

ANALISIS RISIKO KEGAGALAN MENGGUNAKAN METODE FUZZY FMEA PADA DEPARTEMEN OPERASIONAL PENYEDIA JASA LOGISTIK

Lusi Mei Cahya Wulandari¹, Blandina Nainggolan²

^{1,2} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik,
Universitas Katolik Darma Cendika

Email: lusi.mei@ukdc.ac.id¹, blandina.nainggolan@student.ukdc.ac.id²

ABSTRACT

Currently, logistics service providers (Third Part Logistics, 3PL) are experiencing a growth trend due to rapid demand. The Operational Section of a logistics service provider is an important part of serving consumers. Errors or failures in the operational section will affect the company's performance. Gamarends Marine Supply (GMS) as a logistics service provider has the potential to experience risk failure in operational functions.

This study proposes the use of Fuzzy Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) which is to develop priority forms and assess failures that are suitable for work processes in logistics service providers by conducting analysis and failures according to the FMEA methodology. In addition, priority and problem improvements were made by applying the Fuzzy method, to reduce the shortcomings of traditional FMEA. The research stage was carried out with six steps, namely the operational process, determining all potential failure modes, evaluating Severity, Occurrence ratings, Detecting each failure mode, then calculating the Risk Priority Number with the Fuzzy algorithm, followed by rating the Fuzzy RPN and making recommendations for corrective actions to overcome failure.

Warehouse humidity figures received the highest score of 1.79, low lighting intensity received a score of 1.73, poor logistics communication with suppliers received a score of 1.69, internet connection problems received a score of 1.69, shortage of storage warehouses received a score of 1.63, and company site errors received a score of 1.53.

Keywords: Fuzzy FMEA; Operational Department ; Risk Analysis.Third Part Logistic

ABSTRAK

Saat ini penyedia jasa logistik (Third Part Logistic,3PL) mengalami kecenderungan pertumbuhan karena demand yang pesat. Bagian Operasional dari penyedia jasa logistik merupakan salah satu bagian yang penting untuk melayani konsumen. Kesalahan atau kegagalan di bagian operasional akan mempengaruhi kinerja perusahaan. Gamarends Marine Supply (GMS) sebagai salah satu penyedia jasa logistik mempunyai potensi mengalami kegagalan risiko pada fungsi operasional. Penelitian ini mengusulkan penggunaan Fuzzy Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) yang bertujuan untuk mengembangkan bentuk prioritas dan penilaian kegagalan yang sesuai untuk proses kerja di penyedia jasa logistik dengan melakukan analisis dan identifikasi kegagalan sesuai dengan metodologi FMEA. Selain itu, perbaikan prioritas dan penilaian masalah dilakukan dengan penerapan metode Fuzzy, untuk mengurangi kekurangan FMEA tradisional. Tahapan penelitian dilakukan dengan enam langkah yaitu studi proses operasional, menentukan semua mode kegagalan potensial, evaluasi peringkat Severity, Occurrence, Detection dari setiap mode kegagalan, kemudian menghitung Risk Priority Number dengan algoritma Fuzzy, dilanjutkan dengan memberi peringkat RPN Fuzzy serta membuat usulan perbaikan untuk mengatasi kegagalan. Penentuan mode kegagalan dan evaluasi peringkat diberikan melalui kuisioner yang diisi oleh 5 pakar di bidangnya.

Hasil penelitian dengan fuzzy RPN menunjukkan terdapat enam penilaian tertinggi yaitu tingginya angka kelembapan gudang dengan nilai 1.79, intensitas pencahayaan kurang dengan nilai 1.73 buruknya komunikasi logistik dengan suplier dengan nilai 1.69, koneksi internet bermasalah dengan nilai 1.69, kekurangan gudang penyimpanan dengan nilai 1.63 dan error nya situs perusahaan dengan nilai 1.53.

Kata Kunci; Analisis Risiko; Departemen Operasional; Fuzzy FMEA; 3PL.

Pendahuluan

Proses manajemen risiko rantai pasokan adalah salah satu aktivitas terpenting dalam rantai nilai dari industri apa pun. Proses manajemen risiko rantai pasokan mencakup aktivitas yang berbeda, yang difokuskan pada identifikasi, pengukuran, penilaian, dan mitigasi sumber risiko utama yang dapat mempengaruhi rantai pasokan. Kompleksitas yang semakin meningkat yang dihadapi rantai pasokan global menimbulkan kebutuhan akan pemasok untuk berkolaborasi dalam berbagai proses dalam rantai pasokan [1].

