

Analisis Risiko Aktivitas *Road Maintenance* PT XYZ dengan Menggunakan Metode FMEA

Irma Adelina Panjaitan^{*1}, Abdul Halim², Yudi Sukmono³

^{1,3}Program Studi Teknik Industri, Universitas Mulawarman, Jalan Sambaliung No. 9 Kampus Gunung Kelua, Samarinda

²Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Samarinda, Kalimantan Timur, Samarinda
e-mail: ^{*}irmaadelinap30@gmail.com, ²halim72@polnes.ac.id, ³y.sukmono@ft.unmul.ac.id

(artikel diterima: 31-01-2025, artikel disetujui: 09-08-2025)

Abstrak

PT XYZ merupakan sebuah perusahaan kontraktor pertambangan batu bara yang bergerak dalam bidang pengangkutan batu bara dan perawatan jalan tambang. Dalam melakukan kegiatan perawatan jalan, PT XYZ bertanggung jawab pada jalan pertambangan sepanjang 53 km yang dimiliki oleh pelanggannya. Dengan 4 paket unit alat berat yang dimiliki oleh PT XYZ, aktivitas *road maintenance* tersebut dikerjakan dengan membagi panjang jalan tersebut menjadi dua bagian yaitu bagian selatan sepanjang 49 km – 72 km dan bagian utara sepanjang 73 km – 102 km. Pada masing-masing bagian dalam pengerjaan perawatan jalan, terdapat pengawas khusus bagian perawatan jalan agar dapat berjalan sesuai dengan yang telah direncanakan. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi dan analisis risiko dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi hal yang berpotensi memberikan kerugian selama melakukan aktivitas perawatan jalan. Berdasarkan hasil wawancara terdapat 5 potensi risiko yang terjadi saat melakukan aktivitas perawatan jalan dan setelah dilakukan perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN), didapatkan 1 nilai tertinggi yaitu jadwal *road maintenance* terhambat dengan nilai sebesar 240. Dengan menggunakan diagram *fishbone*, didapatkan akar permasalahan yang muncul dari risiko tersebut meliputi manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan kerja. Sehingga diberikan alternatif perbaikan pada masing-masing permasalahan tersebut dengan tujuan agar dapat mencegah terjadinya risiko dengan kejadian yang sama.

Kata kunci: perawatan jalan, risiko, FMEA, RPN, diagram *fishbone*

Abstract

PT XYZ is a coal mining contractor company engaged in coal transportation and road maintenance. In conducting road maintenance activities, PT XYZ is responsible for 53 km of mining roads owned by its customers. With 4 packages of heavy equipment units owned by PT XYZ, the road maintenance activities are carried out by dividing the length of the road into two parts, namely the southern part along 49 km - 72 km and the northern part along 73 km - 102 km. In each part of the road maintenance work there is a special road maintenance supervisor so that it can run as planned. Therefore, it is necessary to identify and analyze risks using the *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) method to identify things that have the potential to cause losses during road maintenance activities. Based on the results of the interview, there are 5 potential risks that occur when carrying out road maintenance activities and after calculating the *Risk Priority Number* (RPN) value, 1 highest value is obtained, namely the road maintenance schedule is hampered with a value of 240. By using *fishbone* diagrams, the root causes of the risks include people, machines, materials, methods, and work environment. So that alternative improvements are given to each of these problems with the aim of preventing risks with the same occurrence.

