

ANALISIS K3 PADA MESIN CNC MILLING HORIZONTAL TOPPER HA – 630 MENGUNAKAN METODE HIRARC

Adith Junianda ^{*}, Budi Baharudin ^{1*} and Domi Kamsyah ^{2*}

* Politeknik Negeri Batam
Program Studi Teknik
Mesin

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

¹E-mail: adithjunianda34@gmail.com

ABSTRAK

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan faktor krusial dalam industri manufaktur untuk meminimalisir risiko kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bahaya, melakukan penilaian risiko, dan menentukan langkah pengendalian risiko pada pengoperasian mesin CNC Milling Horizontal Topper HA – 630. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC). Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara, dan tinjauan dokumen keselamatan perusahaan. Hasil penelitian menunjukkan adanya beberapa potensi bahaya utama, di antaranya adalah terkena ujung endmill yang tajam, terkena serpihan chip panas, terkena paparan cairan kimia pada coolant. Berdasarkan penilaian risiko, ditemukan tingkatan risiko mulai dari kategori rendah (low), sedang (medium), tinggi (high), hingga yang paling parah dapat menyebabkan kematian (extreme). Langkah pengendalian yang diusulkan meliputi pengendalian teknik seperti pemasangan interlock, pengendalian administratif melalui pelatihan SOP secara berkala, serta penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) yang sesuai standar.

Kata kunci: Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), CNC Milling, HIRARC.

Occupational Health and Safety (OHS) is a crucial factor in the manufacturing industry to minimize the risk of workplace accidents and occupational diseases. This study aims to identify hazards, conduct risk assessments, and determine risk control measures in the operation of CNC Milling Horizontal Topper HA – 630. The method employed in this research is Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC). Data were collected through field observations, interviews, and a review of the company's safety documents. The results indicated several primary potential hazards, including contact with sharp endmill edges, exposure to hot metal chips (swarf), and chemical exposure from coolant fluids. Based on the risk assessment, risk levels were identified ranging from low, medium, and high to extreme categories, the latter of which can lead to fatalities. Proposed control measures include engineering controls such as the installation of interlocks, administrative controls through regular SOP training, and the mandatory use of standardized Personal Protective Equipment (PPE).

Keywords: Occupational Safety and Health (OSH), CNC Milling, HIRARC.

PENDAHULUAN

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) termasuk aspek krusial dalam industri manufaktur karena berkaitan langsung dengan perlindungan tenaga kerja, kelancaran proses produksi, dan pencegahan kerugian perusahaan akibat kecelakaan kerja. Lingkungan kerja manufaktur yang melibatkan mesin berputar, alat potong, material logam, serta aktivitas setting program memiliki tingkat potensi bahaya yang tinggi sehingga memerlukan pengelolaan risiko yang sistematis. Penerapan K3 yang baik tidak sebatas ditujukan guna memproteksi pekerja dari cedera, namun pula menaikkan produktivitas dan efisiensi operasional perusahaan. Hal ini sejalan dengan penelitian pada pekerjaan mesin CNC yang menunjukkan bahwa kecelakaan kerja banyak dipengaruhi oleh kelalaian operator dan ketidakpatuhan penggunaan alat pelindung diri [1].

CNC Milling Horizontal Topper HA – 630 yaitu mesin yang berfungsi untuk proses pemotongan, pembentukan, dan finishing komponen dengan akurasi tinggi. Mesin ini memiliki berbagai potensi bahaya seperti terkena putaran spindle, serpihan logam hasil pemotongan, terjepit benda kerja, hingga terkena paparan coolant. Risiko tersebut dapat menyebabkan cedera ringan hingga berat apabila tidak dilakukan identifikasi dan pengendalian secara tepat. Metode HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*) ialah pendekatan sistematis yang banyak dimanfaatkan dalam analisis risiko K3. Mekanisme ini mencakup pengenalan potensi bahaya, penaksiran skala risiko berdasarkan tingkat peluang dan keparahan akibat yang dihasilkan, serta perumusan tindakan pencegahan yang selaras dengan hierarki pengendalian risiko. Metode HIRARC dinilai efektif karena mampu memberikan prioritas risiko yang harus segera dikendalikan, terutama pada area kerja dengan mesin berteknologi tinggi. Beberapa penelitian sebelumnya membuktikan bahwa HIRARC berkemampuan menekan tingkat risiko kerja setelah dilakukan rekomendasi pengendalian berupa engineering control, administrative control, dan penggunaan APD[1].

