

# Analisis Risiko *Bird Strike* dengan Metode Sowden dan Metode MOORA di Bandara Internasional XYZ

Ima Nursani<sup>1</sup>, Ony Arifianto<sup>2</sup>

Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara - Institut Teknologi Bandung<sup>1</sup>

ITB Kampus Ganesha. Jl. Ganesha 10, Bandung, Indonesia<sup>2</sup>

Advanced Master of Safety Management in Aviation - Ecole Nationale de l'Aviation Civile<sup>2</sup>

7 Avenue Edouard Belin, Toulouse, France<sup>2</sup>

E-mail: [\\*nursani.ima@gmail.com](mailto:nursani.ima@gmail.com)

Diterima: 18 Januari 2023, disetujui: 27 November 2023, diterbitkan online: 29 Desember 2023

## Abstrak

Bandara XYZ merupakan bandara yang memiliki habitat alam yang sangat ramai akan keberadaan satwa liar, terutama burung. Interaksi antara pesawat dan burung dapat menimbulkan berbagai permasalahan, seperti *bird strike*, perubahan perilaku migrasi, dan ancaman terhadap kelestarian populasi jenis tertentu. Oleh karena itu, pengelolaan satwa liar dan operasional penerbangan merupakan isu yang kompleks dan penting untuk diatasi. Dalam melakukan penilaian risiko, digunakan tiga metode, yaitu metode Sowden di mana penilaian berdasarkan ukuran berat badan burung dan karakteristik sosial, metode MOORA yang merupakan metode penghitungan dengan mempertimbangkan lokasi burung berada, kemampuan terbang burung dan jumlah burung pada saat pengamatan. Berdasarkan analisa penghitungan dengan metode Sowden dan metode MOORA, yang kemudian dibuat analisis lanjutan dengan *risk assessment*, maka dapat diambil kesimpulan bahwa kemungkinan risiko *bird strike* di Bandara XYZ sangat tinggi karena beberapa jenis burung, seperti burung kuntul kerbau, cangkak abu, cangkak merah, dan blekok sawah banyak ditemukan di area *airside* dan *landside*. Hal ini ditunjukkan dengan adanya spesies burung yang memiliki skor tingkat bahaya sangat tinggi untuk pada penghitungan dengan kedua metode tersebut. Kemudian jika spesies tersebut mengalami tabrakan dengan pesawat, maka akan mengakibatkan dampak yang signifikan.

**Kata kunci:** Identifikasi bahaya, penilaian risiko, serangan burung

## Abstract

XYZ International Airport is an airport surrounded by a highly populated natural habitat of wildlife, particularly birds. The interaction between aircraft and birds can lead to various issues, such as bird strikes, alterations in migration behavior, and threats to the sustainability of certain species populations. Therefore, wildlife management and flight operations are complex and crucial issues to address. In conducting risk assessment, three methods are employed: the Sowden method, which assesses based on the weight and social characteristics of birds, the MOORA method, a calculation method considering the location of birds, their flying capabilities, and the number of birds observed. Based on the analysis using the Sowden method and the MOORA method, followed by further analysis through risk assessment, the conclusion can be drawn that the likelihood of bird strike risk at XYZ International Airport is very high. This is due to the presence of several bird species such as buffalo heron, grey heron, red heron, and paddybird, which are frequently found in both airside and landside areas. This is evidenced by the species of birds having a very high danger level score in the calculations using both methods. Consequently, if these species collide with aircraft, it would result in significant consequences.

**Keywords:** Bird strike, GAP Analysis, Risk Assessment

## 1. Pendahuluan

Bandar udara adalah suatu kawasan di darat atau di perairan dengan batas-batas yang telah ditentukan dan berfungsi sebagai tempat menaikkan dan menurunkan penumpang, memuat dan menurunkan barang, menaikkan dan menurunkan penumpang, serta fasilitas dasar dan pelayanan penunjang lainnya [1]. Selain itu juga berfungsi sebagai tempat transportasi intra dan antarmoda, perlengkapan dan perlengkapan penerbangan, serta keamanan dan keselamatan penerbangan. Setiap bandar udara memiliki ancaman bahaya hewan liar yang berbeda-beda dengan jenis hewan yang berbeda pula [2]. Satwa liar adalah semua satwa yang hidup di darat, di air, atau di udara yang masih mempunyai sifat-sifat liar, baik yang hidup bebas maupun yang dipelihara oleh manusia [1]. Perlakuan terhadap satwa liar harus dilakukan dengan hati-hati untuk mengurangi bahaya fatal yang ditimbulkan oleh gangguan tersebut. Perawatan yang tepat terhadap hewan liar diperlukan untuk mencegah gangguan. Setiap tahun, pilot dan pesawat mengalami kejadian yang bersentuhan langsung dengan burung dan satwa liar lainnya, yang mengakibatkan kerugian lebih dari satu miliar dolar per tahun [3]. Tabrakan antara burung dan pesawat terbang (*bird strikes*) telah menyebabkan hilangnya sedikitnya 88 pesawat dan 243 nyawa dalam penerbangan sipil dunia. Namun, pencegahan serangan burung masih tertinggal dibandingkan aspek keselamatan penerbangan lainnya dalam pengembangan dan penerapan protokol penilaian risiko, kemungkinan karena sulitnya mengukur variabilitas populasi dan perilaku berbagai spesies burung yang terlibat [4]. Setiap bandara mempunyai prosedur yang digunakan sebagai bagian dari pedoman operasional bandara untuk mengurangi atau menghilangkan daya tarik bandara bagi burung dan hewan liar lainnya.

doi: <http://dx.doi.org/10.25104/warlit.v35i2.2311>

0852-1824/ 2580-1082 ©2020 Sekretariat Badan Penelitian dan Pengembangan Perhubungan.