Keywords: road maintenance, risk, FMEA, RPN, fishbone diagram

1. PENDAHULUAN

Menurut Yuniar dan Fatihin (2016), setiap operasi penambangan memerlukan jalan tambang sebagai sarana infrastruktur yang vital dalam lokasi penambangan dan sekitarnya. Jalan tambang digunakan untuk penghubung, lokasi-lokasi penting, antara lain lokasi tambang dengan area *crushing plant*. Menurut Arifin dan Mubaroq (2022), kondisi dari jalan tambang selalu dilakukan pemeliharaan agar operasional pengangkutan dari material yang berada di tambang dapat berjalan dengan optimal dan aman. Jalan tambang dengan kondisi yang buruk akan menurunkan performa dari produktivitas alat, menaikkan biaya operasi dan pemeliharaan pada alat berat, serta menjadi potensi bahaya. Proses pemantauan kondisi jalan umumnya dilakukan secara manual yaitu dengan

inspeksi fisik langsung di lapangan. Pemantauan kondisi jalan secara *remote* maupun *real time* membantu mengetahui kondisi dan perbaikan jalan yang lebih cepat yang membantu upaya optimalisasi operasional dari pertambangan.

Menurut Labombng (2011) dalam Nainggolan dan Wulandari (2021), risiko merupakan suatu hal yang terjadi secara alami atau diluar dugaan yang dapat merugikan dari segi properti maupun finansial akibat dari bahaya yang terjadi. Menurut Kountur (2008) dalam Nainggolan dan Wulandari (2021), manajemen risiko merupakan sebuah metode yang dilakukan oleh perusahaan untuk penanganan terhadap risiko yang akan dihadapi oleh perusahaan.

Menurut Suryanto dkk. (2020) dalam Nuraini (2022), masalah-masalah yang timbul pada perusahaan akan berisiko untuk menurunnya kualitas dan kuantitas hasil produksi yang secara otomatis akan mempengaruhi juga pada kebangkrutan perusahaan. Risiko yang muncul dari masalah yang dihadapi dalam perusahaan merupakan salah satu dampak negatif yang timbul akibat perusahaan tidak mampu mengelola atau menyelesaikan permasalahan dengan baik. Selain itu, risiko dapat terjadi yang diakibatkan karena minimnya informasi yang dimiliki bahkan tidak mempunyai informasi yang dimiliki oleh individu maupun organisasi yang berkaitan dengan kejadian yang akan terjadi. Menurut Hadiet dkk. (2020) dalam Nuraini (2022), hal yang dilakukan untuk mengatasi risiko tersebut adalah melakukan pengelolaan risiko untuk diketahui bentuk dari perbaikannya sehingga risiko dapat berdampak secara baik dan melihat peluang untuk pengambilan keputusan karena berdampak dengan aktivitas yang akan dilakukan selanjutnya yang mampu menghasilkan rekomendasi atas perbaikan untuk melakukan pengukuran dari sistem kerja yang ada pada sebelumnya.

PT XYZ merupakan sebuah perusahaan pertambangan batu bara yang bergerak dalam bidang pengangkutan batu bara dan perawatan jalan tambang. Dalam melakukan kegiatan perawatan jalan, PT XYZ bertanggung jawab pada jalan pertambangan sepanjang 53 km yang dimiliki oleh pelanggannya. Dengan 4 paket unit alat berat yang dimiliki oleh PT XYZ, aktivitas *road maintenance* tersebut dikerjakan dengan membagi panjang jalan tersebut menjadi dua bagian yaitu bagian selatan sepanjang 49 km – 72 km dan bagian utara sepanjang 73 km – 102 km. Pada masing-masing bagian dalam pengerjaan perawatan jalan, terdapat pengawas khusus bagian perawatan jalan agar dapat berjalan sesuai dengan yang telah direncanakan. Tidak dapat dipungkiri dalam melakukan suatu pekerjaan terdapat risiko yang menghambat proses dari suatu pekerjaan bahkan menimbulkan kerugian. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi dan analisis risiko serta sumber penyebab risiko tersebut untuk dapat mencegah terjadinya risiko dengan kejadian yang sama.

Metode yang digunakan dalam melakukan identifikasi dan analisis risiko serta sumber penyebab risiko pada aktivitas *road maintenance* adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *fishbone diagram*. Metode FMEA digunakan untuk mengidentifikasi potensi risiko dalam aktivitas *road maintenance* sedangkan metode *fishbone diagram* digunakan untuk mengidentifikasi akar permasalahan dari penyebab risiko tersebut sehingga dapat dibuat alternatif perbaikan dari permasalahan yang ada.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian yang dilakukan untuk mengidentifikasi dan menganalisis risiko, terdapat beberapa tahapan yang dilaksanakan yaitu tahap persiapan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap analisis dan pembahasan, serta tahap penutup.