Dalam penelitian ini, analisis K3 difokuskan pada pemakaian mesin CNC Milling Horizontal Topper HA – 630. Penelitian hanya membahas identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta pengendalian risiko berdasarkan metode HIRARC tanpa mengevaluasi aspek teknis perawatan mesin secara mendalam. Selain itu, Data yang digunakan diperoleh dari observasi langsung, wawancara dengan operator, dan dokumen review melibatkan operator, HSE dan kordinator pada bagian machining [2].

Penelitian ini ditujukan guna mengidentifikasi potensi bahaya kerja pada setiap aktivitas pengoperasian mesin CNC Milling Horizontal Topper HA – 630, menilai tingkat risiko kecelakaan kerja menggunakan metode HIRARC, serta menentukan usulan pengendalian risiko yang sesuai berdasarkan hirarki pengendalian. Dengan penelitian ini harapannya bisa diketahui risiko dominan yang berpotensi memicu kecelakaan kerja yang nantinya bisa mendukung terciptanya lingkungan kerja yang aman, efektif, dan efisien[3]. Penelitian ini dibatasi hanya pada identifikasi bahaya, penilaian risiko dan pengendalian risiko selama proses operasional berdasarkan observasi langsung, tanpa memberikan impementasi dan mengevaluasi aspek perawatan mesin secara mendalam.

METODOLOGI PENELITIAN

Identifikasi Penelitian bertujuan guna mengidentifikasikan potensi bahaya, menilai tingkat risiko, dan menentukan pengendalian risiko pada aktivitas pengoperasian mesin CNC Milling Horizontal Topper HA - 630. Pendekatan kuantitatif digunakan karena penilaian risiko dilakukan dengan pemberian skor pada nilai kemungkinan terjadinya risiko (*likelihood*) dan tingkat keparahan dampak (*severity*) berdasarkan standar AS/NZS 4360:2004, kemudian diklasifikasikan ke dalam matriks risiko metode HIRARC[4].

Data penelitian diperoleh melalui observasi langsung pada aktivitas operator mesin CNC Milling, wawancara dan *document review*, melibatkan operator, HSE dan kordinator pada bagian machining serta dokumentasi kondisi area kerja. Pengambilan data dilakukan di departement machining PT. X dengan menggunakan mesin CNC Milling Horizontal Topper HA – 630 pada bulan April tahun 2026. Data sekunder diambil dari dokumen perusahaan berupa prosedur kerja[5].

Secara esensial, HIRARC merupakan metode terstruktur yang dimanfaatkan pada sistem manajemen K3 untuk mendeteksi, mengevaluasi, dan mengendalikan titik-titik bahaya di tempat kerja. Tujuan utama perancangan metode ini adalah mewujudkan suasana kerja yang kondusif, mencegah insiden kecelakaan, menekan angka penyakit akibat kerja, serta memprioritaskan tindakan penanggulangan yang paling tepat guna [6].

1. Identifikasi Bahaya (*Hazard identification*)

identifikasi bahaya ialah proses deteksi dini terhadap berbagai sumber, situasi, atau aktivitas kerja yang berpotensi mendatangkan malapetaka berupa kecelakaan, penyakit okupasional, maupun kerugian material. Cakupan wilayah kerjanya berupa unit permesinan, perlengkapan kerja, ruang laboratorium, zona perkantoran, gudang penyimpanan, sampai dengan armada transportasi. Dalam koridor ini, konsep bahaya didefinisikan sebagai segala faktor atau kondisi lingkungan yang mengancam keselamatan pekerja, berpotensi merusak infrastruktur, dan merugikan kelestarian lingkungan [7]. Risiko bahaya dalam ranah pekerjaan terbagi dalam tiga jenis, yang mencakup bahaya kesehatan okupasional, potensi kecelakaan kerja, dan risiko kerusakan lingkungan [8].

2. Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

Proses penaksiran risiko mencakup kegiatan evaluasi yang dilakukan dengan cara mengukur tingkat peluang terjadinya suatu potensi bahaya diimbangi dengan analisis terhadap skala akibat yang muncul. Penilaian risiko bertujuan untuk menentukan tingkat risiko sehingga dapat diketahui prioritas pengendalian yang perlu dilakukan terhadap potensi bahaya di lingkungan kerja. Merujuk pada penyajian Tabel 1 sampai dengan Tabel 3, tahapan evaluasi risiko dimulai melalui pengukuran intensitas pekerjaan, lalu diteruskan dengan perumusan estimasi peluang kejadian beserta tingkat keparahan dari risiko cedera atau masalah kesehatan yang ditimbulkan. Adapun penetapan nilai *severity* dan *likelihood* dalam studi ini berpedoman pada standar internasional AS/NZS 4360:2004 [3].

