
IDENTIFIKASI PENGOPERASIAN *UNMANNED AERIAL VEHICLE* DI MIKRO BISNIS FRAME PRODUCTION BALIKPAPAN

Lie Cardo Saputra¹, Sri Wahyuni², James Evert Adolf Liku³

Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Program Diploma IV, Universitas Balikpapan, Jl. Pupuk Raya,
Gn. Bahagia Balikpapan 76114 Telp. (0542) 764205
Email: liec975@gmail.com¹, sriwahyuni@uniba-bpn.ac.id²,
james@uniba-bpn.ac.id³

ABSTRAK

Frame Production adalah mikro bisnis Frame Production adalah mikro bisnis yang bergerak di bidang videografi khususnya pada bidang komersial aerail yang berada di Kota Balikpapan, Frame Production adalah jasa yang di sewa oleh perusahaan ataupun organisasi untuk mendokumentasikan atau pemsurveian menggunakan peralatan khususnya penggunaan unit unmanned aerial vehicle. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengoperasionalan mengidentifikasi *hazard identification* dan *hazard operability study* dari pengoperasian UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) dan mengetahui sumber bahaya serta mengetahui tingkat risiko yang ada pada pengoperasian UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) menggunakan metode HIRA yang diteruskan ke metode HAZOP.

Kata Kunci: Pengoperasian, UAV, HIRA, HAZOP.

ABSTRACT

Frame Production is a micro business engaged in videography especially in commercial aerail field located in Balikpapan City, Frame Production is a service that is rented by companies or organizations to document or survey using equipment especially the use of unmanned aerial vehicle unit. This research aims to identify the hazard identification and hazard operability study of the operation of UAV (Unmanned Aerial Vehicle) and determine the source of danger and determine the level of risk that exists in the operation of UAV (Unmanned Aerial Vehicle) using HIRA method which is forwarded to HAZOP method.

Keywords: Operation, UAV, HIRA, HAZOP.

PENDAHULUAN

Dalam melakukan sebuah pekerjaan tidak terlepas dari kecelakaan terlebih lagi pada saat melakukan pengoperasian peralatan di darat maupun di udara khususnya

komersial aerail. pengertian keselamatan dan kesehatan kerja atau K3 adalah segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja.

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) menurut ISO 45001 mencakup serangkaian prinsip, proses, dan prosedur yang dirancang untuk mengelola risiko K3 di tempat kerja. ISO 45001 memberikan kerangka kerja yang sistematis untuk mengidentifikasi, dan mengendalikan, serta mengurangi risiko-risiko terkait K3, dengan tujuan menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat.

Komersial aerial adalah sifat atau keadaan yang berkaitan dengan udara jadi aktivitas ini adalah kegiatan di udara yang menggunakan alat atau barang yaitu UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) untuk mengambil dokumentasi berupa foto maupun video dalam bentuk aerial. Penggunaan teknologi UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) atau yang lebih dikenal dengan sebutan UAV telah mengalami perkembangan pesat dalam beberapa tahun terakhir (Liu Purnomo, 2020). Berdasarkan dari ASTAA (Asosiasi Sitem dan Teknologi Tanpa Awak).

Penggunaan pesawat tanpa awak di indonesia pada tahun 2021 mulai banyak digunakan pada kegiatan industri maupun lembaga, telah tercatat paling tidak 60.000 unit pesawat tanpa awak digunakan dalam hobi dan industri lebih 5.000 hingga 10.000 unit populasi penggunaan pesawat tanpa awak terus meningkat 30% selama 1 tahun terakhir, hal ini dikarenakan penggunaan pesawat udara tanpa awak menawarkan keamanan otomatis, efisien tinggi, dan ketepatan operasional terhadap banyak bidang kegiatan pekerjaan.