Pada tahap persiapan, terdiri dari beberapa tahapan yang perlu dilakukan antara lain melakukan studi literatur yang berkaitan mengenai manajemen risiko. Selanjutnya, identifikasi masalah yang merupakan proses pengenalan, pengamatan, dan pemahaman terhadap masalah yang terjadi. Kemudian menentukan tujuan penelitian yang akan dicapai yaitu untuk mengetahui potensi risiko yang sangat merugikan dalam aktivitas *road maintenance* dan mengetahui sumber penyebab risiko tersebut dapat terjadi.

Pada tahap pengumpulan data, terdapat dua jenis data yaitu data primer dengan melakukan wawancara kepada pengawas produksi bagian *road maintenance* yang kemudian dilanjutkan pengisian kuisioner FMEA dan data sekunder yang merupakan data-data pendukung yang diperoleh secara tidak langsung melalui media perantara yang didapatkan berupa data atau laporan historis *road maintenance* pada bulan Desember 2023 hingga Januari 2024.

Pada tahap pengolahan data dilakukan untuk mengetahui penilaian dari tingkat risiko dalam melakukan aktivitas *road maintenance* dengan menggunakan metode FMEA. Menurut Puspitasari dan Martanto (2014) dalam Bilhammullah dan Putra (2022) *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab dari kegagalan yang terjadi selama proses produksi, mengevaluasi prioritas risiko, dan membantu untuk menentukan usulan perbaikan yang tepat untuk menghindari masalah yang telah diidentifikasi akan terjadi. Hal utama yang digunakan metode FMEA adalah *Risk Priority Number* (RPN) (Pibisono dkk., 2020). Terdapat tiga kriteria yang dianalisis yaitu penilaian *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* (SOD) yang akan digunakan untuk mendapatkan nilai dari *Risk Priority Number* (RPN) (Rosih dkk., 2015). Pada ketiga kriteria ini kemudian akan dibentuk menjadi Risk Priority (RPN) yaitu yang diformulasikan menjadi $S \times O \times D = RPN$, dimana semakin tinggi nilai dari RPN, maka semakin tinggi dampak masalah terhadap kualitas produk atau proses sehingga penanganannya harus disegerakan.

Menurut Zulfahmi dan Saputra (2022), *severity* merupakan tingkat atau *rating* yang mengacu pada seriusnya dampak dari suatu potensial *failure mode*. Berikut merupakan Tabel 1 dari skala *severity* yang akan dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 1. Severity

Rating	Effect	Severity Effect
10	Hazardous without warning	Tingkat keparahan sangat tinggi ketika mode kegagalan potensial mempengaruhi <i>system safety</i> tanpa peringatan.
9	Hazardous without warning	Tingkat keparahan sangat tinggi ketika mode kegagalan potensial mempengaruhi <i>system safety</i> dengan peringatan.
8	Very high	Sistem tidak dapat beroperasi dengan kegagalan menyebabkan kerusakan tanpa membahayakan keselamatan
7	High	Sistem tidak dapat beroperasi dengan kerusakan peralatan.
6	Moderate	Sistem tidak dapat beroperasi dengan kerusakan kecil.
5	Low (L)	Sistem tidak dapat beroperasi tanpa kerusakan.
4	Very low	Sistem dapat beroperasi dengan kinerja mengalami penurunan secara signifikan.
3	Minor	Sistem dapat beroperasi dengan kinerja mengalami beberapa penurunan.
2	Very Minor	Sistem dapat beroperasi dengan sedikit gangguan
1	None	Tidak ada pengaruh.

