada tahun 2016, hal ini didukung oleh rasio ketelitian yang cukup baik dan sudah sesuai dengan standar internasional. Sebelumnya pesawat cukup menggunakan radar untuk mendeteksi pesawat (Menteri Perhubungan Republik Indonesia, 2017).

Kualitas sinyal ADS-B dilihat dari *timestamp* yang telah diolah dan dikelompokkan menjadi 4 (empat) kelompok sesuai dengan aturan yang telah ditentukan. Kualitas sinyal ADS-B dapat dilihat dari pesawat terbang yang mengirimkan informasi kepada ADS-B *ground station* mengenai posisi dan kondisi penerbangan secara lengkap dan otomatis setiap 0,5 detik. Informasi yang didapat digunakan untuk memantau pesawat yang kemudian dikirim ke *display* ATC (Sohibi et al., 2020).

Kualitas sinyal ADS-B ini diolah menggunakan teknik klasifikasi dengan algoritma *Random Forest*, *Naïve Bayes* dan *SVM*. Berdasarkan penelitian terdahulu yang menggunakan klasifikasi *Decision Tree* pada fase penerbangan menghasilkan akurasi sebesar 99,78% dan *K-NN* menghasilkan akurasi sebesar 99,63% (Aprilio & Ginardi, 2016). Penelitian kedua menggunakan perbandingan algoritma klasifikasi *K-NN*, *Decision Tree*, *SVM*, dan *Random Forest* pada penelitian maskapai penerbangan menghasilkan akurasi menggunakan algoritma *K-NN* 93%, *Decision Tree* 94%, *SVM* 95%, dan *Random Forest* 96% (Setiono, 2022). Penelitian ketiga menggunakan algoritma klasifikasi *K-NN* dengan *Manhattan Distance* dan

Euclidean Distance pada transportasi bus menghasilkan akurasi sebesar 84,00% dan 81,96% (Dinata et al., 2020).

Berdasarkan penjelasan hasil akurasi pada penelitian klasifikasi terdahulu di latar belakang, maka peneliti mencoba klasifikasi menggunakan algoritma *Random Forest*, *Naïve Bayes* dan *SVM* dengan harapan dapat menghasilkan akurasi yang baik atau lebih baik dibandingkan penelitian terdahulu.

1.3 Rumusan Masalah

Penjelasan di bagian subbab latar belakang membentuk rumusan masalah yang dapat diangkat dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana pengumpulan data penerbangan di penelitian ini?
2. Bagaimana standar kualitas data ADS-B dan pemberian label pada dataset?
3. Apa metode klasifikasi yang paling baik dalam penelitian?

1.4 Tujuan Penelitian

Penjelasan di bagian subbab rumusan masalah membentuk tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui dan mengimplementasikan cara pengumpulan data.
2. Mengetahui dan mengimplementasikan metode pelabelan (pengolahan data).
3. Mengetahui dan mengimplementasikan tiga metode klasifikasi yaitu *Random Forest*, *Naïve Bayes* dan *SVM* pada data kualitas sinyal ADS-B.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini penting untuk:

1. Menambah pengetahuan dalam mengklasifikasikan kualitas sinyal ADS-B dengan cara mengimplementasikan *Random Forest*, *Naïve Bayes* dan *SVM*.
2. Dapat menjadi referensi penelitian terkait yang ingin membahas mengenai kualitas sinyal ADS-B

1.6 Batasan Masalah

Batasan dalam masalah ini bertujuan agar topik pembahasan terarah, sehingga dapat mencapai tujuan penelitian, diantaranya:

1. Data dalam penelitian ini berasal dari API *flightradar24.com* yang dikumpulkan melalui aplikasi AERO-TRACK. Aplikasi ini memberi informasi lengkap mengenai posisi dan kondisi penerbangan.
2. Standar kualitas data hanya merujuk pada lembaga resmi keselamatan penerbangan (ICAO), sedangkan data yang didapatkan adalah informasi berupa standar data *flightradar24*.
3. Metode klasifikasi dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *machine learning*, dengan melakukan perbandingan confusion matrix dari algoritma *Random Forest*, *Naïve Bayes* dan *SVM*.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistem penulisan penelitian ini dituangkan dalam beberapa subbagian dengan penjelasan terperinci, jelas, dan tepat. Penjelasan – penjelasan tersebut disusun dalam setiap bab pada penelitian secara sistematis, sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Pendahuluan menguraikan tentang latar belakang, rumusan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan, sistematika penulisan dan kesimpulan.

BAB II. KAJIAN LITERATUR

Kajian literatur membahas mengenai teori dasar yang ada dalam penelitian, seperti pengertian dan penerapan dari perangkat *Automatic Dependent Surveillance-Broadcast* (ADS-B), klasifikasi dan metode yang menggunakan pendekatan *machine learning*, serta penelitian – penelitian yang relevan terhadap penelitian.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian membahas cara pengumpulan data, tahapan penelitian, dan tahapan – tahapan dalam pengembangan perangkat lunak.

BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

Pengembangan perangkat lunak berisi pembahasan mengenai perancangan serta pengembangan perangkat lunak, dari analisis kebutuhan dan desain, serta pembuatan dan pengujian perangkat lunak.