Artikel ini *open access* dibawah lisensi CC BY-NC-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Nomor akreditasi: (RISTEKDIKTI) 10/E/KPT/2019 (Sinta 2).

Kehadiran spesies (jumlah spesies dan individu) sangat dipengaruhi oleh adanya pakan berpotensi dan letak geografis yang mendukung untuk kemudahan mendapatkan mangsa pada setiap area di habitat [5]. Luasnya kawasan Bandara XYZ dapat menjadi habitat beberapa satwa liar, khususnya jenis burung. Kawasan sekitar bandara dan koridor penerbangan merupakan habitat penting bagi banyak jenis liar, termasuk burung, mamalia, dan reptil. Interaksi antara pesawat dan satwa liar ini dapat menimbulkan berbagai permasalahan, seperti *bird strike*, gangguan terhadap satwa liar, perubahan perilaku migrasi, dan ancaman terhadap kelestarian populasi jenis tertentu. *Bird strike* mengacu pada kecelakaan keselamatan penerbangan yang terjadi ketika pesawat ditabrak oleh hewan liar seperti burung saat *take off*, *flight* atau *landing* [6]. Oleh karena itu, pengelolaan satwa liar dan operasional penerbangan merupakan isu yang kompleks dan penting untuk diatasi.

Perlu diingat bahwa lingkungan alam selalu berubah dan keberadaan burung atau hewan lain tidak dapat diprediksi atau dikendalikan sepenuhnya. Meskipun tindakan pencegahan telah diambil, *bird strike* masih dapat terjadi di bandara mana pun, tidak terkecuali Bandara XYZ. Hal ini menjadi sesuatu yang penting untuk dicermati dan dikaji bagaimana Bandara XYZ mengelola satwa liar yang telah dibuat. Maka berdasarkan permasalahan tersebut permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah bagaimana risiko terjadinya *bird strike* pada operasional penerbangan di Bandara XYZ dan apa upaya untuk mengurangi risiko tersebut.

Dalam melakukan penilaian risiko, digunakan dua metode yaitu metode berdasarkan metode Sowden di mana penilaian berdasarkan ukuran berat badan burung dan karakteristik *flocking* atau sifat sosial. Metode yang kedua adalah metode MOORA, selain mempertimbangkan berat badan burung juga mempertimbangkan lokasi, ketinggian terbang dan jumlah individu burung pada saat pengamatan. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis risiko *bird strike* di Bandara Internasional XYZ. Hasil dari penelitian ini, diharapkan dapat membantu pengelola bandara dalam mengevaluasi penerapan penanganan *bird strike* di Bandara XYZ.

## 2. Metodologi

*Safety Management System* (SMS) adalah suatu pendekatan sistematis untuk mengatur keselamatan termasuk struktur organisasi yang diperlukan, akuntabilitas, kebijakan, dan prosedur [7]. Di dunia penerbangan, SMS menjadi sangat penting dan memiliki manfaat yang signifikan, antara lain meningkatkan keselamatan penerbangan, pengurangan kecelakaan dan insiden, serta peningkatan kualitas operasi karena SMS membantu dalam mengidentifikasi kelemahan atau kegagalan prosedur operasional yang ada seperti peningkatan budaya keselamatan, kepatuhan terhadap peraturan, efisiensi operasional, peningkatan reputasi, dan kepercayaan. Organisasi Penerbangan Sipil Internasional (ICAO) menyediakan pedoman yang dapat digunakan sebagai acuan oleh otoritas penerbangan nasional yang memberikan pedoman tentang langkah-langkah yang dapat diambil untuk mencegah *bird strike* di sekitar bandara, termasuk identifikasi habitat burung, penggunaan teknik pengusir burung, dan manajemen lahan di sekitar bandara [8]. Berdasarkan manual pada ICAO, *Bird strike Information System* (IBIS) yang memberikan panduan tentang pengumpulan, pelaporan, dan analisis data *bird strike* menggunakan sistem IBIS [9]. IBIS adalah sistem yang digunakan oleh negara-negara anggota ICAO untuk mengumpulkan data insiden *bird strike* dan memahami risiko serta mengembangkan strategi pengurangan risiko yang lebih efektif melalui WHMP. *Wildlife Hazard Management Plan* (WHMP) adalah serangkaian kegiatan guna mengontrol atau pengendalian daya tarik bandar udara terhadap burung dan hewan liar lainnya yang merupakan bagian dari prosedur pedoman pengoperasian bandar udara [10]. Pada dasarnya WHMP adalah pelaksanaan rencana untuk mengurangi risiko yang ditimbulkan oleh keberadaan hewan liar dan hewan liar lainnya di sekitar bandar udara atau di sekitar bandar udara yang berkaitan dengan keselamatan dan keamanan operasi penerbangan. *Hazard Identification* adalah suatu kondisi atau objek yang berpotensi menyebabkan atau berkontribusi pada suatu insiden atau kecelakaan [11]. Dapat dilihat bahwa *hazard* merupakan kondisi yang berpotensi atau berkontribusi terhadap insiden dan *accident*. *Hazard identification* dipergunakan sebagai salah satu dari proses mengenali potensi sumber atau situasi yang dapat menyebabkan cedera, kerusakan, atau gangguan operasional. Setelah bahaya diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis risiko untuk mengevaluasi tingkat risiko yang terkait dengan setiap bahaya yang diidentifikasi dan mengambil langkah-langkah pengendalian risiko yang sesuai.

