



# ANALISIS POTENSI RISIKO KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA (K3) DENGAN METODE HIRARC PADA AREA NONDESTRUCTIVE TESTING (NDT) DI WORKSHOP GMF AEROASIA

Zaidan Irfan A.F.R<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia  
Email: [zaidanirfan.22018@mhs.unesa.ac.id](mailto:zaidanirfan.22018@mhs.unesa.ac.id)

## Abstract

*Occupational Safety and Health (OSH) is a crucial aspect of the aviation industry, which is characterized by a high level of occupational risk and complex operational activities. One of the high-risk work areas at PT Garuda Maintenance Facility (GMF) AeroAsia is the Non-Destructive Testing (NDT) division, where employees are exposed to hazardous chemicals, radiation, and high-voltage equipment. This study aims to analyze occupational safety and health risks in the NDT area using the Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) method. The research employed a descriptive qualitative approach through field observations, interviews with NDT technicians and OSH personnel, and a review of the company's existing Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA) documents. The findings indicate that HIRA procedures have been implemented; however, several shortcomings remain, including outdated hazard identification records, limited technicians' understanding of HIRA documentation, and insufficient worker involvement in the risk assessment process. In addition, risk control measures are still primarily focused on the use of personal protective equipment (PPE) without fully implementing the hierarchy of controls. This study recommends strengthening HIRA-based OSH training, conducting regular updates of risk assessment documents, and increasing worker participation in hazard identification and risk assessment activities. The findings are expected to contribute to the improvement of the occupational safety and health management system within the Non-Destructive Testing (NDT) work environment at PT Garuda Maintenance Facility (GMF) AeroAsia.*

**Keywords:** Occupational Safety and Health (OSH), HIRARC, Non-Destructive Testing (NDT).

## Abstrak

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan elemen penting dalam industri penerbangan yang memiliki tingkat risiko tinggi. Salah satu area kerja berisiko di PT Garuda Maintenance Facility (GMF) AeroAsia adalah Non-Destructive Testing (NDT), yang melibatkan paparan bahan kimia, radiasi, dan peralatan bertegangan tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi risiko K3 di area NDT menggunakan metode HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control). Metode yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kualitatif melalui observasi lapangan, wawancara dengan teknisi NDT dan petugas K3, serta telaah dokumen HIRA yang berlaku. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan prosedur HIRA telah dilakukan, namun masih terdapat beberapa kelemahan, antara lain belum diperbaruinya data identifikasi bahaya, rendahnya pemahaman teknisi terhadap dokumen HIRA, serta kurangnya keterlibatan pekerja dalam proses penilaian risiko. Selain itu, pengendalian risiko masih dominan berfokus pada penggunaan alat pelindung diri (APD), tanpa menerapkan hierarki pengendalian secara menyeluruh. Penelitian ini merekomendasikan penguatan pelatihan K3 berbasis HIRA, pembaruan rutin dokumen risiko, dan peningkatan partisipasi pekerja dalam proses identifikasi bahaya. Evaluasi ini diharapkan dapat menjadi dasar perbaikan sistem manajemen K3 di lingkungan kerja NDT GMF AeroAsia.

**Kata Kunci:** Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), HIRARC, Pengujian Tanpa Merusak (NDT).



## PENDAHULUAN

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan aspek yang sangat penting dalam setiap kegiatan industri, terutama pada industri penerbangan yang memiliki tingkat risiko kerja tinggi serta kompleksitas operasional yang besar. Setiap aktivitas dalam sektor ini melibatkan penggunaan teknologi canggih, bahan kimia berbahaya, energi bertegangan tinggi, serta pengawasan mutu dan keselamatan yang ketat. Oleh karena itu, diperlukan penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) yang komprehensif guna meminimalkan potensi kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja.

PT Garuda Maintenance Facility (GMF) AeroAsia merupakan perusahaan yang bergerak di bidang *Maintenance, Repair, and Overhaul* (MRO) pesawat udara dan dikenal sebagai salah satu fasilitas MRO terbesar di Asia Tenggara. Dalam menjalankan operasionalnya, GMF AeroAsia memiliki berbagai divisi teknis, salah satunya adalah divisi *Non-Destructive Testing* (NDT). NDT merupakan metode inspeksi komponen pesawat yang dilakukan tanpa merusak struktur material, dengan tujuan mendeteksi keretakan, kelelahan logam (*fatigue*), korosi, maupun cacat lainnya yang tidak dapat diidentifikasi melalui pemeriksaan visual.