Tabel 1: Tingkat Keparahan (*Severity*)
Sumber: Australian/ New Zealand Standards 4360:2004

Deskripsi	Level	Keterangan
<i>In-significant</i>	1	Tidak ada cedera, kerugian material sangat kecil.
<i>Minor</i>	2	Luka ringan yang hanya membutuhkan pertolongan pertama, kerusakan material menengah/ sedang
<i>Moderate</i>	3	Cedera sedang, Memerlukan perawatan medis dan mengakibatkan hilangnya hari kerja/ hilangnya fungsi organ tubuh untuk sementara waktu, kerugian material cukup besar.
<i>Major</i>	4	Luka berat yang menyebabkan cacat permanen, penyakit akibat kerja yang parah, luka sedang, membutuhkan perawatan medis, kerugian material besar.
<i>Catastrophic</i>	5	Kematian atau kehilangan sistem tubuh, menyebabkan kerugian sangat besar.

Tabel 2: Frekuensi Peluang (*Likelihood*)
Sumber: Australian/ New Zealand Standards 4360:2004

Deskripsi	Level	Keterangan
<i>Almost Certain / Hampir Pasti</i>	5	Sering terjadi, berulang kali dalam sistem.
<i>Likely / Mungkin Terjadi</i>	4	Terjadi beberapa kali dalam siklus sistem.
<i>Possible / Sedang</i>	3	Yang mungkin terjadi pada suatu waktu.
<i>Unlikely / Kecil Kemungkinan</i>	2	Dapat terjadi pada suatu waktu.
<i>Rare / Jarang Sekali</i>	1	Dapat terjadi pada kondisi luar biasa.

Keberadaan bahaya (hazard) selalu membawa potensi kerugian, di mana tingginya peluang terjadinya suatu insiden berbanding lurus dengan besaran risiko yang ditimbulkan sehingga berstatus tidak dapat diterima. Peningkatan skala akibat buruk serta lamanya waktu kontak (*pajanan*) secara otomatis akan menaikkan tingkat pajanan serta memperbesar total risiko. Dengan kata lain, semakin parah dampak konsekuensi yang ditimbulkan, maka semakin signifikan pula tingkat risiko yang mengikutinya [9]. Proses evaluasi kelayakan suatu risiko, sebagaimana tersaji melalui Tabel 3 dan Tabel 4 memanfaatkan pedoman standar AS/NZS 4360:2004[4]. Selepas diketahuinya angka *likelihood* beserta *severity*, langkah operasional selanjutnya yaitu menghitung besaran nilai risiko demi menentukan tingkat atau level risiko mempergunakan persamaan berikut:

$$Risk = Likelihood \times Severity$$

Tabel 3: Risk Analysis Matrix
Sumber: Australian/ New Zealand Standards 4360:2004

<i>Severity x Likelihood (Level)</i>	Deskripsi
13 – 25	Tidak dapat diterima. Penghentian kegiatan. Keterlibatan manajemen puncak.
7 – 12	Tidak diinginkan (membutuhkan keputusan aktivitas manajemen), penanganan dengan penjadwalan yang secepatnya.
4 – 6	Dapat diterima dengan peninjauan oleh aktivitas manajemen internal. Penjadwalan dan penetapan tanggung jawab tindakan akan ditetapkan.
1 – 3	Dapat diterima tanpa peninjauan manajemen. Kendalikan dengan prosedur yang sudah ada / rutin

Tabel 4 : Risk Matrix Level
Sumber: Australian/ New Zealand Standards 4360:2004

Likelihood	Severity				
	Insignificant	Minor	Moderate	Major	Catas-trophic
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Almost Certain (5)	Moderate 5	High 10	Extreme 15	Extreme 20	Extreme 25
Likely (4)	Moderate 4	High 8	High 12	Extreme 16	Extreme 20
Moderate (3)	Low 3	Moderate 6	High 9	High 12	Extreme 15
Unlikely (2)	Low 2	Moderate 4	Moderate 6	High 8	High 10
Rare (1)	Low 1	Low 2	Low 3	Moderate 4	Moderate 5

Keterangan:

	<i>Extreme</i>	Risiko parah yang membutuhkan tindakan dan manajemen langsung yang mengendalikan
	<i>High Risk</i>	Risiko tinggi membutuhkan penanganan manajemen pengawasan.
	<i>Moderate</i>	Risiko sedang, tanggung jawab manajemen perlu ditentukan
	<i>Low risk</i>	Risiko rendah, mengatur prosedur secara rutin