Proses penelitian ini dimulai dengan tinjauan literatur dan diakhiri dengan rekomendasi. Dalam melaksanakan penelitian ini, sejumlah proses tahapan yang sistematis akan digunakan untuk memastikan bahwa temuan penelitian ini dapat dipahami dengan baik dan dapat dijelaskan secara ilmiah. Data yang dibutuhkan pada penelitian ini, yaitu data jenis-jenis burung dan jumlah individu setiap jenis burung. Data tersebut kemudian dianalisis untuk mendapatkan ukuran populasi setiap jenis burung terutama pada lokasi-lokasi strategis dalam perspektif penanganan *bird strike*. Data untuk jenis burung, berat, dan kemampuan terbang didapatkan dari Laporan Akhir Kajian Pengelolaan Satwa Liar Pantai DEF Wilayah Rencana Pembangunan Bandara XYZ.

## 2.1. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data burung dilakukan dengan metode pengamatan langsung pada lokasi-lokasi yang memang sudah ditentukan oleh Departemen SMS Bandara XYZ untuk melakukan pengamatan keberadaan burung di lokasi bandara tersebut. Pengamatan dilakukan menjadi tiga fase yaitu fase pagi hari (07.30 – 09.30), fase siang hari (11.00 – 13.00), dan fase sore hari (15.00 – 17.00) serta dilakukan dari hari Senin-Jumat pada bulan Mei sampai Agustus 2023. Peralatan pengamatan yang digunakan untuk melakukan survei pengamatan burung di lingkungan Bandara XYZ yaitu teropong *monocular*, teropong binokular, kamera, dan *hand counter*. Adapun formulir pengisian yang dipakai adalah standar formulir pemantauan burung yang telah dimiliki oleh Bandara XYZ

## 2.2. Pengolahan Data

*Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA) yaitu suatu metode atau teknik untuk mengidentifikasi potensi bahaya kerja dengan mendefinisikan karakteristik bahaya yang mungkin terjadi dan mengevaluasi risiko yang terjadi melalui penilaian risiko dengan menggunakan matriks penilaian risiko [12]. HIRA untuk setiap jenis burung adalah proses yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi hazard dan mengevaluasi risiko yang terkait dengan suatu kegiatan atau lingkungan tertentu. Dalam konteks bandara, HIRA dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi bahaya dan risiko yang terkait dengan berbagai aspek operasional bandara, termasuk lalu lintas udara dan keberadaan burung di sekitar bandara. Berkaitan dengan hal itu, maka parameter berat burung dan perilaku sosial mereka sangat penting untuk diketahui dan dapat dijadikan penentu terhadap HIRA yang ada.

Tujuan utama dari teknologi identifikasi burung bandara yang ada saat ini adalah untuk merealisasikan identifikasi burung di bandara dan untuk mencatat dan menganalisis populasi burung sehingga dapat memberikan bantuan untuk pengusiran burung selanjutnya. Persyaratan yang tinggi untuk kecepatan identifikasi burung di bandara terutama di dekat landasan pacu bandara, sering kali diperlukan untuk mengidentifikasi dan mengusir burung segera setelah mereka muncul di area terlarang. Oleh karena itu, teknik pengenalan burung berdasarkan tubuh burung yang lebih sesuai untuk teknik pengenalan burung bandara [6]. Ukuran tubuh, frekuensi pergerakan, kelincahan terbang, waktu aktivitas utama, pencegahan dan pengendalian kesulitan, dan area aktivitas utama adalah indikator kualitatif yang perlu dikuantifikasi [13]. Metode yang digunakan adalah metode Sowden dan metode MOORA.

### 2.2.1. Metode Sowden

Metode Sowden didasarkan pada kualitas populasi atau faktor sosial dan bobot burung [14]. Cara ini digunakan untuk mengukur kemungkinan terjadinya tabrakan burung yang akan mengakibatkan kerusakan pada suatu properti. Karena berat burung mempengaruhi tingkat kerusakan saat terjadi tabrakan, maka digunakanlah parameter ini. Pemilihan perilaku sosial digunakan karena pentingnya pengaruh jumlah individu burung terhadap kerusakan pesawat jika terjadi tabrakan. Seperti terlihat pada Tabel di bawah, level tingkat risiko dibagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan karakteristik sosial dan berat badan.

