



ANALISIS RISIKO PADA DIVISI PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN OPERASI MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DAN *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) DI PT XYZ

Yudha Purnomo¹, Maria Gratiana Dian Jatningsih^{2*}

Program Studi Teknik Industri, Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta
Jl. Siliwangi, Ringroad Barat, Banyuraden, Gamping, Sleman

*Corresponding author : mariagratiadian@gmail.com

ABSTRAK

PT XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang produksi sarana perkeretaapian. Salah satu divisi yang memegang peran penting dalam menjamin kelancaran operasional adalah yaitu Divisi Perencanaan dan Pengendalian Operasi (PPO). Divisi ini bertanggung jawab mulai dari perencanaan jadwal, pengadaan material, hingga pelaporan. Namun demikian, dalam pelaksanaan kerja, divisi ini sering terlambat dalam menyelesaikan proyek, yang akhirnya berdampak pada penurunan kinerja operasional dan ketidakpuasan pelanggan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis risiko yang terjadi pada Divisi PPO serta memberikan usulan perbaikan. Metode yang digunakan yaitu *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). Hasil analisis menggunakan metode FMEA menunjukkan bahwa risiko dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi yaitu proyek tidak selesai sesuai waktu atau *plan end*, dengan nilai RPN sebesar 64. Risiko tersebut dianalisis lebih lanjut dengan menggunakan FTA untuk mengidentifikasi akar penyebabnya. Berdasarkan diagram pohon kesalahan, ditemukan dua *basic event* utama, yaitu keterlambatan pengiriman material dan permasalahan pada proses produksi. Hasil dari penelitian ini digunakan untuk menyusun rekomendasi perbaikan yang bertujuan meningkatkan keandalan sistem produksi dan efektivitas perencanaan operasional di PT XYZ.

Kata kunci: Risiko, *Failure Mode and Effect Analysis*, *Fault Tree Analysis*, Pengendalian Operasi

ABSTRACT

PT XYZ is a manufacturing company engaged in the production of railway facilities. One of the divisions that plays an important role in ensuring smooth operations is the Operations Planning and Control Division (PPO). This division is responsible for schedule planning, material procurement, and reporting. However, in the implementation of work, this division is often late in completing projects, which ultimately has an impact on reducing operational performance and customer dissatisfaction. This study aims to identify and analyze the risks that occur in the PPO Division and provide suggestions for improvement. The methods used are Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fault Tree Analysis (FTA). The results of the analysis using the FMEA method show that the risk with the highest Risk

Priority Number (RPN) value is that the project is not completed on time or plan end, with an RPN value of 64. The risk was further analyzed using FTA to identify the root cause. Based on the fault tree diagram, two main basic events were found, namely delays in material delivery and problems in the production process. The results of this study were used to develop improvement recommendations aimed at improving the reliability of the production system and the effectiveness of operational planning at PT XYZ.

Keywords: Risk, Failure Mode and Effect Analysis, Fault Tree Analysis, Operations Control

PENDAHULUAN

PT. XYZ merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang industri manufaktur sarana kereta api terintegrasi pertama di Asia Tenggara. Produk-produk yang dihasilkan diantaranya lokomotif, kereta penumpang, Kereta Rel Listrik (KRL), *Light Rail Transit* (LRT), dan gerbong barang. Produknya telah tersebar dan beroperasi di berbagai negara seperti Bangladesh, Filipina, Malaysia, Thailand, Singapura, dan Australia. Selain memproduksi kereta api untuk transportasi umum, PT XYZ juga menghasilkan gerbong pengangkut material untuk memenuhi kebutuhan angkutan material di sektor pertambangan. Dalam mendukung kelancaran produksi kereta api, PT. XYZ membentuk berbagai divisi yang masing-masing memiliki peran khusus untuk memastikan setiap tahap proses produksi berjalan dengan efektif dan efisien.