Selain itu pesawat udara tanpa awak juga memiliki keunggulan untuk pemantauan real-time, pengumpulan data yang akurat, dan mengurangi risiko bagi pekerja. Penggunaan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) dikategorikan cukup luas mulai dari keperluan pengintaian militer, pemetaan, riset, foto udara atau sekedar hobi. Salah satu kelebihan dan keuntungan menggunakan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) adalah dapat digunakan pada misi-misi berbahaya tanpa membahayakan pilotnya. Sampai saat ini UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) dapat dibagi menjadi 3 kategori yaitu fixed wing (pesawat model dengan sayap) dan multirotor

(pesawat model dengan motor penggerak lebih dari satu tanpa menggunakan sayap). Quadcopter merupakan salah satu jenis pesawat *Vertical Take off landing* (VTOL) yang dapat melakukan take off dan landing secara tegak lurus terhadap bumi sehingga dapat dilakukan pada area yang sempit. Quadcopter adalah salah satu jenis multirotor yang memiliki empat buah motor sebagai penggerak propeler di tiap ujungnya yang dapat menghasilkan gaya angkat (Utomo, 2018).

Dari banyaknya manfaat penggunaan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) seperti membantu pekerjaan manusia seperti pemantauan lingkungan yang dapat untuk pemetaan hutan, pantai, dan wilayah yang sulit dijangkau dengan menggunakan kamera dan sensor, UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) dapat mengumpulkan data tentang perubahan iklim, kebakaran hutan, dan kerusakan lingkungan lainnya (Kurniantoro et al., 2023). Pengiriman barang, beberapa perusahaan telah mulai menguji pengiriman barang menggunakan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), penggunaan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) tentu untuk mengirim paket ke lokasi yang sulit dijangkau dapat menghemat waktu dan biaya (Jean Philippe Aurambout, 2019).

Tetapi tidak terlepas dampak dari penggunaan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) adalah kegagalan operasional dan kecelakaan, kegagalan teknis atau kesalahan operasional dapat menyebabkan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) jatuh dan menyebabkan kerusakan atau cedera pada manusia dan properti di darat (Marsel Ronaldo Lubis et al., 2023).

Keberadaan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) memiliki berbagai manfaat, tidak terlepas dari kecelakaan penggunaan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) di indonesia sudah pernah memakan korban jiwa yang terjadi pada tahun 2023 mahasiswa Institut Teknologi Bandung pada saat melakukan uji coba terbang UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) di pangkalan TNI Angkatan Udara Lanud Sulaiman.

Adapun penggunaan teknologi UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) di kota Balikpapan mengalami perkembangan khususnya penggunaan di masyarakat atau penyedia jasa, jumlah anggota yang tercatat di Organisasi UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) Multirotor Balikpapan sebanyak 287 anggota. Tidak menutup kemungkinan kecelakaan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) yang memungkinkan memakan korban jiwa akan terjadi mengingat pengoperasian UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) cukup rumit dan tidak sembarangan pengguna bisa mengoperasikan dengan aman serta benar tanpa menyebabkan kegagalan pengoperasian dan kecelakaan serta masyarakat dengan mudah membeli UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) dengan tanpa syarat dan tanpa mengetahui bahaya dan risiko yang ditimbulkan. Pada tahun 2024 telah terjadi accident yang menyebabkan tangan anak balita tersayat akibat putaran baling-baling UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) yang sedang berkeliaran di lapangan merdeka dan kegagalan operasional komersial aerial yang ada di Kota Balikpapan dan di mikro bisnis Frame Production pernah terjadi 6 kali kecelakaan.

Untuk mengetahui bahaya dan risiko apa saja yang ditimbulkan dari pengoperasian UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), berdasarkan penjelasan di atas peneliti melakukan identifikasi pengoperasian UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) kepada mikro bisnis penyedia jasa dokumentasi aerial di Frame Production Balikpapan dengan menerapkan berdasarkan The International Organization for Standardization 45001 dan Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 107 Amandemen 1 tentang Sistem Pesawat Udara Kecil Tanpa Awak.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif, yang mengumpulkan data melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan kuesioner. Penelitian ini dilaksanakan di ruang udara Balikpapan yang pada bulan Maret 2024 – juni 2024. Informan yang dilibatkan dalam penelitian ini adalah

manajemen frame production, remot pilot, dant teknisi. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi, wawancara, dan dokumentasi. Setelah data diperoleh kemudian diolah untuk mengetahui tahapan pengoperasian dan bahaya dan risiko yang timbul akibat pengoperasian dan identifikasi pengoperasian terhadap mesin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di mikro bisnis Frame Production didapatkan hasil pada table 1, dan 2. Tahapan pengoperasian *unamenned aerial vahicle* dengan menggunakan metode HIRA secara garis besar terdapat tiga tahapan yaitu persiapan, pengoperasian, dan pra pengoperasian.