**Tabel 1.** Skor Kategori *Severity of Risk*

<i>Severity of Risk</i>	<i>Species Characteristics</i>	<i>Interpretations</i>
Level 1	<i>Very large (&gt;1.8 kg), flocking</i>	<i>May cause significant harm</i>
Level 2	<i>Very large (&gt;1.8 kg), solitary</i>	
	<i>Large (1-1.8kg), flocking</i>	
Level 3	<i>Large (1-1.8 kg), solitary</i>	
	<i>Medium (300-1000 g), flocking</i>	
Level 4	<i>Medium (300-1000g), solitary</i>	
	<i>Small (50 – 300 g), flocking</i>	
Level 5	<i>Small (50-300 g), solitary</i>	<i>Generally, does not cause significant accidents, although some minor damage may occur</i>

Sumber: [14]

2.2.2. *Metode MOORA*

Metode MOORA adalah metode yang menggunakan parameter yang dikumpulkan di lokasi penelitian diberi skor [15]. Data kemampuan terbang, titik aktivitas, dan jumlah setiap burung di wilayah bandara merupakan parameter tambahan dari pendekatan awal.

a) *Tinggi Terbang Burung (T)*

Kemampuan dan ketinggian posisi terbang yang spesifik untuk setiap jenis, diukur dari permukaan tanah menjadi kategori sebagai berikut:

- Jenis yang tidak bisa terbang, maka skornya 1
- Jenis yang hanya dapat terbang di ketinggian rendah kurang dari lima meter maka skornya 2
- Hingga tiga puluh meter maka skornya 3
- Terbang hingga seratus meter maka skornya 4
- Lebih dari seratus meter maka skornya 5

b) *Penentuan Lokasi Kegiatan Burung (L)*

Berdasarkan posisi masing-masing burung dalam kaitannya dengan area kritis pergerakan pesawat (*runaway, taxiway, apron*) dan kecenderungan setiap jenis untuk mendekati atau melintasi area tersebut dengan kategori:

- Di luar area kritis maka skornya 1
- Jauh dari kawasan kritis namun kecil potensinya untuk melintasi kawasan tersebut, maka skornya 2
- Cukup jauh dari kawasan kritis namun berpotensi untuk dilintasi maka skornya 3
- Di dalam dan sekitar kawasan kritis dan berpotensi melintasinya maka skornya 4
- Di jalur pesawat maka skornya 5

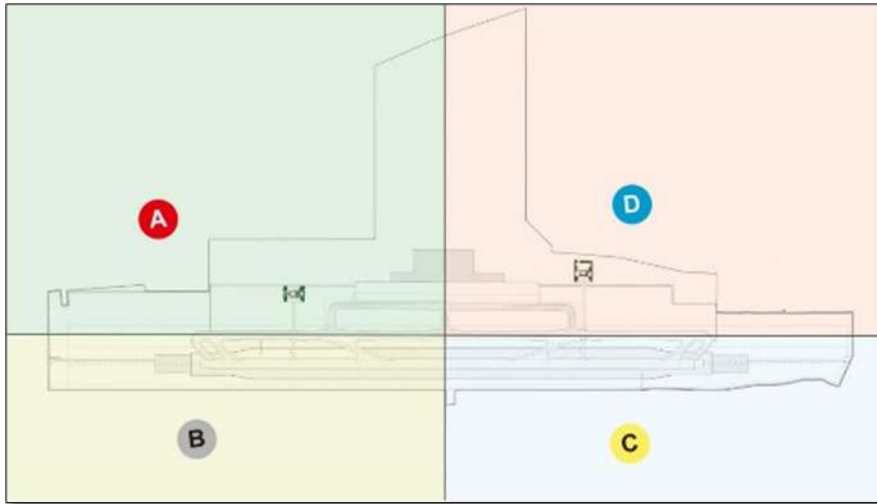
Dalam pengamatan ini ditentukan titik lokasi pengamatan seperti di bawah ini, karena merupakan kawasan pengamatan burung yang telah dilaksanakan oleh Bandara XYZ.

Titik A dan D merupakan area kolam *landside* dari bandara YZ serta titik B dan C merupakan *airside*. Kemudian titik A dan D diberikan skor 3 karena berada di lokasi luar dan cukup jauh dari kawasan kritis namun berpotensi untuk dilintasi dan titik B dan C skor 5 karena lokasi tersebut berpotensi tinggi terjadi *bird strike*.

c) *Menentukan Ukuran Populasi (P)*

Berdasarkan hasil penghitungan populasi sementara, besar P tiap jenis burung merupakan jumlah seluruh populasi yang ada di lokasi penelitian, dengan kategori sebagai berikut:

- Kurang dari 50 ekor maka skornya 1
- 50 hingga 99 ekor maka skornya 2
- 100 hingga 249 ekor maka skornya 3
- 250 hingga 499 ekor maka skornya 4
- Lebih dari 500 ekor maka skornya 5



