

IMPLEMENTASI SAFETY MANAGEMENT SYSTEM (SMS) SEBAGAI PENANGANAN FOREIGN OBJECT DEBRIS (FOD) MENGGUNAKAN METODE HIRARC DI BANDAR UDARA XYZ

Naila Sa'adatil Muna¹⁾, Rianti Setyarini²⁾, Asfarina Hidayah³⁾, Abdul Hamid⁴⁾, Muhammad Yusuf⁵⁾,
^{1,2,3}Program Studi S1 Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Banyuwangi
Jl. Adi Sucipto No, 26 Kab. Banyuwangi, Jawa Timur
nailasmn17@gmail.com*

Abstract

Bandar udara merupakan infrastruktur yang sangat penting dalam suatu negara untuk mendukung konektivitas regional maupun global. Dalam pengoperasiannya, faktor keselamatan menjadi prioritas untuk menjaga keamanan dan kenyamanan semua pihak yang terlibat dalam aktivitas bandar udara. Salah satu risiko yang sering dihadapi adalah ancaman *Foreign Object Debris* (FOD). Salah satu metode yang dapat digunakan sebagai pengendalian risiko yaitu metode *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC). Hasil pengambilan data pada bandar udara XYZ menggunakan metode FOD didapatkan data diantaranya menimbulkan risiko sedang yang cenderung menyebabkan incident, accident, kerusakan mesin, dan ban pesawat yang dapat mengganggu aktivitas penerbangan.

Keywords: *Foreign Object Debris (FOD), Hazard identification Risk Assesment and Risk Control (HIRARC)*

1. Pendahuluan

Bandar udara yang mengacu pada fasilitas dimana aktivitas penerbangan untuk lepas landas dan mendaratan pesawat udara, pergerakan naik turunnya penumpang, fasilitas untuk bongkar muat barang penumpang, serta bangunan peralatan yang merupakan kelengkapan sarana atau fasilitas di dalam Bandara [3]. Dalam industri penerbangan, bandar udara merupakan infrastruktur yang sangat penting dalam suatu negara untuk mendukung konektivitas regional maupun global. Seiring perkembangan teknologi, bandar udara dapat memfasilitasi pertumbuhan pariwisata serta mobilitas manusia. Bandar udara sebagai lingkungan yang kompleks dengan beragam aktivitas operasional dan interaksi antara manusia, mesin, dan lingkungan, menimbulkan berbagai risiko potensial. Mulai dari manajemen lalu lintas udara, perawatan pesawat, hingga pelayanan penumpang, setiap aspek operasional memiliki dampak terhadap keselamatan penerbangan, hal ini mengacu pada Pasal 1 Ayat 31 UU Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan.

Dalam pengoperasiannya, faktor keselamatan menjadi prioritas untuk menjaga keamanan dan kenyamanan semua pihak yang terlibat dalam aktivitas bandar udara. Salah satu risiko yang sering dihadapi adalah ancaman *Foreign Object Debris* (FOD) berupa material apapun yang tidak diinginkan di sisi udara bandar udara. FOD dapat berasal dari berbagai sumber, mulai alat, hingga sampah dari lingkungan sekitar. Bahkan benda kecil sekalipun dapat menyebabkan kerusakan serius pada pesawat, mesin, atau infrastruktur bandar udara diantaranya area *runway*, *apron*, dan *taxiway*. Oleh karena itu, manajemen FOD menjadi aspek krusial dalam menjaga keselamatan operasional dan mencegah kerugian finansial yang besar.

Meskipun banyak bandar udara telah mengimplementasikan langkah-langkah pencegahan FOD, masih terdapat tantangan dalam mengelola risiko ini secara efektif. Kurangnya kesadaran, keterbatasan sumber daya manusia, dan faktor lingkungan seperti cuaca ekstrem dapat memperburuk situasi dan meningkatkan potensi insiden terkait FOD. Oleh karena itu, keberadaan sistem manajemen keselamatan (*Safety Management System/SMS*) di bandar udara menjadi suatu keharusan untuk memastikan bahwa operasi bandar udara berjalan dengan aman dan terkendali. Pengembangan dan penerapan SMS yang efektif dapat membantu bandar udara dalam mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengelola risiko

keselamatan dengan lebih baik. Melalui pendekatan berbasis risiko, bandar udara dapat melakukan tindakan pencegahan yang tepat untuk mengurangi kemungkinan terjadinya insiden atau kecelakaan.

Upaya pengendalian risiko berperan untuk mengontrol potensi risiko yang muncul sehingga bahaya tersebut sanggup untuk dihilangkan atau diminimalisir hingga ambang batas yang dapat diterima [15]. Salah satu metode yang dapat digunakan sebagai pengendalian risiko yaitu metode *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC). HIRARC merupakan sebuah metode dalam mencegah atau meminimalisir kecelakaan kerja [9].