Perencanaan dan Pengendalian Operasi (PPO) merupakan salah satu divisi yang bertanggung jawab untuk memastikan bahwa semua proyek produksi direncanakan dan dijadwalkan dengan efisien serta sesuai dengan penjadwalan. Berdasarkan data historis, risiko yang pernah terjadi pada divisi PPO yaitu keterlambatan penyelesaian proyek dan penyerahan proyek ke *customer*. Keterlambatan bisa terjadi karena penjadwalan produksi yang kurang tepat [1]. Analisis risiko diperlukan untuk mengidentifikasi dan mengelola potensi masalah yang dapat mengganggu jalannya proses produksi.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mencegah terjadinya suatu risiko atau mode kegagalan (*failure mode*) [2]. FMEA adalah metode terstruktur dengan menghitung angka prioritas risiko atau *Risk Priority Number* (RPN) yang merupakan hasil perkalian antara ranking pengaruh buruk atau kefatalan (*severity*) dengan ranking kemungkinan kejadian (*occurrence*) dan ranking efektivitas metode deteksi dan pencegahan (*detection*) [3]. Setelah memperoleh nilai RPN selanjutnya yaitu menganalisis penyebab utama dari prioritas risiko dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). FTA digunakan untuk menganalisis kemungkinan kesalahan dari berbagai pemicu yang dapat menyebabkan risiko tersebut. Dengan menggunakan kombinasi metode FMEA dan FTA, divisi PPO dapat secara efektif mengidentifikasi, menganalisis, dan mengelola potensi kegagalan dalam proses produksi.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan selama 1 bulan pada bulan Juli 2024 di PT XYZ melalui empat tahap utama, yaitu: 1) mengidentifikasi risiko yang ada pada divisi PPO; 2) menganalisis risiko menggunakan metode FMEA, 3) menganalisis risiko menggunakan FTA, dan 4) memberikan rekomendasi perbaikan berdasarkan akar permasalahan yang telah diidentifikasi.

A. Mengidentifikasi Risiko pada Divisi PPO

Tahapan pertama dilakukan dengan tujuan untuk mengenali potensi risiko yang ada pada aktivitas-aktivitas utama di divisi PPO PT XYZ. Proses identifikasi dilakukan melalui observasi langsung terhadap proses operasional dan wawancara dengan 5 *staff* pada divisi PPO, yang terdiri atas manager, tiga supervisor, dan *staff production engineer*. Risiko-risiko yang diidentifikasi kemudian diklasifikasikan berdasarkan aktivitas yang menyebabkan terjadinya risiko tersebut.

B. Menganalisis Risiko Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Setelah risiko diidentifikasi, langkah berikutnya yaitu melakukan analisis risiko menggunakan metode FMEA. FMEA merupakan metode terstruktur yang digunakan untuk mengidentifikasi sebuah permasalahan, menganalisis kegagalan serta akibat dari kegagalan tersebut [4]. *Output* dari FMEA adalah yaitu nilai RPN [5]. RPN adalah penilaian yang digunakan untuk menentukan prioritas berdasarkan kegagalan yang terjadi [6]. Nilai RPN didapatkan dari hasil perkalian *Severity* (S), *Occurrence* (O) dan *Detection* (D). Penentuan nilai kriteria berdasarkan kriteria [5], yaitu:

1. *Severity*, yaitu mengidentifikasi tingkat keseriusan akibat sebuah kerusakan yang dilihat dari sudut pandang keseluruhan sistem yang ada.
2. *Occurrence*, yaitu mengidentifikasi tingkat frekuensi atau keseringan terjadinya kerusakan.
3. *Detection*, yaitu mengidentifikasi kemungkinan atau probabilitas bahwa suatu kerusakan dapat ditemukan.

Tabel 1 berikut merupakan skala *severity*, *occurrence*, dan *detection* yang digunakan beserta dengan keterangannya [5].

Tabel 1 Skala *Severity*

Skala	<i>Severity</i>	Keterangan
1	Tidak signifikan	Dampak kegagalan sangat kecil atau tidak ada sama sekali sehingga proses produksi tetap berlangsung
2	Minor	Dampak kegagalan mengakibatkan sedikit gangguan pada jadwal produksi namun dapat diperbaiki dengan mudah
3	Medium	Dampak kegagalan mengakibatkan gangguan pada jadwal produksi sehingga membutuhkan penyesuaian namun tidak sampai menghentikan proses produksi
4	Signifikan	Dampak kegagalan mengakibatkan gangguan besar pada jadwal produksi dan membutuhkan tindakan yang serius
5	Sangat signifikan	Dampak kegagalan mengakibatkan penghentian total proses produksi dan keterlambatan penyerahan proyek

