

**KARAKTERISASI AVIFAUNA DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL
SULTAN HASANUDDIN MAKASSAR DAN PELUANG
TERJADINYA *BIRD STRIKE***

*CHARACTERIZATION OF AVIFAUNA AT SULTAN HASANUDDIN
MAKASSAR INTERNATIONAL AIRPORT AND
THE PROBABILITY OF A BIRD STRIKE*

RAHMAT FAJRIN ALIR



**PROGRAM STUDI MAGISTER BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**KARAKTERISASI AVIFAUNA DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL
SULTAN HASANUDDIN MAKASSAR DAN PELUANG
TERJADINYA *BIRD STRIKE***

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Magister Biologi

Disusun dan diajukan oleh

RAHMAT FAJRIN ALIR

NIM. H052191004

Kepada

**PROGRAM STUDI MAGISTER BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKAN DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

TESIS

**KARAKTERISASI AVIFAUNA DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL
SULTAN HASANUDDIN MAKASSAR DAN PELUANG
TERJADINYA *BIRD STRIKE***

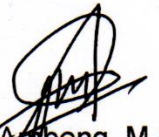
RAHMAT FAJRIN ALIR

NIM. H052191004

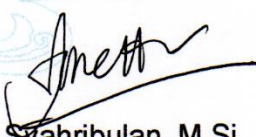
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Magister Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 28 Juli 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui


Pembimbing Utama


Dr. Arbeng, M.Si.
NIP. 19650704 199203 1 004


Pembimbing Pendamping


Dr. Syahribulan, M.Si.
NIP. 19670827 199702 2 001

**Ketua Program Studi
Magister Biologi**


Dr. Juhriah, M.Si.
NIP. 19631231 198810 2 001

**Dekan Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam**


Dr. Eng. Amiruddin, M.Si.
NIP. 19720515 199702 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul Karakterisasi Avifauna di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin dan Peluang Terjadinya *Bird Strike* adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing Dr. Ambeng, M.Si. dan Dr. Syahribulan, M.Si. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal Biodiversitas Journal of Biological Science sebagai artikel dengan judul "Diversity and Conservation Status of Avifauna at Sultan Hasanuddin Makassar International Airport".

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 28 Juli 2023




Rahmat Fajrin Alir
NIM. H052191004

UCAPAN TERIMA KASIH

Rasa syukur tidak terhitung penulis ucapkan kepada Sang Kuasa Allah swt. atas izinnya sehingga tugas akhir (tesis) ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis juga sangat mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Dr. Ambeng, M.Si. bersama Dr. Syahribulan, M.Si. yang senantiasa meluangkan waktunya memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis sehingga tesis ini dapat terselesaikan. Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada General Manager PT. Angkasa Pura I Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar dan jajarannya yang telah memberikan restu dan segala bantuan kepada penulis selama melakukan penelitian tugas akhir ini.

Ucapan terima kasih penulis juga ucapkan kepada pimpinan Universitas Hasanuddin, pimpinan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, dan terkhusus kepada pimpinan Program Studi Magister Biologi yang telah mendukung serta memfasilitasi segala kebutuhan penulis selama berproses menempuh pendidikan magister serta terima kasih kepada bapak ibu dosen, staff dan karyawan serta bagi para rekan tim yang telah membantu penulis dalam penelitian ini.

Terakhir, penulis mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang tidak terhingga kepada kedua orang tua saya H. Muhammad Alir Yusuf dan alm. Hj. St. Rahmaniah, S.Pd., beserta sanak saudara yang senantiasa selalu ada untuk memotivasi dan mendoakan penulis dalam segala urusan, salah satunya dalam menempuh pendidikan penulis setinggi-tingginya. Sekali lagi penulis ucapkan banyak terima kasih, doa dari penulis atas segala kebaikan yang diberikan.

Penulis,

Rahmat Fajrin Alir
NIM. H052191004

ABSTRAK

RAHMAT FAJRIN ALIR. **Karakterisasi avifauna di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar dan peluang terjadinya *bird strike*** (dibimbing oleh Ambeng dan Syahribulan).

Avifauna merupakan varietas burung yang hidup dalam suatu komunitas. Keberadaan dan keragaman avifauna sebagai salah satu bioindicator pada beberapa sektor kehidupan manusia seperti di bandar udara justru dapat menjadi ancaman yang serius. Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi dan melihat peluang setiap jenis avifauna dalam potensinya menyebabkan *bird strike* pada berbagai habitat di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September-Desember 2022. Metode digunakan pada penelitian ini yaitu metode *point count* dan *vantage point survey* pada total 18 titik observasi dengan 10 titik pada sekitar area airside dan 8 titik pada area di luar airside dengan potensinya. Analisis peluang terjadinya *bird strike* ditentukan melalui *bird strike risk assessment matrix* dengan melihat peluang bahaya dan level kerusakan setiap jenis avifauna yang ada. Pada penelitian ini ditemukan 58 jenis avifauna dari 13 bangsa dan 30 suku, 44 jenis ditemukan pada area sekitar airside dan 52 jenis pada area di luar airside. Terdapat 19 jenis penting berdasarkan status konservasi. Analisis indeks ekologi menunjukkan hasil yang beragam dan melimpah pada semua titik observasi; keanekaragaman yang sedang kecuali pada titik D4, L1, L3 yang tinggi; kemerataan yang stabil kecuali pada titik D7; tidak ada dominansi spesies; perbandingan pola sebaran antara area *airside* dan area di luarnya 61:76% mengelompok, 5:7% seragam, 0:0% acak, dan 34:17% tidak terdefinisi; kesamaan komunitas mencapai kesamaan tertinggi 0,68 dan terendah 0,16. Berdasarkan peluang terjadinya *bird strike* ditemukan 4 (7%) jenis dengan kategori tinggi, 22 (38%) kategori sedang, dan 32 (55%) kategori rendah. Data ini menginterpretasikan bahwa kondisi di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar masih mendukung keragaman avifauna di sekitar dengan berbagai potensi setiap jenisnya dalam menyebabkan *bird strike*. Kajian ini dapat menjadi bahan evaluasi dalam upaya mengoptimalkan sistem pengendalian satwa liar di bandar udara termasuk avifauna.

Kata kunci: avifauna, bandar udara, *bird strike*, indeks ekologi, *risk assessment matrix*.

ABSTRACT

RAHMAT FAJRIN ALIR. **Characterization of avifauna at Sultan Hasanuddin Makassar International Airport and the probability of a bird strike** (supervised by oleh Ambeng and Syahribulan).

Avifauna are varieties of birds that live in a community. The existence and diversity of avifauna as a bioindicator in several sectors of human life, such as at airports, can be a severe threat. This study aims to characterize and see the opportunities for each type of avifauna in terms of its potential to cause bird strikes in various habitats at Sultan Hasanuddin International Airport, Makassar. This research was conducted in September-December 2022. The methods used in this study were point count and vantage point survey methods at 18 observation points, with 10 points around the airside area and 8 points outside the airside with potential. Analysis of the probability of a bird strike occurring is determined through a bird strike risk assessment matrix by looking at the hazard opportunities and the level of damage for each type of avifauna. In this study, 58 avifauna species were found in 13 orders and 30 families; 44 were found around the airside, and 52 were outside. There are 19 important species based on conservation status. Ecological index analysis showed diverse and abundant results at all observation points; moderate diversity except at points D4, L1, and L3, which are high; stable evenness except at point D7; no dominance of species; the comparison of the distribution pattern between the airside area and the area outside it is 61:76% clumped, 5:7% uniform, 0:0% random, and 34:17% undefined; community similarity reached the highest similarity of 0.68 and the lowest similarity of 0.16. Based on the probability of a bird strike, 4 (7%) species were found in the high category, 22 (38%) in the medium category, and 32 (55%) in the low category. This data interprets those conditions at Sultan Hasanuddin Makassar International Airport still support the diversity of avifauna around with various potentials for each type in causing bird strikes. This study can be used as evaluation material to optimize wildlife control systems at airports, including avifauna.

