

PERANCANGAN MITIGASI RESIKO HUMAN ERROR AKTIVITAS MAINTENANCE PADA PT BATAM AERO TECHNIC

Hendri Setiawan¹, Citra Indah Asmarawati²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Industri , Universitas Putera Batam

²Dosen Program Studi Teknik Industri, Universitas Putera Batam

email: pb180410016@upbatam.ac.id

ABSTRACT

Potential errors can be avoided by controlling actions when carrying out maintenance with the aim of controlling work being a continuous corrective action. The problem faced by the company is human negligence or human error in the maintenance painting process. The method used is FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) by providing an assessment of risk and mitigation plans using QRA. (Quantitative Risk Analysis) covers all activities to identify hazardous events sequentially and the level of risk. The research was conducted on the process of repainting the aircraft body. The purpose of the study was to determine the negligence of technicians or human error in the process of repainting the aircraft body and the factors causing the problem. The results of the study describe that the frequency of failure of the Boeing 737-900 Series painting process with the type of reject dust is 31.25. The results of the FMEA analysis on the failure of the Boeing 737-900 Series painting process with factors caused by human error, namely lack of maintenance and cleaning of work equipment after use has an RPN value of 448.

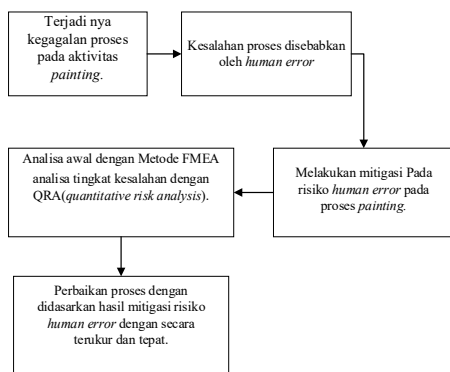
Keywords: Failure Mode and Effect Analysis ; Painting; Quantitative Risk Analysis;

PENDAHULUAN

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Syam, 2017) menjelaskan bahwa untuk meningkatkan sebuah produktifitasnya perusahaan melakukan dua hal yaitu memperbaiki operasi dan meningkatkan keterlibatan karyawan. Dikarenakan pentingnya kerjasama yang baik antara karyawan dengan perusahaan dalam mempertahankan kemajuan perusahaannya. Kegiatan pengendalian kerja dilakukan secara terus-menerus sebagai proses PDCA dan secara sistematis dengan kata lain pengendalian juga dilakukan di unit produksi maupun unit pendukung, terutama pada unit divisi *maintenance*.

Perusahaan MRO dari Lion Air Group memiliki anak perusahaan bernama *Batam Aero Technic* (BAT). Berfungsi untuk melakukan pemeriksaan C dan D dan pekerjaan perawatan berat pesawat. Bandara Hang Nadim Batam merupakan pusat perawatan. Pesawat boeing 737 adalah salah satu pesawat yang melakukan perawatan. Berdasarkan observasi dan instruksi kerja pada saat melakukan kegiatan perawatan pesawat terdapat kegiatan yang memiliki jumlah kecacatan terbesar yaitu pada proses perbaikan cat pesawat atau *repainting body*, setelah beberapa *leader* melakukan pengamatan dan *sampling* dari warna

body pesawat yang diperbaiki atau dicat ulang masih terdapat kesalahan. Pemeriksaan ini dilakukan dengan dasar adanya *Costumer Relevant Quality Standard (CRQS)* milik perusahaan dari *Batam Aero Technic*. Data yang digunakan adalah data pemeliharaan dan perbaikan dalam kurun Mei 2021 – April 2022. Tujuan penelitian dilakukan adalah mengetahui kelalaian teknisi atau *human error* pada proses kegiatan *repainting body* pesawat dan faktor penyebab masalah pada kegiatan *repainting body* pesawat. Berikut merupakan kerangka pemikiran dari penelitian ini :



(Sumber : Data Penelitian,2022)

