

ANALISIS MANAJAMEN SAFETY PEMELIHARAAN TINGKAT SEDANG DENGAN METODE HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT AND RISK CONTROL (HIRARC) DI SKADRON TEKNIK 021

Albinus Prima Indradi¹, Waspada Tedja Bhirawa², Basuki Arianto³, Afrizal Hendra⁴, Sipon Al Munir⁵

1,2,3,4,5 Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jl. Protokol Halim Perdana Kusuma, Komplek Bandar Udara Halim Perdanakusuma, DKI Jakarta, Indonesia

Email korespondensi: primaalbinus@yahoo.com

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 15 Juni 2026

Direvisi: 22 Juli 2026

Diterima: 22 Juli 2026

Kata kunci:

HIRARC, Skadron Teknik 021, keselamatan, Manajemen pemeliharaan, Lambangja

ABSTRAK

Keselamatan penerbangan merupakan prioritas utama dalam kegiatan pemeliharaan pesawat karena setiap aktivitas memiliki potensi bahaya yang dapat mengancam keselamatan personel maupun keberlangsungan operasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, dan memberikan rekomendasi pengendalian risiko pada aktivitas pemeliharaan tingkat sedang di Skadron Teknik 021. Metode yang digunakan adalah Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan kuesioner, kemudian dianalisis menggunakan matriks risiko berdasarkan parameter Likelihood dan Severity. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas pemeriksaan avionik dan FOD pada engine intake memiliki tingkat risiko tinggi ($R=12$), sedangkan pengisian bahan bakar dan pekerjaan di ketinggian berada pada kategori High Risk ($R=10-15$). Risiko kategori Moderate ditemukan pada aktivitas pembersihan pesawat, ergonomi kerja, dan engine ground run ($R=8-9$). Pengendalian risiko direkomendasikan melalui engineering control, administrative control, serta penggunaan alat pelindung diri sesuai jenis pekerjaan. Penerapan pengendalian risiko secara konsisten diharapkan mampu menurunkan tingkat kecelakaan kerja, mendukung keselamatan terbang dan kerja (Lambangja), serta memperkuat budaya keselamatan (Safety Culture) di Skadron Teknik 021.

Keywords:

HIRARC, Skadron Teknik 021 safety management medium - level maintenance Lambangja Mobile Workers, Transit Areas, Work Posture, Anthropometry.

Penulis Korespondensi:

Penulis

Email: primaalbinus@yahoo.com

Aviation safety is a top priority in aircraft maintenance activities because every activity carries potential hazards that can threaten the safety of personnel and the continuity of operations. This study aims to identify potential hazards, assess risk levels, and provide recommendations for risk control in medium-level maintenance activities at Technical Squadron 021. The method used is Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) with a qualitative descriptive approach. Data were collected through observations, interviews, and questionnaires, then analyzed using a risk matrix based on the Likelihood and Severity parameters. The results of the study indicate that avionics inspections and FOD checks on the engine intake carry a high risk level ($R=12$),

while refueling and work at heights fall into the High Risk category ($R=10-15$). Moderate-risk activities include aircraft cleaning, work ergonomics, and engine ground runs ($R=8-9$). Risk controls are recommended through engineering controls, administrative controls, and the use of personal protective equipment appropriate to the type of work. The consistent implementation of these risk controls is expected to reduce the rate of workplace accidents, support flight and workplace safety (Lambangja), and strengthen the safety culture at Technical Squadron 021.

1. Pendahuluan

Keselamatan penerbangan merupakan prioritas utama dalam setiap operasi udara di seluruh dunia. Seiring dengan kemajuan teknologi dan meningkatnya kompleksitas sistem pesawat modern, standar keselamatan pun terus ditingkatkan untuk memastikan bahwa setiap misi udara dapat dilaksanakan secara aman dan efektif. Dalam konteks TNI Angkatan Udara, Skadron Teknik 021 yang berada di bawah Komando Lanud Halim Perdanakusuma memiliki peran strategis dalam menjaga kesiapan pesawat B-737, C-130 Hercules, dan CN-295 yang digunakan oleh Skadron Udara 31, Skadron Udara 17, Skadron Udara 2, dan Skadron Udara 45 untuk berbagai operasi militer, dukungan logistik, dan misi kemanusiaan. Untuk memastikan kesiapan operasional tersebut, pemeliharaan pesawat secara berkala menjadi suatu keharusan. Skadron Teknik 021 bertanggung jawab melaksanakan pemeliharaan tingkat sedang (intermediate maintenance), yang mencakup inspeksi, perbaikan, penggantian komponen, serta pengujian sistem pesawat. Namun, proses pemeliharaan ini mengandung berbagai potensi bahaya yang dapat mengancam keselamatan personel maupun keandalan alutsista. Risiko tersebut meliputi bahaya jatuh dari ketinggian, tertimpa komponen pesawat, sengatan listrik saat bekerja pada sistem bertegangan, paparan bahan kimia berbahaya, hingga kebisingan ekstrem ketika dilakukan pengujian mesin (engine ground run).

Jika tidak ditangani dengan baik, potensi bahaya tersebut dapat menimbulkan kecelakaan kerja yang berdampak pada cedera personel, kerusakan peralatan, keterlambatan pemeliharaan, dan pada akhirnya menurunkan tingkat kesiapan pesawat. Meskipun prosedur keselamatan telah diterapkan, kenyataannya masih terdapat berbagai kendala di lapangan, seperti rendahnya kepatuhan terhadap SOP, keterbatasan fasilitas keselamatan, serta kelalaian kerja akibat rutinitas maupun tekanan waktu. Kondisi ini menunjukkan bahwa keselamatan kerja tidak hanya bergantung pada aturan tertulis, tetapi juga pada perilaku, disiplin, dan kesadaran setiap personel. Oleh karena itu, diperlukan penerapan sistem manajemen keselamatan yang komprehensif di lingkungan Skadron Teknik 021. Sistem ini harus mencakup identifikasi bahaya, penilaian risiko, pengendalian risiko yang efektif, pelatihan keselamatan secara berkala, serta evaluasi dan perbaikan berkelanjutan. Lebih dari itu, pembentukan budaya keselamatan (safety culture) menjadi aspek yang sangat penting, di mana keselamatan dipandang sebagai nilai utama yang melekat dalam setiap aktivitas pemeliharaan. Dengan penerapan sistem keselamatan yang baik dan budaya kerja yang disiplin, diharapkan tingkat kecelakaan kerja dapat diminimalkan, kesiapan pesawat tetap terjaga, dan misi TNI AU dapat dilaksanakan dengan tingkat keselamatan yang optimal.

2. Metode

Penelitian ini dirancang untuk memberikan penjelasan sistematis mengenai langkah-langkah yang ditempuh dalam menganalisis sistem manajemen keselamatan kerja pada kegiatan pemeliharaan tingkat sedang di Skadron Udara 31. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif, dengan pendekatan HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control) sebagai alat utama dalam analisis risiko.

Proses Identifikasi Masalah

Langkah awal dalam penelitian ini bertujuan untuk mengenali dan merumuskan isu-isu keselamatan kerja yang muncul selama proses pemeliharaan pesawat. Tahapan yang dilakukan meliputi:

- a. Survei Awal Lokasi
Dilakukan di area kerja Skadron Udara 31, khususnya hanggar dan apron tempat pemeliharaan pesawat CN 235, B737, C295 dan C-130 berlangsung.
- b. Observasi Langsung Aktivitas Pemeliharaan
Peneliti melakukan pengamatan terhadap aktivitas teknisi, termasuk cara kerja, penggunaan alat, dan kondisi lingkungan kerja.
- c. Pemetaan Potensi Bahaya
Identifikasi bahaya dilakukan berdasarkan jenis pekerjaan dan lokasi, seperti risiko jatuh saat inspeksi bagian atas pesawat, paparan bahan kimia dari cairan teknis, kebisingan dari mesin turboprop, serta potensi kerusakan akibat benda asing (FOD).
- d. Dokumentasi Awal
Hasil observasi dicatat dalam log lapangan dan didukung dengan dokumentasi foto sebagai bahan awal untuk analisis risiko.

Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan dari dua sumber utama:

- a. Sumber Data Primer
Data primer diperoleh langsung dari lapangan melalui:
 1. Wawancara Terstruktur dan Semi-Terstruktur Dilakukan dengan beberapa informan kunci, seperti:
 - a) Kepala Seksi Pemeliharaan
 - b) Petugas Lambangja atau K3 (Safety Officer)
 - c) Teknisi senior dari pesawat CN 235, B737, C295 dan C-130
 - d) Personel pendukung kegiatan pemeliharaan
 2. Observasi Partisipatif
Peneliti turut mengamati proses kerja teknisi, penggunaan alat pelindung diri (APD), serta interaksi dengan peralatan dan lingkungan kerja.
 3. Checklist Penilaian
Risiko Digunakan formulir HIRARC untuk menilai potensi bahaya, kemungkinan terjadinya (likelihood), tingkat keparahan (severity), dan nilai risiko (risk rating).
 4. Dokumentasi Visual Foto, video, dan catatan lapangan digunakan sebagai bukti pendukung dalam analisis.
- b. Sumber Data Sekunder
Data sekunder diperoleh dari dokumen dan referensi yang relevan, seperti:
 1. SOP pemeliharaan pesawat dari Skadron Udara 31
 2. Catatan kecelakaan kerja dan laporan inspeksi K3

3. Manual teknis pesawat CN 235, B737, C295 dan C-130

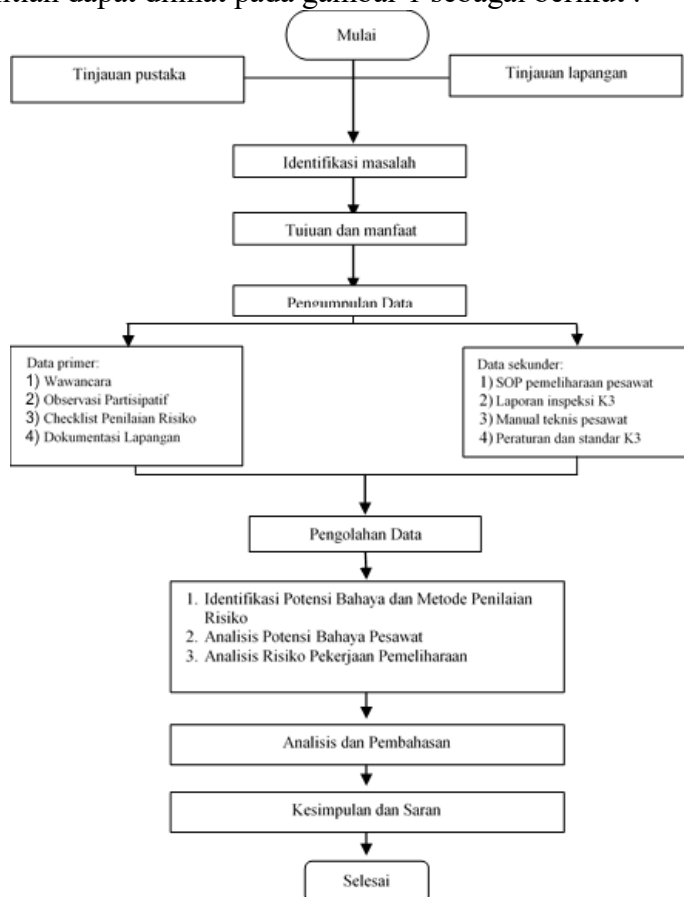
4. Regulasi dan standar keselamatan kerja dari TNI AU serta ISO 45001:2018

Prosedur Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan pendekatan interaktif dari Miles & Huberman (1994), yang terdiri dari empat tahap utama:

- Penilaian Risiko Dilakukan secara semi-kuantitatif dengan menggabungkan skala kemungkinan dan tingkat keparahan untuk menghasilkan nilai Risk Rating ($R = L \times S$).
- Klasifikasi Risiko Risiko dikategorikan ke dalam empat tingkat: rendah (Low), sedang (Moderate), tinggi (High), dan ekstrem (Extreme).
- Penyusunan Rekomendasi Pengendalian Rekomendasi pengendalian disusun berdasarkan hasil analisis dan mengikuti hirarki pengendalian: rekayasa teknik (Engineering), kebijakan administratif (Administrative), dan penggunaan APD (PPE).

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Pemeliharaan tingkat sedang (medium maintenance) di Skadron Teknik dilakukan setelah pesawat menyelesaikan misi penerbangan, bertujuan untuk memastikan kondisi pesawat tetap layak terbang. Aktivitas ini meliputi pemeriksaan visual, pengisian cairan (bahan bakar, oli, hidrolik),

pengecekan sistem avionik, pembersihan, dan troubleshooting sederhana. Setiap aktivitas tersebut memiliki potensi bahaya (hazard) yang perlu diidentifikasi untuk mencegah kecelakaan kerja.

a. Bahaya Umum pada Semua Pesawat

1. Terpeleset atau jatuh di area kerja

- a) Penyebab: Tumpahan oli, bahan bakar, cairan hidrolik, atau air pembersih.
- b) Dampak: Cedera ringan hingga serius (patah tulang).
- c) Area risiko: Hanggar, apron, sekitar landing gear.

2. Tertimpa panel atau komponen

- a) Penyebab: Kesalahan saat membuka panel mesin atau struktur pesawat tanpa alat bantu atau pengunci yang tepat.
- b) Dampak: Luka memar, cedera kepala, patah tulang.

3. Cedera akibat peralatan kerja

- a) Penyebab: Penggunaan tools yang salah (kunci torsi, bor listrik).
- b) Dampak: Luka pada tangan, jari terjepit.

4. Tersandung benda asing (FOD)

- a) Penyebab: Peralatan atau komponen kecil tidak dirapikan.
- b) Dampak: Luka ringan, risiko jatuh.

5. Terjatuh dari ketinggian

- a) Penyebab: Pekerjaan di atas wing, horizontal stabilizer, atau fuselage tanpa pengaman.
- b) Dampak: Cedera serius hingga fatal.
- c) Pesawat dengan risiko tertinggi: Hercules (sayap besar, tinggi $\pm 4,5$ meter).

b. Bahaya Spesifik per Pesawat

1. Pesawat CN-235

a) Risiko FOD (Foreign Object Damage) di area intake

- 1) Penyebab: Alat kecil atau kotoran masuk ke saluran udara mesin turboprop.
- 2) Dampak: Kerusakan mesin, biaya perbaikan tinggi, potensi kecelakaan penerbangan.

b) Bahaya listrik saat pengecekan sistem avionik

- 1) Penyebab: Proses troubleshooting dilakukan dengan power ON tanpa prosedur isolasi.
- 2) Dampak: Tersengat listrik (shock), luka bakar.

c) Cedera otot (ergonomi)

- 1) Penyebab: Ruang kerja sempit, teknisi harus membungkuk atau jongkok lama.
- 2) Dampak: Cedera punggung, kelelahan otot.

d) Paparan bahan kimia saat pembersihan

- 1) Penyebab: Penggunaan cairan pembersih (solvent, degreaser) tanpa sarung tangan atau ventilasi memadai.
- 2) Dampak: Iritasi kulit, gangguan pernapasan.

e) Kebisingan saat pengoperasian APU atau engine ground run

- 1) Penyebab: Tidak menggunakan ear protection.
- 2) Dampak: Gangguan pendengaran permanen.

f) Bahaya bahan bakar

- 1) Penyebab: Pengisian bahan bakar (refuelling) tanpa prosedur aman.
- 2) Dampak: Kebakaran, ledakan.