Meskipun memiliki peran yang sangat penting dalam menjamin kelaikan pesawat, aktivitas kerja di area NDT juga memiliki berbagai potensi bahaya. Beberapa proses inspeksi melibatkan paparan sinar ultraviolet (UV), radiasi pengion seperti sinar-X dan sinar gamma, penggunaan bahan kimia berbahaya, pekerjaan di ruang terbatas (*confined space*), serta pengoperasian peralatan listrik bertegangan tinggi. Potensi bahaya tersebut dapat menimbulkan kecelakaan kerja, gangguan kesehatan baik akut maupun kronis, serta kerugian operasional apabila tidak dikelola secara efektif.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengelola potensi bahaya tersebut adalah **HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control)**. Metode ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko berdasarkan kemungkinan terjadinya (*likelihood*) dan tingkat keparahan dampak (*severity*), serta menentukan langkah-langkah pengendalian risiko yang tepat. Penerapan HIRARC secara efektif diharapkan mampu menciptakan lingkungan kerja yang aman, sehat, dan produktif, sekaligus mendukung pemenuhan standar internasional, seperti ISO 45001:2018

tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

Meskipun PT Garuda Maintenance Facility (GMF) AeroAsia telah menerapkan prosedur HIRA pada area NDT, dalam pelaksanaannya masih terdapat beberapa kendala. Beberapa di antaranya adalah belum dilakukannya pembaruan dokumen identifikasi risiko secara berkala, rendahnya pemahaman teknisi terhadap isi dokumen HIRA, serta pengendalian risiko yang masih didominasi oleh penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) tanpa didukung penerapan hierarki pengendalian secara menyeluruh. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa efektivitas penerapan HIRARC masih perlu dievaluasi agar seluruh potensi bahaya dapat teridentifikasi dan dikendalikan secara optimal.

Berdasarkan uraian tersebut, perlu dilakukan evaluasi terhadap penerapan metode HIRARC pada divisi Non-Destructive Testing (NDT) PT Garuda Maintenance Facility (GMF) AeroAsia. Evaluasi ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai efektivitas penerapan HIRARC, mengidentifikasi kekurangan dalam pengendalian risiko, serta memberikan rekomendasi perbaikan untuk meningkatkan sistem manajemen K3 di lingkungan kerja NDT.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan suatu upaya sistematis yang bertujuan untuk melindungi tenaga kerja dari risiko kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja, serta menciptakan lingkungan kerja yang aman, sehat, dan produktif. Penerapan K3 tidak hanya berfungsi sebagai bentuk perlindungan terhadap pekerja, tetapi juga sebagai strategi perusahaan dalam meningkatkan produktivitas, efisiensi operasional, serta keberlangsungan usaha.

Menurut Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja, setiap tempat kerja wajib menjamin keselamatan tenaga kerja dan orang lain yang berada di lingkungan kerja melalui penerapan berbagai tindakan pencegahan terhadap potensi bahaya. Selain itu, berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3), setiap perusahaan yang memiliki tingkat risiko tinggi diwajibkan menerapkan sistem manajemen K3 secara terpadu.



Dalam industri penerbangan, penerapan K3 memiliki peran yang sangat penting karena aktivitas operasional melibatkan teknologi berisiko tinggi, bahan kimia berbahaya, energi listrik, tekanan tinggi, hingga paparan radiasi. Oleh karena itu, seluruh aktivitas kerja harus dilaksanakan sesuai prosedur keselamatan untuk meminimalkan kemungkinan terjadinya kecelakaan maupun kerusakan peralatan.

### **Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3)**

Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) merupakan bagian dari sistem manajemen perusahaan yang digunakan untuk mengendalikan risiko yang berkaitan dengan aktivitas kerja. SMK3 mencakup kebijakan, perencanaan, implementasi, evaluasi, serta tindakan perbaikan secara berkelanjutan dalam rangka meningkatkan kinerja keselamatan kerja.

