

Implementasi *House of Risk* (HOR) dan *Root Cause Analysis* dalam Strategi Mitigasi Risiko Kegagalan Mesin Produksi pada PT Industri Kereta Api

Ikhlas Damai Persada⁽¹⁾, Jounil Aidil SZS⁽²⁾

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri, UPN “Veteran” Jawa Timur
Jl. Rungkut Madya No. 1 Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Surabaya, Jawa Timur 60294,
Indonesia

Email: ¹persadaikhlasss@gmail.com, ²joumilaidil.ti@upnjatim.ac.id

Tersedia Online di

<http://www.jurnal.unublitar.ac.id/index.php/briliant>

Sejarah Artikel

Diterima 4 Mei 2024

Direvisi 7 Mei 2024

Disetujui 10 Mei 2024

Dipublikasikan 26 Mei 2025

Keywords:

House of Risk, Machine Breakdown, Risk Mitigation, Root Cause Analysis

Kata Kunci:

House of Risk, Kerusakan Mesin, Mitigasi Risiko, Root Cause Analysis

Corresponding Author:

Name:

Ikhlas Damai Persada

Email:

persadaikhlasss@gmail.com

Abstract: *PT Industri Kereta Api or commonly called PT INKA is a company engaged in the field of railway production. One of the machines that often experiences damage is the Gap Shear / Hydraulic Shear machine, with a total of 41 repairs during the period June 2023 to February 2024. From this problem it is necessary to carry out an analysis using the House of Risk (HOR) method and Root Cause analysis to determine optimal risk mitigation strategies so as to minimize the occurrence of machine damage. The results of the research recommend that companies can monitor and analyze the service life of machine components based on the intensity of machine use, implement a production scheduling system and apply predictive analysis of safe production quantities for machine reliability, implement regular training programs for operators regarding instructions and standards for machine use and create a clear and easy to understand machine usage manual, provide clear documentation regarding the materials used and their characteristics, and implement preventive maintenance based on vibration monitoring data.*

Abstrak: PT Industri Kereta Api atau biasa disebut PT INKA merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi perkeretaapian. Salah satu mesin yang sering mengalami kerusakan yaitu mesin *Gap Shear / Hydraulic Shear*, dengan total perbaikan sebanyak 41 kali selama periode bulan Juni 2023 hingga Februari 2024. Dari permasalahan tersebut perlu dilakukan suatu analisis menggunakan metode *House of Risk* (HOR) dan *Root Cause analysis* untuk menentukan strategi mitigasi risiko yang optimal sehingga dapat meminimalisir terjadinya kerusakan mesin. Hasil dari penelitian merekomendasikan agar perusahaan dapat melakukan pemantauan dan analisis terhadap umur pakai komponen mesin berdasarkan intensitas penggunaan mesin, mengimplementasikan sistem penjadwalan

produksi dan menerapkan analisis prediktif jumlah produksi yang aman untuk keandalan mesin, mengimplementasikan program pelatihan rutin untuk operator mengenai petunjuk dan standar penggunaan mesin serta membuat *manual* penggunaan mesin yang jelas dan mudah dipahami, menyediakan dokumentasi yang jelas mengenai material yang digunakan beserta karakteristiknya, serta mengimplementasikan perawatan preventif berdasarkan data pemantauan getaran

PENDAHULUAN

Dalam lingkungan industri saat ini, kegagalan mesin dan alat produksi memiliki dampak yang serius terhadap produktivitas dan keberlanjutan operasional perusahaan. Mesin yang mengalami kerusakan dapat menyebabkan penurunan produksi, peningkatan biaya dalam hal perbaikan, serta berdampak negatif pada reputasi perusahaan (Pamungkas et al., 2023). Dalam perancangan sistem produksi yang efisien penting untuk menerapkan sistem manajemen risiko didalamnya (Munawir et al., 2020). Manajemen risiko dapat digunakan untuk mengevaluasi serta mengambil keputusan apakah suatu aktivitas dapat dilakukan dengan memastikan serta mengukur strategi mana yang dapat digunakan dalam proses mengelola risiko (Winarso & Jufriyanto, 2020). Perusahaan harus memerhatikan setiap elemen dari produksi khususnya dalam penggunaan mesin dan juga alat produksi.