2. Pesawat Airbus C-295

- a) Paparan bahan kimia saat pembersihan
 - 1) Penyebab: Penggunaan cairan pembersih (solvent, degreaser) tanpa sarung tangan atau ventilasi memadai.
 - 2) Dampak: Iritasi kulit, gangguan pernapasan, potensi keracunan ringan bila terhirup dalam jangka panjang.
- b) Kebisingan saat pengoperasian APU atau engine ground run
 - 1) Penyebab: Tidak menggunakan ear protection ketika mesin atau Auxiliary Power Unit (APU) beroperasi.
 - 2) Dampak: Gangguan pendengaran permanen, tinnitus, penurunan konsentrasi akibat paparan suara bising berulang.
- c) Bahaya bahan bakar
 - 1) Penyebab: Pengisian bahan bakar (refuelling) tanpa prosedur aman, seperti tidak melakukan grounding pesawat, tidak menggunakan alat pelindung diri, atau adanya percikan api di sekitar area pengisian.
 - 2) Dampak: Kebakaran, ledakan, kerusakan pesawat, serta risiko cedera serius bagi teknisi.
- d) Bahaya listrik saat pengecekan sistem avionik
 - 1) Penyebab: Proses troubleshooting dilakukan dengan kondisi power ON tanpa prosedur isolasi atau lock-out/tag-out.
 - 2) Dampak: Tersengat listrik, luka bakar, kerusakan sistem avionik akibat arus pendek.
- e) Cedera otot (ergonomi)
 - 1) Penyebab: Ruang kerja di dalam kabin dan kompartemen avionik sempit, teknisi harus membungkuk, jongkok, atau menjangkau area sulit dalam waktu lama.
 - 2) Dampak: Cedera punggung, kelelahan otot, penurunan produktivitas kerja.
- f) Bahaya kerja di ketinggian
 - 1) Penyebab: Tinggi pesawat mencapai sekitar 8,6 meter, teknisi harus bekerja di atas sayap, ekor, atau fuselage tanpa harness atau platform kerja yang aman.
 - 2) Dampak: Jatuh dari ketinggian, cedera serius, patah tulang, bahkan risiko fatal.

3. Pesawat Boeing 737

- a) Risiko FOD (Foreign Object Damage) di area engine intake
 - 1) Penyebab: Alat kecil, baut, atau kotoran masuk ke saluran udara mesin turbofan.
 - 2) Dampak: Kerusakan fan blade, biaya perbaikan tinggi, potensi kecelakaan penerbangan.
- b) Bahaya listrik saat pengecekan sistem avionik
 - 1) Penyebab: Proses troubleshooting dilakukan dengan kondisi power ON tanpa prosedur isolasi.
 - 2) Dampak: Tersengat listrik, luka bakar, kerusakan sistem avionik.
- c) Kebisingan saat engine ground run
 - 1) Penyebab: Mesin turbofan menghasilkan kebisingan tinggi >110 dB, teknisi tidak menggunakan ear protection.
 - 2) Dampak: Gangguan pendengaran permanen, tinnitus, penurunan konsentrasi.
- d) Bahaya bahan bakar
 - 1) Penyebab: Pengisian bahan bakar (refuelling) tanpa prosedur aman, tidak melakukan grounding pesawat, atau adanya percikan api di sekitar area pengisian.

- 2) Dampak: Kebakaran, ledakan, kerusakan pesawat, cedera serius bagi teknisi.
 - e) Cedera otot (ergonomi)
 - 1) Penyebab: Posisi kerja di ruang avionik sempit, teknisi harus membungkuk atau menjangkau area sulit dalam waktu lama.
 - 2) Dampak: Cedera punggung, kelelahan otot, menurunnya produktivitas kerja.
 - f) Bahaya kerja di ketinggian
 - 1) Penyebab: Tinggi pesawat Boeing 737-300 sekitar 11 meter, teknisi harus bekerja di atas wing, ekor, atau fuselage tanpa platform kerja yang aman atau harness keselamatan.
 - 2) Dampak: Jatuh dari ketinggian, cedera serius, patah tulang, bahkan risiko fatal.
4. Pesawat C-130 Hercules
- a) Jatuh dari wing atau horizontal stabilizer
 - 1) Penyebab: Pekerjaan di ketinggian tanpa safety harness atau guard rail.
 - 2) Dampak: Cedera serius, kematian.
 - b) Kebisingan saat engine run-up
 - 1) Penyebab: Mesin turboprop besar menghasilkan kebisingan >120 dB.
 - 2) Dampak: Gangguan pendengaran permanen jika tanpa ear muff.
 - c) Terjepit atau tertimpa panel besar
 - 1) Penyebab: Proses membuka panel struktural besar (engine cowling, wing access) tanpa alat bantu
 - 2) Dampak: Cedera berat pada tubuh.
 - d) Paparan uap bahan bakar dan oli
 - 1) Penyebab: Pengisian atau pengurusan fuel/oil di ruang tertutup tanpa ventilasi.
 - 2) Dampak: Keracunan, iritasi pernapasan.
 - e) Bahaya kerja di ketinggian
 - 1) Penyebab: Tinggi pesawat C-130 Hercules mencapai lebih dari 11 meter, teknisi harus bekerja di atas wing, ekor, atau fuselage tanpa platform kerja yang aman atau harness keselamatan.
 - 2) Dampak: Jatuh dari ketinggian, cedera serius, patah tulang, bahkan risiko fatal.
- c. Kategori Bahaya berdasarkan Jenis Aktivitas

Berdasarkan identifikasi hazard yang dilakukan pada tahap sebelumnya, potensi bahaya dapat dikategorikan sesuai dengan jenis aktivitas pemeliharaan tingkat ringan.

Tabel di bawah ini menggambarkan aktivitas yang umum dilakukan, potensi bahaya yang mungkin terjadi, serta jenis pesawat yang terdampak:

Tabel 1. Kategori Bahaya berdasarkan Jenis Aktivitas

Aktivitas	Potensi Bahaya	Pesawat Terdampak
Pemeriksaan avionik	Sengatan listrik, posisi kerja buruk	CN-235, Airbus C-295, Boeing 737-300, C-130 Hercules
Pengisian bahan bakar	Tumpahan, kebakaran, paparan uap	CN-235, Airbus C-295, Boeing 737-300, C-130 Hercules

Aktivitas	Potensi Bahaya	Pesawat Terdampak
Pembersihan pesawat	Paparan bahan kimia, iritasi kulit, gangguan pernapasan	CN-235, Airbus C-295, C-130 Hercules
Engine ground run	Kebisingan ekstrem, gangguan pendengaran permanen	CN-235, Airbus C-295, Boeing 737-300, C-130 Hercules
Membuka panel besar	Panel jatuh, cedera tangan/kepala, tertimpa panel struktural	C-130 Hercules
Pekerjaan di ketinggian	Jatuh dari wing, ekor, atau fuselage, cedera serius, patah tulang, risiko fatal	Airbus C-295, Boeing 737-300, C-130 Hercules
Ergonomi kerja	Cedera punggung, kelelahan otot, penurunan produktivitas	CN-235, Airbus C-295, Boeing 737-300