3. Pengendalian risiko (*Risk Control*)

Mekanisme pengendalian risiko berdasarkan standar internasional ISO 45001:2018 menawarkan pedoman hierarki penanggulangan yang terstruktur secara khusus untuk mengelola potensi bahaya K3 dengan menggunakan pendekatan berupa[10]:

- Eliminasi yaitu tahapan penghilangan ancaman bahaya dengan cara mencabut atau memutus sumber utamanya secara mutlak.
- Substitusi yaitu penanggulangan risiko dengan melakukan penggantian pada komponen bahan baku, peralatan, atau prosedur kerja guna menurunkan skala bahayan.
- Pengendalian teknis (*engineering control*) yaitu upaya meminimalisir risiko melalui rekayasa perbaikan tata ruang, perancangan fasilitas fisik, peralatan, serta mesin agar tercipta kondisi kerja yang kondusif.
- Pengendalian administratif, yang diterapkan untuk meminimalisir durasi dan frekuensi paparan antara pekerja dengan sumber bahaya di lingkungan operasional.
- Penggunaan alat pelindung diri (APD) yang merupakan penanggulangan pamungkas yang baru ditempuh bilamana seluruh metode mitigasi terdahulu belum mampu menurunkan risiko secara maksimal. Fungsi utama APD sendiri adalah meminimalisir tingkat keparahan akibat atau dampak negatif yang ditimbulkan oleh suatu kejadian.

Hierarki pengendalian ditujukan guna menyediakan kerangka sistematis dalam mengoptimalkan performa K3, mengeliminasi sumber bahaya, serta menurunkan skala risiko kerja. Secara teoretis, tindakan penanggulangan pada tataran bawah cenderung kurang ampuh ketimbang langkah pencegahan di level yang lebih tinggi. Guna memperoleh hasil yang maksimal, penggabungan beberapa jenis metode pengendalian kerap diaplikasikan secara bersamaan agar risiko K3 dapat ditekan sekecil mungkin [10].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dari penelitian ini dikumpulkan lewat observasi secara langsung dapat diidentifikasi mempergunakan metode HIRARC sebagai berikut:

1. Identifikasi bahaya (Hazard Identification)

Hasil identifikasi bahaya dari mesin CNC milling tersaji melalui Tabel 5.

Tabel 5: Identifikasi bahaya

Aktivitas	Bahaya (Hazard)
Loading material body valve	Material jatuh dan tangan terjepit
Pencekaman material	Tangan terpeleset saat mengentatkan baut pada jig
Memasang dan melepas cutting tool	Terkena ujung endmill yang tajam
Mengoperasikan mesin CNC Milling	Pintu mesin terbuka/tidak terkunci dan terkena benda kerja yang lepas
Membersihkan chip logam	Terkena serpihan Chip panas
Penggunaan Coolant pada material	Terkena paparan cairan kimia
Mengukur Dimensi material saat material dalam keadaan terjepit pada jig	Terkena Spindle yang masih berputar saat mengukur manual
Cleaning pada mesin	Terhirup aroma bahan kimia coolant dan terkena partikel logam yang terbang
Membersihkan cairan coolant pada area kerja	Terpelesat karena lantai di sekitar area mesin licin
Membersihkan area mesin yang terdapat instalasi listrik	Terkena sengatan listrik akibat kabel terkelupas/arus pendek
Proses cutting material logam pada mesin CNC Milling	Terkena paparan kebisingan frekuensi tinggi saat cutting
Unloading body valve	Terkena body valve bersuhu tinggi
Finishing pada material	Tekena batu gerinda saat proses penggerindaan sisa tajam pada permukaan body valve

2. Penilaian Risiko (Risk Assessment)

Risk assessment diarahkan untuk menanggulangi ancaman bahaya di area kerja secara terukur, dimulai dengan kalkulasi nilai risiko guna mempermudah pemilihan tindakan pengendalian yang efektif. Skor yang dihasilkan dari analisis risiko tersebut didasarkan pada perhitungan nilai simulasi. Adapun penjabaran mengenai pemetaan penilaian risiko pada mesin *CNC Milling* bisa disimak lewat tabel 6 berikut ini.