Beberapa pakar menyebutkan bahwa risiko adalah suatu ketidakpastian maupun kemungkinan terjadi sesuatu yang apabila terjadi akan berakibat kerugian (Trisita Novianti, 2021), risiko merupakan suatu ketidakpastian yang bisa menimbulkan efek negatif (YAP, 2017), risiko adalah fungsi dari ketidakpastian dan dampak atas sebuah kejadian (Octavia et al., 2019), risiko adalah peluang terjadinya kerugian yang tidak diduga/diharapkan (Putu Sugih Arta et al., 2021). Manajemen risiko adalah suatu cara untuk mengorganisasikan risiko yang mungkin dihadapi (Koespratiwi et al., 2021). Pengidentifikasian risiko dapat membantu dalam proses mitigasi kejadian yang tidak diharapkan (Prasetyo et al., 2022) sehingga dapat meminimalisir adanya masalah khususnya dalam lingkup mesin dan alat produksi. Kerusakan mesin yang terjadi sebelum ataupun saat kegiatan produksi dapat memengaruhi tingkat produktivitas dari mesin tersebut. Manajemen risiko bertujuan untuk mengelola risiko-risiko yang ada agar perusahaan dapat tetap berjalan secara optimal (Adelia & Widiasih, 2023). Kerusakan mesin dapat disebabkan oleh berbagai aspek, salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk memitigasi kejadian risiko kerusakan pada mesin adalah dengan menerapkan pencegahan risiko kegagalan terhadap mesin tersebut (Amalia et al., 2022). Penelitian oleh Giri et al. (2021) menyatakan terdapat berbagai cara untuk dapat menentukan strategi manajemen risiko berdasarkan bentuk risikonya. Kegagalan mesin juga dapat berakibat timbulnya *downtime* atau waktu henti produksi (Sumantika, 2020)

PT Industri Kereta Api atau biasa disebut PT INKA berdiri pada tanggal 18 Mei 1981, merupakan badan usaha milik negara Indonesia yang bergerak di perusahaan produksi perkeretaapian. Pada setiap bagian proses produksi di PT INKA pastinya tidak akan terlepas dari risiko-risiko yang dapat terjadi. Salah satu risiko yang dapat terjadi adalah kerusakan mesin. Mesin yang sering mengalami kerusakan yaitu mesin *Gap Shear / Hydraulic Shear*, yang ada pada proses *Steel Work* dengan 11 jenis kerusakan meliputi pisau rusak, mengganti pisau mesin, oli *clam* bocor, oli piston bocor, *stopper* mesin rusak, baut hidrolik patah, selang oli bocor, pisau tidak bisa naik, oli mesin habis, naiknya pisau pelan, dan *hold down pad* lepas dengan total perbaikan sebanyak 41 kali.

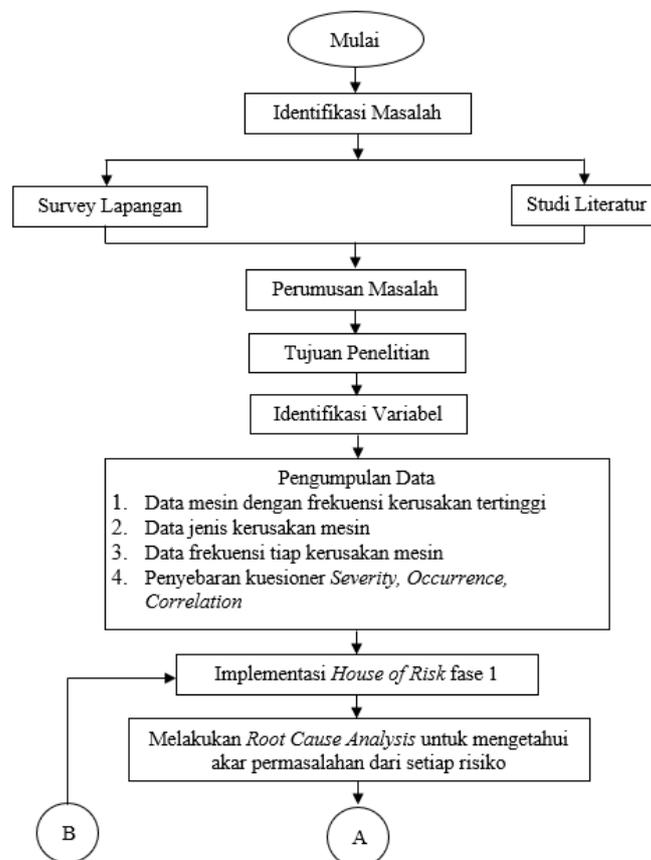
House of Risk (HOR) merupakan gabungan dari metode FMEA dan *House of Quality* (HOQ) menjadi sebuah analisis dan perhitungan kuantitatif yang lebih simpleks dalam menganalisis risiko berdasarkan prioritas (Febri Handryani et al., 2021). Model ini merupakan modifikasi metode HOQ (Magdalena & Vannie, 2019). HOQ dalam metode ini mengadaptasi metode QFD dalam perancangan strategi mitigasi (Rozudin & Mahbubah, 2021). Dalam penelitian terdahulu oleh Laela et al. (2020), Metode *House of Risk* (HOR) digunakan untuk menentukan prioritas risiko yang harus ditangani dan telah terbukti efektif dalam menganalisis risiko. Menurut Fole (2023) metode *House of Risk* dibagi menjadi 2 fase dimana *House of Risk* fase 1 digunakan untuk mengidentifikasi agen risiko yang dominan memengaruhi proses bisnis dan prioritas untuk ditangani dengan cara perhitungan ARP yang hasilnya akan dilakukan *perankingan*. *House of Risk* fase 2 dilakukan untuk merancang *preventive action* atau strategi pencegahan mana yang akan diprioritaskan untuk diterapkan dalam mengurangi dampak risiko.