Sumber Tabel (Zulfahmi dan Saputra, 2022)

Menurut Zulfahmi dan Saputra (2022), *occurrence* merupakan *rating* yang mengacu pada beberapa frekuensi terjadinya cacat atau kegagalan. Nilai frekuensi kegagalan menunjukkan adanya keseringan suatu masalah yang terjadi akibat *potential cause*. Berikut merupakan Tabel 2 dari skala *occurrence* yang akan dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 2. Occurrence

Rating	Probability of Occurrence	Severity Effect
10	Very High (VH): kegagalan hampir tidak bisa dihindari	>1 dalam 2
9		1 dalam 3
8	High (H): kegagalan berulang	1 dalam 8
7		1 dalam 20
6		1 dalam 80
5	Moderate (M): sesekali kegagalan	1 dalam 400
4		1 dalam 2000
3		1 dalam 15000
2	Low (L): relatif sedikit kegagalan	1 dalam 150000
1		< 1 dalam

Sumber Tabel (Zulfahmi dan Saputra, 2022)

Menurut Zulfahmi dan Saputra (2022), *detection* merupakan sebuah kontrol proses yang akan mendeteksi secara spesifik akar penyebab dari suatu kegagalan. *Detection* adalah sebuah pengukuran untuk mengendalikan kegagalan yang dapat terjadi. Berikut merupakan Tabel 3 dari skala *detection* yang akan dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 3. *Detection*

Rating	Detection	Kemungkinan Deteksi oleh Alat Pengontrol
10	<i>Absolute Uncertainty</i>	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya
9	<i>Very Remote</i>	Sangat kecil kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
8	<i>Remote</i>	Kecil kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
7	<i>Very Low</i>	Sangat rendah kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
6	<i>Low</i>	Rendah kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
5	<i>Moderate</i>	Sedang kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
4	<i>Moderately High</i>	Sangat sedang kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
3	<i>High</i>	Tinggi kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
2	<i>Very High</i>	Sangat tinggi kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
1	<i>Almost Certain</i>	Hampir pasti kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.

Sumber Tabel (Zulfahmi dan Saputra, 2022)

Setelah melakukan pengolahan data berupa perhitungan *Risk Priority Number* (RPN), maka akan didapatkan 1 *risk event* dengan nilai RPN tertinggi yang merupakan *top level event* yaitu jadwal *road maintenance* terhambat.

Langkah selanjutnya adalah mengetahui akar permasalahan yang menyebabkan risiko tersebut terjadi dengan menggunakan *fishbone* diagram yang merupakan sebuah gambaran secara grafis untuk mempresentasikan inti dari faktor penyebab kegagalan yang terjadi dengan bentuk analisa berupa data yang dikumpulkan secara subjektif atas pengamatan dan analisa (Aristriyana dan Fauzi, 2022). Terdapat 5 faktor yang diidentifikasi, yaitu faktor manusia (*man*), faktor alat (*machine*), faktor metode (*method*), faktor material atau bahan (*material*), dan faktor lingkungan (*environment*) (Anthony, 2016).

Setelah menyelesaikan pembuatan *fishbone diagram*, maka tahap selanjutnya adalah menentukan alternatif perbaikan dari masing-masing permasalahan yang telah diidentifikasi dalam *fishbone diagram* dengan harapan menjaga kondisi lapangan sesuai dengan usulan perbaikan yang telah diberikan agar dapat meminimalisir terjadinya berbagai risiko.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penilaian terhadap faktor *severity*, *occurrence*, dan *detection* diperoleh melalui kuisioner yang telah diisi oleh pihak yang memiliki keahlian serta pengalaman dalam permasalahan tersebut. Dalam hal ini, kuisioner tersebut diisi oleh pengawas produksi yang bertanggung jawab pada bagian *road maintenance*, sehingga hasil yang diperoleh mencerminkan pandangan dari individu yang memiliki pemahaman mendalam terhadap kondisi di lapangan. Berikut ini merupakan nilai dari faktor *severity*, *occurrence*, dan *detection* yang telah dikumpulkan berdasarkan hasil kuisioner tersebut.