Pada konteks ini, Penyedia Logistik Pihak Ketiga, *Third Party Logistics (3PL)* telah dipromosikan secara luas oleh fenomena *outsourcing*, yang semakin diandalkan oleh perusahaan. Pertumbuhan *outsourcing* logistik terutama dikaitkan dengan manfaat yang dibawa dalam hal pengurangan biaya, peningkatan kinerja, memungkinkan perusahaan untuk fokus pada bisnis inti mereka dan membangun perusahaan *virtual* melalui aliansi strategis.

Kinerja sektor logistik pada tahun 2022 diprediksi akan mengalami peningkatan pertumbuhan 1,08%. Setjadi berpendapat bahwa perusahaan penyedia jasa logistik penting untuk mampu melakukan perencanaan bisnis yang tepat agar dapat meningkatkan pertumbuhan sektor logistik tahun 2022. Lebih lanjut, perencanaan yang tepat dapat dilakukan melalui penguatan dan perluasan segmentasi pasar. Mengingat, beberapa sektor dan kelompok produk ataupun komoditas memiliki volume dan tingkat pertumbuhan yang baik. Dari segi internal perusahaan, tingkat efisiensi serta efektivitas operasional menjadi dua hal yang perlu ditingkatkan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara meningkatkan kapabilitas proses, pemanfaatan teknologi dan kompetensi sumber daya manusia [2]

Salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang penyedia jasa logistik dan supplier kapal adalah *GAMARENDS MARINE SUPPLY (GMS)*. GMS juga menjadi perusahaan *chandling* kapal Indonesia pertama yang memiliki gudang transit yang didedikasikan khusus untuk pasokan kapal. Hasil observasi pada akhir 2020 menunjukkan adanya indikasi yang dapat berpotensi menimbulkan kerugian bagi perusahaan, yaitu adanya kesalahan dalam *checklist* barang saat melakukan *supply* dari kantor cabang Jakarta yang mengakibatkan penerimaan barang tidak sesuai.

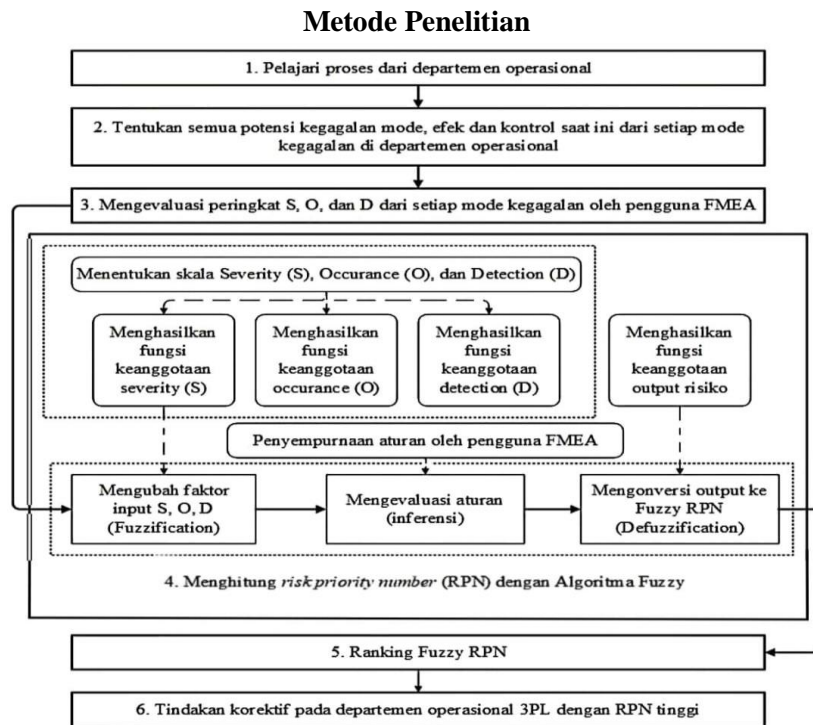
Failure Mode and Effect Analysis merupakan metodologi yang digunakan untuk melakukan evaluasi kegagalan yang terjadi dalam sebuah sistem, desain, proses atau pelayanan [3]. Identifikasi kegagalan dilakukan dengan cara memberikan penilaian pada masing-masing kegagalan berdasarkan tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan deteksi (*detection*) [4]. Beberapa peneliti sebelumnya telah melakukan studi mengenai manajemen risiko operasional menggunakan FMEA. Dalam studinya, [5] melakukan analisis risiko pada perusahaan manufaktur yang memproduksi *ready mix* dan *precast*. Studi tersebut menunjukkan bahwa terdapat 48 risiko dari keseluruhan 4 variabel dan ada 5 buah indikator risiko kritis yaitu indikator pengelolaan *inventory*, pengawasan gudang, kegiatan administrasi dan sirkulasi *spare part*. Sementara [6] menggunakan FMEA pada perusahaan manufaktur.