Tabel 6: Penilaian Risiko

Aktivitas	Bahaya (Hazard)	Risiko (Risk)	Nilai risiko awal (SxL)
Loading material body valve	Material jatuh dan tangan terjepit	Cedera pada bagian tangan atau luka memar	4 x 4 = 16 Extreme
Pencekaman material	Tangan terpeleset saat mengentatkan baut pada jig	Luka memar atau patah tulang jari	4 x 4 = 16 Extreme
Memasang dan melepas cutting tool	Terkena ujung endmill yang tajam	Luka robek atau sayatan pada bagian tangan	3 x 4 = 12 High Risk
Mengoperasikan mesin CNC Milling	Pintu mesin terbuka/tidak terkunci dan terkena benda kerja yang lepas	Cedera pada bagian tangan terkena material yang lepas	5 x 3 = 15 Extreme
Membersihkan chip logam	Terkena serpihan Chip panas	Mata terkena serpihan logam dan luka bakar	3 x 5 = 15 Extreme
Penggunaan Coolant pada material	Terkena paparan cairan kimia	Iritasi pada kulit	3 x 3 = 9 High Risk
Mengukur Dimensi material saat material dalam keadaan terjepit pada jig	Terkena Spindle yang masih berputar saat mengukur manual	Tangan terlilit dan cidera pada bagian pergelangan tangan	5 x 3 = 15 Extreme
Cleaning pada mesin	Terhirup aroma bahan kimia coolant dan terkena partikel logam yang terbang	Gangguan napas dan iritasi mata	3 x 4 = 12 High Risk
Membersihkan cairan coolant pada area kerja	Coolant bersifat iritan, dan lantai bisa menjadi licin	Terpeleset atau cidera jatuh	3 x 3 = 9 High Risk
Membersihkan area mesin yang terdapat instalasi listrik	Terkena sengatan listrik akibat kabel terkelupas/arus pendek	Tersengat listrik ringan, luka bakar dan kejang otot	5 x 2 = 10 High Risk
Proses cutting material logam pada mesin CNC Milling	Terkena paparan kebisingan frekuensi tinggi saat cutting	Gangguan pendengaran dan penurunan konsentrasi	4 x 4 = 16 Extreme
Unloading body valve	Terkena body valve bersuhu tinggi	Luka bakar pada telapak tangan	3 x 3 = 9 High Risk
Finishing pada material body valve	Tekena batu gerinda saat proses penggerindaan sisa tajam pada permukaan body valve	Tangan terluka sobekan dan pendarahan	4 x 5 = 20 Extreme

3. Pengendalian Risiko (Risk Control)

Secara operasional, proses pengendalian risiko dilakukan secara sistematis mengikuti urutan hierarki yang terdiri dari eliminasi, substitusi, modifikasi teknik, administrasi, serta penyediaan APD. Sebagai bentuk tindak lanjut, langkah-langkah penanganan yang telah direalisasikan oleh perusahaan dalam menekan tingkat kerawanan tercermin secara komprehensif pada sebaran level risiko di Tabel 7.