Keywords: airport, avifauna, bird strike, ecological index, risk assessment matrix

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Kegunaan Penelitian.....	2
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Karakterisasi Avifauna	4
2.1.1. Pengertian Avifauna.....	4
2.1.2. Identifikasi Avifauna	5
2.1.3. Status Avifauna	8
2.1.4. Habitat Avifauna.....	12
2.1.5. Klasifikasi Avifauna.....	12
2.2. Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar.....	14
2.3. Peluang Terjadinya <i>Bird Strike</i>	16
2.4. Kerangka Konseptual.....	19
2.5. Definisi Operasional.....	20

BAB III. METODE PENELITIAN	21
3.1. Rancangan Penelitian.....	21
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian	22
3.3. Instrumen Penelitian	22
3.4. Objek Penelitian	22
3.5. Teknik Pengumpulan Data	23
3.5.1. Tahap Observasi dan Persiapan.....	23
3.5.2. Karakterisasi Avifauna	23
3.5.3. Gambaran Habitat Avifauna	25
3.5.4. Pengumpulan Data Sekunder	15
3.6. Analisis Indeks Ekologi	26
3.6.1. Indeks Kelimpahan Individu (P_i).....	26
3.6.2. Indeks Keanekaragaman (H').....	27
3.6.3. Indeks Kemerataan (E).....	27
3.6.4. Indeks Dominansi (D)	28
3.6.5. Indeks Kesamaan Komunitas (S_{jk})	28
3.6.6. Indeks Pola Sebaran Morisita ($I\delta$ dan I_p).....	29
3.7. Analisis Peluang Terjadinya <i>Bird Strike</i>	30
3.7.1. Aspek Lokasi Aktivitas (L).....	31
3.7.2. Aspek Berat Badan (BB).....	32
3.7.3. Aspek Ukuran Populasi (P).....	32
3.7.4. Aspek Ketinggian Posisi Terbang (T).....	33
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	35
4.2. Hasil Penelitian	36
4.2.1. Karakterisasi Avifauna	37
4.2.2. Analisis Indeks Ekologi.....	37
4.2.3. Analisis Peluang Terjadinya <i>Bird Strike</i>	47
4.3. Pembahasan	50
4.3.1. Karakterisasi Avifauna	50
4.3.2. Analisis Indeks Ekologi.....	57
4.3.3. Analisis Peluang Terjadinya <i>Bird Strike</i>	65

4.3.4. Gambaran Habitat dari Setiap Titik Observasi.....	70
4.3.5. Analisis Data Sekunder	104
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	111
5.1 Kesimpulan	111
5.2 Saran.....	111
DAFTAR PUSTAKA.....	113
LAMPIRAN.....	118
RIWAYAT HIDUP.....	200

DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Kategori apendiks CITES untuk satwa avifauna	10
2. Pemanfaatan kawasan Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar.....	15
3. Tingkat bahaya penggunaan lahan	18
4. Parameter Indeks Keanekaragaman Jenis Shannon-Winer.....	27
5. Parameter Indeks Kemerataan Evenness.....	28
6. Parameter Indeks Dominansi Simpson	29
7. Parameter Nilai Indeks Pola Sebaran Morisita (Ip), jika selang kepercayaan 95%	30
8. Risiko atau level keparahan (<i>severity level</i>) Sowden.....	31
9. Aspek lokasi aktivitas (L)	32
10. Aspek berat badan (BB)	32
11. Aspek ukuran populasi (P).....	32
12. Aspek ketinggian posisi terbang (T)	33
13. Kategori skor peluang atau tingkat bahaya jenis (TB)	34
14. Klasifikasi dan status konservasi avifauna di Bandar Udara Internasional Hasanuddin Makassar	38
15. Nilai Indeks Keanekaragaman (H') avifauna di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar.....	42
16. Nilai Indeks Kemerataan (E) avifauna di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar	43
17. Nilai Indeks Dominansi (D) avifauna di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar	44
18. Nilai Indeks Kesamaan Komunitas (Sjk) model Bray-Curtis avifauna di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar	46
19. Karakteristik avifauna berdasarkan nilai peluang bahaya (TB) dan Level Kerusakan (LK) jenis avifauna di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar	47

20. Kategori avifauna berdasarkan matriks penilaian risiko <i>bird strike</i> (<i>bird strike risk assessment matrix</i>) di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar	48
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Topografi avifauna	6
2. Struktur dari kategori dalam IUCN <i>Species Survival Commission</i>	9
3. Klasifikasi bangsa dari avifauna	13
4. Foto udara Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar (Google Earth).....	15
5. Bentuk titik transek pengamatan metode <i>point count</i> untuk kawasan di dalam bandar udara khususnya pada area sekitar <i>airside</i> yang dibagi ke dalam beberapa titik hitung (P1, P2, dan seterusnya)	24
6. Bentuk pengamatan <i>vantage point</i> untuk kawasan di dalam atau di luar bandar udara dengan habitat terkonsentrasi.	24
7. Peta lokasi titik pengamatan avifauna di kawasan Bandar Udara Sultan Hasanuddin Makassar	36
8. Perbandingan nilai Indeks Kelimpahan Individu Relatif (PiR) avifauna pada sekitar <i>airside</i> dan area di luar <i>airside</i> Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar	41
9. Grafik nilai Indeks Keanekaragaman (H') avifauna di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar.....	43
10. Grafik nilai Indeks Kemerataan (E) avifauna di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar.....	44
11. Grafik nilai Indeks Dominansi (D) avifauna di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar.....	45
12. Perbandingan persentase nilai Indeks Pola Sebaran Morisita (Ip) avifauna antara area sekitar <i>airside</i> dan area di luar <i>airside</i> Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar.....	45
13. Dendrogram Indeks Kesamaan Komunitas (<i>Similarity</i>) model Bray-Curtis avifauna di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar	48
14. Diagram persentase jenis avifauna berdasarkan <i>bird strike assessment risk matrix</i>	49
15. Kondisi titik D1	72
16. Kondisi titik D2	74

17. Kondisi titik D3	76
18. Kondisi titik D4	78
19. Kondisi titik D5	80
20. Kondisi titik D6	82
21. Kondisi titik D7	84
22. Kondisi titik D8	86
23. Kondisi titik D9	88
24. Kondisi titik D10	89
25. Kondisi titik L1	91
26. Kondisi titik L2	93
27. Kondisi titik L3	95
28. Kondisi titik L4	96
29. Kondisi titik L5	98
30. Kondisi titik L6	100
31. Kondisi Titik L7	102
32. Kondisi titik L8	104
33. Upaya pengendalian hewan liar di sekitar Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar	110

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Gambaran singkat terkait titik lokasi pengamatan, <i>bird deterrent</i> dan tower, keberadaan aktivitas manusia dan predator serta keberadaan pakan berupa hewan lain di sekitar area Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar.....	118
2. Peta penelitian area Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar.....	120
3. Data faktor lingkungan area Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar	121
4. Daftar hasil dokumentasi avifauna di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar	122
5. Daftar jenis vegetasi dominan per titik area Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar.....	151
6. Perhitungan nilai Indeks Kelimpahan Individu (Pi) dan Kelimpahan Individu Relatif (PiR) per titik area Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar	154
7. Pengelompokan berdasarkan rerata berat badan (BB) per spesies avifauna yang ditemukan di area Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar	158
8. Pengelompokan berdasarkan rerata tinggi posisi terbang (T) per spesies avifauna yang ditemukan di area Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar	159
9. Pengelompokan berdasarkan rerata ukuran populasi (P) per spesies avifauna yang ditemukan di area Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar	160
10. Pengelompokan berdasarkan rerata lokasi penemuan spesies terhadap area penting (L) per spesies avifauna yang ditemukan di kawasan Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar.....	161
11. Pengelompokan berdasarkan rerata kebiasaan sosial soliter atau flocking (S/F) avifauna yang ditemukan di area Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar	162
12. Pengelompokan berdasarkan skor peluang (<i>likelihood</i>)/tingkat bahaya (TB) jenis avifauna yang ditemukan di area Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar.....	163

13. Pengelompokan berdasarkan level keparahan (LK/Severity Level) avifauna yang ditemukan di area Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar	164
14. Perhitungan nilai Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Kemerataan (E) dan Indeks Dominansi (D) per titik area Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar	165
15. Perhitungan nilai Indeks Pola Sebaran Morisita tiap spesies avifauna di area Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar	183
16. Dokumentasi penelitian avifauna di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar	191
17. <i>Tally sheet</i> penelitian avifauna area sekitar Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar	193
18. Data sekunder penelitian kondisi cuaca area sekitar Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar bersumber dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Meteorologi Kelas I Sultan Hasanuddin	196
19. Data sekunder penelitian batas area kebisingan Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar	198
20. Surat Persetujuan Penelitian di area Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar	199

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar (*Sultan Hasanuddin Makassar International Airport*) merupakan salah satu bandar udara terbesar dan tersibuk di Indonesia bagian tengah maupun timur, terletak di Kabupaten Maros berbatasan langsung dengan Kota Makassar Sulawesi Selatan dengan luas total kawasan sekitar 4.549.612 m² (Syahribulan, 2016; Aerodrome Manual, 2020) dan terus mengalami pengembangan hingga saat ini. Hal tersebut tentunya untuk menunjang kenyamanan dan keselamatan bagi para pengguna jasa transportasi udara ini. Salah satu pengembangan yang dimaksud adalah pencaanangan *eco airport* atau bandar udara ramah lingkungan yang juga menjadi syarat dan diatur sedemikian rupa dalam banyak regulasi (Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Kementerian Perhubungan, 2019).