Tabel 2 Skala *Occurrence*

Skala	<i>Occurrence</i>	Keterangan
1	Sangat rendah	Maksimal terjadi 1 kali dalam setahun
2	Rendah	Terjadi 2-3 kali dalam setahun
3	<i>Moderate</i>	Terjadi 4-6 kali dalam setahun
4	Tinggi	Terjadi 7-9 kali dalam setahun
5	Sangat tinggi	Terjadi 10 kali atau lebih dalam setahun

Tabel 3 Skala *Detection*

Skala	<i>Detection</i>	Keterangan
1	<i>Almost certain</i>	Kendali hampir pasti dapat mendeteksi potensi kegagalan
2	Tinggi	Terdapat kendali yang memiliki kemampuan tinggi untuk mendeteksi potensi kegagalan
3	Medium	Terdapat kendali yang memiliki kemampuan sedang/cukup untuk mendeteksi potensi kegagalan
4	Rendah	Terdapat sedikit kendali untuk mendeteksi untuk mendeteksi potensi kegagalan
5	<i>Almost impossible</i>	Tidak ada kendali untuk mendeteksi potensi kegagalan

Setelah ditetapkan skala dari masing-masing parameter, selanjutnya akan dilakukan penilaian dari risiko yang teridentifikasi untuk mencerminkan dari risiko yang terdeteksi dicari nilai RPN. RPN

dihitung dengan menggunakan rumus persamaan sebagai berikut [7].

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection \quad (1)$$

C. Menganalisis Risiko Menggunakan *Fault Tree Analysis*

Tahap ketiga adalah analisis lebih lanjut terhadap risiko utama menggunakan metode FTA. FTA merupakan metode analisis sistem yang bersifat *top-down* untuk mengidentifikasi akar penyebab (*root cause*) dari suatu kejadian yang tidak diinginkan (*top event*) [8]. Pada penelitian ini, *top event* yang dianalisis adalah yaitu risiko dengan nilai RPN tertinggi berdasarkan hasil FMEA. Diagram FTA disusun untuk menggambarkan hubungan logis antara berbagai penyebab yang dapat memicu terjadinya *top event* tersebut, baik yang bersifat teknis, operasional, maupun manusia (*human error*).

D. Memberikan Rekomendasi Perbaikan

Tahapan terakhir dari penelitian ini adalah yaitu menyusun rekomendasi perbaikan berdasarkan hasil identifikasi dan analisis risiko menggunakan FMEA dan FTA. Rekomendasi ini disusun untuk meminimalkan atau menghilangkan penyebab utama dari risiko-risiko prioritas, serta meningkatkan sistem deteksi dan pengendalian agar kejadian serupa dapat dicegah di masa mendatang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Identifikasi Risiko pada Divisi PPO

Divisi PPO memiliki tugas dan peran dalam memastikan kelancaran proses produksi di perusahaan. Tanggung jawab utama divisi ini meliputi penyusunan jadwal produksi, koordinasi antar divisi, pengelolaan dokumen pengadaan material, dan pelaporan hasil kegiatan operasional.

Divisi PPO dalam menjalankan tugasnya tidak terlepas dari berbagai potensi risiko yang dapat mengganggu efektivitas dan efisiensi proses kerja. Risiko-risiko tersebut berasal dari faktor internal, seperti kesalahan input data, keterbatasan sumber daya, dan ketidaktepatan estimasi waktu, maupun faktor eksternal, seperti keterlambatan pengiriman material dari pemasok.

Identifikasi risiko dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara dengan staff terkait. Tujuan dari tahapan ini yaitu untuk mengenali secara menyeluruh bentuk-bentuk risiko yang berpotensi menimbulkan gangguan terhadap pencapaian target produksi. Tabel 4 menyajikan aktivitas umum dan beberapa risiko yang terjadi pada Divisi PPO yang telah diidentifikasi.