Penerapan SMK3 bertujuan untuk menciptakan tempat kerja yang aman, efisien, dan produktif melalui pengendalian potensi bahaya secara sistematis. Dalam implementasinya, SMK3 menekankan pentingnya identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta pengendalian risiko yang dilakukan secara berkesinambungan.

### **ISO 45001:2018**

ISO 45001:2018 merupakan standar internasional mengenai Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja yang diterbitkan oleh International Organization for Standardization (ISO). Standar ini menggantikan OHSAS 18001 dan dirancang untuk membantu organisasi dalam mengurangi risiko kecelakaan kerja, meningkatkan kesehatan pekerja, serta menciptakan budaya keselamatan yang berkelanjutan.

ISO 45001 menggunakan pendekatan *risk-based thinking* sehingga organisasi dituntut untuk mengidentifikasi seluruh potensi bahaya, mengevaluasi tingkat risiko, dan menetapkan pengendalian yang efektif. Siklus penerapan standar ini mengikuti konsep *Plan-Do-Check-Act (PDCA)* sehingga perbaikan sistem dilakukan secara terus-menerus.

### **Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC)**

Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) merupakan metode yang digunakan

untuk mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko, dan menentukan tindakan pengendalian yang sesuai terhadap setiap aktivitas kerja.

HIRARC terdiri atas tiga tahapan utama, yaitu:

1. **Hazard Identification (Identifikasi Bahaya)**, yaitu proses mengenali seluruh sumber bahaya yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja maupun penyakit akibat kerja.
2. **Risk Assessment (Penilaian Risiko)**, yaitu proses menentukan tingkat risiko berdasarkan kemungkinan terjadinya bahaya (*likelihood*) dan tingkat keparahan dampaknya (*severity*).
3. **Risk Control (Pengendalian Risiko)**, yaitu penentuan tindakan pengendalian untuk mengurangi tingkat risiko hingga mencapai tingkat yang dapat diterima.

Metode HIRARC banyak digunakan pada industri manufaktur, pertambangan, migas, maupun industri penerbangan karena mampu memberikan gambaran prioritas risiko sehingga perusahaan dapat menentukan tindakan pengendalian secara efektif.

### **Hierarki Pengendalian Risiko**

Pengendalian risiko dalam HIRARC dilakukan berdasarkan hierarki pengendalian yang bertujuan mengurangi risiko dari sumbernya. Menurut ISO 45001:2018, urutan hierarki pengendalian terdiri atas:

1. Eliminasi, yaitu menghilangkan sumber bahaya sepenuhnya.
2. Substitusi, yaitu mengganti proses, bahan, atau peralatan yang lebih aman.
3. Rekayasa teknik (*engineering control*), yaitu memisahkan pekerja dari sumber bahaya melalui modifikasi teknis.
4. Pengendalian administratif (*administrative control*), yaitu penerapan prosedur kerja, pelatihan, izin kerja, inspeksi, dan pembatasan waktu paparan.
5. Alat Pelindung Diri (APD), yaitu perlindungan terakhir apabila pengendalian lain belum mampu menghilangkan risiko.

Hierarki ini menunjukkan bahwa penggunaan APD bukan merupakan pengendalian utama, melainkan pilihan terakhir setelah pengendalian yang lebih efektif telah diterapkan.



### Non-Destructive Testing (NDT)

Non-Destructive Testing (NDT) merupakan metode inspeksi yang digunakan untuk mengetahui kondisi material atau komponen tanpa merusak bentuk maupun fungsi komponen tersebut. Pada industri penerbangan, NDT memiliki peran penting dalam menjamin kelaikan pesawat karena mampu mendeteksi retakan, korosi, porositas, maupun cacat material yang tidak dapat diamati secara visual.

Metode NDT yang umum digunakan meliputi Visual Testing (VT), Liquid Penetrant Testing (PT), Magnetic Particle Testing (MT), Ultrasonic Testing (UT), Eddy Current Testing (ET), dan Radiographic Testing (RT).