Hasil identifikasi tahap pekerjaan ini ialah hasil presentasi sebanyak 3% bahaya dengan level risiko eksxtrm, 38% bahaya dengan level risiko high, 47% bahaya dengan level risiko medium, 13% dengan level risiko low. Hazard analysis and operability study terhadap machine temuan hazard atau bahaya dengan hasil presentasi sebanyak 11% bahaya dengan level risiko high, 22% bahaya dengan level risiko medium, 67% dengan level risiko low

Table 1. Risk Matrix 5x5

Skala	Consequences (Keparahan)				
	1	2	3	4	5
Severity 5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

Table 2. HIRA Tahapan Pekerjaan

No	Proses	Temuan Bahaya	Risiko	Sumber Bahaya	L	C	R
1	Perencanaan misi penerbangan	Perencanaan yang tidak tepat	Pengumpulan data yang tidak akurat	Kelalaian manusia	3	1	3
		Persiapan yang tidak lengkap	Pekerjaan ditunda, menyebabkan kegagalan	Kelalaian manusia	3	1	3

No	Proses	Temuan Bahaya	Risiko	Sumber Bahaya	L	C	R
			kecelakaan				
2	Pemeriksaan dan pengecekan harian <i>unmanned aerial vehicle</i> meliputi komponen peralatan (baterai, rotor, propeller, remot control, gimbal, body, sensor, gps)	Peralatan terjatuh	Memar, peralatan rusak	Sikap kerja	4	2	8
		Kesalahan pemeriksaan dan pengecekan	Pekerjaan ditunda	Kelalaian manusia	3	2	6
		Tidak teliti pemeriksaan dan pengecekan	Pekerjaan ditunda	Sikap kerja	4	2	8
		Bagian komponen tidak dalam kondisi prima/bagus	Komponen rusak meningkatkan resiko kecelakaan/jatuh <i>unmanned aerial vehicle</i>	Unit	3	5	15
3		Tidak teliti mengecek	Pekerjaan ditunda	Kelalaian manusia	2	3	6
		Melanggar izin	Menyebabkan masalah hukum	Sikap kerja	2	3	6
	Pengecekan perizinan	Tidak memiliki sertifikat <i>unmanned aerial vehicle</i>	Menyebabkan masalah diri sendiri, orang lain, dan permasalahan hukum	Kelalaian manusia	4	1	4
4		Salah menentukan titik lokasi lepas landas	Memar, peralatan rusak, pekerjaan ditunda	Kelalaian manusia	4	2	8
	Pengaturan titik lepas landas	Kondisi titik lepas landas tidak landai/datar	Gagalnya lepas landas dan menyebabkan kecelakaan	Sikap kerja	4	2	8

No	Proses	Temuan Bahaya	Risiko	Sumber Bahaya	L	C	R
		Area kotor banyak kerikil, debu, tanah	Material dapat masuk ke dalam motor sehingga cepat kotor	lingkungan	5	1	5
		Tidak memiliki landingpad (tempat terbang portable) jika di area tidak datar dan area kotor	Gagal lepas landas dan menyebabkan kecelakaan, material dapat masuk ke dalam motor	Sikap kerja	5	2	10
5		Tidak memperhatikan lintasan penerbangan	Pekerjaan ditunda	Kelalaian manusia	3	2	6
	Penentuan lintas penerbangan	Konflik area	Tabrakan dengan objek aerial di udara	Sikap kerja	1	4	4
6		Manusia, hewan, benda, lingkungan	Tabrakan, memar, kerugian material dan fisik	Lingkungan	5	3	15
		Bangunan dan benda lainnya yang tinggi dan benda lainnya yang menghalangi area (kabel)	Tabrakan, kerugian material	Lingkungan	5	3	15
	Lepas landas	Tidak memperhatikan area sekitar	Gagal lepas landas	Sikap kerja	5	3	15
		Tidak mengidentifikasi area sekitar	Gagal lepas landas	Sikap kerja	5	3	15
		Baterai	Meledak, terbakar	Unit	3	3	9