Salah satu masalah serius yang sering mengancam siklus penerbangan di bandar udara ini adalah terjadinya gangguan oleh satwa liar di sekitarnya. Kecelakaan, tabrakan atau gangguan avifauna terhadap pesawat (*bird strike*) tercatat sebagai salah satu masalah yang berbahaya dan telah menyebabkan banyak kerugian materiil dan bahkan nyawa di beberapa negara.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya telah tercatat avifauna sebanyak 36 spesies, 15 bangsa dan 26 suku yang telah ditemukan di sekitar kawasan Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar dan dari jumlah tersebut terdapat beberapa avifauna dengan status migran, endemik, dan beberapa dalam kategori dilindungi. Avifauna tersebut ditemukan di berbagai kawasan di sekitar bandar udara di berbagai jenis habitat dan bahkan beberapa dari jenis yang ditemukan berada di sekitar area penting bandar udara yaitu area *airside* (*runway, taxiway, apron*) dan beberapa diantaranya ditemukan terbang melintasi area tersebut (Syahribulan, 2016).

Adanya laporan di berbagai belahan dunia yang mengindikasikan akan meningkatnya kasus *bird strike* sebagai akibat dari tidak stabilnya kondisi lingkungan alam liar tempat mereka tinggal yang mengharuskan mereka untuk mencari tempat atau habitat yang lebih baik (ICAO, 2017a). Sebaliknya dengan kondisi ekosistem bandar udara yang terus dikembangkan membuat beberapa

dari jenis avifauna tersebut merasa nyaman baik hanya untuk menetap sementara atau bahkan menetap untuk waktu yang lama. Hal ini kemudian menjadi aspek yang harus dikontrol secara periodik khususnya bagi pihak pengelola bandar udara untuk tetap menjaga kenyamanan dan keselamatan seluruh pengguna jasa bandar udara dan meminimalisir terjadinya konflik dengan satwa liar (ICAO, 2017b; Allan, 2000).

Dari beberapa kajian dari latar belakang ini, peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian kembali di kawasan bandar udara untuk dapat mengkarakterisasi jenis avifauna yang ada di Bandar Udara Sultan Hasanuddin Makassar dan menganalisis peluang terjadinya *bird strike* untuk setiap jenisnya.

1.2. Rumusan Masalah

- a. Bagaimana karakteristik setiap jenis avifauna yang berada di sekitar area Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar?
- b. Bagaimana analisis indeks ekologi avifauna dapat memberikan pemahaman tentang kelimpahan, keanekaragaman, pola sebaran dan kesamaan komunitas avifauna di sekitar area Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar?
- c. Bagaimana peluang terjadinya *bird strike* untuk setiap jenis avifauna di sekitar area Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar?

1.3. Tujuan Penelitian

- a. Mengkarakterisasi setiap jenis avifauna yang berada di sekitar area Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar.
- b. Menganalisis berbagai indeks Ekologi avifauna di sekitar area Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar dalam memahami kelimpahan, keanekaragaman, pola sebaran dan kesamaan komunitas avifauna di sekitarnya.
- c. Menganalisis peluang terjadinya *bird strike* untuk setiap jenis avifauna di sekitar area Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar.

1.4. Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi pihak pengelola kawasan Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar dalam

penatalaksanaan standar keselamatan penerbangan yang berkaitan dengan manajemen pengendalian satwa liar dalam hal ini adalah avifauna.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

- a. Penelitian dilakukan di kawasan Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar.
- b. Karakterisasi avifauna mencakup identifikasi jenis (meliputi morfologi dan suara, kebiasaan sosial atau perilaku hidup, serta kemampuan dan cara terbang); status avifauna (meliputi status kelangkaan, status perlindungan, status perdagangan, status endemik dan status migran).
- c. Peran dari jenis habitat yang berbeda dalam mempengaruhi keberadaan avifauna.
- d. Analisis indeks ekologi mencakup analisis data indeks kelimpahan jenis dan indeks kelimpahan jenis relatif, indeks keanekaragaman, indeks pemerataan, indeks dominansi, indeks pola sebaran morisita, dan indeks kesamaan komunitas
- e. Analisis peluang terjadinya *bird strike* di kawasan Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar dengan sebuah matriks penilaian risiko *bird strike* (*bird strike risk assessment matrix*) berdasarkan peluang bahaya dan level kerusakan setiap jenis.
- f. Analisis data sekunder bandar udara, mencakup data kebisingan, data cuaca atau klimatologi, catatan kejadian *bird strike* dan data upaya pengendalian satwa liar termasuk avifauna oleh pihak bandar udara.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Karakterisasi Avifauna

Karakterisasi avifauna dibagi atas beberapa aspek penting yang memungkinkan kita untuk mengenal karakteristik dari suatu jenis avifauna baik itu karakteristik yang sifatnya ada secara alami atau sebagai akibat dari bentuk adaptasi misalnya adaptasi fisik (morfologi), adaptasi perilaku dan sebagainya yang menjadikan suatu jenis avifauna tersebut memiliki karakter atau ciri khas pembeda dengan jenis lainnya.

2.1.1. Pengertian Avifauna

Avifauna dapat diartikan sebagai varietas burung dalam suatu daerah atau kawasan tertentu dengan segala bentuk adaptasinya (MacKinnon 2010, KBBI, 2022). Avifauna atau burung dalam sistem klasifikasi yang dimaksudkan adalah kelas Aves dalam subfilum Vertebrata di bawah filum Chordata dengan puncak takson pada kerajaan Animalia (UniProt, 2022). Avifauna merupakan hewan dengan tulang belakang (*vertebrae*), dengan ciri khas tubuh yang tertutupi oleh bulu. Avifauna juga tergolong ke dalam kelompok hewan berdarah panas (*homoiotherm*) dan berkembang biak dengan cara bertelur (*ovipar*).

Avifauna (burung) memiliki dua pasang alat gerak aktif dengan sepasang alat gerak posterior berupa kaki yang beradaptasi dengan baik dan sepasang alat gerak anterior yang termodifikasi menjadi sepasang sayap yang unik. Hal tersebut pula menjadikan avifauna merupakan hewan yang mampu beradaptasi dengan sempurna dengan alam (Rusdiansyah dan Radhi, 2018). Pada bagian metatarsus avifauna umumnya tertutupi sisik yang terdiri atas zat keratin hingga bagian jari kaki. Jari kaki pada avifauna umumnya berjumlah 3 atau kurang (Lucas dan Stettenheim, 1972).

Ciri lain dari avifauna adalah mulut termodifikasi menjadi paruh yang sama dengan metatarsus tersusun atas zat keratin yang padat dan tidak memiliki gigi. Beberapa burung juga memiliki ekor yang beradaptasi dengan baik khususnya beberapa avifauna yang dapat terbang menggunakan ekornya untuk kendali dan menjaga keseimbangannya. Begitupun dengan kulit, bulu, jantung dan paru-paru

avifauna juga sangat membantu mereka dalam beradaptasi dengan baik di lingkungan khususnya juga pada saat terbang (Syahribulan, 2016). Setiap jenis avifauna juga memiliki suara khasnya masing-masing sebagai alat komunikasi seperti memanggil, pertanda bahaya, menarik pasangan, atau pertanda teritori (Setiadi, 2021).

Berbagai adaptasi avifauna kemudian menjadikannya hidup dengan berbagai jenis yang beragam pada hampir di seluruh belahan dunia dan diklasifikasikan atas berbagai aspek penting seperti morfologi atau bentuk fisik, warna tubuh dan bulu, fisiologi tubuh yang juga dapat mempengaruhi kebiasaan hidup mereka hingga ciri anatomi serta struktur genetik untuk setiap spesiesnya.

2.1.2. Identifikasi Avifauna

Identifikasi avifauna (burung) didasarkan atas beberapa bagian atau kategori yang perlu untuk diperhatikan misalnya dari segi morfologi baik itu ukuran dan bentuk tubuh, pola warna pada bagian tubuh, suara, kebiasaan sosial atau perilaku hidup dan kemampuan, cara terbangnya, serta lainnya.