### Penetrant Testing (PT)

Penetrant Testing (PT) merupakan metode inspeksi NDT yang digunakan untuk mendeteksi cacat pada permukaan material dengan memanfaatkan cairan penetran yang mampu masuk ke dalam retakan halus melalui aksi kapiler. Setelah cairan penetran dibersihkan, digunakan *developer* untuk menarik kembali penetran sehingga cacat dapat terlihat dengan jelas.

Metode ini banyak digunakan pada material non-ferromagnetik seperti aluminium yang banyak digunakan pada struktur pesawat udara. Risiko kerja pada proses PT meliputi paparan bahan kimia, uap pelarut organik, iritasi kulit, iritasi mata akibat sinar ultraviolet, serta potensi kebakaran akibat bahan yang mudah terbakar.

### Magnetic Particle Testing (MT)

Magnetic Particle Testing (MT) merupakan metode inspeksi yang digunakan untuk mendeteksi cacat permukaan maupun bawah permukaan pada material ferromagnetik. Pemeriksaan dilakukan dengan memberikan medan magnet pada benda uji kemudian menaburkan partikel magnetik sehingga cacat akan terlihat melalui pola akumulasi partikel.

Aktivitas MT memiliki beberapa potensi bahaya, antara lain paparan medan magnet, penggunaan bahan kimia, risiko sengatan listrik dari peralatan magnetisasi, serta cedera ergonomi akibat pengangkatan komponen yang berukuran besar.

### Potensi Bahaya pada Area Non-Destructive Testing (NDT)

Area NDT memiliki berbagai potensi bahaya yang memerlukan pengendalian secara sistematis. Potensi bahaya tersebut antara lain:

- Paparan sinar ultraviolet pada proses Fluorescent Penetrant Inspection.
- Paparan radiasi sinar-X atau gamma pada Radiographic Testing.
- Paparan bahan kimia berupa penetran, developer, cleaner, dan solvent.
- Bahaya kebakaran akibat bahan kimia mudah terbakar.
- Bahaya listrik dari penggunaan peralatan inspeksi.
- Risiko ergonomi akibat posisi kerja yang tidak ergonomis.
- Bahaya bekerja di ruang terbatas (*confined space*).
- Risiko terpeleset akibat tumpahan bahan kimia.

Apabila tidak dikendalikan dengan baik, potensi bahaya tersebut dapat menyebabkan kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja, kerusakan peralatan, hingga terganggunya operasional perusahaan.

### Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai penerapan metode HIRARC telah banyak dilakukan pada berbagai sektor industri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode HIRARC efektif dalam mengidentifikasi potensi bahaya, menentukan tingkat risiko, serta memberikan rekomendasi pengendalian yang sesuai dengan hierarki pengendalian risiko.

Pada industri penerbangan, penerapan HIRARC membantu perusahaan dalam mengurangi risiko kecelakaan kerja melalui identifikasi bahaya pada aktivitas inspeksi, pemeliharaan pesawat, penggunaan bahan kimia, pekerjaan pada ketinggian, maupun aktivitas yang melibatkan radiasi. Oleh karena itu, evaluasi penerapan HIRARC pada Divisi Non-Destructive Testing (NDT) PT Garuda Maintenance Facility (GMF) AeroAsia menjadi penting untuk memastikan bahwa seluruh potensi bahaya telah diidentifikasi dan dikendalikan secara optimal.

### Kerangka Pemikiran

Aktivitas kerja pada Divisi Non-Destructive Testing (NDT) PT Garuda Maintenance Facility (GMF) AeroAsia memiliki berbagai potensi bahaya yang berasal dari



penggunaan bahan kimia, radiasi, sinar ultraviolet, peralatan listrik, serta kondisi lingkungan kerja. Potensi bahaya tersebut diidentifikasi menggunakan metode HIRARC, kemudian dilakukan penilaian tingkat risiko berdasarkan nilai *likelihood* dan *severity*. Selanjutnya ditentukan tindakan pengendalian sesuai hierarki pengendalian risiko untuk menurunkan tingkat risiko hingga berada pada kategori yang dapat diterima. Hasil evaluasi ini diharapkan mampu memberikan rekomendasi perbaikan dalam penerapan sistem manajemen K3 sehingga tercipta lingkungan kerja yang lebih aman, sehat, dan produktif.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Pendekatan ini bertujuan untuk memberikan gambaran secara sistematis mengenai kondisi keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada Divisi *Non-Destructive Testing* (NDT) PT Garuda Maintenance Facility (GMF) AeroAsia. Melalui pendekatan deskriptif kualitatif, peneliti dapat memahami secara langsung aktivitas kerja, potensi bahaya, serta penerapan sistem pengendalian risiko di lingkungan kerja tanpa melakukan manipulasi terhadap objek penelitian. Fokus penelitian diarahkan pada evaluasi penerapan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) dalam mengidentifikasi dan mengendalikan potensi bahaya yang terdapat pada proses kerja di area NDT.