Tabel 4. *Failure Mode and Effect Analysis*

Kegagalan Proses	Efek Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan	O	Proses Kontrol	D
Jadwal <i>road maintenance</i> terhambat	Pekerjaan tidak terselesaikan sesuai dengan target yang diinginkan	5	Unit yang akan digunakan dalam <i>road maintenance</i> sedang <i>breakdown</i>	8	Menggunakan unit <i>backup</i> atau <i>spare</i>	6
<i>Road Condition Index</i> (RCI) beberapa parameter menurun	Jalan tidak memenuhi standar keamanan yang telah ditetapkan	6	Unit <i>support</i> yang kurang	7	<i>Move</i> unit terdekat ke jalan yang memerlukan perbaikan terlebih dahulu	5
Kondisi jalan memiliki kelembaban yang tinggi (berlumpur dan licin)	Tidak dapat melaksanakan pekerjaan perbaikan jalan	8	Curah hujan yang tinggi	4	<i>Standby</i> unit	4
Terdapat beberapa bagian unit yang rusak saat melakukan aktivitas <i>road maintenance</i>	Performa alat berat menurun	7	<i>Driver</i> atau operator yang menabrak lubang secara kencang	9	Diberikan pelatihan pada <i>driver</i>	3
Jalan menjadi cepat rusak	Meningkatnya risiko kecelakaan dalam melakukan pekerjaan	3	<i>Effective Working Hours</i> (EWH) tidak digunakan dengan maksimal	6	Mengidentifikasi hambatan dalam melakukan pekerjaan sehingga EWH dapat digunakan secara maksimal	5

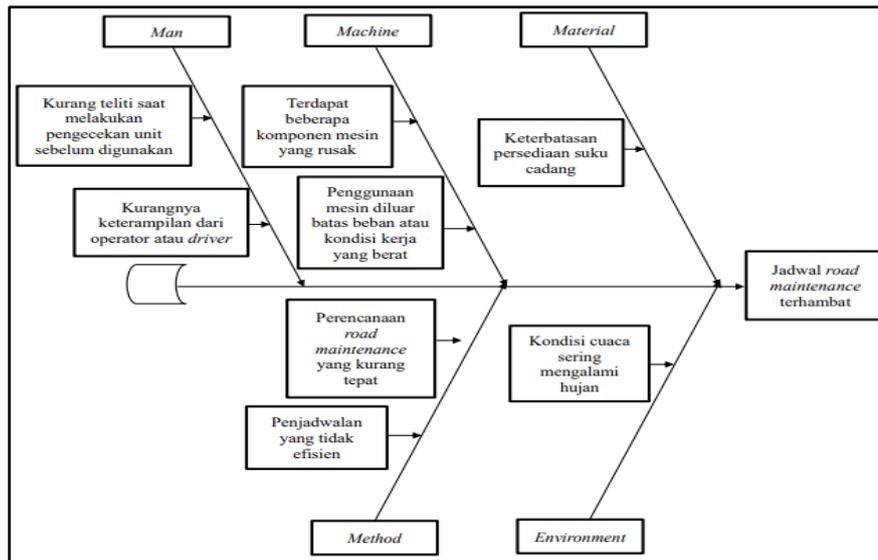
Berdasarkan pengolahan data dengan menggunakan metode FMEA, terdapat 5 jenis *risk event* yang terjadi pada aktivitas *road maintenance*. Dari 5 jenis *risk event* yang ada, setelah dilakukan penilaian diperoleh 1 *risk event* dengan nilai yang tertinggi yaitu jadwal *road maintenance* terhambat. Hasil dari penilaian risiko tersebut dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Perhitungan *Risk Priority Number*

Indikator Risiko	RPN
Jadwal <i>road maintenance</i> terhambat	240
<i>Road Condition Index</i> beberapa parameter menurun	210
Kondisi jalan memiliki kelembaban yang tinggi (berlumpur dan licin)	128
Terdapat beberapa bagian unit yang rusak saat melakukan aktivitas <i>road maintenance</i>	189
Jalan menjadi cepat untuk rusak	90

Setelah mendapatkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dengan menggunakan metode FMEA, maka didapatkan nilai tertinggi pada risiko aktivitas *road maintenance* yaitu jadwal *road maintenance* terhambat dengan nilai sebesar 240 RPN. Setelah itu akan dilakukan analisis untuk mencari akar permasalahan risiko tersebut beserta dengan usulan perbaikannya.