Burung Indonesia di tahun 2023 telah mencatat sekitar 1826 jenis avifauna yang pernah ditemukan di Indonesia, bertambah 8 jenis burung dari tahun sebelumnya. Pada dasarnya dalam mengidentifikasi avifauna seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa beberapa bagian penting untuk diperhatikan akan dijelaskan lebih lanjut:

a. Morfologi

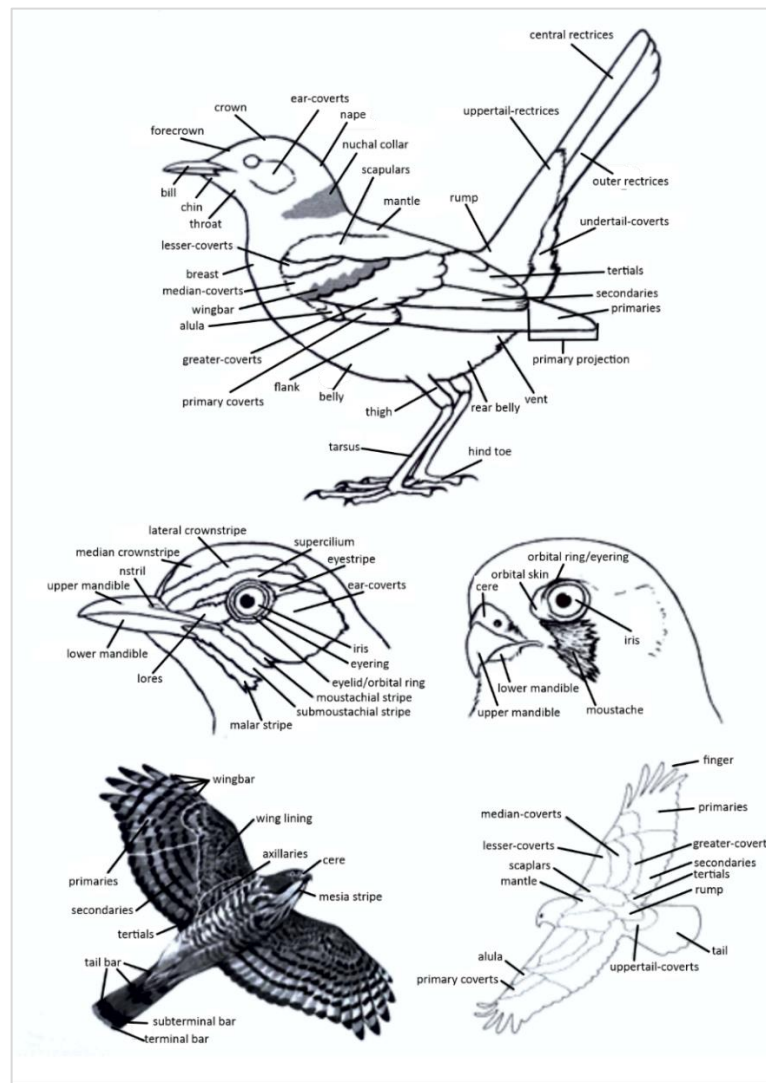
Morfologi tubuh merupakan aspek pertama yang paling mudah untuk diamati seperti ukuran tubuh (bobot) dan beberapa bagian tubuh (panjang setiap bagian tubuh/morfometrik), bentuk tubuh (bentuk porsi tubuh keseluruhan/topografi), bentuk leher dan kepala, paruh, kaki, sayap, sayap saat terbang, ekor dan lain sebagainya, bentuk bulu dan usia, serta warna pada setiap bagian tubuh (warna mata dan kelopak, paruh, corak bulu dan warna kaki) juga karakter morfologi atau fisik lainnya (Iskandar, 2017; Eaton, 2010). Bentuk topografi burung dapat dilihat pada Gambar 1.

b. Suara

Suara avifauna dapat menjadi penanda suatu jenis atau spesies avifauna dengan ciri khas bunyi masing-masing yang membedakannya dengan jenis lainnya. Sehingga suara juga dapat dijadikan media identifikasi langsung atau tidak langsung (menggunakan alat bantu identifikasi seperti perekam dan alat

identifikasinya). Suara avifauna dapat digunakan sebagai media komunikasi/panggilan antar jenis (*contact calls*), seperti suara panggilan, suara untuk menarik perhatian lawan jenis (*breeding calls*), suara untuk mempertahankan daerah teritori hingga suara menandakan adanya bahaya atau ancaman (Iskandar, 2017; Elphick, 2014.).

Suara burung juga dapat dipengaruhi oleh faktor keadaan lingkungan di sekitarnya, cuaca hujan atau terlalu dingin membuat intensitas suara avifauna akan jarang terdengar, begitupun di saat cuaca terlalu panas (siang hari) atau angin yang bertiup dengan cukup kencang, atau bahkan di malam cenderung membuat avifauna akan cenderung berdiam berbeda dengan saat pagi hari atau sore hari saat cuaca mendukung aktivitas burung untuk mencari makan atau menarik perhatian lawan jenisnya (khususnya pejantan) cenderung akan bersuara sepanjang waktu (Iskandar, 2017).



Gambar 1. Topografi avifauna (Eaton, 2010)

c. Kebiasaan sosial dan perilaku hidup

Kebiasaan sosial atau perilaku hidup avifauna menjadi dasar lain untuk dapat dinilai khususnya dalam penelitian ini. Beberapa jenis avifauna atau kelompok burung umumnya memiliki kebiasaan sosial atau perilaku hidup yang beragam dengan jenis lainnya. Beberapa kebiasaan (*habits*) atau kebiasaan hidup (*life behaviors*) avifauna dikelompokkan dengan beberapa contoh misalnya kebiasaan untuk hidup berkelompok baik saat bertengger, makan atau saat terbang. Sementara jenis lain lebih memilih untuk hidup soliter sepanjang waktu (menyendiri) sampai musim berbiak tiba (Bibby, 2000; Howes, 2003; Elphick, 2014; Iskandar, 2017).

Beberapa kebiasaan burung juga dapat dilihat dari cara mereka saat musim berbiak (*breeding*) seperti perilaku membuat sarang, jantan dan betina melakukan tugasnya masing-masing dan tidak jarang ada beberapa jenis dari avifauna yang hidupnya monogami. Penentuan batas teritori dan waktu aktivitas untuk berbiak atau mencari makan dengan memanfaatkan habitat dengan baik. Melakukan migrasi atau lebih memilih untuk hidup menetap (*resident*) (Bibby, 2000; Howes, 2003; Elphick, 2014, Atlas Burung Indonesia, 2020).

Waktu aktivitas (waktu biologis) avifauna diteliti juga akan lebih cenderung aktif di pagi dan sore hari dan istirahat di siang dan malam hari, namun beberapa avifauna air (*wader*) tidak jarang ditemukan beraktivitas sampai pada siang hari dan kembali pada sore hari, sebagian besar raptor juga akan aktif mencari makan di siang hari dengan memanfaatkan panas bumi untuk membantunya terbang di udara. Sementara ditemukan juga beberapa avifauna nokturnal yang justru aktif pada malam hari dan beristirahat sepanjang pagi hari (Iskandar, 2017).

d. Kemampuan dan cara terbang

Kemampuan dan cara terbang avifauna sangat beragam tergantung dari kondisi adaptasi tubuh dari tiap jenisnya. Beberapa burung memiliki sayap namun tidak beradaptasi baik untuk dapat terbang dan bahkan dari bangsa *sphenisciformes* (suku: *spheniscidae*) sayapnya beradaptasi untuk dapat berenang di lautan dan beberapa burung teradaptasi untuk tetap berada di permukaan tanah (Iskandar, 2017).

Kemampuan terbang avifauna didukung oleh beberapa faktor seperti porsi tubuh antara ukuran dan bobot tubuh dan lebar sayap. Kemampuan pernapasan avifauna yang ditunjang dengan sirkulasi yang baik menjadikan beberapa jenisnya dapat terbang dengan sangat tinggi di atas permukaan laut dan beberapa

diantaranya dapat terbang dengan sangat jauh (Elphick, 2014). Beberapa burung jenis raptor juga mampu terbang dengan kecepatan yang sangat luar biasa dan sebagian dari burung *hummingbird* dengan rata-rata kepakan sayap mencapai 10 hingga 80 kepakan perdetiknya (Elphick, 2014).

John Elphick (2014) juga mengategorikan cara terbang burung seperti cara terbang dengan mengepak, mengepak dan meluncur, terbang melompat dan melayang. Untuk menghemat energi saat terbang beberapa avifauna juga melakukan teknik terbang meluncur (*gliding*), melonjak (*soaring*) dan terbang dekat permukaan (*ground effect*).