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa teknik, yaitu observasi, wawancara, studi dokumentasi, dan dokumentasi visual. Observasi dilakukan secara langsung terhadap aktivitas kerja, penggunaan alat pelindung diri (APD), kondisi fasilitas, serta kepatuhan pekerja terhadap prosedur keselamatan kerja. Wawancara dilakukan secara terbuka dengan teknisi maupun personel yang bertanggung jawab terhadap aspek keselamatan kerja untuk memperoleh informasi mengenai potensi bahaya dan penerapan pengendalian risiko. Selain itu, peneliti mempelajari dokumen perusahaan seperti formulir HIRA, prosedur operasi standar (SOP), data inspeksi keselamatan, serta dokumentasi berupa foto sebagai data pendukung dalam proses analisis.

Objek penelitian difokuskan pada aktivitas kerja di Divisi *Non-Destructive Testing* (NDT), khususnya proses *Penetrant Testing* (PT) dan *Magnetic Particle Testing*

(MT). Pengamatan dilakukan terhadap berbagai aspek yang berpotensi menimbulkan risiko keselamatan dan kesehatan kerja, seperti penggunaan bahan kimia, paparan sinar ultraviolet, penggunaan peralatan listrik, kondisi ventilasi, tata letak area kerja, ketersediaan rambu keselamatan, kelayakan alat pelindung diri, serta sistem pelaporan bahaya. Seluruh data yang diperoleh digunakan untuk memberikan gambaran mengenai kondisi aktual penerapan K3 pada area kerja tersebut.

Analisis data dilakukan menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC). Tahap pertama adalah melakukan identifikasi seluruh potensi bahaya yang terdapat pada setiap aktivitas kerja. Selanjutnya dilakukan penilaian risiko berdasarkan dua parameter utama, yaitu kemungkinan terjadinya risiko (*likelihood*) dan tingkat keparahan dampak (*severity*). Hasil penilaian tersebut kemudian digunakan untuk menentukan tingkat risiko dan menetapkan prioritas pengendalian. Tahap terakhir adalah menyusun rekomendasi pengendalian berdasarkan hierarki pengendalian risiko yang meliputi eliminasi, substitusi, rekayasa teknik (*engineering control*), pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri (APD).

Melalui tahapan penelitian tersebut diharapkan diperoleh identifikasi potensi bahaya secara komprehensif, penilaian tingkat risiko yang objektif, serta rekomendasi pengendalian yang sesuai dengan kondisi aktual di Divisi *Non-Destructive Testing* (NDT) PT Garuda Maintenance Facility (GMF) AeroAsia. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi perusahaan dalam meningkatkan efektivitas penerapan HIRARC dan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja, sekaligus memberikan pengalaman praktis bagi peneliti dalam menerapkan konsep K3 pada lingkungan industri penerbangan.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan analisis menggunakan metode **Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC)**, ditemukan berbagai potensi bahaya pada area kerja Divisi *Non-Destructive Testing* (NDT) PT Garuda Maintenance Facility (GMF) AeroAsia. Identifikasi bahaya dilakukan pada beberapa area utama, yaitu *Fluorescent Penetrant Inspection* (FPI), *Magnetic Particle Inspection* (MPI), *Tool Storage, Incoming & In-Progress Storage, Outgoing Area,*



serta penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). Hasil identifikasi menunjukkan bahwa sebagian besar potensi bahaya berasal dari kondisi lingkungan kerja, penggunaan bahan kimia, tata letak fasilitas, serta belum optimalnya penerapan pengendalian keselamatan kerja.