Jadwal *road maintenance* terhambat dapat mengakibatkan aktivitas *road maintenance* menjadi terganggu atau dapat mengalami kerugian. Sesudah menentukan risiko dan nilai RPN, selanjutnya dilakukan pencarian akar masalah menggunakan diagram *fishbone*. Berikut merupakan hasil dari pencarian akar masalah di bawah ini.



Gambar 1. Fishbone Diagram

Setelah diagram *fishbone* dibuat dan diketahui faktor-faktor yang menentukan kegagalan dari jadwal *road maintenance* terhambat, selanjutnya dibuat alternatif perbaikan dari permasalahan tersebut dengan harapan menjaga kondisi lapangan sesuai dengan usulan perbaikan yang telah diberikan agar menjadi budaya baru terhadap pekerja perusahaan sehingga dapat meminimalisir terjadinya berbagai risiko.

Tabel 6. Usulan Perbaikan

Faktor	Permasalahan	Perbaikan
Man	Kurang teliti saat melakukan pengecekan unit sebelum digunakan	Melakukan pelatihan khusus kepada operator sebelum menggunakan unit dan diajarkan untuk melihat tanda berpotensi terjadinya masalah pada alat berat.
	Kurangnya keterampilan dari operator atau <i>driver</i>	Memberikan bentuk pelatihan pengembangan keterampilan oleh mentor atau pembimbing sesuai dengan peraturan dan standar keamanan dengan mendapatkan sertifikasi yang sesuai. Setelah itu, dilakukan evaluasi keterampilan secara konsisten hingga <i>driver</i> atau operator dapat membiasakan diri untuk menghadapi situasi di lapangan dengan risiko yang tinggi.
Machine	Terdapat beberapa komponen mesin yang rusak	Melakukan analisis dan pelaporan yang transparan mengenai kondisi mesin secara menyeluruh untuk mengidentifikasi komponen yang rusak atau mendekati pada batas umur pakainya. Selain itu, perlu dilakukan pemantauan kinerja dari operator untuk memastikan bahwa alat berat digunakan sesuai dengan panduan dan batasannya.
	Penggunaan mesin diluar batas beban atau kondisi kerja yang berat	Memberikan sistem pemantauan mesin apabila mesin sudah beroperasi di luar batas beban atau mengalami suhu yang tidak normal
Material	Keterbatasan persediaan suku cadang	Melakukan sistem manajemen persediaan dengan efisien untuk pemantauan dan pengelolaan sehingga dapat dipastikan ketersediaan suku cadang apabila akan digunakan selalu tersedia.
Method	Perencanaan <i>road maintenance</i> yang kurang tepat	Melakukan strategi perencanaan secara jangka panjang dengan memprioritaskan pekerjaan berdasarkan tingkat dari kerusakan jalan yang memiliki risiko kecelakaan tertinggi dan kondisi aktual jalan. Setelah itu, dilakukan evaluasi berkala terhadap aktivitas <i>road maintenance</i> yang telah dilakukan untuk memahami efektivitas danantisipasi dari risiko yang lebih tinggi.