2.1.3. Status Avifauna

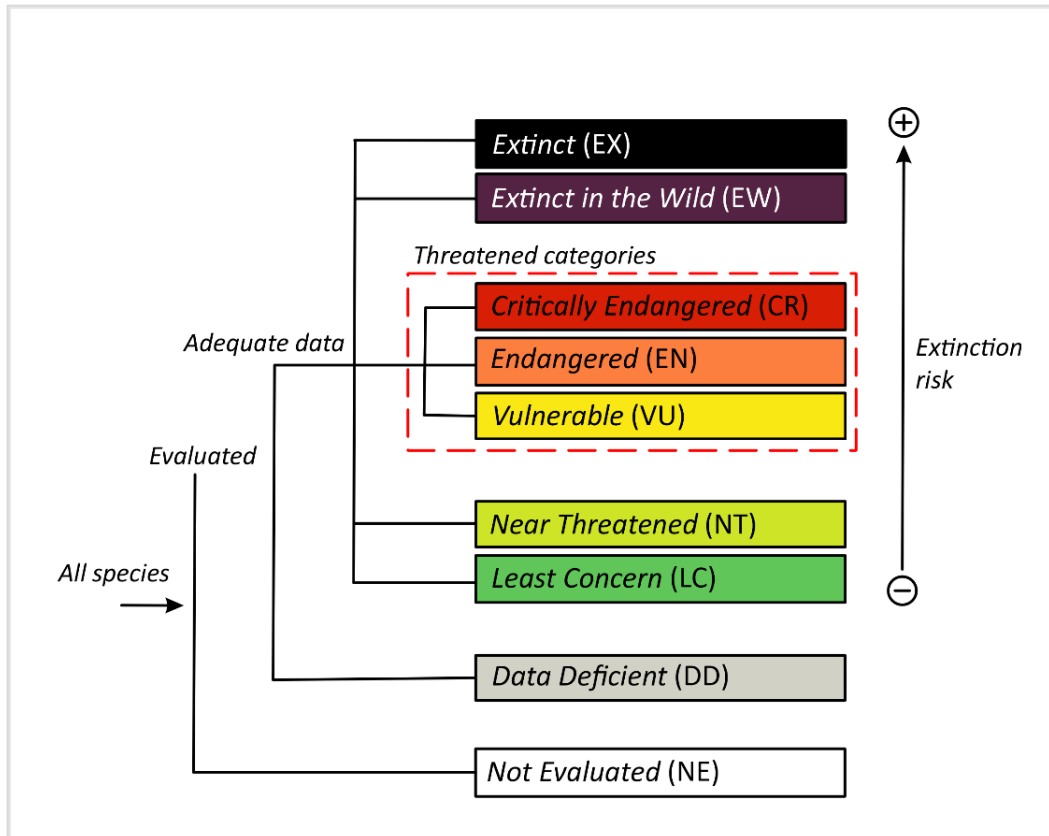
Burung Indonesia (2023) telah mencatat sekitar 1.826 jenis avifauna dan tersebar di seluruh pulau di Indonesia, selain itu Burung Indonesia juga mengategorikan ke dalam beberapa kategori yang ditilik dari status konservasi diantaranya 32 jenis kritis/*critical*; 49 genting/*endangered*, 91 rentan/*vulnerable*, 239 mendekati terancam punah/*near threatened*, 1393 risiko rendah/*least concern*, 12 kurang data/*data deficient*. Selain itu terdapat pula 558 jenis yang dilindungi, 541 jenis yang endemis dan 468 jenis dengan jumlah sebaran yang terbatas. Status avifauna ini dapat dibagi ke dalam beberapa status berdasarkan beberapa kategori status mulai dari status kelangkaan, status perlindungan, status perdagangan, status endemik dan status migran.

a. Status kelangkaan

Status kelangkaan dapat dilihat berdasarkan The IUCN (International Union Conservation of Nature) *Red List of Threatened Species* atau biasa dikenal dengan *Red List* (Daftar Merah). *Red List* pada mulanya dicetuskan pada tahun 1964 untuk dapat menetapkan sebuah standar dari suatu daftar spesies serta upaya dalam penilaian konservasinya (IUCN, 2022). *Red List* ini memiliki tujuan untuk memberikan informasi, analisis terkait tren, status dan ancaman dari suatu spesies serta mempercepat dalam upaya melindunginya atau mengonservasinya (IUCN Red List, 2022).

Hingga saat ini IUCN Species Survival Commission (2000) membagi ke dalam 9 kategori level yang dibagi atas beberapa aspek dan kriteria yaitu diantaranya, sebagai berikut: (1) Punah/*extinct* (EX); (2) Punah di alam liar/*extinct in the wild* (EW); (3) Terancam kritis/*critically endangered* (CR); (4) Genting/*endangered* (EN); (5) Rentan/*vulnerable* (VU); (6) Hampir terancam/*near*

threatened (NT); (7) Risiko rendah/*least concern* (LC); (8) Kekurangan data/*data deficient* (DD) dan (9) Tidak dievaluasi/*not evaluated* (NE). Secara visual dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur dari kategori dalam IUCN *Species Survival Commission* (IUCN, 2022).

b. Status perlindungan

Status perlindungan jenis satwa dan tumbuhan dapat merujuk pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (LHK) RI No. P.106/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018 tentang perubahan kedua atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. P.20/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018 tentang jenis tumbuhan dan satwa yang dilindungi, dimana di dalamnya terdapat daftar nama-nama jenis atau spesies satwa sebanyak 787 spesies dilindungi dan tumbuhan sebanyak 117 spesies yang dilindungi khususnya yang ada di Indonesia.

Dasar hukum dari peraturan perlindungan ini adalah UU. No. 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya alam Hayati dan Ekosistemnya dan turunannya Peraturan Menteri No. 7 Tahun 1999 tentang Pengawetan Jenis Satwa dan Tumbuhan. Dijelaskan bahwa beberapa syarat satwa tersebut dilindungi seperti

jumlah populasi dan sebarannya di alam menurun secara signifikan atau merupakan jenis endemik.

c. Status perdagangan

Status perdagangan dapat dilihat dari CITES atau singkatan dari Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora atau Konvensi Perdagangan Internasional Spesies Satwa dan Tumbuhan Liar Terancam Punah. CITES merupakan hasil perjanjian internasional yang terbentuk dari keputusan sidang IUCN di tahun 1963. Konvensi ini memiliki tujuan untuk melindungi satwa dan tumbuhan liar dari perdagangan internasional yang dapat mengancam kelestarian satwa atau tumbuhan tersebut (CITES, 2022). Pemerintah Indonesia juga meratifikasi konvensi ini dengan Keputusan Presiden No. 43 Tahun 1978. Dalam CITES telah terdapat 5.000 satwa dan 28.000 tumbuhan yang dilindungi dari perdagangan internasional. CITES (2022) sendiri terbagi atas tiga apendiks yaitu diantaranya:

- 1) Apendiks I (sekitar 800 spesies): pelarangan dari segala bentuk perdagangan internasional baik dari spesies satwa maupun dari spesies tumbuhan liar yang kondisinya terancam punah.
- 2) Apendiks II (32.000 spesies): spesies satwa dan tumbuhan liar yang tidak terancam punah, namun tetap berisiko jika tidak ada regulasi yang baik.
- 3) Apendiks III (300 spesies): spesies satwa atau tumbuhan liar yang tidak terancam punah namun mendapat perlindungan di negara-negara tertentu dalam batas kawasan pada habitatnya. Perdagangan dalam apendiks III ini memerlukan Certificate of Origin (COO) atau Surat Keterangan Asal (SKA) yang ketat.

Tabel 1. Kategori apendiks CITES untuk satwa avifauna (CITES, 2022)

	Apendiks I	Apendiks II	Apendiks III
Avifauna (Burung)	155 spesies termasuk 2 populasi 7 subspecies	1279 spesies termasuk 1 populasi 5 subspecies	27 spesies
Total Fauna	687 spesies, 32 subspecies	5056 spesies 15 subspecies	202 spesies 14 subspecies

d. Status endemik

Status endemik avifauna merupakan status yang didasarkan atas keberadaan sebarannya dari suatu jenis spesies atau populasi burung yang dibatasi oleh suatu kawasan atau wilayah tertentu dalam artian bahwa jenis

tersebut tidak dapat ditemukan di wilayah atau lokasi lain. Sehingga avifauna endemik Indonesia dapat diartikan bahwa jenis avifauna tersebut hanya terdapat di Indonesia saja dan tidak ditemukan di luar dari Indonesia (Burung.Id, 2018)

Berdasarkan data status jumlah jenis Burung Indonesia (2023) tercatat dari 1826 jumlah jenis burung di Indonesia terdapat 541 jenis burung endemik yang terbagi di seluruh wilayah di Indonesia. Daftar burung endemik Indonesia dapat dilihat di IUCN dan beberapa pustaka ilmiah seperti di beberapa buku panduan identifikasi burung di Indonesia, beberapa situs resmi pemerintahan nasional atau internasional, situs beberapa organisasi atau lembaga resmi dan terpercaya yang terfokus untuk mengkaji sebaran avifauna di Indonesia serta dari beberapa jurnal artikel yang bereputasi.

e. Status migran

Migrasi avifauna dapat diartikan sebagai perpindahan avifauna dari suatu lokasi ke lokasi yang lain secara periodik dan akan Kembali ke lokasi sebelumnya atau bahkan sebagian dari mereka akan menetap. Migrasi ini umumnya dilakukan sebagai salah satu respon terhadap tekanan lingkungan sehingga mengharuskan mereka untuk beradaptasi dengan cara berpindah dari suatu lokasi ke lokasi lainnya. Sebagian besar disebabkan dengan perubahan cuaca di suatu lokasi tempat berbiak dan ketersediaan makanannya (Howes, 2003).

Migrasi avifauna banyak dibedakan menjadi beberapa jenis seperti migrasi berdasarkan lokasi dibagi menjadi migrasi arah horizontal (*longitudinal migration*) dan migrasi ketinggian (*altitudinal migration*); migrasi berdasarkan waktunya dibedakan menjadi migrasi balik (return migration) dan migrasi balik tunda (*re-migration*); migrasi berdasarkan jarak dibedakan menjadi migrasi jarak pendek (*hop*), migrasi menengah (*skip*) dan migrasi jarak jauh (*jump*). (Howes, 2003 dalam Iskandar, 2017). Terdapat dua jalur terbang (*flyway*) di Asia yang populer yaitu jalur terbang avifauna bagian timur Asia/Australia dan jalur terbang avifauna kawasan Indo-Asia (Howes, 2003 dalam Iskandar, 2017). Migrasi avifauna juga dapat dibedakan atas arah datangnya yaitu migrasi avifauna dari Utara ke Selatan (periode September-Maret dan kembali pada periode Maret-April) dan migrasi avifauna dari Selatan ke Utara (periode Juli-Agustus dan kembali pada September-November) (Iskandar, 2017). Sementara untuk beberapa avifauna yang tidak melakukan migrasi dan memilih menetap dan berkembang biak di suatu lokasi atau wilayah dalam hal ini contohnya di Indonesia dinamakan avifauna (burung) menetap (*resident*) (Iskandar, 2017).