**Gambar 1.** Lokasi Titik Pantau Observasi Burung  
 Sumber: Dokumen Bandara XYZ

d) Menentukan Skor Risiko (TB)

Skor risiko masing-masing jenis burung ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$TB = L * (BB + P + T) \tag{1}$$

Kemudian skor TB tiap jenis burung diinterpretasikan sebagai berikut:

**Tabel 2.** Interpretasi Skor Risiko

Tingkat Bahaya (TB)	Interpretasi
>60	Very High
45 – 60	High
30 – 45	Average
15 – 30	Low
<15	Very Low

Sumber: [15]

2.3. Analisis Data

Risk Assessment diperoleh dari perhitungan berdasarkan metode modifikasi dan metode Sowden. Hasil analisis penilaian risiko keberadaan burung di kawasan Bandara XYZ dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini:

**Tabel 3.** Hasil Penghitungan Risk Assessment

No	Spesies Burung		Parameter				Penghitungan		
	Nama Ilmiah	Nama Lokal	L	BB	P	T	Score	TB	Sowden Level
1	<i>Actitis Hypoleucos</i>	Trinil Pantai	3	5	2	4	33	Average	5
2	<i>Alcedo Coerulescens</i>	Raja-Udang Biru	3	5	1	2	24	Low	5
3	<i>Amaurornis Phoenicurus</i>	Kareo Padi	3	3	1	3	21	Low	3
4	<i>Anthreptes Malacensis</i>	Burung- Madu	3	4	1	3	24	Low	4
5	<i>Anthus Novaeseelandiae</i>	Apung Tanah	3	5	1	4	30	Low	6
6	<i>Ardea Cinerea</i>	Cangak Abu	5	4	5	4	65	Very High	4
7	<i>Ardea Purpurea</i>	Cangak Merah	5	4	5	5	70	Very High	4
8	<i>Ardeola Speciosa</i>	Blekok Sawah	5	3	5	4	60	High	3
9	<i>Artamus Leucoryn</i>	Kekep Babi	3	6	3	4	39	Average	6
10	<i>Bubulcus Ibis</i>	Kuntul Kerbau	5	4	5	4	65	Very High	4

11	<i>Butorides Striata</i>	Kokokan Laut	3	4	4	3	33	Average	4
12	<i>Cacomantis Sepulcralis</i>	Wiwik Uncuing	2	4	1	3	16	Low	4
13	<i>Caprimulgus Affinis</i>	Cabak Kota	5	4	1	3	40	Average	4
14	<i>Centropus Nigrorufus</i>	Bubut Jawa	3	5	3	3	33	Average	5
15	<i>Charadrius Javanicus</i>	Cerek Jawa	3	5	3	4	36	Average	5
16	<i>Cinnyris Jugularis</i>	Burung- Madu Sriganti	3	5	1	3	27	Low	6
17	<i>Cisticola Exilis</i>	Cici Merah	3	6	3	3	36	Average	6
18	<i>Cisticola Juncidis</i>	Cici Padi	3	6	2	3	33	Average	6
19	<i>Collocalia Linchi</i>	Walet Linchi	5	5	5	3	65	Very High	6
20	<i>Dendrocygna Javanica</i>	Belibis Polos	3	3	1	3	21	Low	3
21	<i>Egretta Garzetta</i>	Kuntul Kecil	3	3	1	4	24	Low	3
22	<i>Falco Peregrinus</i>	Alap-Alap Kawah	3	3	4	4	33	Average	3
23	<i>Gallinula Chloropus</i>	Mandar Batu	3	3	1	3	21	Low	3
24	<i>Geopelia Striata</i>	Perkutut Jawa	5	4	3	3	50	High	4
25	<i>Halcyon Cyanoventris</i>	Cekakak Jawa	3	4	1	4	27	Low	4
26	<i>Hirundo Rustica</i>	Layag- Layang Asia	3	5	1	3	27	Low	6
27	<i>Hirundo Striolata</i>	Layang- Layang Loreng	3	5	4	3	36	Average	6
28	<i>Hirundo Tahitica</i>	Layang- Layang Batu	3	5	3	3	33	Average	6
29	<i>Ixobrychus Cinnamomeus</i>	Bambangan Merah	3	4	4	3	33	Average	4
30	<i>Lonchura Leucogastroides</i>	Bondol Jawa	5	5	2	3	50	High	6
31	<i>Lonchura maja</i>	Bondol haji	5	5	2	3	50	High	6
32	<i>Lonchura punctulata</i>	Bondol peking	5	6	2	3	55	High	6
33	<i>Merops leschenaulti</i>	Kirik-kirik senja	5	5	3	4	60	High	5
34	<i>Oriolus chinensis</i>	Kepudang kuduk hitam	3	4	2	4	30	Low	4
35	<i>Orthotomus sutorius</i>	Cinenen pisang	3	5	1	3	27	Low	6

Tabel 3. (lanjutan)