Kelemahan dari penggunaan FMEA konvensional adalah tidak dapat menangkap (a) Pengetahuan, perhatian, dan kemampuan pemrosesan informasi para ahli (b) Penilaian yang tidak jelas dan kriteria penilaian yang bermakna, nilainya sangat bervariasi sesuai dengan kondisi (c) penilaian ahli yang terfragmentasi [7] [8]. FMEA konvensional sendiri memiliki tiga penilaian faktor-faktor *failure mode*, yaitu faktor *severity* (S), faktor *occurrence* (O), dan faktor *detection* (D). Dengan mengimplementasikan teori *fuzzy* akan berdampak pada bertambahnya tingkat fleksibilitas dalam menampung samarnya informasi yang dimiliki ataupun unsur preferensi subjektif dalam penilaian terhadap mode kegagalan yang terjadi. Di samping itu, beberapa ahli berpendapat bahwa faktor S, O, dan D memiliki kesulitan dalam melakukan evaluasi secara tepat sehingga perlu untuk mengevaluasi risiko secara linguistik [9].

Metodologi *fuzzy* adalah metode yang populer diterapkan dengan teknik FMEA [10]. Pada bagian penilaian, *Fuzzy FMEA* menghitung peringkat nilai prioritas risiko (*Risk Priority Number: RPN*). Metode *Fuzzy* dan FMEA telah diterapkan secara luas dalam berbagai industri, seperti industri konstruksi [11], industri makanan minuman [12] bidang pertanian dan pangan [13], minyak dan industri gas [14], industri dirgantara [15], nuklir [16], industri baja [17] dan pelayanan kesehatan, *emergency room* [18].

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bentuk prioritisasi dan penilaian pada kegagalan yang sesuai untuk manajemen operasional pada penyedia jasa logistik (GMS) dengan analisis dan identifikasi kegagalan

sesuai dengan metodologi FMEA. Selanjutnya untuk mengurangi subyektifitas, penentuan prioritas dan penilaian masalah diselesaikan dengan metode *fuzzy*.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Sesuai dengan gambar 1, langkah penelitian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi proses bisnis GMS sebagai salah satu penyedia jasa logistik, khususnya untuk operasional logistik. Proses bisnis GMS diperoleh melalui observasi di lapangan dan wawancara dengan pimpinan setiap unit kerja, seperti Manajer Operasional, Manajer Purchasing dan General Manajer.
2. Menentukan semua potensi kegagalan mode, potensi dan efek pada departemen operasional
Potensi kegagalan mode dan dampak kegagalan diperoleh melalui wawancara dengan pimpinan yang telah bekerja lebih dari 5 tahun di GMS
3. Mengevaluasi peringkat S, O, D dari setiap mode kegagalan dengan metode FMEA tradisional.
Peringkat S,O,D diperoleh melalui kuisioner yang diberikan kepada 5 orang yaitu General Manajer, Manajer Purchasing, Manajer Marketing, Manajer Operasional dan staf administrasi yang sudah bekerja lebih dari 10 tahun
4. Menghitung *Risk Priority Number* (RPN) dengan Algoritma *Fuzzy*
Pertama adalah membuat fungsi dalam implementasi *fuzzy* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Bagian pertama adalah mendefinisikan skala skor pada masing-masing faktor untuk menghasilkan fungsi keanggotaan untuk variabel *input*.
Kedua adalah membangkitkan fungsi keanggotaan untuk variabel keluaran. Selanjutnya mendefinisikan *rule/* aturan untuk mengontrol *output*.
 - Tentukan skala *Severity* (S), *Occurrence* (O) dan *Detection* (D) dari kriteria yang digunakan untuk evaluasi hasil *fuzzy*. Kriteria yang digunakan untuk mengevaluasi dan pembagian skor mengadopsi penelitian [5].
 - Menghasilkan fungsi keanggotaan untuk *output* risiko.Mendefinisikan aturan untuk mengontrol nilai *output* dengan membuat aturan dalam program MATLAB yang menggunakan konjungsi "dan" untuk menghubungkan setiap faktor dengan nilai *output* untuk mengontrol nilai *Fuzzy RPN* yang menerima tingkat risiko penting. tingkat apa pun seperti yang ditunjukkan pada gambar Operasi ini diterapkan dalam proses inferensi untuk mengevaluasi aturan dan menggabungkan hasil.
5. Memberi Peringkat RPN Fuzzy
Hasil setelah proses defuzzifikasi akan dinilai berdasarkan kesimpulan *fuzzy*. Hal ini digunakan untuk menunjukkan risiko kegagalan untuk mengambil tindakan rekomendasi atau perbaikan sesuai prioritas. Pemilihan kegagalan untuk mengambil tindakan perbaikan jika nilai *fuzzy RPN* dari mode kegagalan lebih