Sama seperti dengan burung endemik, data jenis avifauna migran atau penetap dapat dilihat di IUCN, buku panduan lapangan di Indonesia, situs-situs resmi pemerintahan atau non-pemerintahan terpercaya serta dari beberapa artikel atau jurnal bereputasi.

2.1.4. Habitat Avifauna

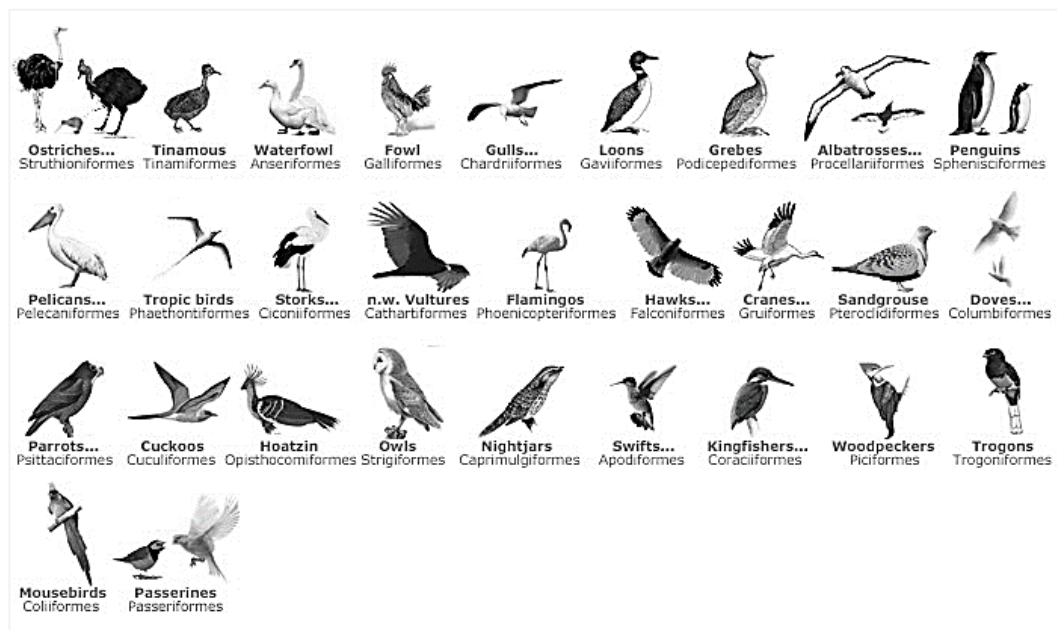
Jenis habitat sangat berpengaruh terhadap kehidupan avifauna. Penggunaan habitat yang berbeda untuk tiap jenis avifauna juga mempengaruhi ekosistem suatu lokasi dan sangat erat kaitannya dengan mencari makan, beristirahat dan mencari tempat berbiak, serta lokasi tersebut menjadi daerah teritori untuk tiap jenisnya. Misalnya beberapa jenis senang dengan vegetasi semak, beberapa hidup di sekitar persawahan atau lahan basah, bertengger, mencari makan dan bersarang di pepohonan rindang, mencari serangga di padang rumput, mencari bangunan untuk dijadikan tempat berbiak (*breeding territory*). Lokasi kolam untuk mencari ikan atau minum. Beberapa jenis raptor terkadang senang terbang daerah terbuka untuk mencari mangsa (Iskandar, 2017).

Jenis habitat yang sesuai umumnya dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik diantaranya sumber pakan seperti buah, biji, serangga, ikan, mamalia kecil, hewan herpetofauna dan lain sebagainya. Predator dan aktivitas manusia juga sangat mempengaruhi keberadaan avifauna. Tipe vegetasi juga menjadi kajian penting yang sangat berpengaruh. Sementara untuk faktor abiotiknya seperti kondisi curah hujan/iklim/cuaca, kecepatan angin dan kualitas udara, suhu dan kelembaban udara, kebisingan, intensitas cahaya matahari, keberadaan air serta dan juga ketinggian tempat (Iskandar, 2017).

2.1.5. Klasifikasi Avifauna

John Elphick (2014) dalam bukunya menjabarkan bahwa klasifikasi avifauna berdasarkan suku dapat dibedakan dalam 32 bangsa. Sebelumnya Petingil (1970); Howard dan Moore (1984) hanya mengklasifikasikan bangsa dari avifauna hanya sebanyak 27 bangsa. Penambahan bangsa dari kelas aves ini membuktikan bahwa keberagaman avifauna di dunia memang sangat luas hal ini juga didukung dengan kemajuan zaman dan ilmu pengetahuan tentang taksonomi yang juga berkembang dengan pesat. Penemuan beberapa spesies atau bahkan subspecies baru di setiap periodenya, penyesuaian kembali klasifikasi terhadap marga dan suku juga terus dilakukan.

Klasifikasi bangsa menurut John Elphick (2014) dalam bukunya *The World of Birds* yaitu, sebagai berikut: (1) Tinaformes; (2) Struthioniformes; (3) Rheiformes; (4) Casuariiformes; (5) Apterygiformes; (6) Galliformes; (7) Anseniformes; (8) Sphenisciformes; (9) Gaviiformes; (10) Procellariiformes; (11) Podicipediformes; (12) Phoenicopteriformes; (13) Ciconiiformes; (14) Pelecaniformes; (15) Falconiformes; (16) Gruiformes; (17) Charadriiformes; (18) Pteroclidiformes; (19) Columbiformes; (20) Psittaciformes; (21) Opisthocomiformes; (22) Cuculiformes; (23) Strigiformes; (24) Caprimulgiformes; (25) Apodiformes; (26) Coliiformes; (27) Trogoniformes; (28) Coraciiformes; (29) Bucerotiformes; (30) Piciformes; (31) Galbuformes dan (32) Passeriformes.



Gambar 3. Klasifikasi bangsa dari avifauna (Untamedscience, 2022).

Proses pengklasifikasian dalam taksonomi semata-mata tidak berjalan dengan mudah perlu beberapa aspek penting yang harus dikaji secara mendalam dengan berbagai regulasi yang ketat, misalnya secara umum dapat dilihat dari penentuan morfologi yang mendetail (topografi, warna, morfometrik tubuh dan sebagainya), bentuk anatomi dan fisiologi tubuh, pola kebiasaan/sifat/perilaku hidup, sebaran populasi, mengetahui sejarah evolusinya, penentuan materi genetik untuk beberapa satwa yang dianggap baru, perbandingan kekerabatan dengan banyak jenis yang mirip sebelumnya. Serangkaian proses klasifikasi yang tidak mudah tersebut pada akhirnya akan melahirkan sebuah filogeni atau takson baru dan siap diklaim dan tentunya dengan regulasi yang ketat (CMS, 2014; AOS, 2022).

1.2. Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar

Bandar Udara (Bandara) Internasional Sultan Hasanuddin Makassar merupakan salah satu bandar udara dengan pelayanan domestik dan internasional untuk wilayah Makassar dan sekitarnya. Bandar udara ini terletak di bagian Utara Ibu Kota Provinsi Sulawesi Selatan, yaitu Kota Makassar tepatnya di Kecamatan Mandai, Kabupaten Maros (ARP/Airport Reference Point 05°03'39" LS dan 119°33'16" BT; WGS 84/World Geodetic System 1984), dengan jarak 17,87 km dari pusat Kota Makassar, meskipun sebagian wilayah dari bandar udara ini berada di Kecamatan Biringkanaya, Kota Makassar (Syahribulan, 2016).

Bandar udara yang saat ini berada pada ketinggian 14,4 mdpl (meter di atas permukaan laut) atau sekitar 47 kaki 3 inci diatas permukaan laut dengan berbatasan langsung dengan beberapa wilayah seperti pada bagian utara berbatasan dengan Kecamatan Turikale; sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Tanralili; sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Moncongloe dan di sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Biringkanaya, Kota Makassar (Syahribulan, 2016).