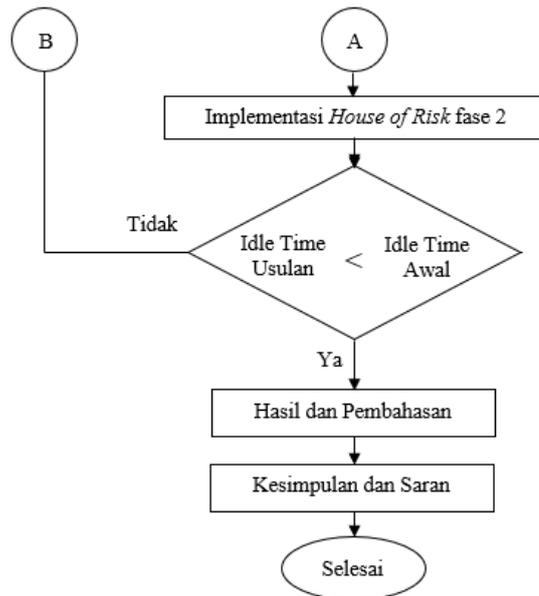
Analisis risiko juga memerlukan serangkaian identifikasi penyebab-penyebab dari setiap kemungkinan masalah yang dapat terjadi. Perlakuan terhadap risiko untuk proses mitigasi dapat melalui *contingency plan* (Jikrillah et al., 2021). Penelitian terdahulu oleh Ardhyani et al. (2023),

menerapkan *Root Cause Analysis* untuk mengidentifikasi akar penyebab dan langkah perbaikan atau saran yang dapat diterapkan untuk meminimalkan risiko dalam proses produksi. *Root Cause Analysis* adalah metode yang digunakan sebagai alat pengidentifikasian suatu masalah, *failure* atau kegagalan pada sistem yang berjalan serta proses dalam pencarian akar masalah atau penyebab terjadinya kegagalan beserta proses pencegahannya dengan penerapan prosedur yang terstruktur (Salehan & Ahmad, 2021). Setyawan et al. (2022) menyatakan RCA adalah metode evaluasi yang terstruktur untuk menganalisa akar penyebab (*root cause*) dari kejadian yang tidak diharapkan. *Root Cause* adalah pendekatan yang bertujuan dalam mengidentifikasi faktor suatu kejadian (Arditya et al., 2023). RCA ditujukan untuk mengumpulkan kemungkinan-kemungkinan dari suatu masalah (Petty Wahyuningtyas et al., 2023). Selain itu RCA ditujukan untuk menjaga suatu standar perusahaan agar tetap konsisten dan seragam (Bayu Sugiharto et al., 2023). RCA merupakan bagian dari beberapa faktor (faktor kondisi, faktor kejadian, faktor organisasi) yang dapat menimbulkan suatu kemungkinan penyebab dan diikuti oleh akibat yang tidak diharapkan dan jika suatu penyebab permasalahan tersebut dieliminasi atau dimodifikasi dapat mencegah akibat yang tidak diharapkan. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menentukan strategi mitigasi risiko yang optimal sehingga dapat meminimalisir terjadinya kerusakan mesin yang dapat berdampak pada menurunnya *Idle time* yang ditimbulkan dari efek kerusakan mesin produksi pada PT Industri Kereta Api.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *House of Risk* dan *Root Cause Analysis* dalam proses pemecahan masalah. Berikut merupakan langkah-langkah dalam pemecahan masalah:





Gambar 1. Langkah-Langkah Pemecahan Masalah

Variabel terikat pada penelitian ini adalah strategi mitigasi risiko kerusakan mesin produksi yang prioritas untuk pada PT Industri Kereta Api, sedangkan variabel bebas pada penelitian ini antara lain frekuensi kerusakan pada mesin produksi periode bulan Juni 2023-Februari 2024, jenis kerusakan pada mesin produksi periode bulan Juni 2023-Februari 2024, faktor penyebab kerusakan mesin produksi periode bulan Juni 2023-Februari 2024, dan umur atau tahun pembuatan mesin produksi yang digunakan..