Tabel 4 Risiko pada Divisi PPO

Aktivitas	Risiko
Pembuatan jadwal produksi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ketidaksesuaian jadwal dengan yang dibutuhkan 2. Proyek tidak selesai sesuai dengan waktu atau <i>plan end</i> yang telah ditetapkan 3. Adanya <i>bottleneck</i> pada alur produksi
Mengkoordinasi jadwal produksi dengan divisi lain	Adanya miskomunikasi dengan divisi lain
Pembuatan dokumen <i>purchase requisition</i> (PR)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kesalahan dalam <i>input</i> data pada dokumen PR 2. Adanya permasalahan pada <i>device</i> atau <i>software</i> yang digunakan 3. Keterlambatan pengiriman material (tidak sesuai <i>delivery date</i>)
Menyusun laporan dan melaporkan hasil kerja kepada atasan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ketidaksesuaian data laporan dengan hasil aktual 2. Bocornya informasi sensitif yang ada pada laporan

B. Analisis Risiko Metode Failure Mode and Effect Analysis

Setelah proses identifikasi permasalahan pada Divisi Perencanaan dan Pengendalian Operasi (PPO) PT XYZ, dilakukan analisis risiko menggunakan metode FMEA untuk menentukan tingkat prioritas penanganan setiap risiko yang teridentifikasi. Metode ini menilai tingkat keparahan dampak (*severity*), kemungkinan terjadinya risiko (*occurrence*), dan kemampuan sistem dalam mendeteksi risiko tersebut (*detection*). Penilaian terhadap masing-masing parameter dilakukan secara langsung oleh kepala divisi PPO bersama beberapa *staff* yang memiliki pemahaman dan pengalaman kerja dalam proses operasional di divisi tersebut. Tabel 5 merupakan hasil perhitungan metode FMEA.

Tabel 5 Hasil perhitungan metode FMEA

<i>Process</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Effect of failure (dampak)</i>	S	<i>Cause of failure (penyebab)</i>	O	<i>Current Control (kendali)</i>	D	RPN
Pembuatan jadwal produksi	Ketidaksesuaian jadwal dengan waktu aktual yang dibutuhkan	Terjadi gangguan pada jadwal produksi kereta	3	Estimasi dalam menetapkan waktu standar kerja kurang tepat	3	Meninjau ulang waktu standar yang dibutuhkan dalam setiap proses produksi dan merevisi jadwal produksi	3	27
	Proyek tidak selesai sesuai dengan waktu atau <i>plan end</i> yang telah ditetapkan	Terlambat menyerahkan proyek dan menurunkan kepuasan konsumen	4	Kegagalan mesin produksi atau keterlambatan material	4	Melakukan <i>preventive</i> dan <i>corrective maintenance</i> pada mesin	4	64
	Adanya <i>bottleneck</i> pada alur produksi	Terhambatnya proses produksi	3	Ketidakseimbangan lini produksi	3	Mengerjakan <i>subcont</i> pekerjaan pada area tertentu	3	27
Mengkoordinasi jadwal produksi dengan divisi lain ((Divisi Pemasaran, Riset & Pengembangan, Teknologi)	Terdapat miskomunikasi dengan divisi lain	Terjadi kesalahpahaman antardivisi	2	Informasi atau intruksi yang diberikan tidak jelas	2	Memberikan informasi secara jelas, terperinci, dan mudah dipahami kepada semua divisi yang terkait	2	8
Pembuatan dokumen <i>purchase requisition</i> (PR)	Kesalahan dalam <i>input</i> data pada dokumen PR	Material yang dipesan tidak sesuai dengan kebutuhan	3	<i>Input</i> data yang dilakukan secara manual, dapat	2	Melakukan pengecekan secara berulang untuk	2	12