**Gambar 1.** Area Fluorescent Penetrant Inspection (FPI)

Pada area **Fluorescent Penetrant Inspection (FPI)** ditemukan beberapa kondisi yang berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Sistem ventilasi belum mampu menghisap uap bahan kimia secara optimal karena hanya tersedia satu saluran *exhaust*. Selain itu, tirai pelindung tidak menutup hingga ke lantai sehingga cahaya ultraviolet masih dapat keluar dari area inspeksi. Tidak tersedianya rambu keselamatan mengenai penggunaan APD, bahaya sinar UV, maupun zona bahan kimia juga berpotensi menyebabkan pekerja kurang menyadari risiko yang ada. Berdasarkan hasil penilaian HIRARC, kondisi tersebut termasuk dalam kategori risiko sedang hingga tinggi sehingga memerlukan tindakan pengendalian secara teknis maupun administratif.



**Gambar 2.** Area Magnetic Particle Inspection (MPI)

Hasil pengamatan pada area **Magnetic Particle Inspection (MPI)** menunjukkan adanya potensi bahaya berupa paparan medan magnet, partikel magnetik, dan uap bahan kimia yang digunakan selama proses inspeksi. Tidak

tersedianya *local exhaust ventilation* menyebabkan uap kimia berpotensi terakumulasi di dalam ruangan sehingga meningkatkan risiko gangguan pernapasan. Selain itu, penataan area kerja yang kurang ergonomis dan sempit menyebabkan jalur evakuasi tidak memenuhi standar sehingga dapat menghambat proses evakuasi apabila terjadi keadaan darurat. Berdasarkan matriks HIRARC, kondisi ini memiliki tingkat risiko sedang dan memerlukan perbaikan tata letak serta sistem ventilasi.

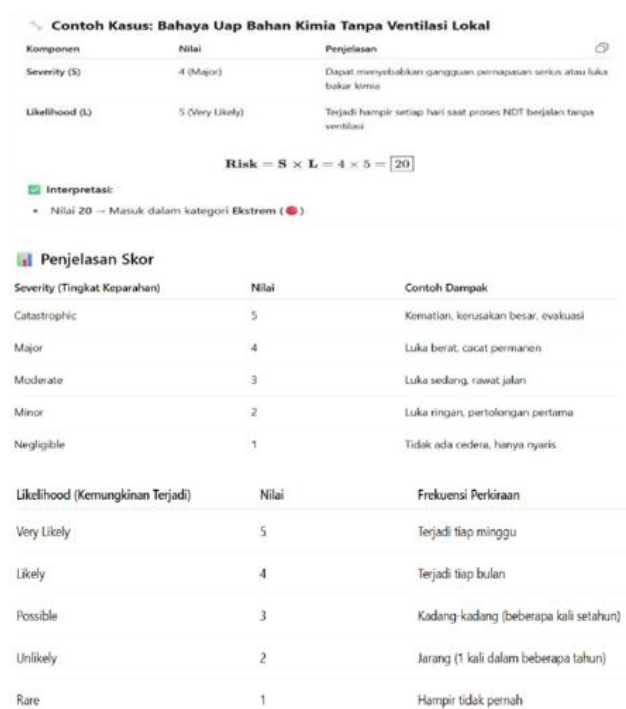
Pada area **Tool Storage**, hasil observasi menunjukkan bahwa pengelolaan peralatan kerja masih perlu ditingkatkan. Beberapa laci penyimpanan dibiarkan terbuka setelah digunakan, kabel listrik tidak tertata dengan baik, serta belum tersedia label maupun prosedur visual yang jelas pada setiap rak penyimpanan. Kondisi tersebut meningkatkan risiko pekerja tersandung, terbentur, maupun menggunakan peralatan yang tidak sesuai. Selain berdampak terhadap keselamatan kerja, kondisi ini juga dapat menurunkan efisiensi proses kerja karena waktu pencarian alat menjadi lebih lama.