KAJIAN TEORI

2.1 Konsep *Maintenance Activity*

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Yudha et al., (2018) yang dimaksudkan dengan kegiatan perawatan adalah semua kegiatan yang dilakukan dalam hal untuk menjaga sistem peralatan bekerja dengan baik. Dengan menerapkan program *maintenance* dengan efektif maka akan memberikan pengaruh terhadap kinerja dan keawetan dari aset-aset perusahaan. Tujuan lain yang ingin dicapai dalam menerapkan ini adalah memaksimalkan performa aset agar aset dapat beroperasi dengan optimal, meningkatkan keawetan aset, memangkas biaya perbaikan dan mencegah terjadinya waktu henti mendadak saat beroperasi.

2.2 Konsep *Human Error* dan Manajemen Risiko

Menurut pendekatan teknik industri, *human error* dijabarkan sebagai tindakan

atau keputusan manusia yang tidak mengikuti tujuan yang diharapkan dan berpotensi mereduksi efektivitas performansi system keseluruhan atau keselamatan. Dewa & Dewi (2017). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sriyono, (2019) menjelaskan bahwa Risiko merupakan kejadian yang memiliki potensi untuk menimbulkan kerugian dan penghambat tujuan perusahaan.

2.3 *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Projo Mukti Rifai dan Sriyanto (2017) bahwa FMEA berguna dalam melakukan analisis dampak dan kerusakan. Fungsi lainnya adalah menemukan bagian kritis komponen, memberikan penyelesaian masalah. FMEA merupakan metode sistematis untuk menemukan komponen, produk, proses yang mengalami kegagalan dan dampaknya dalam memenuhi keinginan dan standar konsumen.

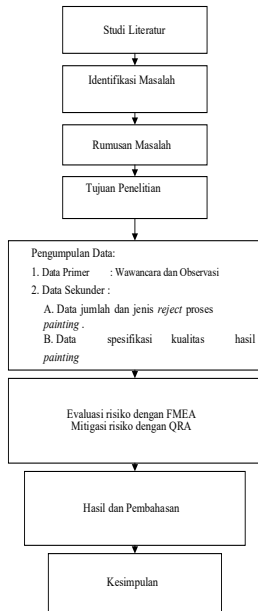
2.4 *QRA (Quantitative Risk Analysis)*

Menurut J. Merrit 2000 dalam Yulianto et al., (2016) QRA atau (*Quantitative Risk Analysis*) suatu metode analisis resiko dengan menggunakan angka untuk menyatakan dampak dan probabilitas. Metode QRA berfungsi dalam tahapan proses (laboratorium pengembangan, desain, operasi, pembongkaran dan lain-lain). Metode QRA sangat efektif jika digunakan untuk melakukan analisis proses desain yang telah ditetapkan karena fungsi utama metode ini adalah memberikan informasi untuk pengambilan keputusan dengan cara membandingkan estimasi risiko QRA dengan kriteria toleransi untuk memutuskan proses operasi dapat dikatakan cukup aman.

2.5 *Matriks House of Risk*

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Moh Nu'man (2016) menjabarkan bahwa *matriks House Of Risk* memberi gambaran hubungan antara sebuah kejadian dan penyebab risiko, sehingga ditemukannya sebuah nilai korelasi yang diperoleh dari penjumlahan bobot hubungan penyebab dan kejadian risiko.

METODE PENELITIAN



Gambar 3.1 Desain Penelitian
(Sumber: Data Penelitian,2022)

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kegiatan painting di divisi *Maintenance Batam Aero Technic* (BAT) dimulai dari kegiatan:

- a. Kegiatan *Washing atau Cleaning* yaitu kegiatan pembersihan pada bagian yang akan dilakukan pengecatan.
- b. Kegiatan *Sanding and Preparation* yaitu kegiatan persiapan preparasi permukaan pada bidang yang akan dicat yaitu dengan cara *Sanding*. *Sanding* merupakan kegiatan pengamplasan dan menutup lubang pada area yang akan dilakukan *painting* yaitu dengan cara memberikan lapisan pada permukaan yang berfungsi menahan dari kotoran yang ada di area sekitar.