No	Proses	Temuan Bahaya	Risiko	Sumber Bahaya	L	C	R
		Propeller	Patah, terlempar	Unit	3	3	9
		Rotor	Macet	Unit	3	3	9
7	Mendaki ketinggian	Jarak <i>unamanned aerial vehicle</i> dengan remot pilot	Aksesibilitas <i>unamanned aerial vehicle</i> berkurang	Unit	5	3	15
		Ketinggian <i>unamanned aerial vehicle</i>	Pengaruh kecepatan angin mempengaruhi	Cuaca	4	3	12
		Bangunan tinggi	Tabrakan, kerugian fisik dan material	Lingkungan	4	3	12
		Kesenjangan cell baterai	Tabrakan, kerugian fisik dan material	Unit	4	3	12
8	Pengambilan data	Kurang pemantauan	Hilang kendali, potensi kecelakaan	Sikap kerja	5	3	15
		Lingkungan berangin kencang, hujan, biologis	<i>unamanned aerial vehicle</i> jatuh	Lingkungan	4	4	16
		Suhu tinggi	Overheat	Cuaca	4	4	16
		Kehabisan daya baterai (30)	<i>Cutoff</i>	Unit	5	5	25
9	Stasionary	Terbang terlalu jauh dari area	Kehilangan kendali atas <i>unamanned aerial vehicle</i>	Unit	3	3	9
10	Kembali ke titik awal lepas landas	Jarak <i>unamanned aerial vehicle</i> dengan remot pilot	Aksesibilitas <i>unamanned aerial vehicle</i> berkurang	Unit	4	3	12
		Ketinggian AUV	Pengaruh kecepatan angin	Cuaca	4	3	12

No	Proses	Temuan Bahaya	Risiko	Sumber Bahaya	L	C	R
			memperngaruhi				
11	Pendaratan	Area ramai aktivitas	Tabrakan, memar, kerugian material dan fisik	Lingkungan	4	2	8
		Rintangn/halangan	Tabrakan, memar, kerugian material dan fisik	Lingkungan	4	2	8
12	Pemeriksaan pasca penerbangan	Tidak teliti mengecek	Kerusakan yang tidak terdeteksi dan membahayakan penerbangan berikutnya	Kelalaian manusia	4	2	8
		Terlambat membersihkan	Karat, korosi	Unit	3	2	6
		Perlengkapan terjatuh	Memar	Sikap kerja	4	2	8

Table 3. HIRA Pengoperasian

No	Proses	Temuan Bahaya	Risiko
1	Menyalakan UAV	1.1 Tidak memasang baterai dengan benar dan pas	1.1 UAV tidak bisa menyala
		1.2 Baterai tidak dalam kondisi full	1.2 UAV bisa kehilangan daya
		1.3 Cell baterai sudah sering digunakan	1.3 UAV bisa kehilangan data
		1.4 Baterai panas	1.4 UAV bisa kehilangan daya
2	Menyalakan remot control	2.2 Baterai tidak dalam kondisi full	2.1 UAV bisa kehilangan daya
		2.2 Cell baterai sudah sering digunakan	2.2 UAV bisa kehilangan data
		2.2 Baterai panas	2.3 UAV bisa kehilangan daya
3	Menghubungkan UAV ke remot control	3.1 UAV belum di kalibrasi	3.1 UAV susah atau tidak bisa terhubung ke remot control
4	Menyalakan motor	4.1 Posisi baling-baling terpasang tidak seharusnya	4.1 UAV akan terbalik atau terbanting

	dan baling-baling	(berlawanan arah)	
5	Lepas landas	5.1 GPS belum stabil mendapat sinyal ke UAV 5.2 Kurang mendapat gaya angkat	5.1 Lepas kendali tidak bisa dalam posisi hover (diam di tempat) 5.2 UAV tidak bisa lepas landas
6	Mendaki ke ketinggian	6.1 Kurang mendapat gaya angkat 6.2 Cell baterai tidak seimbang	6.1 UAV tidak bisa mendaki ke ketinggian 6.2 Kehilangan daya putaran baling-baling
7	Kembali ke titik lepas landas	7.1 Kehilangan sinyal	7.1 Kehilangan kendali atas UAV
8	Mendarat	8.1 Sensor tidak membaca dengan baik	8.1 Gagal mendarat dengan aman

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di mikro bisnis Frame Production didapatkan hasil pada table 3, setelah mendapatkan hasil HIRA yang di dapat dari table 2 tentang HIRA tahapan pekerjaan yang menuju ke mesin di dapat hasil identifikasi HAZOP ini mengidentifikasi sejumlah potensi deviasi, penyebab, dan konsekuensi yang mungkin terjadi selama operasi UAV. Berikut adalah identifikasi rinci dari beberapa item utama yang dibahas:

1. Baterai (Sumber Daya):

Deviasi : High Temperature, No Flow, Gap Flow, No Maintain.