Tabel 6. Usulan Perbaikan (lanjutan)

Faktor	Permasalahan	Perbaikan
Environment	Penjadwalan yang tidak efisien	Memastikan bahwa perhitungan batas waktu penjadwalan melihat ketersediaan tenaga kerja dan unit yang dapat digunakan. Kemudian harus dihindarkan menetapkan tenggat waktu yang kemungkinan besar tidak dapat dicapai yang dapat menyebabkan penundaan dan kelebihan beban kerja.
	Kondisi cuaca sering mengalami hujan	Melakukan pembaruan jadwal <i>road maintenance</i> secepat mungkin jika perubahan cuaca memerlukan penyesuaian dan lakukan pemeliharaan teratur pada alat berat untuk mencegah kerusakan akibat dari paparan cuaca buruk secara terus-menerus.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan analisis data yang telah dilakukan dalam penelitian analisis risiko pada aktivitas *road maintenance* yang dilakukan oleh PT XYZ, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, terdapat 5 risiko yang terjadi pada saat melakukan aktivitas *road maintenance* oleh PT XYZ yaitu jadwal *road maintenance* terhambat, *Road Condition Index* (RCI) beberapa parameter menurun, kondisi jalan memiliki kelembaban yang tinggi (berlumpur dan licin), terdapat beberapa bagian unit yang rusak saat melakukan aktivitas *road maintenance*, dan jalan menjadi cepat rusak.
2. Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan dengan menggunakan metode FMEA, maka diperoleh 1 *risk event* tertinggi yaitu pada risiko jadwal *road maintenance* terhambat dengan nilai RPN sebesar 240.
3. Sumber penyebab risiko dari jadwal *road maintenance* terhambat yang diidentifikasi menjadi 4M 1E (*man, machine, material, method, environment*) adalah sebagai berikut:
 - a. *Man*
 - 1) Kurang teliti saat melakukan pengecekan unit sebelum digunakan
 - 2) Kurangnya keterampilan dari operator atau *driver*
 - b. *Machine*
 - 1) Terdapat beberapa komponen mesin yang rusak
 - 2) Penggunaan mesin diluar batas beban atau kondisi kerja yang berat
 - c. *Material*
 - 1) Keterbatasan persediaan suku cadang
 - d. *Method*
 - 1) Perencanaan *road maintenance* yang kurang tepat
 - 2) Penjadwalan yang tidak efisien
 - e. *Environment*
 - 1) Kondisi cuaca sering mengalami hujan
4. Rekomendasi yang dapat diberikan untuk PT XYZ adalah sebagai berikut:
 - a. Melakukan pelatihan khusus kepada operator sebelum menggunakan unit dan diajarkan untuk melihat tanda berpotensi terjadinya masalah pada alat berat,
 - b. Memberikan bentuk pelatihan pengembangan keterampilan oleh mentor atau pembimbing sesuai dengan peraturan dan standar keamanan dengan mendapatkan sertifikasi yang sesuai. Setelah itu, dilakukan evaluasi keterampilan secara konsisten hingga *driver* atau operator dapat membiasakan diri untuk menghadapi situasi di lapangan dengan risiko yang tinggi,
 - c. Melakukan analisis dan pelaporan yang transparan mengenai kondisi mesin secara menyeluruh untuk mengidentifikasi komponen yang rusak atau mendekati pada batas umur pakainya. Selain itu, perlu dilakukan pemantauan kinerja dari operator untuk memastikan bahwa alat berat digunakan sesuai dengan panduan dan batasannya,
 - d. Memberikan sistem pemantauan mesin apabila mesin sudah beroperasi di luar batas beban atau mengalami suhu yang tidak normal,
 - e. Melakukan sistem manajemen persediaan dengan efisien untuk pemantauan dan pengelolaan sehingga dapat dipastikan ketersediaan suku cadang apabila akan digunakan selalu tersedia,