No	Spesies Burung		Parameter				Penghitungan		
	Nama Ilmiah	Nama Lokal	L	BB	P	T	Score	TB	Sowden Level
36	<i>Orthotomus ruficeps</i>	Cinenen kelabu	3	5	2	3	30	Low	6
37	<i>Passer montanus</i>	Gereja erasia	3	5	2	3	30	Low	6
38	<i>Poliolimnas cinereus</i>	Tikusan alis putih	3	5	1	3	27	Low	6
39	<i>Prinia flaviventris</i>	Prenjak rawa	3	5	1	3	27	Low	6
40	<i>Prinia polychroa</i>	Perenjak coklat	3	5	2	3	30	Low	6
41	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	Cucak kutilang	3	5	1	3	27	Low	5
42	<i>Spilopelia chinensis</i>	Tekukur biasa	5	4	3	3	50	High	4
43	<i>Todiramphus chloris</i>	Cekakak sungai	3	4	2	3	27	Low	4
44	<i>Treron vernans</i>	Punai gading	3	4	2	4	30	Low	4
45	<i>Turnix suscitator</i>	Gemak loreng	3	4	2	3	27	Low	4
46	<i>Tyto alba</i>	Serak jawa	3	3	4	4	33	Average	3

Sumber: Hasil analisis, 2023



### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan berisi hasil analisis dan evaluasi terhadap data interpretasi hasil analisis dan bahasan untuk memperoleh jawaban, nilai tambah dan kemanfaatan terkait dengan permasalahan dan tujuan penelitian. Hasil analisis harus menjawab permasalahan dan tujuan penelitian.

Hasil analisis penilaian risiko keberadaan burung di kawasan Bandara XYZ dengan metode modifikasi menunjukkan terdapat empat jenis burung dengan skor sangat tinggi, tujuh jenis burung dengan skor tinggi, dan tiga belas jenis burung dengan skor sedang. Selain itu, tercatat dua belas jenis dengan skor rendah dan tidak ada jenis burung dengan skor sangat rendah. Jenis burung yang skornya sangat tinggi menunjukkan akan terjadi dampak yang parah jika terjadi *bird strike* terhadap jenis burung tersebut.

Jenis burung yang tercatat berjumlah ratusan di area bandara dan sebagian besar kelompoknya tercatat menggunakan atau melakukan aktivitas terbang dan mencari makan di area *airside* yang meliputi *runway*, *taxiway*, *approach* dan *apron*. Momen rawan muncul terutama pada saat burung terbang, biasanya berkelompok, menuju dan dari tempat bertengger pada pagi dan sore hari karena banyaknya tempat bertengger di sekitar bahkan di dalam kawasan bandara.

Hasil *risk assessment* berdasarkan metode Sowden adalah tidak terdapat jenis burung pada level 1. namun terdapat satu jenis burung pada kategori level 2, 4, jenis burung pada level 3, 5, jenis burung pada level 4, 23, jenis burung pada tingkat 5, dan 13, jenis burung pada tingkat 6. Jika mengacu pada kriteria masing-masing tingkat, terdapat sepuluh jenis burung (level 2-4) yang berisiko menimbulkan dampak penting jika terlibat dalam satu jenis burung (insiden pemogokan). Sedangkan jenis pada level 5 dan 6 dinilai memiliki risiko kecil, meski tidak bisa dihilangkan seluruhnya.

Berdasarkan gabungan hasil analisis metode-metode tersebut, diperoleh kesimpulan sebagai berikut: jenis burung berkategori tinggi pada metode Sowden, juga berkategori sangat tinggi dengan metode modifikasi, namun terdapat satu jenis burung (*Wallet Linchi / Collocalia Linchi*) dikategorikan rendah pada metode Sowden, namun pada metode modifikasi dikategorikan sangat tinggi. Hal ini disebabkan banyaknya jenis tersebut yang teramati dan tercatat di kawasan bandara. Selain itu, beberapa jenis burung pada metode Sowden dikategorikan berlevel rendah namun pada metode MOORA berlevel sedang dan tinggi, karena pada umumnya jenis burung tersebut berukuran kecil namun banyak jumlahnya dan sering berpindah-pindah *area airside*.

### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil observasi, pengolahan data, dan analisa yang telah dilakukan, maka diambil kesimpulan sebagai berikut: 1. Pada penelitian yang telah dilakukan, terdapat 46 jenis burung yang berada di area Bandara XYZ, dengan populasi terbanyaknya adalah burung cangak abu, cangak merah, kuntul kerbau, dan blekok sawah. Dari 46 spesies burung tersebut, 25 spesies mempunyai perilaku sosial *flocking* atau bergerombol dan 21 spesies berperilaku sosial soliter atau individual. Pola pergerakan untuk semua jenis burung di *airside* cenderung meningkat dari pagi menuju siang hari namun akan kembali turun pada sore hari, sedangkan di *landside* dari pagi ke siang cenderung stabil namun akan meningkat lebih banyak ketika sore hari.

Berdasarkan analisa dengan metode Sowden dan metode MOORA, maka dapat diambil kesimpulan bahwa kemungkinan risiko bird strike di Bandara XYZ sangat tinggi karena beberapa jenis burung, yaitu burung kuntul kerbau, cangak abu, cangak merah, dan blekok sawah banyak ditemukan di area *airside* dan *landside*. Hal ini ditunjukkan dengan adanya spesies burung yang memiliki skor tingkat bahaya sangat tinggi untuk pada penghitungan dengan ketiga metode tersebut. Kemudian jika spesies tersebut mengalami tabrakan dengan pesawat, maka akan mengakibatkan dampak yang signifikan.