Penyebab :Kurangnya aliran udara, lingkungan panas, baterai tidak terisi penuh, kesenjangan cell pada baterai yang usang, kurangnya perawatan rutin.

Akibat :Kerusakan peralatan, gangguan operasi motor, hilangnya daya sistem.

2. Remote Control (Mengontrol UAV):

Deviasi : High Temperature, No Flow, No Maintain, Less Control, Less Signal.

Penyebab : Kondisi lingkungan, baterai tidak terisi penuh, jarak yang terlalu jauh antara UAV dan remot control, gangguan visual antara pilot dan UAV, kurangnya perawatan.

Akibat : Kerusakan perangkat, kehilangan kendali terhadap UAV.

3. Receiver Transmitter (Pengendali UAV):

Deviasi : No Signal.

Penyebab : Interferensi gelombang radio, UAV dan remot belum dikalibrasi ulang.

Akibat : Hilangnya operasi sistem akibat tidak adanya koneksi antara UAV dan remot kontrol.

4. Motor dan Propeler (Penggerak Propeler):

Deviasi : Less Flow, No Flow, More Level, Reverse Flow, More Pressure, No Maintain.

Penyebab : Aliran daya yang kurang, salah instalasi propeler, kondisi angin kencang dan ketinggian yang membutuhkan lebih banyak daya, kurangnya perawatan.

Akibat : Kerusakan peralatan, kehilangan gaya dorong, gangguan pada sistem motor dan propeler.

5. Gimbal Camera (Mengambil View Aerial):

Deviasi : High Temperature.

Penyebab : Overheat pada gimbal camera.

Akibat : Kerusakan komponen kamera gimbal.

6. Sensor (Mendarat dan Mendeteksi Benda):

Deviasi : High Temperature.

Penyebab : Overheat pada sensor akibat panas berlebih.

Akibat : Kerusakan peralatan.

7. Proses Lepas Landas, Mendaki Ketinggian, dan Mendarat:

Deviasi : Less Flow, No Flow, Reverse Flow, More Pressure, More Level, No Maintain.

Penyebab :Kesalahan pemasangan propeler, kurangnya aliran daya, kondisi angin, kurangnya perawatan.

Akibat : Gangguan pada kemampuan lepas landas dan mendaki, kerusakan propeler, dan kehilangan kontrol.

Table 4. HAZOP

No	Pros es	Item	Purpose	Deviati	Consequence	Cause	Hazard
1	Menyalakan UAV	Baterai	Sumber daya	High Temperature	Kelebihan panas menyebabkan komponen terganggu	Kurangnya aliran udara, dan kondisi lingkungan	Equipment damage
				No Flow	Tidak ada aliran daya berakibat tidak menyalakan perangkat elektronik	Baterai dalam kondisi tidak terisi penuh	Equipment damage
				Gap Flow (Other)	Kesenjangan cell pada baterai menyebabkan kurangnya daya yang berakibat terganggunya sistem motor	Cell Baterai sudah usang	Loss of system operation
				No Maintanin	Kerusakan komponen akibat tidak dilakukan perawatan dan pengecekan	Tidak dilakukan pengecekan	Equipment damage
2	Menyalakan remot control	Baterai	Sumber daya	High Temperature	Kelebihan panas menyebabkan komponen terganggu	Kurangnya aliran udara, dan kondisi lingkungan	Equipment damage
				No Flow	Tidak ada aliran daya berakibat tidak menyalakan perangkat elektronik	Baterai dalam kondisi tidak terisi penuh	Equipment damage