besar dari atau sama dengan jumlah rata-rata dari RPN *fuzzy*. Oleh karena itu, pada langkah ini akan dilakukan pemeringkatan *Fuzzy* RPN untuk memilih kegagalan dalam tindakan perbaikan.

6. Menentukan tindakan perbaikan departemen operasional di area dengan RPN tinggi
 Tindakan perbaikan di daerah dengan RPN tinggi dengan menyajikan cara-cara pengoperasian dalam memecahkan masalah untuk mengurangi kegagalan.

Hasil dan Pembahasan

1. Bisnis proses yang terdapat pada GMS adalah:
 Proses *purchase order*: Di mana vendor menghubungi pihak GMS melalui email agar dilakukan proses pembelian.
 Proses *purchasing*: Setelah menyelesaikan proses pembelian, bagian *purchasing* bertugas menghubungi agen distributor untuk menyelesaikan proses pembelian.
 Proses *packaging*: Tahapan di mana produk-produk yang telah dibeli akan dikelompokkan ke dalam beberapa jenis barang, yaitu *provision store*, *bonded store*, *desk & engine store*, dan *medical store*.
 Proses distribusi: Setelah melalui 3 tahapan tersebut, produk akan dikirimkan dari gudang menuju pelabuhan dengan menggunakan mobil milik perusahaan. Kemudian, tim operasional dan *purchasing* bertugas untuk membawa barang ke dalam tempat penyimpanan kapal.
2. Potensi kegagalan dalam proses operasional GMS dari proses *purchase order*, *purchasing*, *packaging* dan distribusi dikelompokkan dalam 4 variabel risiko yaitu Risiko Kegagalan Proses, Risiko Kegagalan Eksternal, Risiko Kegagalan Internal dan Risiko Kegagalan Human. Variabel risiko disusun sesuai dengan ruang lingkup operasional semua divisi. Masing masing kegagalan risiko memiliki indikator risiko dan sub indikator yang diperoleh dari brainstorming dengan melibatkan manajer pada tiap divisi. Tabel risiko dengan indikator dan sub risiko telah ditetapkan pada penelitian sebelumnya [19].