Upaya pencegahan terjadinya *bird strike* di Bandara XYZ bukanlah upaya untuk membasmi burung secara keseluruhan, namun merupakan proses pengelolaan lingkungan. Pengendalian potensi *bird strike* merupakan kegiatan yang perlu dilakukan secara berkesinambungan, mengingat peluang terjadinya *bird strike* tidak dapat dihilangkan sama sekali. Hal ini dikarenakan pada umumnya bandar udara dibangun di lokasi yang berada atau berdekatan dengan habitat burung. Namun peluang terjadinya *bird strike* dapat dikurangi. Berdasarkan hal di atas, upaya yang dapat dilakukan oleh Bandara XYZ dalam penanganan potensi terjadinya *bird strike* adalah sebagai berikut:

#### 4.1. Memasang alat pendeteksi dan mengusir burung.

Sehubungan dengan keterbatasan biaya, Bandara XYZ dapat menggunakan kamera CCTV yang terpasang di apron untuk diintegrasikan ke dalam sistem pendeteksian. Adapun sistem pendeteksian yang direkomendasikan adalah yang terintegrasi dengan WebGIS, yaitu sistem informasi geografis yang digunakan untuk menyajikan, mengelola, dan menganalisis data geografis dan spasial melalui platform web. Sistem ini mengintegrasikan teknologi web dengan informasi geografis untuk memungkinkan pengguna mengakses dan berinteraksi dengan data geografis melalui browser web. Dalam WebGIS, data geografis seperti peta, citra satelit, data vektor dapat disimpan, dikelola, dan diakses melalui sebuah server web. Pengguna dapat menganalisis dan memvisualisasikan data ini menggunakan antarmuka web yang intuitif. Keuntungan dari WebGIS ini adalah akses yang mudah karena memungkinkan akses ke data dan fungsionalitas dari perangkat apa pun yang memiliki koneksi internet, tanpa perlu instalasi perangkat lunak khusus, lalu integrasi dan berbagi informasi antara pengguna yang terlibat di lokasi yang berbeda. Dalam hal ini, sistem ini tidak hanya dapat digunakan oleh departemen SMS, tetapi juga oleh petugas Avsec untuk pemantauan keamanan di sisi udara, serta petugas AMC untuk pemantauan apron, kemudian *real time* data karena mampu untuk memperbarui data secara *real time* dan mengakses informasi terbaru serta dapat menangani pengguna dalam jumlah besar dan volume data yang signifikan. Hal ini sangat penting karena pemantauan burung akan dilakukan selama 24 jam.

#### 4.2. *Improve Monitoring System*

Pemantauan yang dilakukan tidak hanya berfokus pada jumlah, tetapi juga distribusi baik dalam ruang dan waktu serta pola pergerakan burung di dalam dan di luar area bandara. Selain itu, informasi mengenai perilaku burung yang berkaitan dengan kegiatan yang dilakukan (*mowing, cutting*) juga diperlukan. Selain itu, dicermati musim perkembangbiakan burung. Burung yang sedang berkembang biak dan memiliki telur atau anak di dalam sarang akan melakukan perjalanan pulang pergi lebih sering dari sarang ke tempat mencari makan. Data ini perlu dikelola agar dapat dianalisis dan



dijadikan bahan untuk memprediksi kemungkinan terjadinya *bird strike* dan berguna sebagai dasar untuk menentukan tindakan manajemen bandara.

#### 4.3. Habitat Manajemen

Manajemen hewan liar dapat berupa memanipulasi perilaku hewan atau habitatnya untuk mencapai tujuan tertentu sehubungan dengan perilaku, populasi, atau distribusi geografis hewan [16]. Pengelolaan satwa liar yang efektif di lingkungan bandara, seperti semua jenis pengelolaan kerusakan satwa liar, didasarkan pada prinsip-prinsip ekologi, fisiologi, dan perilaku satwa liar [17]. Sehingga berdasarkan hal itu, pengelolaan habitat di bandara diarahkan pada perencanaan dan modifikasi habitat untuk menjauhkan satwa liar dan burung dari area sensitif untuk kegiatan penerbangan dengan cara memangkas rutin pohon yang banyak tumbuh di area *landside*, terutama di dekat area kolam karena banyak digunakan burung untuk tinggal. Kemudian rerumputan terutama di area *airside* dilakukan dengan insektisida alami dari pohon intaran, mitir, ataupun ligundi yang banyak ditemukan di daerah ini untuk membasmi serangga yang merupakan makanan utama dari burung. Lalu dilakukan penangkapan sumber makanan burung juga berupa keong, siput, cicak yang banyak ditemukan di dekat area kolam. Modifikasi pada area kolam juga perlu dilakukan, yaitu dengan menguras/mengeringkan air jika dalam pemantauan sudah terlihat bahwa populasi burung di area tersebut sudah mencapai ratusan, karena kecenderungan setelah dari kolam, burung akan terbang menuju *airside*. Cara yang dilakukan untuk mengurangi jumlah burung yang berkunjung ke kolam adalah dengan cara lain yaitu menutup aliran air yang masuk dan menjaga aliran air yang keluar.