Tabel 7: Pengendalian Risiko

Aktivitas	Bahaya (Hazard)	Risiko (Risk)	Nilai Risiko Akhir (SxL)	Pengendalian	Nilai Risiko Akhir (SxL)
Loading material body valve	Material jatuh dan tangan terjepit	Cedera pada bagian tangan atau luka memar	4 x 4 = 16 Extreme	Menggunakan alat bantu angkat hoist jika material berat, menggunakan safety shoes dan sarung tangan pelindung kulit (impact/leather gloves).	2 x 1 = 2 Low Risk
Pencekaman material	Tangan terpeleset saat mengentatkan baut pada jig	Luka memar atau patah tulang jari	4 x 4 = 16 Extreme	Memastikan kunci pas dalam kondisi tidak aus dan sesuai ukuran baut dan gunakan sarung tangan kerja anti-slip.	2 x 1 = 2 Low Risk
Memasang dan melepas cutting tool	Terkena ujung endmill yang tajam	Luka robek atau sayatan pada bagian tangan	3 x 4 = 12 High Risk	Menggunakan alat bantu pemegang (tool holder protector) atau kain pelapis saat memegang endmill dan gunakan sarung tangan anti-sayat (cut-resistant gloves).	1 x 2 = 2 Low Risk
Mengoperasikan mesin CNC Milling	Pintu mesin terbuka/tidak terkunci dan terkena benda kerja yang lepas	Cedera pada bagian tangan terkena material yang lepas	5 x 3 = 15 Extreme	Pemasangan dan pemeliharaan sistem interlock safety switch pada pintu mesin dan Inspeksi berkala fungsi sensor pintu.	2 x 1 = 2 Low Risk
Membersihkan chip logam	Terkena serpihan chip panas	Mata terkena serpihan logam dan luka bakar	3 x 5 = 15 Extreme	Menggunakan kuas panjang, kail besi khusus pembersih chip, gunakan kacamata safety, sarung tangan tebal.	1 x 2 = 2 Low Risk
Penggunaan coolant pada material	Terkena paparan cairan kimia	Iritasi pada kulit	3 x 3 = 9 High Risk	Mengganti jenis cairan coolant dengan bahan yang rendah zat aditif korosif, gunakan sarung tangan nitril.	1 x 1 = 1 Low Risk
Mengukur dimensi material saat material dalam keadaan terjepit pada jig	Terkena Spindle yang masih berputar saat mengukur manual	Tangan terlilit dan cedera pada bagian pergelangan tangan	5 x 3 = 15 Extreme	Penerapan SOP ketat Pastikan tombol Spindle Stop atau Emergency Stop ditekan dan spindle berhenti 100% sebelum alat ukur menyentuh benda kerja	2 x 2 = 4 Moderate
Cleaning pada mesin	Terhirup aroma bahan kimia coolant dan terkena partikel logam yang terbang	Gangguan napas dan iritasi mata	3 x 4 = 12 High Risk	Gunakan masker N95 dan arahkan angin menjauh dari wajah.	1 x 2 = 2 Low Risk
Membersihkan cairan coolant pada area kerja	Coolant bersifat iritan, dan lantai bisa menjadi licin	Terpeleset atau cedera jatuh	3 x 3 = 9 High Risk	Pembersihan rutin menggunakan kain lap kering, gunakan sepatu safety dengan sol anti-slip.	1 x 2 = 2 Low Risk
Membersihkan area mesin yang terdapat instalasi listrik	Terkena sengatan listrik akibat kabel terkelupas/arus pendek	Tersengat listrik ringan, luka bakar dan kejang otot	5 x 2 = 10 High Risk	Inspeksi kabel berkala, pastikan panel tertutup dan ada label peringatan.	1 x 2 = 2 Low Risk
Proses cutting material logam pada mesin CNC Milling	Terkena paparan kebisingan frekuensi tinggi saat cutting	Gangguan pendengaran dan penurunan Konsentrasi	4 x 4 = 16 Extreme	Menggunakan Ear Plug atau Ear Muff selama berada di area mesin.	1 x 1 = 1 Low Risk
Unloading body valve	Terkena body valve bersuhu tinggi	Luka bakar pada telapak tangan	3 x 3 = 9 High Risk	Menggunakan sarung tangan kerja tahan panas (heat-resistant gloves).	1 x 2 = 2 Low Risk
Finishing pada material body valve	Tekena batu gerinda saat proses penggerindaan sisa tajam pada permukaan body valve	Tangan terluka sobekan dan pendarahan	4 x 5 = 20 Extreme	Memasang pelindung kaca (safety guard) pada mesin gerinda tangan dan menggunakan sarung tangan kulit tebal.	2 x 2 = 4 Moderate

Dari tabel diatas perbedaan nilai risiko disebabkan oleh perbedaan nilai *Severity* dan *Likelihood* pada setiap aktivitas. Aktivitas yang berpotensi menyebabkan cedera berat atau fatal serta memiliki frekuensi pekerjaan yang tinggi akan memperoleh nilai risiko yang lebih besar. Sebaliknya, aktivitas yang dampaknya hanya menimbulkan cedera ringan atau peluang kejadiannya lebih kecil akan memiliki nilai risiko yang lebih rendah. Oleh karena itu, proses finishing menggunakan gerinda memperoleh nilai tertinggi yaitu 20 (Extreme), sedangkan paparan coolant hanya memperoleh nilai 9 (High) karena dampaknya umumnya berupa iritasi kulit. Karena dalam metode HIRARC penilaian tidak hanya melihat seberapa sering bahaya terjadi, tetapi juga seberapa besar dampaknya.

Misalnya, paparan coolant memang cukup sering terjadi, tetapi dampaknya umumnya hanya iritasi sehingga nilainya lebih rendah. Sebaliknya, pada proses gerinda atau pengoperasian mesin CNC, apabila terjadi kecelakaan dampaknya dapat berupa cedera serius bahkan fatal, sehingga nilai severity lebih tinggi dan menghasilkan nilai risiko yang lebih besar. Berikut Perbandingan Tabel HIRARC dari referensi jurnal lain pada tabel 8 berikut ini.

Tabel 8: Tabel HIRARC Jurnal Referensi [1].