- c. Kegiatan *Masking* yaitu kegiatan pengecatan dengan tingkat ketelitian dan kesulitan yang cukup rumit dikarenakan pada proses tersebut teknisi mencoba untuk menutup sebagian dari bagian yang akan dilakukan *painting* agar tidak terkena warna cat yang lainnya di saat pada proses painting di area lain yang didekatnya.
- d. Kegiatan *Primer* yaitu kegiatan memberikan pewarnaan dasar pada area yang akan dilakukan painting dan pada proses ini diperlukan tingkat konsistensi yang tinggi dari teknisi agar lapisan cat dapat merata pada permukaan sehingga pada proses *painting* lapisan cat dapat melekat dengan mudah.
- e. Kegiatan *Topcoat* yaitu kegiatan proses painting yang dilakukan dalam ruangan oven agar tidak adanya partikel asing seperti debu. Hasil dari *painting* tersebut harus tahan terhadap panas matahari, sinar uv, serta gangguan cuaca atau tekanan udara yang ekstrim.

4.2 Jenis dan Jumlah Frekuensi Terjadinya Kegagalan Proses

Tabel 4.1 Frekuensi Terjadinya Kegagalan

No	Jenis Reject	Jumlah Reject	Persentase
1	Dust	45	31,25 %
2	Blister	34	23,61 %
3	Dirt	30	20,83 %
4	Orange Peel	20	13,88 %
5	Runs	15	10,41 %
	Total	144	100 %

Tabel 4.2 Jumlah Kegagalan *Dust*

Penyebab <i>Dust</i>	Jumlah Kegagalan	Persentase
Kurang sempurnanya pembersihan pada permukaan yang akan dicat	20	13,88 %
fungsi panca indera mata yang berkurang	10	6,94 %
kurangnya perhatian dari karyawan pada area pengecatan yang kotor	15	10,41 %

Tabel 4.3 Jumlah Kegagalan *Blister*

Penyebab <i>Blister</i>	Jumlah Kegagalan	Persentase
Kurang pemeriksaan saat pembersihan	14	9,72 %
Tidak memverifikasi ulang hasil pembersihan	15	10,41 %
Tidak melakukan pembersihan pada lapisan yang mengelupas sesuai dengan SOP	5	3,47 %

Tabel 4.4 Jumlah Kegagalan *Dirt*

Penyebab <i>Dirt</i>	Jumlah Kegagalan	Persentase
Lupa setup temperatur ruangan pengecatan	11	7,63 %
Tidak melakukan pengecheckan kapasitas	6	4,16 %

oven dalam ruangan pengecatan		
Karyawan mengalami dehidrasi yang membuat tingkat fokus bekerja berkurang	2	1,39 %
Karyawan melakukan mengobrol pada jam kerja	4	2,78 %
Pintu ruangan pengecatan kurang tertutup rapi atau pintu tidak tertutup rapat.	7	4,86 %

Tabel 4.5 Jumlah Kegagalan *Orange Peel*

Penyebab <i>Orange Peel</i>	Jumlah Kegagalan	Persentase
Kurangnya kemampuan melakukan pengecatan	11	7,63 %
alat pengecatan yang dibersihkan oleh karyawan pada saluran spray (nozzle) kurang bersih	5	3,47 %
karyawan melakukan mengobrol pada jam kerja	4	2,77 %

Tabel 4.6 Jumlah Kegagalan *Runs*

Penyebab <i>Runs</i>	Jumlah Kegagalan	Persentase
Lalai melakukan proses pengecatan seperti sering berbicara pada saat bekerja	2	1,38 %
Tidak mentaati SOP yang berlaku terkait dengan kualitas	4	2,77 %
Kurang terampilnya karyawan dalam proses bekerja,	6	4,16 %
Kurang dilakukan perawatan dan pembersihan peralatan kerja setelah digunakan	3	2,08 %

Dengan total 144 kegagalan.