No	Pros es	Item	Purpose	Deviati	Consequence	Cause	Hazard
				No Maintanin	Kerusakan komponen akibat tidak dilakukan perawatan dan pengecekan	Tidak dilakukan pengecekan	Equipment damage
		Remot Control	Menontrol unmanned aerial vehicle	Less Control	Kurangnya kontrol akan menyebabkan kehilangan kemampuan pengendalian	Visual remot pilot dengan unattended aerial vehicle terhalang objek dan gangguan lainnya	Loss of system operation
				Less Signal	Kurangnya signal terhadap unit akan menyebabkan hilangnya kontrol	Jarak unattended aerial vehicle dengan remot control terlalu jauh	Loss of system operation
3	Menghubungkan UAV ke remot control	Receiver transmitter	Pengendali	No Signal	Tidak ada koneksi diantara UAV dengan remot control pengendali		Loss of system operation
4	Menyalakan motor dan balin g dan gimbal	Motor	Penggerak propeler	Less Flow	Aliran daya yang kurang berakibat tidak maski malnya putaran motor	Tidak mampu menda ki ke ketinggian	Equipment damage
				No Flow	Tidak ada aliran daya berakibat tidak membe rikan putaran ke motor	Kehilangan kemampuan motor	Equipment damage

No	Pros	Item	Purpose	Deviasi	Consequence	Cause	Hazard
				More Level	Daya yang di konsumsi semakin tinggi dengan level ketinggian	Ketinggian penerbangan mempengaruhi level kecepatan angin	Equipment damage
				No Maintain	Kerusakan komponen akibat tidak dilakukannya perawatan dan pengecekan	Tidak dilakukannya pengecekan. Seperti pengecekan kotoran	Equipment damage
		Propeller	Mendorong angin untuk memberikan gaya angkat	Less Flow	Putaran propeler yang kurang berakibat tidak sanggupnya propeler memberikan gaya dorong	Tidak mampu mendingki ketinggian	Equipment damage
				No Flow	Tidak ada putaran propeler akan menyebabkan tidak ada gaya dorong	Berhentinya putaran propeler	Equipment damage
				Reverse Flow	aliran gaya dorong terbalik	Salah pemasangan posisi propeler	Loss of system operation
				More Pressure	Putaran propeler akibat kondisi angin kencang dan ketinggian akan membenturkan daya yang lebih besar	Kecepatan angin dan kondisi lainnya membuat beban propeler semakin besar	Equipment damage
				More Level	Level ketinggian akan	Ketinggian penerbangan	Equipment

No	Pros	Item	Purpose	Deviasi	Consequence	Cause	Hazard
					mempengaruhi konsumsi daya	mempengaruhi level kecepatan angin	damage
				No Maintain	Kerusakan komponen akibat tidak dilakukannya perawatan dan pengecekan	Tidak dilakukannya pengecekan	Equipment damage
		Gimbal camera	Mengambil view aerial	High Temperature	Kelebihan panas menyebabkan komponen terganggu	Gimbal Camera overheat	Equipment damage
5	Lepas landas	Motordan propeler	Mendorong angin untuk memberikan gaya angkat	Less Flow	Aliran daya yang kurang berakibat tidak maskimalnya putaran motor	Putaran propeler yang kurang berakibat tidak sanggupnya propeler memberikan gaya dorong	Tidak mampu mendingki ketinggian
				No Flow	Tidak ada aliran daya berakibat tidak memberikan putaran ke motor	Tidak ada putaran propeler akan menyebabkan tidak ada gaya dorong	Berhentinya putaran propeler
				Reverse Flow	Salahnya gaya yang didorong akibat propeler	aliran gaya dorong terbalik	Salah pemasangan posisi propeler
				More Pressure	Putaran propeler akibat kondisi angin kencang dan	Putaran propeler akibat kondisi angin kencang dan ketinggian akan membenturkan	Kecepatan angin dan kondisi lainnya membuat beban