Tabel 1. Variabel risiko, indikator dan sub indikator

No	Variabel risiko	Indikator	Sub Indikator
1	Kegagalan Proses	Pengawasan <i>Inventory</i>	1 Gudang Rusak
			2 Gudang Kotor
			3 Intensitas pencahayaan kurang
		<i>Packaging</i>	4 Tingginya tingkat kelembapan
			5 Barang <i>Reject</i>
			6 <i>Expired Date</i> Produk Hampir Mendekati <i>due date</i>
			7 Bahan <i>Packaging</i> kurang berkualitas
2	Kegagalan Eksternal	<i>Supplier Relation</i>	8 Kepercayaan kepada supplier yang menurun
			9 Ongkos pengiriman naik
			10 Buruknya komunikasi logistik dengan supplier
			11 Pembatalan kontrak
			12 Kekeliruan sistem pengiriman
3	Kegagalan Human	Kegiatan Administrasi dan <i>Accounting</i>	13 Pembayaran Tagihan Terlambat
			14 Keterlambatan Pengiriman Surat <i>Purchasing</i>
		Pengelolaan SDM	15 Pengawasan Kurang Pada Proses Administrasi dan <i>Accounting</i>
			16 Penggelapan Dana
			17 Dokumen Pembelian Tidak Lengkap
			18 Hilangnya Dokumen Pembelian Barang
			19 Karyawan Tidur Pada Jam Kerja
			20 Head Stress
			21 Kecelakaan Pada Bongkar Muat Bahan Baku
			22 Kinerja Karyawan Rendah
23 Kekurangan Kuantitas Karyawan			
24 Keterbatasan <i>Skill</i> Karyawan			
25 Perubahan Fungsi <i>Job</i>			
4	Kegagalan Internal	Pengelolaan Fasilitas	26 Kekurangan Gudang Penyimpanan
			27 Listrik Mati
		Pengembangan Teknologi	28 Koneksi Internet <i>Trouble</i>
			29 Kesalahan Input Data Pada Database Permintaan <i>Supplier</i>
			30 Hilangnya File Pada Database
			31 Errornya Situs Perusahaan

Sub indikator inilah yang menjadi dasar dalam penyusunan kuisioner untuk memperoleh nilai Severity, Occurance dan Detection

3. Mengevaluasi peringkat S,O dan D dari setiap mode kegagalan dengan metode FMEA

Nilai S,O dan D diperoleh dari hasil kuisioner yang diberikan kepada 5 orang yang dianggap *pakar* dalam fungsi operasional di GMS, yaitu manajer *purchasing*, *marketing* dan manajer operasional serta staf administrasi.

Nilai RPN FMEA diperoleh dengan mengalikan nilai S,O dan D seperti pada persamaan berikut

$$RPN = S \times O \times D \dots \quad (1)$$

Hasil penilaian RPN sebagai contoh pada kegagalan proses pengawasan inventory bisa dilihat pada tabel 2 berikut;

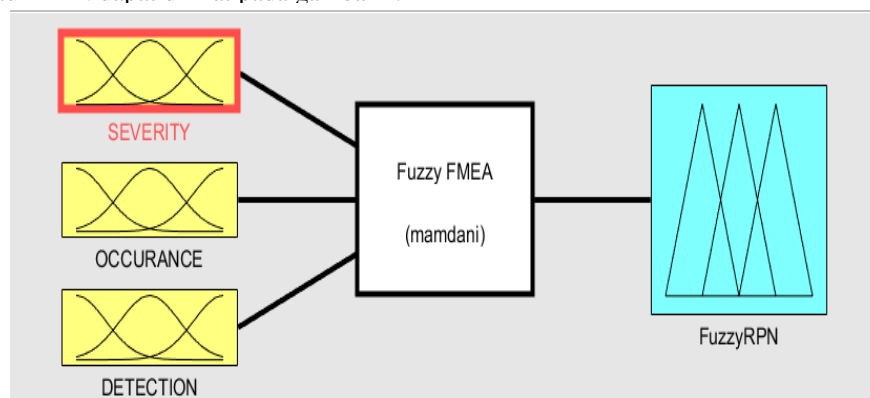
Tabel 2. Penilaian RPN

Kegagalan Proses Pengawasan Inventory	Kemungkinan Effect	S	Kemungkinan Mode	O	Kontrol yang dilakukan	D	RPN
Gudang Rusak	Produk menjadi rusak	3,0	Perawatan gudang jarang dilakukan	1,4	Melaksanakan jadwal piket	1,0	4,20
Gudang Kotor	Produk sulit dicari dan terdapat serangga/jamur	2,8	Perawatan gudang jarang dilakukan	1,4	Melaksanakan jadwal piket	1,0	3,92
Intensitas pencahayaan kurang	Terganggunya proses pemindahan dan penyimpanan	1,0	Jumlah lampu pada gudang kurang	1,4	Pengaturan tentang tata letak	1,6	2,24
Tingginya tingkat kelembapan	Turunnya nilai guna produk	1,8	Sirkulasi udara yang tidak benar di gudang	1,6	Pengaturan ventilasi dan tata letak bahan baku	1,4	4,03

4. Menghitung nilai RPN dengan *fuzzy* RPN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah logika *fuzzy* dengan metode Mamdani atau Min Max yang menghasilkan output berupa nilai pada domain himpunan fuzzy yang dikategorikan dalam komponen Linguistik. Tahapan dalam metode Mamdani adalah: pembentukan himpunan fuzzy, aplikasi fungsi implikasi, komposisi aturan (role), defuzzifikasi dengan metode Centroid.