4.3 Perhitungan FMEA

Tabel 4.7 Perhitungan nilai RPN *Dust*

Penyebab <i>Dust</i>	Efek Kegagalan	S	O	D	RPN
Kurang sempurnanya pembersihan pada permukaan yang akan dicat	Hasil permukaan yang dicat tidak rapi	9	8	4	288
fungsi panca indera mata yang berkurang	Masih terdapat kotoran yang ada di permukaan yang akan dicat sehingga	8	7	7	392
kurangnya perhatian dari karyawan pada area pengecatan yang kotor	Kotoran yang berterbangan akan menempel pada permukaan yang akan di cat	7	7	6	294

Tabel 4.8 Perhitungan nilai RPN *Blister*

Penyebab <i>Blister</i>	Efek Kegagalan	S	O	D	RPN
Karyawan pada saat melakukan pembersihan kurang mengecek	Hasil permukaan yang dicat tidak rapi	7	7	3	147
Tidak memverifikasi ulang hasil pembersihan	Hasil permukaan yang dicat tidak rapi dan harus melakukan pembersihan ulang	6	6	2	72
Tidak melakukan pembersihan pada lapisan yang mengelupas sesuai dengan SOP	Hasil permukaan yang dicat tidak rapi dan harus melakukan pembersihan ulang	8	7	3	168

Tabel 4.9 Perhitungan nilai RPN Dirt

Penyebab <i>Dirt</i>	Efek Kegagalan	S	O	D	RPN
Lupa setup temperatur ruangan pengecatan	Tekanan udara tidak stabil didalam ruangan oven	7	6	3	126
Tidak melakukan pemeriksaan kapasitas oven	Hasil pengecatan tidak sesuai dengan standar	7	6	4	168
Karyawan dehidarasi membuat tingkat fokus bekerja berkurang	Hasil pengecatan tidak sesuai dengan standar	4	5	7	140
Karyawan melakukan mengobrol pada jam kerja	Hasil pengecatan tidak sesuai dengan standar	4	5	6	120
Pintu ruangan pengecatan kurang tertutup atau pintu tidak tidak tertutup rapat.	Suhu dan tekanan temperature tidak sesuai membuat penurunan kualitas pengecatan	6	5	7	210

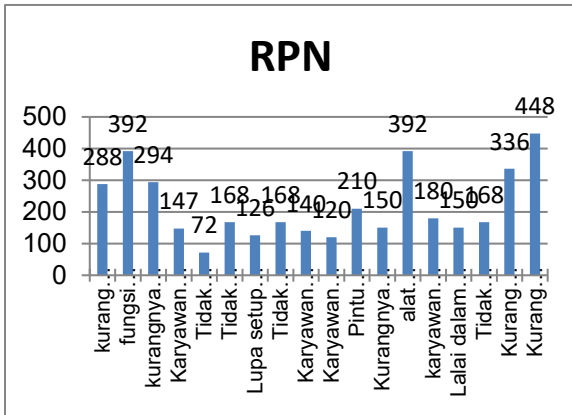
Tabel 4.10 Perhitungan nilai RPN Orange Peel

Penyebab <i>Orange Peel</i>	Efek Kegagalan	S	O	D	RPN
Kurangnya kemampuan karyawan dalam melakukan pengecatan	Hasil pengecatan tidak sesuai dengan standar	6	5	5	150
alat pengecatan yang dibersihkan oleh karyawan pada saluran spray (nozzle) kurang bersih	Hasil pengecatan bisa tidak rapi karena ada penumpukan lapisan cat	8	7	7	392

karyawan melakukan mengobrol pada jam kerja	Hasil pengecatan tidak sesuai dengan standar	6	5	6	180
---	--	---	---	---	-----