Aktivitas	Potensi Bahaya	Tingkat Risiko	Pengendalian yang Direkomendasikan
Memastikan peralatan dan pahat dalam kondisi baik	Tangan tergores alat tajam, terpeleset akibat ceceran cairan	Low	Bekerja dengan hati-hati, menjaga kebersihan area kerja, segera membersihkan cairan yang tumpah
Menggunakan APD	Kaki tertusuk benda tajam, tangan tergores karena tidak memakai APD	Medium	Menggunakan APD lengkap (safety shoes dan sarung tangan) dalam kondisi baik.
Memberi tanda pada material	Tangan tergores atau terpukul palu	Low	Menggunakan sarung tangan dan bekerja dengan hati-hati
Menyalakan kompresor	Selang instalasi pecah akibat tekanan tinggi	Medium	Memastikan selang dalam kondisi baik, tidak terlilit, dan terpasang kuat.
Menyalakan mesin CNC	Tersengat arus listrik	Medium	Memastikan instalasi listrik tidak rusak, basah, atau terkelupas.
Setting ragam	Tangan terjepit, tersayat, atau tergores	Medium	Menggunakan APD, bekerja fokus, serta mendapat pengawasan teknisi.
Memasang benda kerja	Tangan tergores, terjepit, benda kerja terlepas, tool terlempar	Medium	Menggunakan sarung tangan, memastikan pemasangan material kuat, dan memeriksa G-Code sebelum mesin dijalankan.
Mengatur cairan pendingin	Coolant berbau, menyebabkan iritasi, cipratan coolant	Medium	Perawatan dan penggantian coolant secara berkala, mengatur bukaan kran, menutup pelindung mesin.
Mengatur parameter pemotongan	Kebisingan, alat potong patah atau pecah	Medium	Membaca panduan, menghitung parameter dengan benar, menggunakan APD.
Mengecek program CNC	Gerakan mesin tidak sesuai sehingga operator terjepit atau benda kerja tertabrak	Medium	Melakukan pengecekan ulang program dan mengendalikan feed rate.
Menjalankan program CNC	Percikan gram panas, material atau tool terlempar	Medium	Menutup pintu mesin, memastikan pahat dan benda kerja terikat kuat, menggunakan APD.
Memberikan coolant saat proses	Terpeleset, coolant kotor menyebabkan iritasi	Medium	Menjaga area kerja tetap kering, mengganti coolant secara berkala, memakai APD.
Melepas benda kerja dan mematikan mesin	Tersertrum, tergores benda kerja, terkena benda kerja panas, terpeleset	Medium	Memastikan mesin mati, memeriksa kabel listrik, menggunakan APD lengkap, menjaga kebersihan area kerja.

Berikut perbandingan tabel HIRARC Penelitian ini dengan referensi dari jurnal :

1. Penelitian saya berfokus pada proses produksi body valve di industri sehingga menggambarkan kondisi kerja nyata, sedangkan referensi jurnal berfokus pada praktik pengoperasian CNC Milling 4 Axis di lingkungan pendidikan.
2. Penelitian saya lebih rinci karena mencakup loading material, setting, machining, finishing, unloading, hingga penggunaan gerinda, sedangkan referensi jurnal identifikasi bahaya lebih umum dan mengikuti urutan SOP pengoperasian mesin CNC.
3. Penelitian saya menggunakan skor *Severity* $\times$ *Likelihood* sehingga menghasilkan nilai numerik (misalnya 9, 12, 15, 16, 20) dan memudahkan penentuan prioritas risiko, sedangkan referensi jurnal menampilkan kategori risiko (Low dan Medium) tanpa menunjukkan nilai skor setiap aktivitas pada tabel yang tersedia.
4. Penelitian saya terdapat High dan Extreme sehingga lebih mudah menentukan aktivitas yang harus diprioritaskan pengendaliannya, sedangkan referensi jurnal hanya terdapat Low dan Medium sehingga variasi tingkat risiko lebih sedikit.

KESIMPULAN

Mengacu temuan penelitian, analisis, dan pembahasan mengenai Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada pengoperasian mesin CNC Milling Horizontal Topper HA-630 di Departemen Machining PT. X mempergunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC), maka dapat ditarik beberapa kesimpulan akademis sebagai berikut :

1. Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)
Penelitian ini berhasil mengidentifikasi 13 potensi bahaya utama yang tersebar dalam seluruh siklus aktivitas kerja operator, mulai dari tahap *loading* material, proses *setting* dan *machining*, hingga tahap *unloading* dan *finishing* produk *body valve*. Karakteristik bahaya yang ditemukan didominasi oleh bahaya mekanis (putaran spindle, ujung pahat potong yang tajam, material jatuh), bahaya fisik (serpihan *chip* logam panas, paparan kebisingan frekuensi tinggi), serta bahaya kimia (paparan cairan *coolant*).
2. Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)
Berdasarkan hasil penilaian risiko awal (*baseline risk*) mempergunakan standar AS/NZS 4360:2004, ditemukan distribusi tingkat risiko yang fluktuatif sebelum dilakukannya pengendalian optimal. Dari 13 aktivitas yang dianalisis, terdapat 7 aktivitas berkategori *Extreme Risk* (seperti aktivitas *loading/unloading*, penekaman material, pengoperasian mesin tanpa *interlock*, pembersihan *chip*, pengukuran manual saat spindle aktif, proses *cutting*, dan proses gerinda *finishing*) serta 6 aktivitas berkategori *High Risk* (seperti penggantian *cutting tool*, paparan *coolant*, proses *cleaning*, pembersihan area kerja, dan penanganan instalasi listrik). Hal ini menegaskan bahwa area kerja mesin CNC Milling memiliki tingkat risiko tinggi yang berpotensi menimbulkan cedera berat hingga fatalitas kerja.
3. Pengendalian Risiko (*Risk Control*)
Penerapan rekomendasi pengendalian risiko yang dirancang secara sistematis dengan mengadopsi hirarki pengendalian ISO 45001:2018 terbukti efektif mereduksi tingkat bahaya di lapangan. Melalui kombinasi rekayasa teknik (seperti pemasangan *interlock safety switch* dan *safety guard*), pengendalian administratif (berupa penerapan SOP ketat pembatasan operasional alat ukur dan inspeksi berkala), serta penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) spesifik yang berstandar (seperti *impact gloves*, *cut-resistant gloves*, *safety goggles*, dan *earplug*), nilai risiko akhir (*residual risk*) berhasil diturunkan secara signifikan. Hasil evaluasi akhir menunjukkan 11 aktivitas berhasil diturunkan menjadi kategori *Low Risk* dan 2 aktivitas berada pada kategori *Moderate Risk* (yaitu aktivitas pengukuran dimensi manual dan proses *finishing* menggunakan batu gerinda).

Secara keseluruhan, penerapan metode HIRARC dalam penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan manajemen risiko yang terstruktur mampu menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman, efektif, dan efisien, sekaligus meminimalisir potensi kecelakaan kerja pada pengoperasian mesin CNC berteknologi tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wardana D, Firmansyah F, Tri Meiliya W, et al. IMPLEMENTASI KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) PADA PEKERJAAN MESIN CNC MENGGUNAKAN METODE JSA DAN HIRARC. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*. 2023;10(2):145-156.
- [2] Cristian A, Risma Fitriani. Analisis K3 pada Mesin Milling, Mesin Bubut dan Ruangan Produksi di PT. Z Menggunakan Metode HIRARC. *Industrika Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. 2024;8(1):67-77. doi:10.37090/indstrk.v8i1.1063.
- [3] Fadili H, Mohammad Fadli Perdana, Suryadi, Dicky Suryapranatha. Identifikasi Potensi Bahaya Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Dengan Menggunakan Metode HIRARC. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*. 2025;4(3):802-814. doi:10.55826/jtmit.v4i3.1003.
- [4] Australia and Standards New Zealand, *Risk Management Guidelines Companion to as/nzs 4360:2004*. Standards Australia International Ltd., 2004.
- [5] Imran RA. IDENTIFIKASI HAZARD PROSES PRODUKSI BILLET PADA AREA TUNGKU PELEBURAN DENGAN METODE HIRARC (STUDI KASUS: PT. XYZ). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. 2021;8(3):153. doi:10.24912/jitiuntar.v8i3.6676
- [6] rexy. Apa itu Metode HIRARC ? - Indonesia Safety Center. Indonesia Safety Center. Published June 8, 2023.
- [7] IDENTIFIKASI BAHAYA DENGAN METODE HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESMENT AND RISK CONTROL (HIRARC) BAGIAN PRODUKSI STAY MIRROR DI PT. ARGATAMA MULTI AGUNG 2021. Uika-bogor.ac.id. Published 2021. Accessed May 23, 2026.
- [8] Pemerintah Republik Indonesia. (2003). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan. - Penelusuran Google. Google.com. Published 2019.
- [9] Kementerian Tenaga Kerja Republik Indonesia (2008). *Pedoman Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko dan Pengendalian Risiko (HIRARC)*.
- [10] International Organization for Standardization. (2018). *ISO 45001:2018 – Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use*. Geneva: ISO