- a. Membuat fungsi masing masing variabel *input* yaitu *Severity*, *Occurance* dan *Detection* serta variabel output yaitu FRPN dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Model *fuzzy* FMEA

- b. Menentukan fungsi keanggotaan masing masing variabel *input*. Fungsi keanggotaan S,O,D adalah 5 peringkat mengacu pada penelitian [20] , Almost None (0,1,2), Low (1,2.5,4), Medium (3,5,7), High (6,7.5,9) dan Very High (8,10,10).

c. Menentukan FRPN dapat menggunakan 125 rules yang berasal dari perkalian fungsi keanggotaan S (5), fungsi keanggotaan O (5) dan fungsi keanggotaan D (5), sehingga jumlah rule adalah , yaitu $5 \times 5 \times 5 = 125$. Rule yang digunakan mengacu pada penelitian terdahulu yang dilengkapi dengan persetujuan atau validasi oleh pihak GMS.

Pembuatan rule menggunakan aturan AND, yang dalam artian rule yang ada adalah salah satu contohnya adalah sebagai berikut:

Rule 1: IF Occurance=Almost None AND Saverity=Almost None AND Detectability=Almost None THEN FRPN = None

Rule 2 IF Occurance=Almost None AND Saverity=Almost None AND Detectability=Low THEN FRPN = None

Penilaian S, O dan D menggunakan metode Centroid atau *Center of Gravity (COG)* dengan rumus sebagai berikut : [20]

$$COG = \frac{\int_a^b \mu_A(x)xdx}{\int_a^b \mu_A(x)dx} \quad (2)$$

Tabel 3. Hasil evaluasi S,O,D dengan metode Fuzzy

Failure	R1	R2	R3	R4	R5	S	R1	R2	R3	R4	R5	O	R1	R2	R3	R4	R5	D	FRPN	Prioritas	
1	1	1	2	9	2	2.048	1	1	2	1	2	1.320	1	1	1	1	1	1.000	1.27	11	
2	1	1	2	8	2	2.000	1	1	2	1	2	1.320	1	1	1	1	1	1.000	1.27	11	
3	1	1	1	1	1	1.000	2	2	1	1	1	1.320	2	2	2	1	1	1.516	1.73	2	
4	1	1	2	3	2	1.644	1	2	2	1	2	1.516	2	1	2	1	1	1.320	1.79	1	
5	1	3	3	9	3	3.000	2	3	1	1	1	1.431	1	1	1	1	1	1.000	1.35	9	
6	1	3	3	9	3	3.000	1	2	1	1	1	1.149	1	2	1	1	1	1.149	1.36	8	
7	2	2	2	6	2	2.491	1	1	1	1	1	1.000	1	2	1	1	1	1.149	1.00	12	
8	1	1	1	5	1	1.380	1	1	1	1	1	1.000	1	1	1	1	1	1.000	1.00	12	
9	1	2	1	1	2	1.320	1	2	1	1	1	1.149	2	1	2	1	2	1.516	1.42	7	
10	1	1	1	4	1	1.320	3	1	3	1	2	1.783	1	1	1	1	1	1.000	1.69	3	
11	1	2	1	9	2	2.048	1	1	1	1	1	1.000	1	1	1	1	1	1.000	1.00	12	
12	1	1	1	4	1	1.320	1	1	1	1	1	1.000	2	2	2	1	2	1.741	1.00	12	
13	1	2	1	1	1	1.149	1	1	1	1	1	1.000	1	1	1	1	1	1.000	1.00	12	
14	1	1	1	2	1	1.149	1	1	1	1	1	1.000	1	1	1	1	1	1.000	1.00	12	
15	1	1	1	1	1	1.000	1	1	1	1	1	1.000	1	1	1	1	1	1.000	1.00	12	
16	1	1	1	1	1	1.000	1	1	1	1	1	1.000	1	1	1	1	1	1.000	1.00	12	
17	1	1	1	1	1	1.000	1	1	1	1	2	1.149	1	1	1	1	2	1.149	1.33	10	
18	1	1	1	1	1	1.000	1	2	2	1	1	1.320	1	1	1	1	1	1.000	1.27	11	
19	1	1	1	1	2	1.149	1	1	1	1	1	1.000	1	2	1	1	1	1.149	1.00	12	
20	1	1	1	2	2	1.320	1	1	1	1	1	1.000	1	1	1	1	1	1.000	1.00	12	
21	1	1	1	4	1	1.320	1	1	1	1	1	1.000	1	1	2	1	1	1.149	1.00	12	
22	1	2	1	3	1	1.431	1	1	1	1	1	1.000	1	1	1	1	1	1.000	1.00	12	
23	1	2	2	2	2	1.741	1	1	1	4	1	1.320	1	2	1	1	1	1.149	1.51	6	
24	1	2	2	2	2	1.741	1	2	1	1	1	1.149	2	2	1	1	2	1.516	1.42	7	
25	1	2	2	2	2	1.741	1	2	1	1	1	1.149	2	2	1	1	2	1.516	1.42	7	
26	1	1	1	9	1	1.552	2	2	2	1	2	1.741	1	1	1	1	1	1.000	1.63	4	
27	1	1	1	2	1	1.149	1	2	2	1	2	1.516	1	1	1	1	1	1.000	1.42	7	
28	1	1	1	2	1	1.149	1	1	2	1	2	1.320	2	2	2	1	2	1.741	1.69	3	
29	2	2	2	2	2	2.000	1	1	1	1	1	1.000	1	1	1	1	1	1.000	1.00	12	
30	2	1	2	1	2	1.516	1	1	1	1	1	1.000	1	2	1	1	1	1.149	1.00	12	
31	1	1	1	2	1	1.149	2	1	2	1	2	1.516	1	2	1	1	1	1.149	1.59	5	
																			39.160		
																			rata rata	1.263	