Tabel 4.11 Perhitungan nilai RPN Runs

Penyebab <i>Runs</i>	Efek Kegagalan	S	O	D	RPN
Lalai dalam melakukan proses pengecatan seperti sering berbicara pada saat bekerja	Hasil pengecatan tidak sesuai dengan standar terkadang belang-belang	6	5	5	150
Tidak mentaati SOP yang berlaku terkait dengan kualitas	Hasil pengecatan tidak sesuai dengan standar kualitas	7	6	4	168
Kurang terampilnya karyawan dalam proses bekerja,	Hasil pengecatan tidak sesuai dengan standar kualitas	8	7	6	336
Kurang dilakukan perawatan dan pembersihan peralatan kerja setelah digunakan	Hasil pengecatan tidak sesuai dengan standar yang diakibatkan peralatan yang kurang bersih	8	7	8	448



Gambar 4.1 Grafik nilai RPN
 Perhitungan nilai RPN :
 $RPN = \text{Nilai severity (S)} \times \text{Nilai occurence (O)} \times \text{Nilai detection (D)}$
 Nilai RPN = $9 \times 8 \times 4 = 288$

Probability	Severity				
	1	2	3	4	5
5	Green	Yellow	Red	Red	Red
4	Green	Yellow	Yellow	Red	Red
3	Green	Green	Yellow	Yellow	Red
2	Green	Green	Green	Yellow	Yellow
1	Green	Green	Green	Green	Green
Level Risk	Low Risk				
	Medium Risk				
	High Risk				

Gambar 4.2 Perhitungan dari Risk Level di *Matriks House Of Risk*

Probability	Severity				
	1	2	3	4	5
5	Green	Yellow	Red	Red	Red
4	Green	Yellow	Yellow	Red (k,l,m,n)	Red
3	Green	f	g,h	i,j	Red
2	c	e	Green	Yellow	Yellow
1	a,b,d	Green	Green	Green	Green
Level Risk	Low Risk				
	Medium Risk				
	High Risk				

Gambar 4.3 Perhitungan dari Risk Level di *Matriks House Of Risk* secara keseluruhan

4.4 Usulan Mitigasi Risiko

Tabel 4.12 Usulan Mitigasi Risiko *Dust*

Penyebab <i>Dust</i>	Efek Kegagalan	Usulan Mitigasi
kurang sempurnanya a pembersihan pada permukaan yang akan dicat	Hasil permukaan yang dicat tidak rapi	Melakukan verifikasi ulang sebanyak 2 kali guna mencegah kegagalan proses pembersihan.
fungsi panca indera mata yang berkurang	Masih terdapat kotoran yang ada di permukaan yang akan dicat	Melakukan pemeriksaan panca indera mata secara berkala
kurangnya perhatian dari karyawan pada area pengecatan yang kotor	Kotoran yang berbertangan akan menempel pada permukaan yang akan dicat	Melakukan pemeriksaan kebersihan pada area kerja sebelum dan sesudah kerja

Tabel 4.13 Usulan Mitigasi Risiko *Blister*

Penyebab <i>Blister</i>	Efek Kegagalan	Usulan Mitigasi
Karyawan pada saat melakukan pembersihan kurang mengecek	Hasil permukaan yang dicat tidak rapi	Melakukan verifikasi ulang sebanyak 2 kali guna mencegah kegagalan proses pembersihan
Tidak memverifikasi ulang hasil pembersihan	Hasil permukaan yang dicat tidak rapi dan harus melakukan pembersihan ulang	Menambahkan kolom verifikasi pada setiap laporan terkait hasil pembersihan
Tidak melakukan pembersihan pada lapisan yang mengelupas sesuai dengan SOP	Hasil permukaan yang dicat tidak rapi dan harus melakukan pembersihan ulang	Pemberian sanksi dan teguran kepada operator yang lalai dalam menjalankan SOP.

Tabel 4.14 Usulan Mitigasi Risiko *Dirt*

Penyebab <i>Dirt</i>	Efek Kegagalan	Usulan Mitigasi
Lupa setup temperatur ruangan pengecatan	Tekanan udara tidak stabil didalam ruangan oven	Pemberian sanksi dan teguran kepada operator. Menaruh instruksi pada dinding area kerja agar untuk melakukan set up temperatur
Tidak melakukan pemeriksaan kapasitas oven dalam ruangan pengecatan	Hasil pengecatan tidak sesuai dengan standar	Pemberian sanksi dan teguran serta melakukan pelatihan dalam hal pemeriksaan kapasitas oven.