HASIL DAN PEMBAHASAN

House of Risk Fase 1

House of Risk fase 1 dimulai dengan tahapan identifikasi risiko. Identifikasi risiko dilakukan terhadap *risk event* (kejadian risiko) beserta dengan *risk agent* (penyebab risiko) dari permasalahan. Kejadian risiko akan diidentifikasi penyebab-penyebab risiko yang berpotensi untuk muncul. Dari data laporan kerusakan mesin *Gap Shear* pada divisi *maintenance* didapatkan 11 jenis risiko kerusakan mesin yang selanjutnya dilakukan wawancara terhadap expert terkait *risk agent* dari kejadian risiko yang telah diketahui. Dari hasil wawancara didapatkan 13 risk agent yang berpotensi muncul dan dilakukan penilaian *severity* atau tingkat keparahan dari setiap risiko kerusakan terhadap proses produksi. Penilaian terhadap *occurrence* atau peluang kemunculan juga dilakukan terhadap *risk agent* yang telah diketahui.

Tabel 1. Identifikasi Risk Event

Kejadian Risiko	Ei	Tingkat Keparahan (Severity)
Pisau rusak	E1	5
Mengganti pisau mesin gap shear	E2	8
Oli clam bocor (<i>hold down pad</i>)	E3	4
Oli piston bocor	E4	8
Stopper pada mesin rusak	E5	10
Baut hidrolik putus / patah	E6	9
Selang oli bocor	E7	7
Pisau tidak bisa naik	E8	7
Oli mesin habis	E9	9
Naiknya pisau pelan	E10	8
<i>Hold down pad</i> lepas	E11	6

Tabel 2. Identifikasi Risk Agent

Agen Risiko	Ai	Peluang Kemunculan (Occurance)
Material yang dipotong tidak sesuai standar spek mesin	A1	5
Setelan/settingan pisau tidak sesuai (terlalu lebar/sempit)	A2	6
Proses / cara penggunaan tidak sesuai standar	A3	6
Seal pada komponen rusak / pecah	A4	6
Hold down pad retak	A5	5
Pressure terlalu tinggi melebihi batas spek	A6	7
Ulir pada mur aus	A7	8
Kurangnya pelumasan pada komponen	A8	5
Lifetime dari komponen sudah terlampaui	A9	5
Masalah pada kelistrikan	A10	4
Konsumsi oli pada mesin diatas normal	A11	3
Setting block valve yang tidak pas	A12	4
Kerusakan Mekanis dari komponen	A13	5

Setelah diketahui nilai dari *severity* dan *occurence*, tahap *house of risk* fase 1 akan dilanjutkan dengan penilaian korelasi antara agen risiko dengan kejadian risiko yang akan menjadi *input* untuk matriks *house of risk* fase 1 dan menghasilkan nilai ARP (*aggregate risk potential*) yang bertujuan untuk mengetahui risiko yang dinilai prioritas untuk diberi penanganan berdasarkan ranking nilai ARP terbesar.

Tabel 3. Matriks House of Risk Fase 1

Risk Event	Risk Agent													Si
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	
E1	9	1	3											5
E2	9		3											8
E3				9	1									4
E4			3			3			9					8
E5	1						9	1						10
E6						3		1	9					9
E7						1			3					7
E8										9			3	7
E9				3							1			9
E10										9		3		8
E11	3		3										3	6
Oi	5	6	6	6	5	7	8	5	5	4	3	4	5	
ARP	725	30	486	378	20	406	720	95	870	540	27	96	195	
Pj	2	11	5	7	13	6	3	10	1	4	12	9	8	

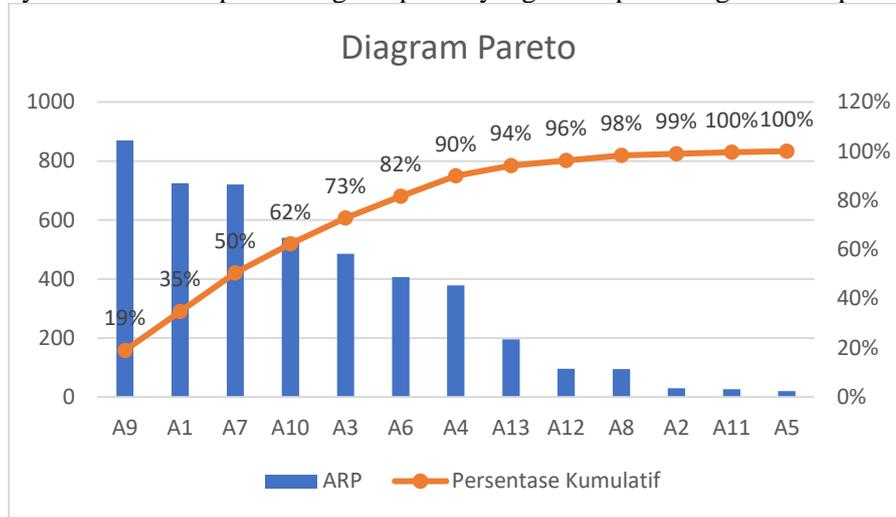
Pada matriks *house of risk* fase 1 diperoleh nilai ARP dari setiap agen risiko beserta ranking dari agen risiko berdasarkan nilai ARP. Ranking dan nilai ARP yang dihasilkan akan diproses dengan diagram pareto untuk mengetahui agen risiko yang dominan memengaruhi terjadinya *risk event* pada kerusakan mesin *Gap Shear* dan diprioritaskan untuk ditangani.