1. Pemeriksaan Avionik Aktivitas pemeriksaan avionik dilakukan untuk memastikan sistem elektronik dan navigasi berfungsi dengan baik. Risiko utama adalah sengatan listrik ketika troubleshooting dilakukan dengan kondisi pesawat teraliri daya (power ON). Selain itu, teknisi juga berisiko mengalami cedera otot akibat posisi kerja yang tidak ergonomis di ruang sempit. Aktivitas ini terdapat pada pesawat CN-235, Airbus C-295, Boeing 737-300, dan C-130 Hercules.
2. Pengisian Bahan Bakar Pengisian bahan bakar (refuelling) dilakukan secara rutin untuk mempersiapkan pesawat pada misi berikutnya. Potensi bahaya yang sering terjadi adalah tumpahan bahan bakar, kebakaran akibat percikan api, dan paparan uap bahan bakar yang dapat mengganggu kesehatan pernapasan. Aktivitas ini terjadi pada semua jenis pesawat: CN-235, Airbus C-295, Boeing 737-300, dan C-130 Hercules.
3. Pembersihan Pesawat Proses pembersihan menggunakan cairan pembersih (solvent) dan degreaser yang mengandung bahan kimia berbahaya. Bahaya yang mungkin terjadi adalah iritasi kulit, keracunan melalui inhalasi uap bahan kimia, dan gangguan pernapasan jika dilakukan tanpa alat pelindung diri. Aktivitas ini dominan pada pesawat CN-235, Airbus C-295, dan C-130 Hercules yang memiliki area ruang mesin lebih besar.
4. Engine Ground Run Engine ground run adalah pengoperasian mesin di darat untuk keperluan pengujian setelah perawatan. Bahaya yang paling dominan adalah kebisingan ekstrem yang dapat mencapai >110 dB, berisiko menyebabkan gangguan pendengaran permanen jika teknisi tidak menggunakan pelindung telinga. Aktivitas ini dilakukan pada CN-235, Airbus C-295, Boeing 737-300, dan C-130 Hercules.
5. Membuka Panel Besar Pesawat C-130 Hercules memiliki panel akses berukuran besar dan berat, sehingga proses pembukaan memerlukan alat bantu dan teknik khusus. Jika tidak dilakukan dengan benar, panel dapat jatuh dan mengakibatkan cedera serius pada kepala atau tangan teknisi. Risiko ini lebih khas pada Hercules dibandingkan pesawat yang lebih kecil.
6. Pekerjaan di Ketinggian Pekerjaan yang dilakukan di atas wing atau horizontal stabilizer pesawat menimbulkan risiko jatuh dari ketinggian. CN-235 dan C-295 memiliki tinggi sekitar 8–9 meter, Boeing 737-300 sekitar 11 meter, dan C-130 Hercules lebih dari 11 meter. Tanpa penggunaan safety harness atau platform kerja yang aman, teknisi berisiko mengalami cedera berat hingga kematian.

Penilaian risiko menggunakan metode kualitatif semi-kuantitatif dengan rumus:

$$\text{Risk Rating (R)} = \text{Likelihood (L)} \times \text{Severity (S)}$$

$$\text{Risk Rating (R)} = \text{Likelihood (L)} \times \text{Severity (S)}$$

$$\text{Risk Rating (R)} = \text{Likelihood (L)} \times \text{Severity (S)}$$

Tabel 2. Skala Likelihood (L)

Nilai	Keterangan
1	Sangat jarang
2	Jarang
3	Kadang-kadang
4	Sering
5	Hampir selalu

Tabel 2 tersebut menjelaskan skala penilaian Likelihood (kemungkinan terjadinya suatu bahaya) dalam analisis risiko kerja. Nilai 1 (Sangat jarang) menunjukkan bahwa potensi bahaya hampir tidak pernah terjadi atau kemungkinan kejadiannya sangat rendah. Nilai 2 (Jarang) menandakan bahaya dapat terjadi, tetapi frekuensinya rendah dan hanya muncul dalam kondisi tertentu. Nilai 3 (Kadang-kadang) berarti potensi bahaya dapat muncul secara sesekali pada aktivitas rutin, meskipun tidak selalu. Nilai 4 (Sering) menggambarkan bahwa bahaya cukup sering terjadi dalam aktivitas pemeliharaan sehingga peluang kejadiannya tinggi. Sementara itu, nilai 5 (Hampir selalu) menunjukkan bahwa bahaya sangat mungkin terjadi setiap kali aktivitas dilakukan, sehingga memerlukan perhatian dan pengendalian khusus. Skala ini membantu teknisi dan petugas K3 dalam mengukur seberapa sering suatu bahaya bisa muncul untuk menentukan prioritas pengendalian risiko.

Tabel 3 Skala Severity (S)

Nilai	Dampak
1	Cedera ringan
2	Cedera sedang
3	Cedera serius
4	Kehilangan anggota tubuh
5	Kematian

Tabel 3 menggambarkan skala penilaian Severity (tingkat keparahan dampak bahaya) dalam analisis risiko. Nilai 1 (Cedera ringan) menunjukkan dampak bahaya yang relatif kecil, seperti luka gores atau memar, yang tidak memerlukan perawatan intensif. Nilai 2 (Cedera sedang) berarti dampak bahaya dapat menimbulkan cedera yang membutuhkan perawatan medis, tetapi tidak

menyebabkan kecacatan permanen. Nilai 3 (Cedera serius) menandakan risiko bahaya yang dapat mengakibatkan cedera berat dengan pemulihan jangka panjang atau kemungkinan kecacatan sebagian. Nilai 4 (Kehilangan anggota tubuh) menunjukkan dampak bahaya yang sangat parah, menyebabkan amputasi atau hilangnya fungsi tubuh secara permanen. Sedangkan nilai 5 (Kematian) adalah tingkat keparahan tertinggi, di mana bahaya dapat mengakibatkan korban jiwa. Skala ini digunakan untuk menilai seberapa besar konsekuensi dari suatu bahaya sehingga dapat ditetapkan strategi pengendalian yang tepat sesuai tingkat risiko.

Tabel 4 Kategori Risiko

Nilai R	Level
1–4	<i>Low</i>
5–9	<i>Moderate</i>
10–16	<i>High</i>
17–25	<i>Extreme</i>

Tabel 4 menjelaskan kategori tingkat risiko (Risk Level) berdasarkan hasil perkalian antara Likelihood (L) dan Severity (S). Nilai risiko 1–4 (Low) menunjukkan tingkat risiko yang rendah dan masih dapat diterima tanpa perlu tindakan pengendalian tambahan khusus. Nilai 5–9 (Moderate) berarti risiko berada pada tingkat sedang, sehingga perlu dilakukan pengendalian standar serta pemantauan rutin agar tidak berkembang menjadi lebih serius. Nilai 10–16 (High) menunjukkan risiko yang tinggi, membutuhkan tindakan pengendalian segera serta penerapan prosedur keselamatan yang ketat untuk mengurangi potensi bahaya. Sedangkan nilai 17–25 (Extreme) merupakan kategori risiko sangat berbahaya dan tidak dapat diterima, sehingga aktivitas harus dihentikan hingga dilakukan langkah pengendalian yang efektif. Dengan klasifikasi ini, setiap aktivitas dapat diprioritaskan dalam program K3 sesuai tingkat risikonya.

Analisis Risiko Pekerjaan Pemeliharaan

Analisis Risiko Potensi Bahaya Per Pesawat

Analisis risiko dilakukan terhadap potensi bahaya yang muncul pada aktivitas pemeliharaan tingkat sedang di masing-masing jenis pesawat, yaitu CN-235, Airbus C-295, Boeing 737-300, dan C-130 Hercules. Setiap potensi bahaya dinilai berdasarkan Likelihood (L) atau kemungkinan terjadinya, Severity (S) atau tingkat keparahan dampak, kemudian dihitung nilai risiko (Risk Rating, R) dengan rumus:

$$R = L \times S$$

Berdasarkan hasil perhitungan, risiko diklasifikasikan menjadi empat kategori, yaitu Low, Moderate, High, dan Extreme.