Sementara itu, pada area **Incoming & In-Progress Storage** dan **Outgoing Area** ditemukan beberapa potensi bahaya yang berkaitan dengan sistem penyimpanan komponen. Rak penyimpanan belum dilengkapi penahan samping sehingga komponen berpotensi jatuh ketika dipindahkan. Label penyimpanan juga belum tersusun secara sistematis sehingga menyulitkan identifikasi komponen. Di area **Outgoing**, komponen masih disimpan pada *pallet* terbuka tanpa pengaman, sedangkan beberapa *tray* logam diletakkan langsung di lantai sehingga meningkatkan risiko pekerja tersandung. Selain itu, kedekatan area penyimpanan dengan mesin pemanas juga berpotensi menimbulkan risiko luka bakar apabila tidak diberikan pembatas yang memadai.

Hasil evaluasi terhadap penggunaan **Alat Pelindung Diri (APD)** menunjukkan bahwa perusahaan telah menyediakan APD bagi pekerja, namun implementasinya masih memiliki beberapa kekurangan. Beberapa APD ditemukan dalam kondisi kurang layak, tidak tersedia sistem pencatatan penggunaan maupun inspeksi berkala, serta belum terdapat prosedur sterilisasi untuk APD yang digunakan secara bergantian. Selain itu, pelatihan mengenai penggunaan dan pemeliharaan APD masih perlu ditingkatkan agar seluruh pekerja memahami pentingnya penggunaan APD sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukan.



Berdasarkan hasil penilaian menggunakan matriks HIRARC, sebagian besar potensi bahaya yang ditemukan berada pada kategori **risiko sedang (medium risk)** dan beberapa termasuk dalam kategori **risiko tinggi (high risk)**. Risiko tinggi terutama berasal dari paparan bahan kimia, sinar ultraviolet, ventilasi yang kurang memadai, serta kondisi penyimpanan material yang belum memenuhi prinsip keselamatan kerja. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengendalian risiko yang diterapkan masih didominasi oleh penggunaan APD, sedangkan penerapan pengendalian yang lebih efektif seperti rekayasa teknik (*engineering control*) dan pengendalian administratif belum dilaksanakan secara optimal sesuai dengan hierarki pengendalian risiko.



**Gambar 3.** Metode HIRARC

Berdasarkan keseluruhan hasil penelitian, penerapan metode HIRARC terbukti mampu mengidentifikasi berbagai potensi bahaya yang sebelumnya belum terdokumentasi secara menyeluruh pada area kerja NDT. Rekomendasi perbaikan yang dihasilkan meliputi penambahan sistem *local exhaust ventilation*, pemasangan rambu keselamatan sesuai standar, penerapan program 5R (*Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin*), perbaikan tata letak area kerja, pengelolaan penyimpanan material yang lebih aman, serta peningkatan pelatihan dan pengawasan penggunaan APD. Implementasi rekomendasi tersebut

diharapkan mampu menurunkan tingkat risiko kecelakaan kerja, meningkatkan efektivitas sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja, serta mendukung terciptanya lingkungan kerja yang lebih aman, sehat, dan produktif di Divisi *Non-Destructive Testing* PT Garuda Maintenance Facility (GMF) AeroAsia.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan (PKL) serta analisis menggunakan metode **Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC)** pada Divisi *Non-Destructive Testing* (NDT) PT Garuda Maintenance Facility (GMF) AeroAsia, dapat disimpulkan bahwa penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) telah menjadi bagian penting dalam aktivitas operasional perusahaan. Hal ini ditunjukkan dengan adanya prosedur HIRA, penggunaan alat pelindung diri (APD), serta penerapan standar operasional kerja yang bertujuan untuk meminimalkan risiko kecelakaan kerja pada proses inspeksi komponen pesawat.

Hasil identifikasi bahaya menunjukkan bahwa aktivitas di area *Fluorescent Penetrant Inspection* (FPI) dan *Magnetic Particle Inspection* (MPI) memiliki tingkat risiko yang relatif tinggi. Potensi bahaya berasal dari paparan bahan kimia, sinar ultraviolet, medan magnet, penggunaan peralatan listrik, ventilasi yang kurang memadai, serta tata letak area kerja yang belum sepenuhnya memenuhi prinsip ergonomi dan keselamatan kerja. Selain itu, beberapa area penyimpanan peralatan dan komponen masih memiliki potensi bahaya berupa risiko tersandung, tertimpa material, maupun terhambatnya jalur evakuasi saat kondisi darurat.