Tabel 4. Pengolahan Diagram Pareto

Ai	Agen Risiko	Rank	ARP	% ARP	% ARP Kumulatif
A9	Lifetime dari komponen sudah terlampaui	1	870	19%	19%
A1	Material yang dipotong tidak sesuai standar spek mesin	2	725	16%	35%
A7	Ulir pada mur aus	3	720	16%	50%
A10	Masalah pada kelistrikan	4	540	12%	62%
A3	Proses / cara penggunaan tidak sesuai standar	5	486	11%	73%
A6	Pressure terlalu tinggi melebihi batas spek	6	406	9%	82%

A4	Seal pada komponen rusak / pecah	7	378	8%	90%
A13	Kerusakan Mekanis dari komponen	8	195	4%	94%
A12	Setting block valve yang tidak pas	9	96	2%	96%
A8	Kurangnya pelumasan pada komponen	10	95	2%	98%
A2	Setelan/settingan pisau tidak sesuai (terlalu lebar/sempit)	11	30	1%	99%
A11	Konsumsi oli pada mesin diatas normal	12	27	0,6%	99,6%
A5	Hold down pad retak	13	20	0,4%	100%

Diagram pareto menggunakan konsep 80:20, yang bermakna dengan menerapkan perbaikan sebanyak 20% sumber risiko dominan, diharapkan dapat mengurangi 80% sumber risiko lainnya. Berikut merupakan diagram pareto yang memaparkan agen risiko paling dominan.



Gambar 2. Diagram Pareto

Dari hasil pengolahan dengan diagram pareto, terdapat lima agen risiko dominan yang dapat diminimalisir kejadiannya dengan membuat rancangan strategi mitigasi risiko sesuai dengan agen risiko tersebut. Berdasarkan konsep pareto, diperoleh 38,5% agen risiko penyebab utama yang diharapkan dapat mengurangi 73% agen risiko lainnya. Lima agen risiko dominan yaitu A9, A1, A7, A10, dan A3. Kemudian akan dilakukan pendekatan *Root Cause Analysis* untuk mengetahui akar penyebab dari masalah risiko kerusakan mesin *Gap Shear* sehingga didapatkan penanganan yang tepat untuk meminimalisir kejadian risiko.

Root Cause Analysis

Root cause analysis merupakan metode evaluasi yang terstruktur untuk menganalisa akar penyebab (*root cause*) dari kejadian yang tidak diharapkan dalam hal ini adalah penyebab risiko kerusakan mesin *Gap Shear*. Dari hasil wawancara dengan staff *maintenance* yang sering menangani kasus kerusakan mesin *Gap Shear*, didapatkan akar penyebab kerusakan mesin dari 5 agen risiko yang telah diidentifikasi menjadi agen risiko dominan.

Tabel 5. *Root Cause Analysis*

Ai	Issue	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4
A9	Lifetime dari komponen sudah terlampaui	Komponen tidak diganti ketika mencapai masa lifetime	Tidak terdapat penjadwalan terkait penggantian komponen	Staff tidak mengetahui data terkait lifetime komponen mesin	Data lifetime komponen mesin pada manual book tidak akurat
A1	Material yang dipotong tidak sesuai standar spek mesin	Salah dalam pengiriman dan penempatan material	Operator baru belum paham tentang spek material	Kurangnya penjelasan terkait material terhadap operator baru	

A7	Ulir pada mur aus	Terlalu banyak gesekan pada mur	Mesin dipakai 24 jam non stop	Permintaan produksi yang berlebihan	Tidak terdapat penjadwalan produksi yang tepat dan aman untuk mesin
A10	Masalah pada kelistrikan	Terdapat gangguan dari <i>power</i> listrik sehingga listrik padam	Adanya gagal fungsi pada komponen kelistrikan	Koneksi yang terlepas / longgar pada salah satu komponen kelistrikan	Getaran / hentakan mesin yang berlebihan
A3	Proses / cara penggunaan tidak sesuai standar	Proses produksi tidak sesuai dengan ketentuan yang berlaku	Pekerjaan yang terburu-buru	Operator belum memahami dengan seksama petunjuk dari penggunaan alat	Tidak ada <i>training</i> rutin kepada operator mengenai petunjuk dan penggunaan mesin

Akar penyebab dari setiap risiko kerusakan mesin Gap Shear yang dominan telah diketahui sehingga proses pencegahan yang akan dilakukan menjadi lebih tepat dan benar sehingga dapat mengurangi risiko kerusakan mesin dan berdampak pada turunnya total *Idle Time* atau waktu tunggu. Setelah diketahui akar penyebab dari setiap agen risiko dominan, kemudian *House of Risk* fase 2 akan dilakukan untuk menentukan strategi penanganan yang efektif pada setiap agen risiko dominan.