No	Pros	Item	Purpose	Deviasi	Consequence	Cause	Hazard
						daya yang lebih besar	propeler semakin besar
				More Level	Tidak mampu propeler memberi gaya angkat	Level ketinggian akan mempengaruhi konsumsi daya	Ketinggian penerbangan mempengaruhi level kecepatan
				No Maintanance	Komponen tidak berfungsi dengan baik	Kerusakan komponen akibat tidak dilakukan perawatan dan pengecekan	Tidak dilakukan pengecekan
6	Mendaki ketinggian Dan Kembali ke titik lepas landas	Motor dan propeler	Mendorong untuk memberikan gaya angkat	Less Flow	Aliran daya yang kurang berakibat tidak maskimalnya putaran motor	Putaran propeler yang kurang berakibat tidak sanggunya propeler memberikan gaya dorong	Tidak mampu mendaki ketinggian
				No Flow	Tidak ada aliran daya berakibat tidak memberikan putaran ke motor	Tidak ada putaran propeler akan menyebabkan tidak ada gaya dorong	Berhentinya putaran propeler
				Reverse Flow	Salah gaya yang di dorong akibat propeler	aliran gaya dorong terbalik	Salah pemasangan posisi propeler
				More Pressure	Putaran propeler akibat kondisi angin kencang dan	Putaran propeler akibat kondisi angin kencang dan	Kecepatan angin dan kondisi lain

No	Pros	Item	Purpose	Deviasi	Consequence	Cause	Hazard
						ketinggian akan membunuh daya yang lebih besar	ya membuat beban propeler semakin besar
				More Level	Tidak mampu propeler memberi gaya angkat	Level ketinggian akan mempengaruhi konsumsi daya	Ketinggian penerbangan mempengaruhi level kecepatan
				No Maintanance	Komponen tidak berfungsi dengan baik	Kerusakan komponen akibat tidak dilakukan perawatan dan pengecekan	Tidak dilakukan pengecekan
7	Menarat	Sensor	Mendeteksi benda	High Temperature	Kelebihan panas menyebabkan komponen terganggu	Sensor Overheat	Equipment damage

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil HIRA, 3% bahaya dengan level risiko ekstrim, 38% bahaya dengan level risiko high, 47% bahaya dengan level risiko medium, 13% dengan level risiko low. Hazard analysis and operability study terhadap machine temuan hazard atau bahaya dengan hasil presentasi sebanyak 11% bahaya dengan level risiko high, 22% bahaya dengan level risiko medium, 67% dengan level risiko low. Kerusakan Peralatan dan Kehilangan Kontrol, kerusakan peralatan yang sering terjadi disebabkan oleh kurangnya perawatan pada komponen penting seperti baterai, motor, dan propeler. Kegagalan dalam perawatan rutin menyebabkan risiko

kehilangan daya, kerusakan sistem, dan hilangnya kontrol atas UAV.

Pengaruh Lingkungan Terhadap Operasi UAV, Faktor eksternal seperti angin, ketinggian, dan kondisi cuaca secara signifikan mempengaruhi kinerja UAV. Gangguan lingkungan seringkali menyebabkan kegagalan dalam lepas landas, mendaki, atau kembali ke titik awal. Perawatan dan Pengecekan Rutin, Tidak dilakukannya pengecekan dan perawatan yang tepat terhadap komponen UAV, seperti baterai dan propeler, meningkatkan risiko kerusakan sistem dan kecelakaan. Perawatan yang kurang juga memperbesar risiko gagal dalam menjalankan misi dengan UAV.

SARAN

Perlu diketahui berbagai pihak telah membantu dan memberi dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini maka dalam kesempatan kali ini ucapan terima kasih yang tulus kami sampaikan kepada semua pihak yang telah turut serta dalam penelitian ini. Terima kasih kepada Frame Production atas izin dan kerjasamanya dalam memberikan akses kepada kami untuk melakukan penelitian di Frame Production.

Tak lupa, penghargaan kami juga disampaikan kepada semua informan yang telah bersedia berpartisipasi dalam wawancara dan kuesioner dan menyediakan data yang sangat berharga untuk penelitian ini. Terima kasih atas dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang telah membantu kelancaran penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat yang besar bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan keselamatan.

DAFTAR PUSTAKA

Aurambout, J. P., Gkoumas, K., & Ciuffo, B. (2019). Last Mile Delivery By Drones: An Estimation Of Viable Market Potential And Access To Citizens Across European Cities. *European Transport Research Review*, 11(1).

Euis, Jamilah, Y. H. Y. A. U. (2020). *Identifikasi Potensi Bahaya Dengan*

Metode Hazard And Operability Study (Hazops) Di Area Boiler PT. XYZ. 1–7.