Berdasarkan hasil penilaian risiko menggunakan metode HIRARC, sebagian besar potensi bahaya berada pada kategori risiko sedang hingga tinggi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa beberapa pengendalian yang telah diterapkan masih belum mampu menurunkan tingkat risiko secara optimal. Pengendalian yang dilakukan masih didominasi oleh penggunaan APD sebagai lapisan perlindungan terakhir, sedangkan penerapan rekayasa teknik (*engineering control*), pengendalian administratif, serta perbaikan desain lingkungan kerja masih memerlukan peningkatan sesuai dengan prinsip hierarki pengendalian risiko.

Evaluasi terhadap implementasi HIRA juga menunjukkan bahwa proses identifikasi bahaya dan pembaruan dokumen risiko belum dilakukan secara



konsisten. Beberapa potensi bahaya yang ditemukan di lapangan belum sepenuhnya tercantum dalam dokumen HIRA, sehingga diperlukan evaluasi berkala agar dokumen tersebut selalu sesuai dengan kondisi operasional yang sebenarnya. Selain itu, peningkatan sosialisasi, pelatihan K3, dan pemahaman pekerja mengenai pentingnya identifikasi bahaya perlu dilakukan untuk membangun budaya keselamatan kerja yang lebih proaktif dan berkelanjutan.

Berdasarkan hasil analisis, diperlukan beberapa upaya perbaikan untuk meningkatkan efektivitas penerapan sistem manajemen K3 di area NDT. Perbaikan tersebut meliputi penambahan sistem ventilasi lokal (*local exhaust ventilation*), penataan ulang tata letak area kerja agar lebih ergonomis, pemasangan rambu keselamatan sesuai standar, penerapan program 5R, peningkatan pengelolaan APD, serta evaluasi rutin terhadap dokumen HIRA. Implementasi rekomendasi tersebut diharapkan dapat mengurangi tingkat risiko kecelakaan kerja sekaligus meningkatkan keamanan, kenyamanan, dan produktivitas pekerja.

Secara keseluruhan, penerapan metode HIRARC dalam penelitian ini terbukti efektif untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, serta menentukan langkah pengendalian yang sesuai pada Divisi *Non-Destructive Testing* PT Garuda Maintenance Facility (GMF) AeroAsia. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi perusahaan dalam menyempurnakan penerapan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja, sekaligus menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya mengenai pengelolaan risiko K3 pada industri pemeliharaan pesawat udara.

#### DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Nondestructive Testing. (2016). *Nondestructive testing handbook* (Vols. 1–3). ASNT.
- Badan Standardisasi Nasional. (2018). SNI ISO 9712:2014: *Pengujian tidak merusak—Kualifikasi dan sertifikasi personel NDT*. Badan Standardisasi Nasional.
- GMF AeroAsia. (2023). *Company profile & safety management system*. PT Garuda Maintenance Facility AeroAsia Tbk.
- GMF AeroAsia. (2024). *Standard operating procedure: Non-destructive testing department*. PT Garuda Maintenance Facility AeroAsia Tbk.
- Hariyanto, D., & Sumarsono, H. (2020). Analisis risiko pekerjaan pada proses NDT menggunakan metode

- HIRARC. *Jurnal Keselamatan dan Kesehatan Kerja*, 9(2), 115–123. <https://doi.org/10.25039/jk3.v9i2.1234>
- International Atomic Energy Agency. (2016). *Training guidelines for radiographic testing at Level 2* (IAEA Human Health Series No. 21). IAEA.
- Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (2018). *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja*.
- Occupational Safety and Health Administration. (2010). *Occupational safety and health standards*. U.S. Department of Labor. <https://www.osha.gov>
- Sutrisno, B. (2021). Evaluasi penerapan K3 pada pengujian non-destruktif menggunakan zat kimia. *Jurnal Teknik Industri dan K3*, 12(1), 25–34.
- Zulkarnain, H., & Prasetyo, A. (2022). Penerapan prosedur inspeksi PT dan MT dalam pemeliharaan komponen pesawat. *Jurnal Teknologi Dirgantara*, 18(1), 45–53.