Karyawan mengalami dehidrasi yang membuat tingkat fokus bekerja berkurang	Hasil pengecatan tidak sesuai dengan standar	Ditambahkan waktu kepada karyawan untuk minum dan letak tempat logistik untuk minum agar dapat dijangkau oleh operator atau karyawan.
Karyawan melakukan mengobrol pada jam kerja	Hasil pengecatan tidak sesuai dengan standar	Melakukan pengawasan yang dilakukan oleh leader lapangan dan memasang cctv
Pintu ruangan pengecatan kurang tertutup rapi atau pintu tidak tidak tertutup rapat.	Suhu dan tekanan temperature tidak sesuai yang membuat penurunan kualitas pengecatan	Pemberian sanksi dan teguran serta mengganti pintu ruangan agar bisa tertutup secara otomatis

Tabel 4.15 Usulan Mitigasi Risiko *Orange Peel*

Penyebab <i>Orange Peel</i>	Efek Kegagalan	Usulan Mitigasi
Kurangnya kemampuan karyawan dalam melakukan pengecatan	Hasil pengecatan tidak sesuai dengan standar	Melakukan pengawasan oleh leader lapangan dan pelatihan keahlian painting
alat pengecatan yang dibersihkan oleh karyawan pada spray (nozzle) kurang bersih	Hasil pengecatan bisa tidak rapi karena adanya penumpukan lapisan cat	Melakukan pengawasan oleh leader lapangan dan pelatihan pembersihan

karyawan melakukan mengobrol pada jam kerja	Hasil pengecatan tidak sesuai dengan standar	Pemberian sanksi dan teguran
---	--	------------------------------

Tabel 4.16 Usulan Mitigasi Risiko *Runs*

Penyebab <i>Runs</i>	Efek Kegagalan	Usulan Mitigasi
Lalai dalam melakukan proses pengecatan seperti sering berbicara pada saat bekerja	Hasil pengecatan tidak sesuai dengan standar terkadang belang-belang	Melakukan pengawasan oleh leader lapangan dan memasang cctv
Tidak mentaati SOP yang berlaku terkait dengan kualitas	Hasil pengecatan tidak sesuai dengan standar kualitas	Pemberian sanksi dan teguran
Kurang terampilnya karyawan dalam proses bekerja,	Hasil pengecatan tidak sesuai dengan standar kualitas	Memberikan pelatihan agar kemampuan karyawan bertambah
Kurang dilakukan perawatan dan pembersihan peralatan kerja setelah digunakan	Hasil pengecatan tidak sesuai dengan standar yang diakibatkan peralatan yang kurang bersih	Melakukan pengawasan leader lapangan dan pelatihan pembersihan peralatan kerja serta menambahkan instruksi kerja pembersihan peralatan

SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Frekuensi terjadinya kegagalan proses *painting* Boeing 737-900 Series pada jenis reject *dust* sebesar 31,25 % disebabkan bagian yang akan dilakukan pengecatan ini tidak dicuci dengan bersih sehingga kotoran melekat pada permukaan setelah di cat permukaan terlihat tidak merata.

2. Penyumbang besar pada kegiatan *dust* yaitu kurang sempurnanya pembersihan pada permukaan yang akan dicat sebesar 20 kegagalan dari jumlah total sebesar 144 proses yang mengalami kegagalan. Faktor yang disebabkan oleh *human error* yaitu kurang dilakukan perawatan dan pembersihan peralatan kerja setelah digunakan memiliki nilai RPN sebesar 448.