House of Risk Fase 2

Setelah dilakukan *Root Cause Analysis* dan diketahui akar penyebab permasalahan dari setiap risiko dominan, tahap selanjutnya adalah melakukan proses *House of Risk* fase 2 untuk kemudian mengetahui aksi mitigasi atau *preventive action* mana yang akan diprioritaskan dalam mengelola risiko untuk mengurangi dampak risiko. Berikut merupakan rancangan strategi mitigasi yang akan diterapkan dan diharapkan mampu meminimalisir terjadinya agen risiko.

Tabel 6. Rancangan Strategi Mitigasi

Ai	Penyebab Risiko	Akar Penyebab Risiko	PAi	Strategi Mitigasi
A9	<i>Lifetime</i> dari komponen sudah terlampaui	Data <i>lifetime</i> komponen mesin pada <i>manual book</i> tidak akurat	PA1	Melakukan pemantauan dan analisis terhadap umur pakai komponen mesin berdasarkan intensitas penggunaan mesin.

Ai	Penyebab Risiko	Akar Penyebab Risiko	PAi	Strategi Mitigasi
A1	Material yang dipotong tidak sesuai standar spek mesin	Kurangnya penjelasan terkait material terhadap operator baru	PA2	Menyediakan dokumentasi yang jelas mengenai material yang digunakan beserta karakteristiknya
A7	Ulir pada mur aus	Tidak terdapat penjadwalan produksi yang tepat dan aman untuk mesin	PA3	Mengimplementasikan sistem penjadwalan produksi dan menerapkan analisis prediktif jumlah produksi yang aman untuk keandalan mesin
A10	Masalah pada kelistrikan	Getaran / hentakan mesin yang berlebihan	PA4	Mengimplementasikan perawatan preventif berdasarkan data pemantauan getaran.
A3	Proses / cara penggunaan tidak sesuai standar	Tidak ada <i>training</i> rutin kepada operator mengenai petunjuk dan standar penggunaan mesin	PA5	Mengimplementasikan program pelatihan rutin untuk operator mengenai petunjuk dan standar penggunaan mesin serta membuat manual penggunaan mesin yang jelas dan mudah dipahami.

Setelah dilakukan perancangan strategi mitigasi, selanjutnya dilakukan penentuan nilai korelasi antara strategi mitigasi risiko dengan agen risiko. Penentuan korelasi ini menggunakan skala seperti dengan nilai korelasi antara kejadian risiko dan agen risiko. Kemudian akan dilakukan penilaian tingkat kesulitan dalam penerapan strategi mitigasi (Dk), perhitungan tingkat

efektivitas setiap tindakan (TEK) dan total efektivitas derajat kesulitan (ETDk). Proses selanjutnya adalah mengolah data yang telah diperoleh menggunakan matriks *house of risk* fase 2 yang akan menghasilkan strategi mitigasi yang prioritas untuk dilakukan.

Tabel 7. Matriks *House of Risk* Fase 2

Risk Event	Risk Agent					ARP
	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	
A1	9					870
A2		3				725
A3			9			720
A4				3		540
A5					9	486
<i>Total Effectiveness of Action</i>	7830	2175	6480	1620	4374	
Derajat Kesulitan	4	3	4	4	5	
<i>Effectiveness to Difficulty Ratio</i>	1958	725	1620	405	875	
Pj	1	4	2	5	3	

Berdasarkan tabel 4.4 Matriks *House of Risk* fase 2 diatas, hasil *strategi mitigasi* dengan nilai *Effectiveness to Difficulty Ratio* tertinggi adalah PA1 yaitu melakukan pemantauan dan analisis terhadap umur pakai komponen mesin berdasarkan intensitas penggunaan mesin. Dan nilai *Effectiveness to Difficulty Ratio* terendah adalah PA4 yaitu mengimplementasikan perawatan preventif berdasarkan data pemantauan getaran. Berikut adalah tabel *rank priority* dari strategi mitigasi berdasarkan perhitungan *house of risk* fase 2.