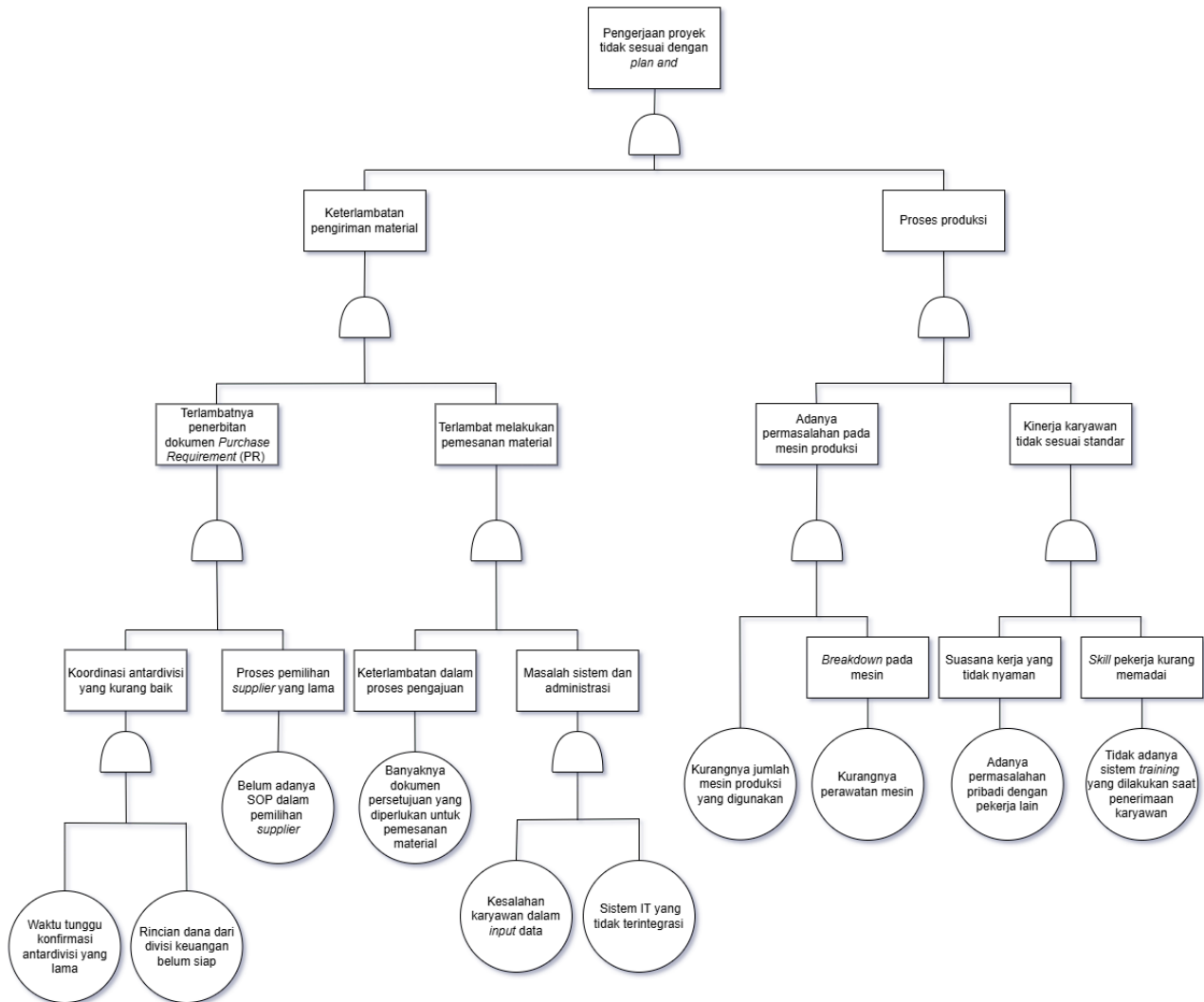
<i>Process</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Effect of failure (dampak)</i>	S	<i>Cause of failure (penyebab)</i>	O	<i>Current Control (kendali)</i>	D	RPN
				terjadi salah ketik		meminimalisir adanya kesalahan <i>input</i> data pada dokumen PR		
	Adanya permasalahan pada <i>device</i> atau <i>software</i> yang digunakan	Hilangnya dokumen <i>purchase requisition</i> (PR) yang dibuat	2	Kemampuan <i>device</i> yang kurang mumpuni atau masalah kelistrikan	2	Menggunakan fitur <i>autosave</i> pada <i>software</i> yang digunakan	2	8
	Keterlambatan pengiriman material (tidak sesuai <i>delivery date</i>)	Proses produksi tertunda	4	Performa <i>supplier</i> yang kurang handal dan terpercaya	5	Mencari <i>supplier</i> alternatif	3	60
Menyusun laporan dan melaporkan hasil kerja kepada atasan	Ketidaksesuaian data laporan dengan hasil aktual	Ketidakakuratan data yang dilaporkan	2	Kesalahan informasi yang diberikan dari divisi lain	2	Melakukan peninjauan dan verifikasi data secara berkala untuk memastikan data yang ada sesuai dengan kenyataan.	2	8
	Bocornya informasi sensitif yang ada pada laporan	Kerugian pada perusahaan, dari segi <i>financial</i> , reputasi dan operasional	2	Kelalaian karyawan dalam menjaga keamanan data pada laporan	2	Memberikan pelatihan khusus kepada karyawan tentang keamanan data dan pentingnya menjaga kerahasiaan informasi.	2	8

Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode FMEA, diperoleh nilai RPN yang menunjukkan prioritas penanganan dari semua risiko yang ada. Nilai RPN tertinggi yang didapatkan yaitu pada risiko proyek tidak selesai sesuai dengan waktu atau *plan end* yang telah ditetapkan dengan skor 64. Proyek yang tidak selesai sesuai *plan end* akan berdampak serius pada citra perusahaan yang berpotensi menurunkan kepercayaan dan kepuasan pelanggan. Selain itu kegagalan ini juga masih sering terjadi dan

terdapat sedikit kendali untuk mendeteksi, karena kekurangan sistem *monitoring* dan pengendalian yang efektif. Sedangkan Nilai RPN terendah yaitu pada risiko terjadinya miskomunikasi, permasalahan pada *device* atau *software* yang digunakan dalam membuat dokumen *Purchase Requisition* (PR), dan risiko pada aktivitas penyusunan laporan serta pelaporan hasil kerja, dengan skor 8.

C. Analisis Risiko Menggunakan FTA

Selanjutnya dilakukan identifikasi faktor-faktor yang menyebabkan munculnya risiko dengan nilai kritis paling tinggi yaitu pada risiko proyek tidak selesai sesuai dengan waktu atau *plan end* yang telah ditetapkan dengan skor 64. Identifikasi dengan menggunakan metode FTA, yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan

Penyebab utama dari risiko proyek tidak selesai sesuai dengan waktu atau *plan end* berasal dari dua *basic event*, yaitu keterlambatan pengiriman material dan permasalahan pada proses produksi. Keterlambatan pengiriman material umumnya terjadi akibat pemilihan pemasok yang kurang selektif, tidak adanya pemasok cadangan, serta dan lemahnya sistem pemantauan jadwal pengiriman. Sementara itu, permasalahan pada proses produksi dipicu oleh kinerja karyawan, keterbatasan jumlah mesin, serta dan gangguan teknis pada peralatan produksi yang tidak tertangani secara *preventif*.

D. Rekomendasi Penanganan Risiko

Guna menangani risiko yang terjadi, maka rekomendasi yang diusulkan disajikan pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6 Rekomendasi Penanganan Risiko