Berikut tabel analisis per pesawat:

1. Pesawat CN-235

Dari hasil responden diperoleh data dan dimasukkan ke dalam tabel 5 sebagai berikut :

Tabel 5 Analisis Potensi Bahaya Pesawat CN-235

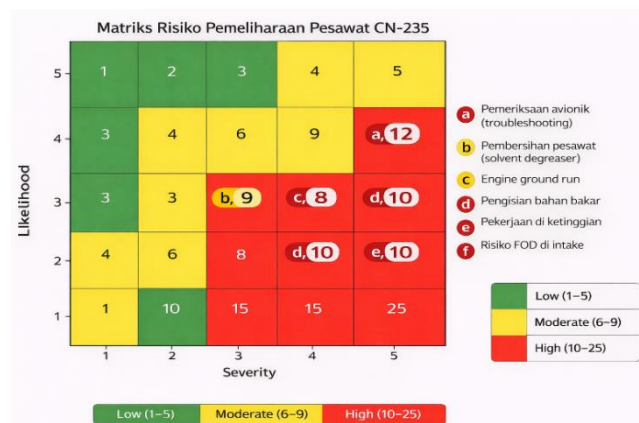
No	Pekerjaan	Bahaya	L	S	$R = L \times S$	Level
1	Pemeriksaan avionik	Tersengat listrik saat troubleshooting	3	4	12	High
2	Pembersihan pesawat	Paparan bahan kimia (solvent, degreaser)	3	3	9	Moderate
3	Engine ground run	Kebisingan ekstrem >110 dB	2	4	8	Moderate
4	Pengisian bahan bakar	Kebakaran akibat tumpahan/percikan api	2	5	10	High
5	Pekerjaan di ketinggian	Jatuh dari wing/fuselage ($\pm 8,6$ m)	2	5	10	High
6	Risiko FOD di intake	Kerusakan mesin akibat benda asing masuk	3	4	12	High

Berdasarkan tabel analisis, terdapat enam potensi bahaya utama pada pekerjaan pemeliharaan tingkat sedang pesawat CN-235:

- Pemeriksaan avionik memiliki risiko tersengat listrik saat troubleshooting dengan nilai $L = 3$, $S = 4$, sehingga $R = 12$ (kategori High). Risiko ini terjadi karena pekerjaan dilakukan dalam kondisi power ON tanpa prosedur isolasi yang memadai.
- Pembersihan pesawat menimbulkan bahaya paparan bahan kimia dari solvent dan degreaser. Dengan $L = 3$ dan $S = 3$, diperoleh $R = 9$ (kategori Moderate). Bahaya ini muncul bila teknisi tidak menggunakan sarung tangan atau ventilasi yang cukup.
- Engine ground run membawa risiko kebisingan ekstrem >110 dB. Dengan $L = 2$ dan $S = 4$, maka $R = 8$ (kategori Moderate). Bahaya ini dapat menyebabkan gangguan pendengaran permanen jika teknisi tidak menggunakan pelindung telinga.
- Pengisian bahan bakar berpotensi menimbulkan kebakaran akibat tumpahan atau percikan api. Dengan $L = 2$ dan $S = 5$, diperoleh $R = 10$ (kategori High). Risiko ini serius karena dapat merusak pesawat dan membahayakan teknisi.
- Pekerjaan di ketinggian memiliki risiko jatuh dari wing atau fuselage dengan tinggi $\pm 8,6$ meter. Dengan $L = 2$ dan $S = 5$, maka $R = 10$ (kategori High). Dampaknya bisa berupa cedera berat hingga fatal.

- f. Risiko FOD di intake merupakan bahaya serius karena benda asing dapat masuk ke saluran udara mesin. Dengan $L = 3$ dan $S = 4$, diperoleh $R = 12$ (kategori High). Risiko ini dapat menyebabkan kerusakan mesin dan berpotensi kecelakaan penerbangan.

Dapat dijelaskan dengan Diagram matriks resiko dapat dilihat pada gambar 2 sebagai berikut :



Gambar 2 Diagram Matriks Risiko Perawatan CN-235

Secara keseluruhan, pesawat CN-235 memiliki risiko tertinggi pada pemeriksaan avionik dan risiko FOD di intake ($R = 12$, kategori High). Selain itu, pengisian bahan bakar dan pekerjaan di ketinggian juga termasuk kategori High. Oleh karena itu, pengendalian ketat harus difokuskan pada aspek listrik, kebersihan area intake, prosedur refuelling, serta keselamatan kerja di ketinggian.

2. Pesawat Airbus C-295

Dari hasil responden diperoleh data dan dimasukkan ke dalam tabel 6 sebagai berikut :

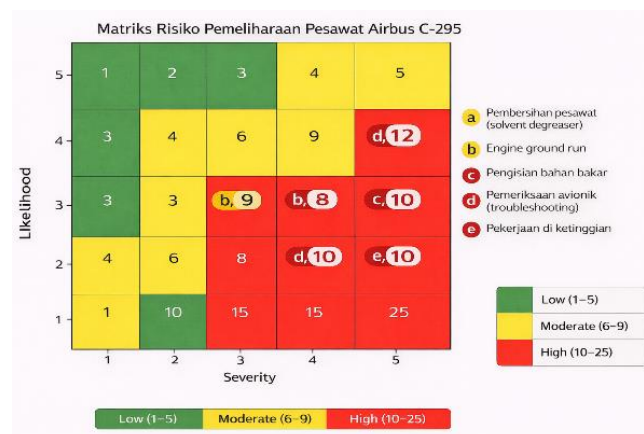
Tabel 6 Analisis Potensi Bahaya Pesawat Airbus C-295

No	Pekerjaan	Bahaya	L	S	$R = L \times S$	Level
1	Pembersihan pesawat	Paparan bahan kimia (solvent, degreaser)	3	3	9	Moderate
2	Engine ground run	Kebisingan ekstrem >110 dB	2	4	8	Moderate
3	Pengisian bahan bakar	Kebakaran akibat tumpahan/percikan api	2	5	10	High
4	Pemeriksaan avionik	Tersengat listrik saat troubleshooting	3	4	12	High
5	Pekerjaan di ketinggian	Jatuh dari wing/fuselage ($\pm 8,6$ m)	2	5	10	High

Berdasarkan tabel analisis, terdapat lima potensi bahaya utama pada pekerjaan pemeliharaan tingkat sedang pesawat Airbus C-295:

- Pembersihan pesawat menimbulkan bahaya paparan bahan kimia dari solvent dan degreaser. Dengan $L = 3$ dan $S = 3$, diperoleh $R = 9$ (kategori Moderate). Risiko ini muncul bila teknisi tidak menggunakan sarung tangan atau ventilasi yang cukup.
- Engine ground run membawa risiko kebisingan ekstrem >110 dB. Dengan $L = 2$ dan $S = 4$, maka $R = 8$ (kategori Moderate). Bahaya ini dapat menyebabkan gangguan pendengaran permanen jika teknisi tidak menggunakan pelindung telinga.
- Pengisian bahan bakar berpotensi menimbulkan kebakaran akibat tumpahan atau percikan api. Dengan $L = 2$ dan $S = 5$, diperoleh $R = 10$ (kategori High). Risiko ini serius karena dapat merusak pesawat dan membahayakan teknisi.
- Pemeriksaan avionik memiliki risiko tersengat listrik saat troubleshooting dengan nilai $L = 3$, $S = 4$, sehingga $R = 12$ (kategori High). Risiko ini terjadi karena pekerjaan dilakukan dalam kondisi power ON tanpa prosedur isolasi yang memadai.
- Pekerjaan di ketinggian memiliki risiko jatuh dari wing atau fuselage dengan tinggi $\pm 8,6$ meter. Dengan $L = 2$ dan $S = 5$, maka $R = 10$ (kategori High). Dampaknya bisa berupa cedera berat hingga fatal.

Dapat dijelaskan dengan Diagram matriks resiko dapat dilihat pada gambar 3 sebagai berikut :



Gambar 3 Diagram Matriks Risiko Perawatan C 295

Secara keseluruhan, pesawat Airbus C-295 memiliki risiko tertinggi pada pemeriksaan avionik ($R = 12$, kategori High). Selain itu, pengisian bahan bakar dan pekerjaan di ketinggian juga termasuk kategori High. Oleh karena itu, pengendalian ketat harus difokuskan pada aspek listrik, prosedur refuelling, serta keselamatan kerja di ketinggian.