Tabel 8. Ranking Prioritas Mitigasi Risiko

Ranking	Strategi Mitigasi	PAi	ETDk
1	Melakukan pemantauan dan analisis terhadap umur pakai komponen mesin berdasarkan intensitas penggunaan mesin.	PA1	1958
2	Mengimplementasikan sistem penjadwalan produksi dan menerapkan analisis prediktif jumlah produksi yang aman untuk keandalan mesin	PA3	1620
3	Mengimplementasikan program pelatihan rutin untuk operator mengenai petunjuk dan standar penggunaan mesin serta membuat manual penggunaan mesin yang jelas dan mudah dipahami.	PA5	875
4	Menyediakan dokumentasi yang jelas mengenai material yang digunakan beserta karakteristiknya	PA2	725
5	Mengimplementasikan perawatan preventif berdasarkan data pemantauan getaran.	PA4	405

SIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian mengenai risiko kerusakan mesin *Gap Shear* di PT Industri Kereta Api yaitu terdapat 5 strategi mitigasi yang prioritas untuk diterapkan untuk meminimalisir kejadian risiko kerusakan mesin *Gap Shear* diantaranya melakukan pemantauan dan analisis terhadap umur pakai komponen mesin berdasarkan intensitas penggunaan mesin (PA1) dengan ETDk sebesar 1958, Mengimplementasikan sistem penjadwalan produksi dan menerapkan analisis prediktif jumlah produksi yang aman untuk keandalan mesin (PA3) dengan ETDk sebesar 1620, Mengimplementasikan program pelatihan rutin untuk operator mengenai petunjuk dan standar penggunaan mesin serta membuat manual penggunaan mesin yang jelas dan mudah dipahami dengan ETDk sebesar 875, menyediakan dokumentasi yang jelas mengenai material yang digunakan beserta karakteristiknya (PA2) dengan ETDk sebesar 725, dan Mengimplementasikan perawatan preventif berdasarkan data pemantauan getaran (PA4) dengan ETDk sebesar 405.

DAFTAR RUJUKAN

- Adelia, V., & Widiasih, W. (2023). Strategi Mitigasi Risiko Pada Produksi Surimi Beku Dengan Metode House Of Risk (HOR) dan SCOR MODEL. *Jurnal SENOPATI*, 5(1), 56–68.
- Amalia, W., Ramadian, D., & Hidayat, S. N. (2022). Analisis Kerusakan Mesin Sterilizer Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Failure Modes and Effect Analysis (FMEA). *Jurnal Teknik Industri*, 8(2), 369–377.
- Ardhyani, I. W., Garini, S. A., Suhartiningrum, F., & Akyun, Q. (2023). Identification of Production Decline Factors using the LEAN DMAI Method. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 22(1), 76–85. <https://doi.org/10.23917/jiti.v22i1.20013>
- Arditya, E. Y., Siswanto, B. N., & Fachrudin, D. H. (2023). Analysis of quality control issues in lakop sapu ijuk using Root Cause Analysis (RCA). *EQUILIBRIUM: Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Pembelajarannya*, 11(2), 126. <https://doi.org/10.25273/equilibrium.v11i2.17250>
- Bayu Sugiharto, P., Furqon, endi, Kustiadi, O., Studi Teknik Industri, P., & Sains Dan Teknologi, F. (2023). Analisis Perbaikan Defect Pada Produk Bata Ringan Dengan Menggunakan Metode RCA (Root Cause Analysis) Pada Salah Satu Perusahaan Bata Ringan Di Serang Timur. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 3(1), 157–170. <https://doi.org/10.46306/tgc.v3i1>
- Febrica Handryani, Nur Wiyono, S., Kusno, K., & Rochdiani, D. (2021). Identifikasi Risiko Pada Produksi Paprika (Studi Kasus di CV Cantigi Kabupaten Garut, Jawa Barat). *Forum Agribisnis*, 11(1), 90–100. <https://doi.org/10.29244/fagb.11.1.90-100>
- Fole, A. (2023). Perancangan Strategi Mitigasi Risiko Pada Proses Bisnis CV. JAT Menggunakan Metode House of Risk Designing a Risk Mitigation Strategy for CV. JAT Business Processes Using the House of Risk Method Asrul fole 1*). *JIEI: Journal of Industrial Engineering Innovation*, 01(02), 54–64.
- Giri, J. P., Alit, K., Putra, A., & Mahendra, W. (2021). Identifikasi Penilaian Dan Mitigasi Risiko Pada Proyek Villa Nini Elly. In *Jurnal Teknik Gradien* (Vol. 13, Issue 01). <http://www.ojs.unr.ac.id/index.php/teknikgradien>
- Jikrillah, S., Ziyad, M., & Stiadi, D. (2021). Analisis Manajemen Risiko Terhadap Keberlangsungan Usaha Umkm Di Kota Banjarmasin. *Jurnal Wawasan Manajemen*, 9(2), 134–141.
- Koespratiwi, A. F., Rahayu, D. K., & Widada, H. D. (2021). Analisis Strategi Mitigasi Risiko Pada Usaha Pembuatan Roti. *Jurnal Manajemen Dan Teknik Industri-Produksi*, 21(2), 111–126.
- Laela, E., Haerudin, A., Mansur, A., Isnaini, dan, Besar Kerajinan dan Batik, B., Kusumanegara no, J., & Penulis, K. (2020). Analisis Risiko Pada Industri Batik Menggunakan Pendekatan ISO 31000 Dan House Of Risk (HOR): Studi Kasus Di CV. Akasia Risk Analysis in Batik Industry Using ISO31000 Approach and House of Risk (HOR) Method : A Case Study at CV. Akasia. *Dinamika Kerajinan Dan Batik: Majalah Ilmiah*, 37(1), 93–104. <https://doi.org/10.22322/dkb.V36i1.4149>
- Magdalena, R., & Vannie. (2019). Analisis Risiko Supply Chain Dengan Model House Of Risk (HOR) Pada PT Tatalogam Lestari. *Jurnal Teknik Industri*, 14(2), 53.
- Munawir, H., Ulfa, R. M., & Djunaidi, M. (2020). Analisa Risiko Kegagalan Terhadap Downtime Pada Line Crank Case Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis. *Prosiding IENACO*, 149–156.
- Octavia, C. W., Magdalena, R., & Prasetya, W. (2019). Implementasi House of Risk dalam Strategi Mitigasi Penyebab Risiko pada Aktivitas di Bagian Produksi PT. XYZ. *Jurnal Metris*, 58–70. <http://ojs.atmajaya.ac.id/index.php/metris>
- Pamungkas, I., Tri Irawan, H., Basuki, M., Elba Ridha, A., Agam Syahputra, R., & Okta Widarta, F. (2023). Metode Analisis Risiko Kerusakan Mesin Produksi di Indonesia: Literature Review. In *Jurnal INVASI: Industri dan Inovasi* (Vol. 1). <http://jurnal.utu.ac.id/invasi/>
- Petty Wahyuningtyas, N., Eka Ratnawati, D., & Yudi Setiawan, N. (2023). Root Cause Analysis (RCA) berbasis Sentimen menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (K-NN) (Studi Kasus: Pengunjung Kolam Renang Brawijaya). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 7(5), 2515–2520. <http://j-ptiik.ub.ac.id>