2. Metodologi

2.1. Penilaian Risiko

erdasarkan OHSAS 18001:2007 penerapan HIRARC dilakukan dalam 3 tahap [10]:

1. Identifikasi bahaya (*hazard identification*)
2. Penilaian risiko (*risk assessment*) dan
3. Pengendalian risiko (*risk control*) dalam mengimplementasikan pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja di lingkungan pekerjaan. Berikut ini merupakan tabel kriteria kemungkinan dan tabel kriteria dampak

No	Frekuensi	Kriteria Kuantitatif	Kriteria Kualitatif		Rating		
					Sebutan	Kode	Nilai
1	≤ 1 kali dalam setahun	≤ 1% kejadian dalam setahun	Cenderung mungkin terjadi	tidak	Sangat Kecil	SK	1
2	1 < x ≤ 3 dalam setahun	1% < x ≤ 3% kejadian dalam setahun	Kemungkinan terjadi	kecil	Kecil	K	2
3	3 < x ≤ 5 dalam setahun	3% < x ≤ 5% kejadian dalam setahun	Sama kemungkinannya terjadi & tidak terjadi		Sedang	S	3
4	5 < x ≤ 10 dalam setahun	5% < x ≤ 10% kejadian dalam setahun	Kemungkinan terjadi	besar	Besar	B	4
5	<10 dalam setahun	<10% kejadian dalam setahun			Hampir pasti	HP	5

Table 1. Kriteria Kemungkinan
(Sumber: *Safety Management System Manual Bandar Udara XYZ*)

Indikator Kriteria Dampak	Insignificant (A)	Minor (B)	Moderate (C)	Major (D)	Catastrophic (E)
DAMPAK KESELAMATAN, KESEHATAN, DAN KEAMANAN					
Tingkat kritikal potensi cedera	Cidera ringan	Cidera ringan dan penanganan cukup dengan P3K	Cidera yang membutuhkan perawatan	Cacat fisik	Kematian
Lingkup kehilangan atau kerusakan sarana dan prasarana	Sarana dan prasarana kantor tetapi tidak mengganggu kegiatan operasi	Sarana dan prasarana wilayah operasional umum tetapi tidak mengganggu kegiatan operasi	Sarana dan prasarana wilayah operasional tetapi mengganggu kegiatan operasi	Sarana dan prasarana daerah keamanan terbatas dan mengganggu kegiatan operasi	Sarana dan prasarana daerah keamanan terbatas dan operasi terhenti
Jenis benda dan lingkup bahaya yang lolos dari	Benda tumpul yang menyebabkan cedera ringan	Benda tumpul yang menyebabkan cedera berat yang perlu perawatan	Benda tajam yang menyebabkan kebutuhan	Benda eksplosif dan/atau radioaktif yang	Benda eksplosif dan/atau radioaktif yang menyebabkan terhentinya kegiatan operasional dan/atau

pengawasan keamanan	perawatan medis	menyebabkan gangguan kegiatan operasional	menurunkan reputasi perusahaan
---------------------	-----------------	---	--------------------------------

Table 2. Kriteria Dampak
(Sumber: *Safety Management System Manual Bandar Udara XYZ*)

(Aprilla & Yulhendra, 2023) menjelaskan bahwa Penilaian risiko tersebut menggunakan rumus :

$$R = L \times C$$

Keterangan :

R = Risiko

L = Nilai *Likelihood* (Nilai Kemungkinan)

C = Nilai *Consequences* (Nilai Dampak)

Dari rumus diatas dapat dilihat katgori risiko yang sudah dihitung menggunakan *risk matrix* di bawah ini

Dampak	Castratophic (E)					
	Major (D)					
	Moderate (C)					
	Minor (B)					
	Insignificant (A)					
		Sangat Kecil (1)	Kecil (2)	Sedang (3)	Besar (4)	Hampir pasti (5)
		Kemungkinan				

Gambar 1. Risk Matriks
(Sumber: *Safety Management System Manual Bandar Udara XYZ*)

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Identifikasi Bahaya

Date	Location	Description
09/3/2020	Runway	Terjadi sambaran petir yang mengakibatkan kerusakan pada permukaan runway
12/8/2020	Apron	Terdapat <i>rubber joint sealant</i> pada Apron (PS7) yang mengalami kerusakan dan berpotensi menjadi FOD
17/9/2020	Runway	Terdapat kerusakan permukaan <i>Runway</i> pada <i>Threshold 08</i> (OWL dan bekas ban pesawat) yang berpotensi menjadi FOD
19/11/2020	Runway	Ditemukan benda berupa <i>screwdriver</i> (obeng) milik Akademi Penerbang Indonesia (API) di <i>Runway</i> (area dekat <i>Taxiway B</i>) yang dapat berpotensi menjadi FOD
17/2/2021	Terminal	Pada saat dilakukan inspeksi ditemukan FOD berupa baut di <i>runway</i> (sebelah berat perbatasan akses PKPPK)
24/2/2021	Airside	Ditemukan FOD berupa baut dan tumpahan oli di <i>Center Line of Runway</i>
25/2/2021	Airside	Terdapat <i>joint sealant</i> yang mengelupas di <i>Apron</i> (sekitar PS 8) yang berpotensi menjadi FOD