- f. Melakukan strategi perencanaan secara jangka panjang dengan memprioritaskan pekerjaan berdasarkan tingkat dari kerusakan jalan yang memiliki risiko kecelakaan tertinggi dan kondisi aktual jalan. Setelah itu, dilakukan evaluasi berkala terhadap aktivitas *road maintenance* yang telah dilakukan untuk memahami efektivitas danantisipasi dari risiko yang lebih tinggi,
 - g. Memastikan bahwa perhitungan batas waktu penjadwalan melihat ketersediaan tenaga kerja dan unit yang dapat digunakan. Kemudian harus dihindarkan menetapkan tenggat waktu yang kemungkinan besar tidak dapat dicapai yang dapat menyebabkan penundaan dan kelebihan beban kerja, dan
 - h. Melakukan pembaruan jadwal *road maintenance* secepat mungkin jika perubahan cuaca memerlukan penyesuaian dan lakukan pemeliharaan teratur pada alat berat untuk mencegah kerusakan akibat dari paparan cuaca buruk secara terus-menerus.
5. Setelah melakukan penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan oleh peneliti terhadap penelitian selanjutnya, yaitu:
- a. Diharapkan penggambaran akar permasalahan dengan menggunakan *fishbone diagram* selanjutnya digambarkan untuk semua risiko yang ada, dan
 - b. Diharapkan dapat memberikan pembobotan terhadap usulan perbaikan yang telah didapatkan sehingga dapat diprioritaskan usulan dengan nilai tertinggi untuk dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua dan empat saudara penulis yang senantiasa memberikan doa dan dukungannya baik secara moril maupun material sehingga dapat melaksanakan penelitian ini hingga tuntas. Ucapan terima kasih ditujukan kepada pengawas produksi bagian *road maintenance* pada PT XYZ yang bersedia dilakukannya wawancara, seluruh dosen Fakultas Teknik Universitas Mulawarman, dan seluruh kerabat penulis yang memberikan bantuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anthony, M. B., 2016, Analisis Penyebab Kerusakan Hot Rooler Table dengan Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya, Vol. 1, pp. 1-8.
- Arifin dan Mubarq, I., 2022, *Real Time Haul Road Condition Monitoring* Studi PT Kaltim Prima Coal, Indonesian Mining Professionals Journal, Vol. 4, pp. 63-74.
- Aristriyana, E., & Fauzi, R. A., 2022, *Analisis Penyebab Kecelakaan Produk dengan Metode Fishbone Diagram dan Failure Mode Effect Analysis* pada Perusahaan Elang Mas Sindang Kasih Ciamis, Vol. 4, pp. 75-85.
- Bilhammullah, R. & Putra, G., 2022, *Analisa Kegagalan Alat Angkut Scraper Incline Fibre Menggunakan Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) di PT Ujong Neubok Dalam, Jurnal Vokasi Teknologi Industri, Vol. 4, pp. 35-42.
- Nainggolan, B. A., & Wulandari, L. M. C., 2021, Analisis Risiko Operasional Menggunakan Metode FMEA di CV Gamarends Marine Supply Surabaya, Prosiding Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan, Vol. 1, pp. 1-15.
- Nuraini, H., 2022, Manajemen Risiko untuk Meminimalisir Masalah Perusahaan, Jurnal Ekonomi dan Manajemen, Vol. 2, pp. 339-350.
- Pibisono, A., Suprpto, & Ahya, R., 2020, Analisis Kegagalan *Maintenance* Unit Produksi Menggunakan Metode FMEA dan FTA di PT Saptaindra Sejati, Vol. 2, pp. 1-10.
- Rosih, A. R., Choiri, M., & Yuniarti, R., 2015, Analisis Risiko Operasional pada Departemen Logistik dengan Menggunakan Metode FMEA, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri, Vol. 3, pp. 580-591.
- Yuniar, D., & Fatihin, H., 2016, Identifikasi Kerusakan Jalan dan Penanganan Perbaikan pada Jalan Tambang, Jurnal Sains dan Terapan Polteknik Hasaur, Vol. 4, pp. 34-40.
- Zulfahmi & Saputra, A., 2022, Analisis Risiko Kerusakan Mesin (*Downtime*) Ripple Mill Stasiun Kernel (Studi Kasus PT Ujong Neubok Dalam), SINTEKIN: Jurnal Sains, Teknologi, dan Industri, Vol. 19, pp. 241-247.