- Prasetyo, B., Eka Yulia Retnani, W., & Laily Muhimmatul Ifadah, N. (2022). Analisis Strategi Mitigasi Risiko Supply Chain Management Menggunakan House of Risk (HOR). *Jurnal TEKNO KOMPAK*, 16(2), 72–84.
- Putu Sugih Arta, I., Gede Satriawan, D., Kadek Bagiana, I., Loppies, Y., Agusetiawan Shavab, F., Matari Fath Mala, C., Malik Sayuti, A., Agnes Safitri, D., Berlianty, T., Julike, W., Wicaksono, G., Marietza, F., Rustandi Kartawinata, B., & Utami, F. (2021). *MANAJEMEN RISIKO*. www.penerbitwidina.com
- Rozudin, M., & Mahbubah, N. A. (2021). Implementasi Metode House Of Risk Pada Pengelolaan Risiko Rantai Pasokan Hijau Produk Bogie S2HD9C (Studi Kasus: PT Barata Indonesia). *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.24853/jisi.8.1.1-11>
- Salehan, S. R., & Ahmad, R. (2021). Root cause analysis using extended cause-effect chain analysis plus (CECA+) method for cleanroom relative humidity problem in the semiconductor industry. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.1504/ijpqm.2021.10041852>
- Setyawan, F. A., Rahayu Widiana, D., & Sophia, A. V. (2022). Analisis Akar Penyebab Kegagalan Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Kecap Menggunakan Metode Root Cause Analysis. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*, 5(1), 186–190.
- Sumantika, A. (2020). Penerapan Manajemen Risiko Pada Aspek Penanganan Produksi (Make) Di Pabrik Pengalengan Gudeg Yogyakarta. *Jurnal Ilmiah SIMANTEK*, 4(3), 254–262.
- Trisita Novianti, S. T. P. M. T. (2021). *Manajemen Risiko*. Media Nusa Creative (MNC Publishing). <https://books.google.co.id/books?id=OnNMEAAAQBAJ>
- Winarso, K., & Jufriyanto, M. (2020). Rework Reduction and Quality Cost Analysis of Furniture Production Processes Using the House of Risk (HOR). *Journal of Physics: Conference Series*, 1569(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1569/3/032022>
- YAP, P. (2017). *Manajemen Risiko Perusahaan*. Growing Publishing. <https://books.google.co.id/books?id=AA1fDwAAQBAJ>