3. Pesawat Boeing 737

Dari hasil responden diperoleh data dan dimasukkan ke dalam tabel 7 sebagai berikut :

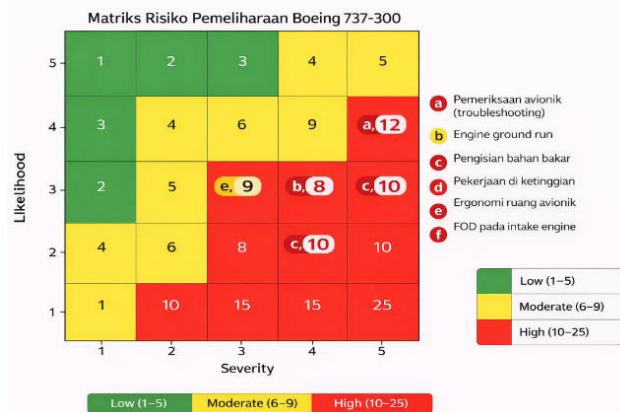
Tabel 7 Analisis Potensi Bahaya Pesawat Boeing 737-300

No	Pekerjaan	Bahaya	L	S	$R = L \times S$	Level
1	Pemeriksaan avionik	Tersengat listrik saat troubleshooting	3	4	12	High
2	Engine ground run	Kebisingan ekstrem >110 dB	2	4	8	Moderate
3	Pengisian bahan bakar	Kebakaran akibat tumpahan/percikan api	2	5	10	High
4	Pekerjaan di ketinggian	Jatuh dari wing/fuselage (± 11 m)	2	5	10	High
5	Ergonomi kerja	Cedera otot akibat posisi sempit	3	3	9	Moderate
6	Risiko FOD di intake	Kerusakan mesin akibat benda asing masuk	3	4	12	High

Berdasarkan tabel analisis, terdapat enam potensi bahaya utama pada pekerjaan pemeliharaan tingkat sedang pesawat Boeing 737-300:

- Pemeriksaan avionik memiliki risiko tersengat listrik saat troubleshooting dengan nilai $L = 3$, $S = 4$, sehingga $R = 12$ (kategori High). Risiko ini terjadi karena pekerjaan dilakukan dalam kondisi power ON tanpa prosedur isolasi yang memadai.
- Engine ground run membawa risiko kebisingan ekstrem >110 dB. Dengan $L = 2$ dan $S = 4$, maka $R = 8$ (kategori Moderate). Bahaya ini dapat menyebabkan gangguan pendengaran permanen jika teknisi tidak menggunakan pelindung telinga.
- Pengisian bahan bakar berpotensi menimbulkan kebakaran akibat tumpahan atau percikan api. Dengan $L = 2$ dan $S = 5$, diperoleh $R = 10$ (kategori High). Risiko ini serius karena dapat merusak pesawat dan membahayakan teknisi.
- Pekerjaan di ketinggian memiliki risiko jatuh dari wing atau fuselage dengan tinggi ± 11 meter. Dengan $L = 2$ dan $S = 5$, maka $R = 10$ (kategori High). Dampaknya bisa berupa cedera berat hingga fatal.
- Ergonomi kerja menimbulkan risiko cedera otot akibat posisi kerja sempit di ruang avionik. Dengan $L = 3$ dan $S = 3$, diperoleh $R = 9$ (kategori Moderate). Bahaya ini dapat menurunkan produktivitas teknisi.
- Risiko FOD di intake merupakan bahaya serius karena benda asing dapat masuk ke saluran udara mesin. Dengan $L = 3$ dan $S = 4$, diperoleh $R = 12$ (kategori High). Risiko ini dapat menyebabkan kerusakan mesin dan berpotensi kecelakaan penerbangan.

Dapat dijelaskan dengan Diagram matriks resiko dapat dilihat pada gambar 4 sebagai berikut :



Gambar 4 Diagram Matriks Risiko Perawatan C 737-300

Secara keseluruhan, pesawat Boeing 737-300 memiliki risiko tertinggi pada pemeriksaan avionik dan risiko FOD di intake ($R = 12$, kategori High). Selain itu, pengisian bahan bakar dan pekerjaan di ketinggian juga termasuk kategori High. Oleh karena itu, pengendalian ketat harus difokuskan pada aspek listrik, kebersihan area intake, prosedur refuelling, serta keselamatan kerja di ketinggian.

4. Pesawat C-130 Hercules

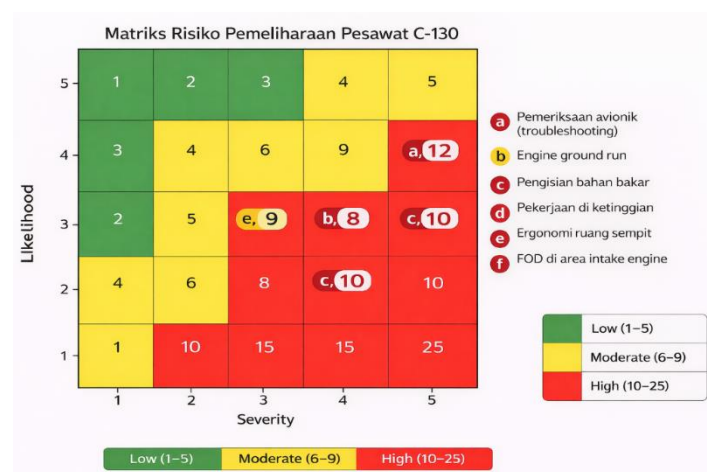
Dari hasil responden diperoleh data dan dimasukkan ke dalam tabel 8 sebagai berikut :

Tabel 8 Analisis Potensi Bahaya Pesawat Boeing C 130

No	Pekerjaan	Bahaya	L	S	$R = L \times S$	Level
1	Pemeriksaan avionik	Tersengat listrik saat troubleshooting	3	4	12	High
2	Engine ground run	Kebisingan ekstrem >110 dB	2	4	8	Moderate
3	Pengisian bahan bakar	Kebakaran akibat tumpahan/percikan api	2	5	10	High
4	Pekerjaan di ketinggian	Jatuh dari wing/fuselage (± 11 m)	2	5	10	High
5	Ergonomi kerja	Cedera otot akibat posisi sempit	3	3	9	Moderate
6	Risiko FOD di intake	Kerusakan mesin akibat benda asing masuk	3	4	12	High

Pesawat C 130 memiliki potensi bahaya dengan tingkat risiko yang bervariasi, namun sebagian besar termasuk kategori High:

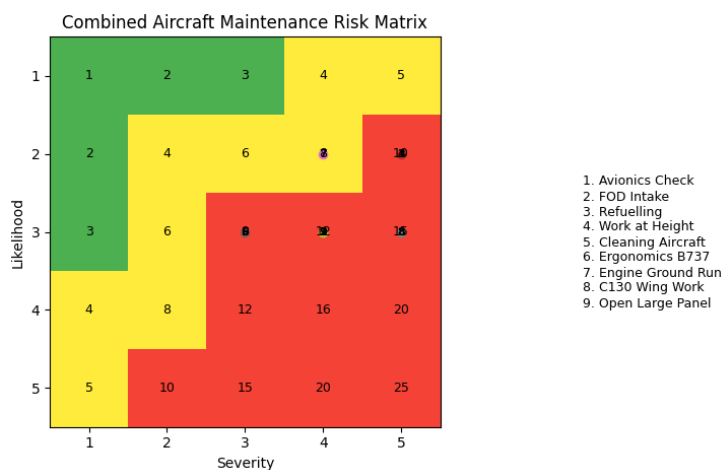
- Pemeriksaan avionik memiliki risiko tersengat listrik saat proses troubleshooting, terutama ketika sistem dalam kondisi power ON. Dengan nilai Likelihood (L) = 3 dan Severity (S) = 4, diperoleh Risk (R) = 12 (kategori High). Risiko ini muncul karena sistem kelistrikan dan avionik C-130 cukup kompleks, dengan tegangan tinggi pada beberapa komponen. Tanpa prosedur isolasi energi (lock out–tag out) dan penggunaan APD yang sesuai, teknisi berpotensi mengalami cedera serius.
- Engine ground run pada C-130 menimbulkan potensi kebisingan ekstrem akibat empat mesin turboprop yang beroperasi secara bersamaan. Nilai L = 2 dan S = 4 menghasilkan R = 8 (kategori Moderate). Tingkat kebisingan dapat melebihi ambang batas aman (>110 dB), sehingga berisiko menyebabkan gangguan pendengaran permanen apabila teknisi tidak menggunakan hearing protection yang memadai.
- Pengisian bahan bakar (refuelling) berpotensi menimbulkan kebakaran akibat tumpahan bahan bakar atau percikan api statis. Dengan nilai L = 2 dan S = 5, maka R = 10 (kategori High). Mengingat kapasitas bahan bakar C-130 yang besar untuk mendukung misi jarak jauh, potensi dampak kebakaran menjadi sangat serius, baik terhadap keselamatan personel maupun kerusakan pesawat.
- Pekerjaan di ketinggian, seperti inspeksi bagian atas fuselage atau sayap, memiliki risiko jatuh dari ketinggian yang signifikan. Struktur pesawat yang tinggi dan besar menyebabkan teknisi bekerja pada elevasi yang cukup ekstrem. Dengan nilai L = 2 dan S = 5, diperoleh R = 10 (kategori High). Risiko ini dapat mengakibatkan cedera berat bahkan fatal jika tidak dilengkapi dengan fall protection system yang sesuai.
- Ergonomi kerja pada ruang sempit, seperti kompartemen avionik atau area akses terbatas, menimbulkan risiko cedera otot dan gangguan muskuloskeletal. Dengan L = 3 dan S = 3, maka R = 9 (kategori Moderate). Postur kerja yang tidak ergonomis dalam durasi lama dapat menurunkan produktivitas dan meningkatkan risiko cedera jangka panjang.
- Risiko FOD (Foreign Object Damage) di area intake engine merupakan bahaya kritis. Dengan L = 3 dan S = 4, diperoleh R = 12 (kategori High). Mengingat konfigurasi mesin turboprop dan daya hisap yang kuat, benda asing yang masuk ke saluran udara dapat menyebabkan kerusakan serius pada mesin, berpotensi mengganggu keselamatan penerbangan.



Gambar 5 Diagram Matriks Risiko Perawatan C 130 Hercules

Secara keseluruhan, pesawat C 130 Hercules memiliki risiko tertinggi pada pemeriksaan avionik dan risiko FOD di intake ($R = 12$, kategori High). Selain itu, pengisian bahan bakar dan pekerjaan di ketinggian juga termasuk kategori High. Oleh karena itu, pengendalian ketat harus difokuskan pada aspek listrik, kebersihan area intake, prosedur refuelling, serta keselamatan kerja di ketinggian. Untuk mengetahui tingkat risiko pada kegiatan pemeliharaan pesawat, dilakukan analisis menggunakan metode matriks risiko dengan mempertimbangkan dua parameter utama yaitu Severity (tingkat keparahan dampak) dan Likelihood (kemungkinan terjadinya). Nilai risiko diperoleh dari hasil perkalian antara nilai severity dan likelihood ($R = S \times L$). Hasil penilaian tersebut kemudian dipetakan ke dalam matriks risiko 5×5 yang terdiri dari tiga kategori utama yaitu Low Risk (rendah), Moderate Risk (sedang), dan High Risk (tinggi).

Analisis ini dilakukan terhadap beberapa aktivitas pemeliharaan pada berbagai jenis pesawat yang dioperasikan, yaitu CN-235, Airbus C-295, Boeing 737-300, dan C-130 Hercules. Setiap aktivitas pemeliharaan dievaluasi berdasarkan potensi bahaya yang dapat terjadi selama proses kerja, seperti pemeriksaan avionik, risiko Foreign Object Damage (FOD), pengisian bahan bakar, pekerjaan di ketinggian, hingga aktivitas engine ground run. Hasil pemetaan tingkat risiko tersebut kemudian disajikan dalam Gambar Matriks Risiko Gabungan Pemeliharaan Pesawat untuk memberikan gambaran visual mengenai distribusi tingkat risiko dari seluruh aktivitas pemeliharaan yang dianalisis.



Gambar 6 Diagram Matriks Risiko Gabungan

Berdasarkan matriks risiko pada gambar di atas, dapat diketahui bahwa beberapa aktivitas pemeliharaan berada pada kategori risiko tinggi (High Risk), terutama pada pekerjaan yang melibatkan pemeriksaan avionik, potensi FOD pada intake mesin, serta pekerjaan pada struktur pesawat seperti wing dan stabilizer pada pesawat C-130 Hercules. Aktivitas tersebut memiliki nilai risiko yang relatif tinggi karena kombinasi antara tingkat keparahan dampak yang besar dan kemungkinan terjadinya yang cukup signifikan. Selain itu, beberapa aktivitas lainnya seperti pengisian bahan bakar (refuelling) dan pekerjaan di ketinggian juga termasuk dalam kategori risiko tinggi hingga sedang karena berpotensi menimbulkan bahaya kebakaran, jatuh dari ketinggian, serta kecelakaan kerja lainnya apabila tidak dilakukan pengendalian yang memadai.

Sementara itu, aktivitas seperti pembersihan pesawat, ergonomi kerja pada ruang avionik, dan engine ground run berada pada kategori risiko sedang (Moderate Risk). Meskipun tingkat risikonya lebih rendah dibandingkan aktivitas lainnya, kegiatan tersebut tetap memerlukan penerapan prosedur keselamatan kerja, penggunaan alat pelindung diri (APD), serta pengawasan operasional yang konsisten untuk meminimalkan potensi kecelakaan kerja. Dengan demikian, pemetaan risiko melalui matriks ini dapat membantu dalam menentukan prioritas pengendalian risiko, sehingga tindakan

mitigasi dapat difokuskan pada aktivitas dengan tingkat risiko tertinggi guna meningkatkan keselamatan kerja dalam kegiatan pemeliharaan pesawat. Pembahasan

Pembahasan Risiko Pemeliharaan Berdasarkan Jenis Pesawat

1. CN-235

Pesawat CN-235 menunjukkan pola risiko yang cukup merata antara kategori High dan Moderate. Risiko tertinggi muncul pada:

- Pemeriksaan avionik (R=12): Bahaya sengatan listrik saat troubleshooting dengan power ON tanpa isolasi. Kontrol kritikal: prosedur LOTO, verifikasi nol energi, dan pelatihan teknisi avionik.
- Risiko FOD di intake (R=12): Potensi kerusakan mesin akibat benda asing. Kontrol teknis: intake cover, FOD walk, dan tool control
- Pengisian bahan bakar & pekerjaan di ketinggian (R=10): Risiko kebakaran dan jatuh dari fuselage. Engineering control: platform kerja dengan guardrail, SOP refuelling, dan APD lengkap.

Risiko Moderate seperti pembersihan pesawat (R=9) dan engine ground run (R=8) tetap signifikan, terutama jika kontrol administratif dan APD tidak konsisten.

2. Airbus C-295

Profil risiko Airbus C-295 sangat mirip dengan CN-235, namun dengan konfigurasi kabin dan avionik yang lebih kompleks:

- Pemeriksaan avionik (R=12) dan pengisian bahan bakar (R=10) menjadi prioritas pengendalian.
- Pekerjaan di ketinggian (R=10) juga menuntut platform kerja dan sistem izin kerja yang disiplin.
- Risiko Moderate seperti pembersihan pesawat (R=9) dan engine ground run (R=8) dapat ditekan dengan ventilasi lokal dan program konservasi pendengaran.