Dari tabel 3, terdapat 17 kegagalan dengan nilai RPN diatas rata rata. Hal ini berarti 17 kegagalan tersebut menjadi prioritas yang harus diperbaiki, yaitu F3, F4, F10, F28, F26, F31, F23, F9, F24, F24 ,F25, F6, F5, F17, F18, F1, F2, dan F18. Dari 17 prioritas tersebut yang segera harus dilakukan adalah pada lima prioritas utama. Sedang 14 kegagalan dibawah rata rata dapat dilakukan tindakan korektif sederhana yaitu F11, F12, F13, F14, F15, F16, F19, F20, F21, F22, F29 dan F30.

5. Penilaian ranking *fuzzy* FMEA

Dari tabel 4 diperoleh perbedaan urutan prioritas perangkingan antara FMEA tradisional dengan *Fuzzy* FMEA. Bila pada FMEA tradisional yang menjadi 5 prioritas adalah : (F5) barang *reject*, (F6) *expired date* produk, (F26) kekurangan gudang penyimpanan, (F1) kerusakan gudang dan (F4) tingginya tingkat kelembapan gudang. Sedang pada *Fuzzy* FMEA yang menjadi prioritas adalah (F4) tingginya tingkat kelembapan, (F3) intensitas pencahayaan kurang, (F10) buruknya komunikasi logistik dengan supplier, (F28) koneksi internet bermasalah, (F26) kekurangan gudang penyimpanan, (F31) errornya situs perusahaan.

Kelompok dengan nilai RPN terendah pada FMEA dan *Fuzzy* FMEA terletak pada kegagalan yang sama yaitu F8, F13, F14, F15, F16, F19, F20, F21, F22.