BAB V. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

Bab berikut menguraikan hasil dan analisis penelitian yang menjadi dasar dalam penarikan kesimpulan dalam penelitian.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir membahas kesimpulan yang berisi pencapaian tujuan dari hasil penelitian dan saran yang berguna dalam penelitian selanjutnya.

1.8 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penjelasan di bab pendahuluan yakni cara menyelesaikan masalah yang ada yaitu dengan mengetahui performa yang paling baik dari algoritma klasifikasi *Random Forest*, *Naïve Bayes* dan *SVM* berdasarkan kualitas sinyal ADS-B pada keberangkatan penerbangan di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II.

DAFTAR PUSTAKA

- Angriyana, S. (2018, Oktober 31). Data Boeing: 63% Kecelakaan Pesawat Itu Saat Take Off dan Landing. <https://Travel.Detik.Com/Travel-News/d-4280766/Data-Boeing-63-Kecelakaan-Pesawat-Itu-Saat-Take-off-Dan-Landing>.
- Aprilio, A. Y., & Ginardi, R. V. H. (2016). *Klasifikasi Fase Penerbangan pada Data Alir Automatic Dependent Surveillance-Broadcast Multi-Receiver dengan Variasi Fitur*.
- Azhari, M., Situmorang, Z., & Rosnelly, R. (2021). Perbandingan Akurasi, Recall, dan Presisi Klasifikasi pada Algoritma C4.5, Random Forest, SVM dan Naive Bayes. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 5(2), 640. <https://doi.org/10.30865/mib.v5i2.2937>
- Bariyah, T., Rasyidi, M. A., & Ngatini. (2021). Convolutional Neural Network Untuk Metode Klasifikasi Multi-Label Pada Motif Batik. *Techno.COM*, 20(1), 155–165.
- Chen, J., Dai, Z., Duan, J., Matzinger, H., & Popescu, I. (2019). Naive Bayes with Correlation Factor for Text Classification Problem. *IEEE International Conference on Machine Learning and Applications, ICMLA 2019*, 1051–1056. <https://doi.org/10.1109/ICMLA.2019.00177>
- Dinata, R. K., Akbar, H., & Hasdyna, N. (2020). Algoritma K-Nearest Neighbor dengan Euclidean Distance dan Manhattan Distance untuk Klasifikasi Transportasi Bus. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 12(2), 104–111. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v12i2.539.104-111>
- International Civil Aviation Organization Asia and Pacific Office. (2014). ADS-B Implementation and Operations Guidance Document. <https://www.icao.int/Pages/Default.aspx>.
- Kulkarni, V. Y., & Sinha, P. K. (2014). Effective Learning and Classification using Random Forest Algorithm. *IJEIT*, 3(11), 267–273.
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. (2017). Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 81 Tahun 2017. https://jdih.dephub.go.id/Produk_hukum/View/VUUwZ09ERWdWRUZJVIU0Z01qQXhOdz09.

- Nurhayati, Y., & Susanti. (2014). Implementasi Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) di Indonesia. *Warta Ardhia, Jurnal Perhubungan Udara*.
- Pranita, E. (2022). Mesin Terbakar, Pesawat Lion Air Tujuan Palembang Kembali ke Bandara Soekarno-Hatta. <https://Megapolitan.Kompas.Com/Read/2022/10/26/21091611/Mesin-Terbakar-Pesawat-Lion-Air-Tujuan-Palembang-Kembali-Ke-Bandara>.
- Primajaya, A., & Sari, B. N. (2018). Random Forest Algorithm for Prediction of Precipitation. *Indonesian Journal of Artificial Intelligence and Data Mining (IJAIMD)*, 1(1), 27–31.
- Rifqi Fathan, M., Gifari Afriansyah, I., Silvani Yousnaldi, R., Passarella, R., Arsalan, O., Kurniati, R., & Vindriani, M. (2023). *Aero-Track: Perangkat Lunak Perekam Data Penerbangan Aeronautika*.
- Sahare, M., & Gupta, H. (2012). A Review of Multi-Class Classification for Imbalanced Data. *International Journal of Advanced Computer Research*, 2(5), 160–164.
- Santra, A. K., & Christy, C. J. (2012). Genetic Algorithm and Confusion Matrix for Document Clustering. *IJCSI International Journal of Computer Science*, 9(1), 322–328. www.IJCSI.org
- Setiono, M. H. (2022). Komparasi Algoritma Decision Tree, Random Forest, SVM, dan K-NN dalam Klasifikasi Kepuasan Penumpang Maskapai Penerbangan. *Inti Nusa Mandiri*, 17(1), 32–39. <https://doi.org/10.33480/inti.v17i1.3420>
- Sohibi, M., Dermawan, D., & Lasmadi. (2020). Rancang Bangun Receiver Menggunakan Antena 1090 MHz dan Low Noise Amplifier untuk Menambah Jarak Jangkauan Penerimaan Sinyal dan Data Parameter Target ADS-B berbasis RTL820T2. *AVITEC*, 2(2), 129–143. <https://doi.org/10.28989/avitec.v2i2.765>
- Wibawa, A. P., Purnama, M. G. A., Akbar, M. F., & Dwiyanto, F. A. (2018). Metode-metode Klasifikasi. *Prosiding Seminar Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, 3(1).