Sejarah dari bandar ini awalnya bernama Lapangan Terbang Kadieng (Kadieng merupakan nama suatu daerah di Batangase, Maros) yang dibangun pertama kali oleh Pemerintah Belanda di tahun 1535 yang baru diresmikan pada 27 September 1937. Merupakan landasan pacu rumput dengan 1600 x 45 m (*runway/airstrip*). Selanjutnya pada Pemerintahan Jepang pada 1942 diubah namanya menjadi Lapangan Terbang Mandai (Mandai merupakan nama salah satu kecamatan di Maros) (Syahribulan, dkk., 2016). Pada 1950 (pasca kemerdekaan) berpindah ke Pemerintah Indonesia dan beberapa kali mengalai pergantian naman: Bandara Air Mandai (1955); Pelabuhan Udara (Air Port) Hasanuddin (1980) dan dinyatakan sebagai Bandara Embarkasi/Debarkasi Haji (1981); Bandar Udara Hasanuddin (1985).

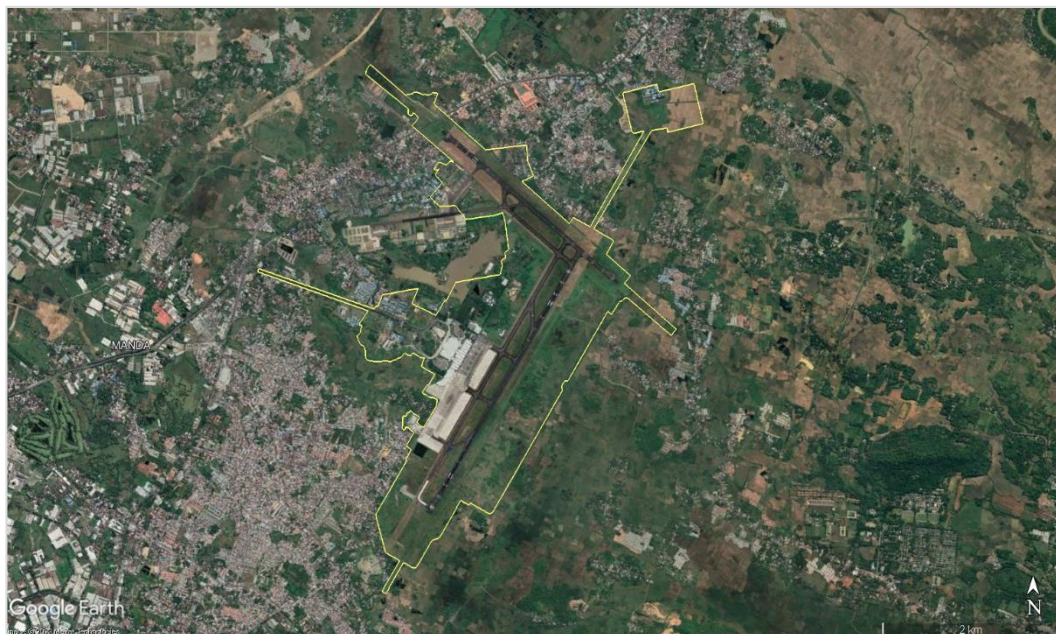
Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 1/1987, tanggal 9 Januari 1987 dan selanjutnya di tanggal 3 Maret 1987 pengelolaannya diserahkan ke Perum Angkasa Pura I dari Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. Kemudian pada 1 Januari 1993 berubah status menjadi PT. (Persero) Angkasa Pura I. Baru pada tanggal 30 Oktober 1994 bandar udara ini dinyatakan sebagai Bandar Udara Internasional (sesuai Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 61/1994) dan diresmikan oleh Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Provinsi Sulawesi Selatan pada 7 Januari 1995. Pada 28 Maret 1995 menjadi penerbangan perdana MAS

(Malaysian Airline System: Kuala Lumpur, Malaysia-Makassar) disusul dengan penerbangan Slik Air (Changi, Singapura-Makassar).

Prioritas pembangunan dalam hal upaya pengembangan bandar udara terus dilakukan misalnya pada tanggal 20 Agustus 2008 dengan beroperasinya Terminal Baru kini memiliki daya tampung 7 juta penumpang/pertahun dengan 24 jam operasi (Syahribulan, 2016). Saat ini Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar memiliki pemanfaatan kawasan yang terbagi atas beberapa kawasan/area sebagaimana yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pemanfaatan kawasan Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar (Syahribulan, 2016 dan Aerodrome Manual, 2020)

Kawasan	Proyeksi Luas Kawasan
Landasan pacu (<i>runway/airstrip</i>), dibagi dalam dua:	252.000 m²
- <i>Runway 13-31 (existing runway)</i>	2.500 x 45 m = 112.500 m ²
- <i>Runway 03-21 (new runway)</i>	3.100 x 45 m = 139.500 m ²
Parkiran pesawat (<i>apron</i>)	405.017 m²
- <i>Apron lama (North apron)</i>	56.250 m ²
- <i>Apron baru (South apron)</i>	348.767 m ²
Jalur hubung (<i>taxiway</i>)	188.824 m²
- <i>Taxiway lama</i>	50.755 m ²
- <i>Taxiway baru</i>	138.069 m ²
Tempat parkir kendaraan	32.000 m²
Bangunan, jalan, dll.	1.678.781 m²
Ruang terbuka (rumput)	1.992.990 m²
Luas total	4.549.612 m²



Gambar 4. Foto udara Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar (Google Earth, 2023).

Sebagai perwujudan bandar udara dengan taraf internasional tentunya berbagai sarana dan prasarana penunjang juga terus mengalami pengembangan demi keselamatan dan kenyamanan para pengguna jasa bandar udara. Tidak lepas dari penataan ekosistem biotik di sekitar kawasan bandar udara juga terus mendapat perhatian sebagai bentuk implementasi bandar udara yang ramah lingkungan (sesuai: Pasal 40 ayat (1) UU. No. 32 Tahun 2009 tentang izin lingkungan, persyaratan izin usaha dan/atau kegiatan); Pasal 12e, 18 dan 20 PP No. 40 Tahun 2012 tentang Pembangunan dan Pelestarian Lingkungan Hidup Bandara) seperti menjaga ekosistem/lingkungan alami (*natural environment*) sekitar tetap asri, penataan taman untuk kenyamanan pandang dan kualitas udara, mempertahankan beberapa ekosistem hutan kecil dengan beberapa pepohonan teduh, pembuatan kolam air, wilayah terbuka yang ditanami dengan rumput hijau (Raffah, 2021; Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Kementerian Perhubungan, 2019), sehingga secara tidak langsung juga menjadi preferensi habitat yang sangat menunjang untuk kehidupan beberapa jenis satwa, seperti serangga, beberapa hewan herpetofauna, mamalia kecil dan juga beberapa jenis avifauna.

Terbentuknya suatu ekosistem yang asri di kawasan bandar udara tersebut disisi lain juga perlu mendapat perhatian lebih, khususnya dengan keberadaan ekosistem tersebut maka konflik antara manusia dengan hewan juga sangat berpeluang untuk dapat terjadi. Tidak jarang laporan terkait animal hazard dilaporkan di beberapa bandar udara di dunia, termasuk di Indonesia, terlebih dengan keberadaan beberapa hewan terbang seperti kelelawar dan banyak jenis avifauna yang tercatat terindikasi memiliki peluang yang sangat tinggi menyebabkan gangguan atau bahkan kecelakaan dengan berbagai tingkat keparahan terhadap pesawat. Sehingga kontrol terhadap peluang terjadinya gangguan tersebut perlu mendapat perhatian khusus (Khaerunnisa, 2017).

1.3. Peluang Terjadinya *Bird Strike*

Bird strike atau *Birds Aircraft Strike Hazard* (BASH) dapat didefinisikan sebagai sebuah insiden tabrakan atau kecelakaan antara pesawat dengan burung (avifauna) (Gard, 2007). Hal ini merupakan suatu ancaman besar bagi berbagai pihak yang menggunakan jasa transportasi terbang dan menjadi salah satu hal prioritas yang harus selalu diperhatikan mengingat banyaknya kasus *bird strike* di

dunia bahkan di Indonesia, tidak jarang dari kejadian tersebut menyebabkan kerugian yang banyak dari segi finansial. Mengharuskan beberapa pesawat untuk mendarat secara darurat, kerusakan badan pesawat hingga kerusakan pada mesin (Sodhi, 2002).

Tercatat dalam kasusnya bahwa kejadian ini bertanggung jawab atas hilangnya 88 pesawat sipil dan 243 nyawa manusia di antara tahun 1912 dan 2004 sebagai akibat dari kejadian *bird strike* (Richardson, 2009). Dari seluruh dunia ditafsirkan dari data statistik menunjukkan bahwa maskapai penerbangan komersial dunia telah mengalami kerugian sebanyak \$1,2-\$1,5 miliar setiap tahunnya sebagai akibat dari kerusakan dan penundaan penerbangan (*delay*) oleh kejadian *bird strike* (Alan, 2006).

Meeking (1998) kemudian menjabarkan lebih lanjut tentang kejadian bird strike ini dapat terjadi jika: (1) ada laporan langsung dari sang pilot pesawat; (2) Petugas dalam pemeliharaan pesawat di bandar udara mengidentifikasi adanya kerusakan pada bagian pesawat akibat *bird strike*; (3) Petugas bandar udara melaporkan secara langsung bahwa pesawat telah menabrak seekor atau sekawanan avifauna dan (4) Sisa-sisa tubuh atau bahkan seutuhnya ditemukan di dalam area atau di 200 kaki dari landasan pacu, kecuali penyebab lain dari kematian avifauna tersebut telah teridentifikasi.