Perlu diperhatikan bahwa tata letak avionik dan akses kabin sempit meningkatkan potensi cedera ergonomis yang tidak tercatat eksplisit dalam tabel risiko.

3. Boeing 737-300

Pesawat ini memiliki profil risiko yang paling kompleks karena struktur besar dan sistem turbofan:

- Pemeriksaan avionik dan FOD intake (R=12) menjadi dua titik kritis. FOD sangat berisiko karena fan blade turbofan sangat sensitif terhadap benda asing.
- Pengisian bahan bakar dan pekerjaan di ketinggian (R=10) menuntut SOP ketat dan APD lengkap.
- Ergonomi kerja (R=9) menjadi isu penting karena ruang avionik sempit dan posisi kerja menjangkau area sulit.
- Engine ground run (R=8) tetap perlu pengendalian zona aman dan APD pendengaran.

Boeing 737-300 menunjukkan bahwa kombinasi struktur besar dan sistem kompleks meningkatkan eksposur teknisi terhadap bahaya multi-aspek.

4. C-130 Hercules

Pesawat ini menunjukkan risiko tertinggi secara absolut:

- a) Pekerjaan di wing & stabilizer (R=15): Severity 5 menunjukkan potensi fatal. Likelihood 3 mencerminkan frekuensi tinggi tanpa platform tetap. Kontrol kritikal: platform guardrail, full body harness, dan izin kerja.
- b) Engine run-up (R=12): Kebisingan ekstrem dari mesin turboprop besar. Engineering: acoustic barrier, exclusion zone, dan audiometri berkala.
- c) Membuka panel besar (R=12): Risiko tertimpa panel struktural. Engineering: hoist, crane, dan SOP pembukaan panel.

C-130 Hercules menuntut kontrol teknik yang lebih berat dan sistem kerja yang disiplin karena ukuran dan kompleksitas struktur.

Tabel 9 Rekomendasi Pengendalian Risiko Lengkap

No	Potensi Bahaya	Pesawat	Nilai Risiko (R)	Kategori	Pengendalian yang Direkomendasikan	Penanggung Jawab	Waktu Implementasi
1	Pemeriksaan avionik (sengatan listrik)	CN-235, C-295, B737, C-130	12	High	Engineering: Lockout-Tagout (LOTO), isolasi sistem. Administrative: SOP troubleshooting, izin kerja listrik. PPE: Sarung tangan isolasi, sepatu safety.	Teknisi Avionik + K3 Officer	Setiap pekerjaan listrik
2	Risiko FOD di intake	CN-235, B737	12	High	Engineering: Intake cover, pagar area kerja. Administrative: FOD walk, checklist alat. PPE: Safety shoes, gloves.	Teknisi Engine + K3 Officer	Sebelum & sesudah kerja
3	Pengisian bahan bakar (kebakaran/uap)	CN-235, C-295, B737, C-130	10	High	Engineering: Ventilasi, sistem pembuangan uap. Administrative: SOP refuelling, work permit. PPE: Respirator, sarung tangan, sepatu anti-slip.	Teknisi Fuel System + K3 Officer	Harian (saat refuelling)
4	Pekerjaan di ketinggian	CN-235, C-295, B737, C-130	10–15	High	Engineering: Platform kerja dengan guardrail, safety net. Administrative: SOP kerja di	Kepala Seksi Teknik + K3 Officer	Harian (sebelum pekerjaan)

No	Potensi Bahaya	Pesawat	Nilai Risiko (R)	Kategori	Pengendalian yang Direkomendasikan	Penanggung Jawab	Waktu Implementasi
					ketinggian, izin kerja, JSA. PPE: Full body harness, sepatu safety.		
5	Engine ground run (kebisingan ekstrem)	CN-235, C-295, B737, C-130	8–12	Moderate–High	Engineering: Acoustic barrier, exclusion zone. Administrative: Area terbatas, briefing kebisingan. PPE: Ear muff atau ear plug.	Kepala Seksi Uji Mesin + K3 Officer	Harian (saat engine run)
6	Pembersihan pesawat (paparan kimia)	CN-235, C-295	9	Moderate	Engineering: Ventilasi lokal. Administrative: SOP bahan kimia, MSDS tersedia. PPE: Sarung tangan tahan kimia, goggles, respirator.	Teknisi Struktur + K3 Officer	Harian (saat pembersihan)
7	Ergonomi kerja (cedera otot)	B737, C-130	9	Moderate	Engineering: Penataan ulang ruang kerja. Administrative: Penjadwalan kerja, SOP ergonomi. PPE: Sepatu safety, pelindung lutut.	Kepala Seksi Perawatan + K3 Officer	Harian (kerja ruang sempit)

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis potensi bahaya pada pekerjaan pemeliharaan tingkat sedang di Skadron Teknik 021, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Potensi bahaya utama meliputi jatuh dari ketinggian saat bekerja di wing atau fuselage pesawat CN-235, Airbus C-295, Boeing 737-300, dan C-130 Hercules, risiko FOD pada intake mesin, kebisingan ekstrem saat engine ground run, sengatan listrik ketika pemeriksaan sistem avionik, paparan bahan kimia saat pembersihan pesawat, serta cedera otot akibat posisi kerja yang tidak ergonomis. Bahaya tersebut memiliki tingkat risiko mulai dari Moderate hingga High dengan dominasi pada kategori High.
2. Hasil penilaian risiko menggunakan metode Likelihood dan Severity menunjukkan bahwa pemeriksaan avionik dan risiko FOD intake memiliki nilai risiko tertinggi dengan R=12 kategori High, diikuti dengan pengisian bahan bakar dan pekerjaan di ketinggian dengan R=10 kategori

High. Risiko Moderate ditemukan pada pembersihan pesawat dengan R=9, ergonomi kerja dengan R=9, serta engine ground run dengan R=8.

3. Pengendalian risiko yang direkomendasikan mengikuti hierarki pengendalian yaitu Engineering Control berupa platform kerja dengan guardrail, intake cover, ventilasi lokal, dan acoustic barrier, Administrative Control berupa SOP, Job Safety Analysis, izin kerja, safety briefing, serta inspeksi area kerja, dan penggunaan APD berupa full body harness, helm keselamatan, sarung tangan, sepatu anti-slip, ear muff, goggles, dan respirator. Penerapan pengendalian secara konsisten akan mendukung terwujudnya Lambangja (Keselamatan Penerbangan dan Kerja) serta memperkuat Safety Culture di Skadron Teknik 021.

Daftar Pustaka

- Bandura, A. 1986. *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory*. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey
- Guldenmund, F. W. 2010. *Understanding and Exploring Safety culture*. Uitgeverij BOXPress. Oisterwijk
- Mobley. 2013. *Maintenance Engineering Handbook*. Mcgraw-hill. USA
- Ramli, S. 2010. *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Dian Rakyat, Jakarta.
- Satoto, Handy Febri. 2020. “Perspektif Safety Leadership Dalam Peningkatan Kinerja Keselamatan Kerja.” *Heuristic* 17(1): 55–66.
- Slamet 2015. *Belajar dan Faktor Faktor yang mempengaruhi*. Rineka Cipta. Jakarta
- Saraswati H. Modul K3 Bioteknologi: Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control (HIRADC). Jakarta: Universitas Esa Unggul; 2020.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI IEC/ISO 31010:2016 (Manajemen Risiko Teknik Penilaian Risiko). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional; 2016.
- Peraturan Pemerintah No. 50 tahun 2012. tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
- Gunawan, F.A., Lestari, F., Subekti, A., & Somad, I. (2016). *Manajemen Keselamatan Operasi*. Bandung: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Kuswana, W.S. (2014). *Ergonomi dan K3*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Sucipto, C.D. (2014). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.