- Fakhriansyah, M., Fathimahhayati, L. D., & Gunawan, S. (2022). Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) dan Job Safety Analysis (JSA) (Studi Kasus: Arjuna Interior). *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 6(2), 295–305.
- Fathoni, N., Zulfikar, I., Noeryanto, N., & Liku, J. E. A. (2023). Implementasi Sistem Manajemen Mutu Iso 9001: 2015 Dalam Meningkatkan Pemahaman Dokumentasi Di Fakultas Vokasi Universitas Balikpapan. *Identifikasi*, 9(2), 837-851.
- Franco, B., & Goes, L. (2007). Failure Analysis Methods in Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Applications. *19th International Congress of Mechanical Engineering*.
- Haslindah, A., Andrie, A., Nur Hidayat, F., & Aryani, S. (2020). Penerapan Metode HAZOP Untuk Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Bagian Produksi Air Minum Dalam Kemasan Cup Pada PT. Tirta Sukses Perkasa (CLUB). *Journal Industrial Engineering and Management (JUST-ME)*, 1(01), 20–24.
- Hesti, P. P., Rusba, K., & Liku, J. E. A. (2024). Penerapan Job Safety Analysis Sebagai Upaya Pengendalian Bahaya Di PT. Telkom Akses Balikpapan. *Identifikasi*, 10(1), 7-16.
- Kurniantoro, A., Hermantoro, A., Ika, U., Jurusan, T., Pertanian, T., Pertanian, I., Pertanian, S., & Yogyakarta, J. (2023). Pemanfaatan Drone Terintegrasi SIG untuk Pemetaan Tanaman Jagung. *Agricultural Engineering Innovation Journal*, 1(1), 47–60.
- Marsel Rionaldo Lubis, Wibowo, U. L. N., & Suherman. (2023). Analisis Manajemen Resiko Pengoperasian Pesawat Tanpa Awak (PUTA) dengan Metode HIRARC. *Skyhawk: Jurnal Aviasi Indonesia*, 2(2), 149–157.

- Maslina, M., Liku, J. E., Insani, G., & Siboro, I. (2023). Penilaian Risiko Pada Pekerjaan Bongkar Muat Barang Di PT. Prima Arya Pratama Balikpapan. *Identifikasi*, 9(1), 720-730.
- Muhammad, I. A., Rusba, K., & Liku, J. E. A. (2024). Analisis Risiko Dan Pengendalian Keselamatan Kerja Dalam Pembersihan Ac Model Cassette: Studi Kasus Di Hotel Pentacity Balikpapan. *Identifikasi*, 10(1), 22-28.
- Nur, M. (2019). Analisis Kecelakaan Kerja Dengan Menggunakan Metode Hazard And Operability Study (Hazop) (Studi Kasus: PT. Xyz). *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 2(2), 30–37.
- Riki, R., Rusba, K., Setyawati, N. F., & Wahyuni, S. (2023). Pengetahuan Mahasiswa K3 Semester 8 Terhadap Perilaku Keamanan Pangan Di Kehidupan Sehari-Hari. *Identifikasi*, 9(2), 852-857.
- Saputra, G., Supriyadi, S., & Dwiputra, G. A. (2016). Perancangan Identifikasi Bahaya Di Area Feed Water System Boiler Menggunakan Metode Hazop (Hazard and Operability Study). *Jurnal Intech*, 2(2), 49.
- Syahrir, A., Rusba, K., & Liku, J. E. A. (2024). Analisa Keselamatan Pekerjaan Bongkar Muat Barang Menggunakan Forklift Pada PT United Tractors Balikpapan. *Identifikasi*, 10(1), 76-81.
- Triyono, M. B., Mutohhar, F., Kholifah, N., Nurtanto, M., Subakti, H., & Prasetya, K. H. (2023). Examining The Mediating-Moderating Role Of Entrepreneurial Orientation And Digital Competence On Entrepreneurial Intention In Vocational Education. *Journal Of Technical Education And Training*, 15(1), 116-127.
- Utomo, B. (2018). Drone Untuk Percepatan Pemetaan Bidang Tanah. *Media Komunikasi Geografi*, 18(2), 146. <https://doi.org/10.23887/mkg.v18i2.12798>.
- Wahyuni, S., Luqmantoro, L., Yuliana, L., & Purba, F. (2023). Analisis Penerapan Hazard Analysis And Critical Control Point (Haccp) Pada Produksi Makanan Di CV Nikmat Katering Balikpapan. *Identifikasi*, 9(1), 774-780.