3/3/2021	<i>Runway</i>	Ditemukan FOD berupa hewan bekicot / siput
26/3/2021	<i>Runway</i>	Terdapat kerusakan permukaan <i>Runway</i> pada area <i>Turn Pad 08</i> (akibat <i>One Wheel Lock - OWL</i>) yang berpotensi menjadi FOD
1/5/2021	<i>Taxiway</i>	Ditemukan FOD berupa baut di <i>Interception Taxiway Charlie</i>
1/6/2022	<i>Apron</i>	Terdapat kerusakan pada joint sealant <i>Parking Stand 08</i>
4/6/2022	<i>Taxiway</i>	Ditemukan FOD berupa baut di <i>Interception Taxiway Echo</i>
14/10/2022	<i>Runway</i>	Pada saat dilakukan inspeksi ditemukan FOD berupa baut di <i>runway 08</i>
17/10/2022	<i>Airside</i>	ada potensi terbawanya tanah (FOD) ke <i>Apron</i> oleh kendaraan <i>BTT / ATT</i>
19/10/2022	<i>Runway</i>	Pada saat dilakukan inspeksi ditemukan FOD berupa baut di <i>runway</i>
22/10/2022	<i>Airside</i>	Terdapat joint sealant yang mengelupas di <i>Apron</i> (sekitar <i>PS 8</i>) yang berpotensi menjadi FOD
2/11/2022	<i>Runway</i>	terdapat bangkai FOD berupa bangkai burung di area <i>Runway 26</i>
17/11/2022	<i>Runway</i>	Ditemukan FOD berupa bangkai burung di <i>Interception Taxiway</i>
15/8/2023	<i>Runway</i>	Adanya FOD <i>Layanan</i> , bagian pesawat terbang, dan hewan di <i>runway</i>
11/10/2023	<i>Terminal</i>	ditemukan FOD baut di <i>Tw C</i>
11/10/2023	<i>Terminal</i>	Terdapat joint sealant yang mengelupas di <i>Apron</i> (sekitar <i>PS 8</i>) yang berpotensi menjadi FOD
13/10/2023	<i>Runway</i>	ditemukan FOD tali <i>layangan</i> di area <i>rw y tdz 08</i>
19/12/2023	<i>Runway</i>	Ditemukan FOD berupa <i>layangan</i> di sisi utara <i>runway 26</i>
23/12/2023	<i>Airside</i>	ditemukan bangkai burung di <i>TH 08</i>

Table 3. Identifikasi Bahaya

3.2. Penilaian Risiko

Jenis Temuan	Hazard	Risk	Nilai Kemungkinan	Nilai Dampak	Risk Index
Kerusakan <i>runway</i>	Merusak roda pesawat	Mengganggu penerbangan	2	C	2C
<i>Joint sealant</i>	Kerusakan mesin pesawat	Pesawat tidak dapat beroperasi dengan baik	2	C	2C
Obeng	Merusak roda pesawat	Mengganggu penerbangan	1	C	1C
Baut	Kerusakan mesin pesawat	Pesawat tidak dapat beroperasi dengan baik dan risiko kegagalan penerbangan	3	C	3C

Hewan siput	Kerusakan mesin pesawat	Mengganggu penerbangan	1	C	1C
Tanah terbawa Kendaraan GSE (<i>Ground Support Equipment</i>)	Kerusakan mesin pesawat	Pesawat tidak dapat beroperasi dengan baik dan risiko kegagalan penerbangan	1	C	1C
Bangkai burung	Merusak roda pesawat	Mengganggu penerbangan	2	C	2C
Layang-layang	Dapat merusak turbin pesawat	Risiko kegagalan penerbangan	2	C	2C

Table 4. Hasil Penilaian Risiko

3.3. Pengendalian Risiko (Risk Control)

No	Tingkat Risiko	Tindakan Manajemen
1	Risiko sangat tinggi	Penanganan langsung dipimpin oleh direksi dan didukung dengan detail <i>plan</i>
2	Risiko tinggi	Perlu perhatian direktur, penanganan oleh pimpinan
3	Risiko sedang	Perlu dibuat suatu prosedur untuk menangani dan memonitor risiko tersebut atau jika sudah ada SOP cukup menggunakan SOP rutin dan pemutakhirannya
4	Risiko rendah dan sangat rendah	Tidak perlu penanganan khusus, hanya perlu dimonitor saja