#### 4.4. Kerjasama *Multistakeholder*

Pengelolaan satwa liar dan *bird strike* tidak dapat dilakukan hanya oleh pihak bandara saja, namun merupakan tugas bersama berbagai pemangku kepentingan, termasuk otoritas bandara, otoritas lingkungan hidup, dan aparat pemerintah, yang membutuhkan kerja sama yang erat dan terkoordinasi. Kerja sama dapat berupa membentuk satuan tugas bersama yang terdiri dari??????? (KOSONG)

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Perhubungan Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan finansial melalui Beasiswa Double Degree ENAC– ITB Batch 1, kepada ENAC dan ITB yang memberikan banyak pengetahuan, dorongan dan bimbingan untuk terus berkarya, serta kepada pihak Bandara Internasional XYZ tempat penulis melakukan penelitian ini.

### Daftar Pustaka

- [1] Undang-Undang Republik Indonesia, “Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 1990 Tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati Dan Ekosistemnya,” 1990.
- [2] S. S. Sutarwati and Lusi Amelia Simanjuntak, “Implementasi Peraturan Keamanan Dan Keselamatan Penerbangan Terkait Manajemen Bahaya Hewan Liar Di Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam,” *Jurnal Manajemen Dirgantara*, vol. 16, no. 1, 2023, doi: 10.56521/manajemen-dirgantara.v16i1.878.
- [3] D. J. Rillstone and C. M. Dineen, *Airport Responsibility for Wildlife Management*. Washington, D.C.: Transportation Research Board, 2013. doi: 10.17226/22517.
- [4] J. Allan, “A heuristic risk assessment technique for birdstrike management at airports,” *Risk Analysis*, vol. 26, no. 3, 2006, doi: 10.1111/j.1539-6924.2006.00776.x.
- [5] Hutabarat Elisabet RRB and Y. A. Mardiasuti A, Mulyani, “Keanekaragaman Dan Kelimpahan Burung Air Di Muara Sungai Kawasan Segara Anakan Cilacap, Jawa Tengah,” *Media Konservasi*, vol. 21, no. 1, 2016.

- [6] B. Guo, W. Du, L. Cheng, J. Liang, and L. Wang, "Application of artificial intelligence bird recognition technology in airport bird strike prevention safety management," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020. doi: 10.1088/1755-1315/565/1/012092.
- [7] Kementerian Perhubungan, *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 95 Tahun 2021 Tentang Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 Tentang Aerodrome*. Indonesia, 2021.
- [8] International Civil Aviation Organization, *Doc 9137 Airport Services Manual Part 3 Wildlife Control and Reduction (2012)*, 4th ed. Canada: International Civil Aviation Organization, 2012.
- [9] International Civil Aviation Organization, *Doc 9332 Manual on The ICAO Bird strike Info (1989): (3rd ed.)*, 3rd ed. Canada: International Civil Aviation Organization, 1989.
- [10] Civil Aviation Authority, *Wildlife Hazard Management on Or in The Vicinity of An Aerodrome (2010)*, 2nd ed. United Kingdom: Civil Aviation Authority, 2017.
- [11] International Civil Aviation Organization, *Doc 9859 Safety Management Manual Fourth Edition (2018)*, 4th ed. Canada: International Civil Aviation Organization, 2018.
- [12] M. E. Albar, L. Parinduri, and S. R. Sibuea, "Analisis Potensi Kecelakaan Menggunakan Metode Hazard Identification And Risk Assessment," *Buletin Utama Teknik*, vol. 17, no. 3, 2022.
- [13] L. Qiao and L. Zhang, "Airport Bird Strike Risk Assessment and Research," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019. doi: 10.1088/1757-899X/612/5/052071.
- [14] R. Sowden, T. Kelly, and S. Dudley, "Airport Bird Hazard Risk Assessment Process," in *2007 Bird Strike Committee USA/Canada, 9th Annual Meeting, Kingston, Ontario*, 2007.
- [15] M. Mora, M. H. Bashory, Y. Saaroni, T. Setiadi, Z. Rakhman, and M. R. Sitompul, "Risk Assessment Keberadaan Burung di Lingkungan Bandar Udara Studi Kasus: Bandar Udara Soekarno-Hatta," *Warta Ardhia*, vol. 47, no. 1, 2021, doi: 10.25104/wa.v47i1.433.82-93.
- [16] S. Oktaviani, S. Jayanti, and I. Wahyuni, "Penerapan Wildlife Hazard Management Sebagai Upaya Keselamatan Penerbangan Di Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang," *Jurnal Kesehatan Masyarakat (JKM)*, vol. 7, no. 4, 2019.
- [17] T. L. DeVault, B. F. Blackwell, and J. L. Belant, *Wildlife in airport environments: Preventing animal-aircraft collisions through science-based management*. 2013. doi: 10.1016/j.anbehav.2014.03.002.