Akar Permasalahan	Rekomendasi Penanganan Risiko
Waktu tunggu konfirmasi antardivisi yang lama	Membuat standar waktu atau SOP yang menetapkan batas waktu maksimum konfirmasi, sehingga semua divisi paham akan urgensi dan prioritas.
Rincian dana dari divisi keuangan belum siap	Meningkatkan komunikasi antara divisi keuangan dan divisi PPO, sehingga keperluan dana dan informasi pendukung lainnya dapat disiapkan lebih awal, berdasarkan prioritas proyek.
Belum adanya SOP dalam pemilihan <i>supplier</i>	Membuat SOP atau kriteria yang digunakan untuk memilih <i>supplier</i> , seperti spesifikasi material, harga dan waktu yang dibutuhkan.
Banyaknya dokumen persetujuan yang diperlukan untuk pemesanan material	Menyederhanakan alur persetujuan dengan mengurangi jumlah tahapan atau pihak yang terlibat.
Kesalahan karyawan dalam input data	Memberikan program pelatihan terhadap karyawan secara berkala, dan menerapkan prosedur pemeriksaan ganda (<i>double check</i>).
Sistem IT yang tidak terintegrasi	Memperbarui atau mengganti perangkat keras dan perangkat lunak yang tidak kompatibel dengan teknologi terbaru, serta memastikan bahwa semua komponen sistem IT dapat berfungsi secara terintegrasi.
Kurangnya jumlah mesin produksi yang digunakan	Membeli atau menyewa mesin produksi tambahan yang diperlukan untuk memenuhi permintaan produksi.
Kurangnya perawatan mesin	Mengembangkan prosedur perawatan standar mesin untuk memastikan konsistensi dan kualitas perawatan mesin, serta memberikan pelatihan kepada teknisi dan operator mesin mengenai praktik perawatan yang benar dan pentingnya menjaga mesin dalam kondisi baik.
Adanya permasalahan pribadi dengan pekerja lain	Menyediakan program kesejahteraan karyawan, seperti konseling atau dukungan psikologis, untuk membantu mengatasi stres atau masalah pribadi yang dapat mempengaruhi hubungan kerja
Tidak adanya sistem <i>training</i> yang dilakukan pada saat penerimaan karyawan	Menetapkan prosedur terkait <i>training</i> atau pelatihan karyawan baru agar semua karyawan memiliki <i>skill</i> yang sesuai dengan standar perusahaan.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada Divisi PPO di PT XYZ, ditemukan sejumlah risiko yang berpotensi mengganggu kelancaran proses produksi. Risiko tersebut yaitu keterlambatan pengiriman material, ketidaksesuaian jadwal produksi, kesalahan input data, dan hambatan dalam koordinasi antar divisi. Risiko yang memiliki nilai RPN tertinggi (64) yaitu proyek tidak selesai sesuai waktu atau *plan end*, sehingga menjadi prioritas utama untuk dilakukan perbaikan. Penyebab utama risiko ini yaitu keterlambatan pengiriman material dan permasalahan dalam proses produksi. Selanjutnya direkomendasikan kepada PT XYZ agar menetapkan SOP dan standar waktu pada setiap tahapan proses, meningkatkan komunikasi antardivisi, menyederhanakan alur persetujuan, memperbaiki sistem IT, menambah dan merawat mesin produksi secara optimal, serta mengembangkan program pelatihan dan kesejahteraan karyawan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Suratman, A. R. Matondang, and N. Matondang, “Analisis Perbaikan Penjadwalan Produksi Kertas untuk Meminimumkan Keterlambatan Produksi di Pabrik PT. Pusaka Prima Mandiri Jl. Brigjen Zein Hamid Km 6,9 Deli Tua,” *J. Sist. Tek. Ind.*, vol. 18, no. 2, pp. 66–74, 2018, doi: 10.32734/jsti.v18i2.351.
- [2] A. Z. Muttaqin and Y. A. Kusuma, “Analisis *Failure Mode and Effect Analysis* Proyek X di Kota Madiun,” *JATI UNIK J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 1, no. 2, pp. 81–96, 2018, doi: 10.30737/jatiunik.v1i2.118.
- [3] M. A. Aziz and Y. Priyandari, “Analisis Penyebab Keterlambatan Kedatangan Komponen Proyek Kendaraan Taktis dengan Metode FTA dan FMEA,” *Semin. dan Konf. Nas. IDEC*, pp. 27–36, 2023.
- [4] Nelfiyanti, B. Setiawan, and A. Setiawan, “Analisis Faktor Keterlambatan Pengiriman Produk ke Kosumen dengan Menggunakan Metode FMEA PT. MRP,” 2024.
- [5] A. Rachman, H. Adianto, and G. P. Liansari, “Perbaikan Kualitas Produk Ubin Semen Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* dan *Failure Tree Analysis* di Institusi Keramik,” *J. Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. 4, no. 2, pp. 24–35, 2016.
- [6] E. A. Y. Utami, A. Moesriati, and N. Karnaningroem, “Risiko Kegagalan pada Kualitas Produksi Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Sukolilo Surabaya Menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA),” *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.19051.
- [7] R. N. Kartika, N. A. Hidayah, and Muadzah, “Penggunaan FMEA dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan pada Proses Produksi Cetak Blok Kalender (Studi Kasus: PT. XYZ),” *BULLET J. Multidisiplin*, vol. 1, no. 6, pp. 1311–1320, 2022, [Online]. Available: <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/bullet/article/view/2051%0Ahttps://journal.media publikasi.id/index.php/bullet/article/download/2051/821>
- [8] R. Hanif, S. H. Rukmi, and S. Susanty, “Perbaikan Kualitas Produk Keraton Luxury di PT. X dengan Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA),” *J. Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. Vol. 03, no. No. 03, pp. 137–147, 2015.