Table 5. Pengendalian Risiko

4. Kesimpulan

Hasil penelitian mengenai FOD di Bandar Udara XYZ adalah sebagai berikut:

- Seluruh FOD yang telah ditemukan dapat menimbulkan berbagai potensi bahaya;
- Data FOD yang terkonfirmasi tahun 2020-2023 diperoleh dari hasil wawancara dan *hazard log* yang dimiliki Bandar Udara XYZ;
- FOD dapat menimbulkan risiko sedang yang cenderung menyebabkan *incident*, *accident*, kerusakan mesin, dan ban pesawat yang dapat mengganggu aktivitas penerbangan.
- FOD timbul dari berbagai faktor seperti kelalaian manusia, cuaca, dan *wildlife hazard*.

Daftar Pustaka

- [1] Afitri, S., Moonlight, L. S., & Christian, D. B. (2022). *Pengaruh Penggabungan Unit Terhadap Efisiensi Pelayanan Informasi Penerbangan Di Perum Lppnpi Cabang Makassar Air Traffic Service Center (MATSC)*. Jurnal Penelitian Politeknik Penerbangan Surabaya.
- [2] Aprilla, B. F., & Yulhendra, D. 2023. *Penerapan Metode HIRARC dalam Menganalisis Risiko Bahaya dan Upaya Pengendalian Kecelakaan Kerja di Area Crusher dan Belt Conveyor PT. Semen Padang*. Jurnal Bina Tambang, VIII, 203-212.

- [3] Azizah, A. N. 2022. *Analisis Pengaruh Fasilitas Pada Terminal 1 Terhadap Kepuasan Penumpang Di Bandar Udara Juanda Surabaya*. Jurnal Ground Handling Dirgantara, 4: 289-295.
- [4] Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (2017). KP 262 Tahun 2017 MOS Vol 1 *tentang Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil – Bagian 139 (Manual Of Standard CASR – Part 139) Volume I Bandar Udara (Aerodrome)*. Menteri Perhubungan Republik Indonesia
- [5] International Civil Aviation Organization. (2004). Annex 14. Vol I Aerodrome. Montreal: forth edition.
- [6] Melissa, Anaria Carina. dkk. *The Implementation Of Safety Management System (Sms) And The Competence Of Traffic Flight Controller*. Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik Vol. 04, No. 01. Maret 2017. ISSN 2355-4721
- [7] Perhubungan, M., & Indonesia, R. (2017). Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor Pm 83 Tahun 2017
- [8] Purnama, D. S. 2015. *Analisa Penerapan Metode HIRARC (Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control) dan HAZOPS (Hazard and Operability Study) dalam Kegiatan Identifikasi Potensi Bahaya dan Risiko Pada Proses Unloading Unit di PT. Toyota Astra Motor*. Jurnal Pasti, 311-319.
- [9] Purnama, Yoga Imanda., Ade Irfansyah., Romma Diana Puspita. 2020. *Rancangan Pendeteksi Foreign Object Debris (Fod) Menggunakan Sensor Jarak Hc-Sr04 Berbasis Arduino Dengan Tampilan Software Processing*. Prosiding Politeknik Penerbangan Surabaya. ISSN 2548-8112
- [10] Putri, R. N., & Trifiananto, M. 2019. *Analisa Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control (Hirarc) Pada Perguruan Tinggi Yang Berlokasi Di Pabrik*. Jurnal Seminar dan Konferensi Nasional IDEC, B11.1-B.11.10.
- [11] Rahman, M. Arief. (2021). *Peran Apron Movement Control (AMC) Mengantisipasi Terhadap Foreign Object Debris (FOD) di Area Parking Stand di Bandar Udara Tjilik Riwut Palangka Raya*. Skripsi. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan
- [12] Taupik, Jajang. 2021. *Perancangan Jaringan Mikrotik Untuk Use Case Foreign Object Debris (Fod) Detector Pada Landasan Pacu Menggunakan Algoritma Machine Learning Berbasis Labview*. Prosiding Pepadu 2021, e-ISSN: 2715-5811 Vol. 3, 2021
- [13] Supriyadi, Yaddy. 2012. *Keselamatan Penerbangan teori & problematika*. Tangerang: Telaga Ilmu.
- [14] Susanti. 2016. *Kajian Human Factor SDM Ground Handling di Bandar Udara Adi Sucipto Yogyakarta*.
- [15] Zulmi, M., & Farida. 2020. *Analisis Mencegah Potensi Bahaya Dengan Metode Hiradc di Unit Operation & Maintenance MPS 3 PT APS*. Prosiding Seminar Internasional Mercu Buana Conference on Industrial Engineering, 2: 122-127.