3. Perhitungan dari Risk Level di *Matriks House Of Risk* pada setiap kegagalan yang disebabkan oleh faktor manusia yaitu:

a. Tidak memverifikasi ulang hasil pembersihan memiliki kategori *level risk low* atau rendah.

b. Tidak melakukan pembersihan pada lapisan yang mengelupas sesuai dengan SOP dan Tidak mentaati SOP yang berlaku terkait dengan kualitas serta tidak melakukan pengecekan kapasitas oven dalam ruangan pengecatan memiliki kategori *level risk medium* atau sedang.

c. Kurangnya perhatian dari karyawan pada area pengecatan yang kotor memiliki kategori *level risk high* atau tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiva, W. H., Atmaji, F. T. D., & Alhilman, J. (2019). Usulan Interval Preventive Maintenance dan Estimasi Biaya Pemeliharaan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance dan FMECA. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 18(2), 213–223.
- Ashrafi, M., & Anzabi Zadeh, S. (2017). Lifecycle risk assessment of a technological system using dynamic Bayesian networks. *Quality and Reliability Engineering International*, 33(8), 2497–2520.
- Correa-Jullian, C., & Groth, K. M. (2020). Liquid Hydrogen Storage System FMEA and Data Requirements for Risk Analysis. *30th European Safety and Reliability Conference, ESREL 2020 and 15th Probabilistic Safety Assessment and Management*

- Conference, PSAM 2020, November, 973–980.
- Dewa, P. K., & Dewi, L. T. (2017). Identifikasi Human Error pada Rantai Pasok Industri Kreatif: Adopsi Model SCOR. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 21–25.
- Hidayatulloh, M. I., Nugroho, A., & Mayangsari, E. (2021). ANALISIS RISIKO KEBOCORAN GAS SULFUR DIOKSIDA DENGAN PENDEKATAN QUANTITATIVE RISK ANALYSIS (QRA). *Proceeding 2nd Conference On Safety Engineering*, 2581, 705–710.
- J., A., H., S., & W.I., E. (2017). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proyek Bangunan Gedung Dengan Metode Fmea. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan*, 1(1), 115–123.
- 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 2020 Teknik Industri UMS*, 149–156.
- Nguyen, S., Chen, P. S. L., Du, Y., & Shi, W. (2019). A quantitative risk analysis model with integrated deliberative Delphi platform for container shipping operational risks. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 129(August), 203–227.
- Projo Mukti Rifai dan Sriyanto. (2017). ANALISIS KECELAKAAN KERJA DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) Studi Kasus : Automotive Workshop Semarang Projo Mukti Rifai*, Sriyanto,ST.MT. 1–7.
- Rifai, A., Irawan, A., & Kurniawan, T. (2021). KAJIAN LITERATUR MENGENAI SIMULASI DINAMIK UNTUK QUANTITAVE RISK ANALISIS (QRA) DI THERMAL OXIDATOR (TOX) Jl . Raya Jakarta Km . 4 Pakupatan , Serang , 42122 , Indonesia. *Jurnal Integrasi Proses*, 10(2), 96–108.
- Sriyono. (2019). *Pengantar manajemen resiko (I)*. UMSIDA PRESS.
- Syam, S. (2017). Human Error dalam Proses Picking dan Shipping Warehouse Management di PT Cipta Krida Bahari. In PT Cipta Krida Bahari Samarinda (Vol.105,Issue3).
- Wang, L., Yan, F., Wang, F., & Li, Z. (2021). FMEA-CM based quantitative risk assessment for process industries—A case study of coal-to-methanol plant in China. *Process Safety and Environmental Protection*, 149, 299–311.
- Zarei, E., Azadeh, A., Khakzad, N., Aliabadi, M. M., & Mohammadfam, I. (2017). Dynamic safety assessment of natural gas stations using Bayesian network. *Journal of Hazardous Materials*, 321, 830–840.

	<p>Penulis pertama, Hendri Setiawan, merupakan mahasiswa Prodi Teknik Industri Universitas Putera Batam.</p>
	<p>Penulis kedua, Citra Indah Asmarawati, S.T., M.T. merupakan Dosen Prodi Teknik Industri Universitas Putera Batam. Penulis banyak berkecimpung di bidang manufaktur.</p>