Sowden (2007) mendeskripsikan bahwa dalam proses penilaian risiko terjadinya *bird strike* paling tidak terdapat lima Langkah yaitu, diantaranya:

- a. Mengevaluasi risiko pesawat terbang: dengan mengidentifikasi dan menganalisis jenis, frekuensi pergerakan, jalur penerbangan dan fase generik pesawat yang tiba, berangkat dan beroperasi di sekitar bandar udara;
- b. Menentukan bahaya burung: dengan mengidentifikasi dan menganalisis spesies avifauna yang menetap dan bermigrasi yang dapat menimbulkan risiko bagi pengoperasian pesawat terbang;
- c. Menggunakan data 1 dan 2, untuk mengategorikan risiko relatif menurut jenis pesawat dan fase penerbangan;
- d. Menggunakan data 1 dan 2 untuk menentukan spesies avifauna berisiko tinggi dan tata penggunaan lahan yang mungkin menarik mereka;
- e. Menggunakan informasi 3 dan 4 untuk membuat plot zona bahaya avifauna berdasarkan kategori keparahan dan penggunaan lahan.

Sebagian besar kasus bird strike yang telah tercatat terjadi di sekitar bandar udara berada pada ketinggian rendah yaitu sebanyak 31% dari 91% kejadian *bird strike* dan 59% terjadi pada kondisi pendaratan dan *approach*. Tercatat pula bahwa kejadian *bird strike* umumnya terjadi saat musim migran khususnya di bulan Agustus (IBIS, 2017).

Sowden (2007) juga memaparkan tingkat potensi risiko yang ditimbulkan dari penggunaan lahan yang berpotensi bahaya karena mampu menarik perhatian avifauna ke dalam 4 level yaitu tinggi, sedang, rendah dan terbatas seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.

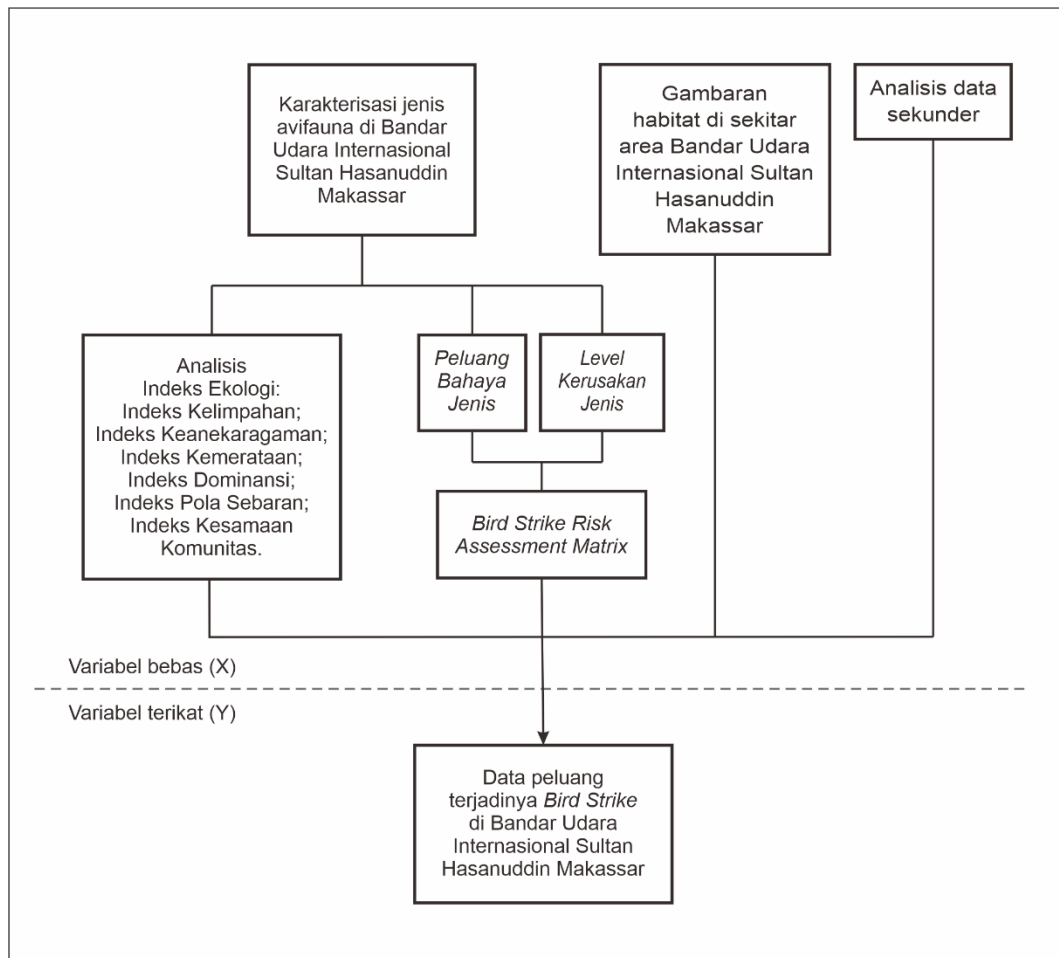
Tabel 3. Tingkat bahaya penggunaan lahan (Sowden, 2007).

Tingkat Potensi Risiko				
Tinggi	Sedang	Rendah	Terbatas	
Tempat pembuangan sampah yang dapat membusuk	Stasiun pemindahan tempat tertutup atau terbuka sebagian	Tempat pembuangan sampah kering	Fasilitas kompos vegetatif	
Peternakan babi dengan sisa makanan	Peternakan sapi	Fasilitas pembuangan sampah tertutup	Habitat alam	
Pabrik pengolahan / pengemasan ikan	Peternakan unggas	Fasilitas daur ulang basa/kering	Lahan pertanian tidak aktif	
Lintasan pacuan kuda	Laguna pembuangan limbah	Rawa dan dataran berlumpur	Ladang jerami tidak aktif	
Suaka margasatwa	Marina / perahu nelayan / fasilitas pembersihan ikan	Kolam penampung / pengolahan air hujan	Kolam hias dan pertanian pedesaan	
Tempat makan avifauna air	Lapangan golf	Lokasi pembajakan, kultivasi, pemotongan rumput kering	Area perumahan	
	Taman kota	Pusat perbelanjaan komersial		
	Area piknik			Restoran cepat saji
				Restoran luar ruangan
		Halaman sekolah		
		Pusat komunitas dan rekreasi		

Peluang terjadinya *bird strike* dapat dianalisis dengan menggunakan sebuah Matriks Penilaian Risiko *Bird Strike (Bird Strike Risk Assessment Matrix)* dengan mengkombinasikan antara peluang bahaya dan level keparahan yang dapat ditimbulkan setiap jenis avifauna yang ada (Hu dkk., 2020). Mora (2021) juga menambahkan bahwa dalam penentuan peluang kejadian *bird strike* untuk setiap jenis avifauna paling tidak ada empat poin penting yang harus dianalisis terlebih dahulu diantaranya adalah: (1) ketinggian posisi terbang suatu spesies; (2) lokasi aktivitas setiap spesies terhadap area penting bandar udara; (3) ukuran populasi untuk setiap spesies yang ditemukan di sekitar kawasan bandar udara dan (4) rerata berat badan suatu spesies. Sementara itu Sowden (2007) menjelaskan

bahwa salah satu cara melihat tingkat keparahan setiap jenis dalam menyebabkan *bird strike* terhadap suatu pesawat paling tidak terdapat dua poin penting yang harus diperhatikan yaitu berat badan rata-rata jenis avifauna dan perilaku kebiasaan sosial suatu spesies.

1.4. Kerangka Konseptual



1.5. Definisi Operasional

Adapun definisi operasional dalam penelitian ini untuk menjelaskan ukuran suatu variable yang akan diamati yaitu diantaranya:

- a. Avifauna adalah kumpulan komunitas burung yang hidup pada suatu kawasan tertentu,
- b. Karakterisasi avifauna adalah salah metode yang digunakan untuk menggambarkan atau menjelaskan (mengidentifikasi) secara detail tentang avifauna baik dari ciri morfologi hingga sifat/kebiasaannya,
- c. Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar atau (*International Airport of Sultan Hasanuddin Makassar*) merupakan salah satu bandar udara yang terletak di Kabupaten Maros (sebagian Kota Makassar), Provinsi Sulawesi Selatan yang melayani penerbangan secara domestik dan internasional,
- d. Peluang terjadinya *bird strike* adalah salah satu kajian yang penting terkait risiko adanya kecelakaan, tabrakan atau gangguan burung terhadap pesawat yang secara signifikan akan mengancam keselamatan penerbangan, dapat ditentukan dengan sebuah *risk assessment matrix* berdasarkan peluang bahaya dan level kerusakan suatu jenis.