Tabel 4. Perbandingan RPN FMEA tradisional dan *Fuzzy* FMEA

Failure	Moda <i>Failure</i> and <i>Effect</i>	FMEA		<i>Fuzzy</i> FMEA	
		RPN	Prioritas	FRPN	Prioritas
1	Gudang Rusak	4.20	4	1.27	11
2	Gudang Kotor	3.92	6	1.27	11
3	Intensitas pencahayaan kurang	2.24	15	1.73	2
4	Tingginya tingkat kelembapan	4.03	5	1.79	1
5	Barang <i>Reject</i>	6.08	1	1.35	9
6	<i>Expired Date</i> Produk Hampir Mendekati <i>due date</i>	5.47	2	1.36	8
7	Bahan <i>Packaging</i> kurang berkualitas	3.36	8	1.00	12
8	Kepercayaan kepada <i>supplier</i> yang menurun	1.80	18	1.00	12
9	Ongkos pengiriman naik	2.69	13	1.42	7
10	Buruknya komunikasi logistik dengan <i>supplier</i>	3.20	9	1.69	3
11	Pembatalan kontrak	3.00	11	1.00	12
12	Kekeliruan sistem pengiriman	2.88	12	1.00	12
13	Pembayaran Tagihan Terlambat	1.20	22	1.00	12
14	Keterlambatan Pengiriman Surat <i>Purchasing</i>	1.20	22	1.00	12
15	Pengawasan Kurang Pada Proses Administrasi & <i>Accounting</i>	1.00	23	1.00	12
16	Penggelapan Dana	1.00	23	1.00	12
17	Dokumen Pembelian Tidak Lengkap	1.44	20	1.33	10
18	Hilangnya Dokumen Pembelian Barang	1.40	21	1.27	11
19	Karyawan Tidur Pada Jam Kerja	1.44	20	1.00	12
20	<i>Head Stress</i>	1.40	21	1.00	12
21	Kecelakaan Pada Bongkar Muat Bahan Baku	1.92	17	1.00	12
22	Kinerja Karyawan Rendah	1.60	19	1.00	12
23	Kekurangan Kuantitas Karyawan	3.46	7	1.51	6
24	Keterbatasan <i>Skill</i> Karyawan	3.46	7	1.42	7
25	Perubahan Fungsi <i>Job</i>	3.46	7	1.42	7
26	Kekurangan Gudang Penyimpanan	4.68	3	1.63	4
27	Listrik Mati	1.92	17	1.42	7
28	Koneksi Internet Bermasalah	3.02	10	1.69	3
29	Kesalahan Input Data Pada Database Permintaan <i>Supplier</i>	2.00	16	1.00	12

30	Hilangnya File Pada Database	1.92	17	1.00	12
31	Errornya Situs Perusahaan	2.30	14	1.59	5

6. Usulan tindakan perbaikan
 Usulan perbaikan dilakukan pada nilai *fuzzy* RPN yang memiliki nilai tertinggi dengan cara diskusi dengan para pakar.

Tabel 5. Rekomendasi perbaikan untuk prioritas tertinggi

<i>Failure</i>	<i>Failure modes and Causes</i>	<i>Fuzzy RPN</i>	<i>Priority</i>	<i>Usulan Perbaikan</i>
4	Tingginya tingkat kelembapan	1.79	1	Pengaturan ventilasi dan peletakan barang
3	Intensitas pencahayaan kurang	1.73	2	Pengaturan ventilasi dan peletakan barang
10	Buruknya komunikasi logistik dengan <i>supplier</i>	1.69	3	Meningkatkan komunikasi dengan <i>supplier</i> melalui komunikasi secara terbuka yang dapat meningkatkan kepercayaan. Mengelola semua aspek hubungan pemasok mulai dari sharing informasi sehingga terjadi hubungan yang saling menguntungkan
28	Koneksi internet bermasalah	1.69	3	Divisi Operasional memiliki teknisi sehingga dapat selalu siaga saat koneksi <i>internet trouble</i> .
26	Kekurangan Gudang Penyimpanan	1.63	4	Memperluas area gudang atau membeli <i>cool room</i>
31	Errornya Situs Perusahaan	1.53	5	Memiliki operator IT yang handal

Simpulan

Risiko operasional utama di GMS yang teridentifikasi menggunakan *Fuzzy* FMEA dengan nilai tertinggi adalah: risiko tingginya tingkat kelembapan dengan nilai 1.79, risiko intensitas pencahayaan dengan nilai 1.73, buruknya komunikasi dengan *supplier* dengan nilai FRPN 1.69, risiko kekurangan gudang penyimpanan dengan nilai 1.63, risiko *error* nya situs perusahaan dengan nilai 1.53.

Terdapat perbedaan urutan prioritas perbaikan terhadap moda kegagalan dan dampaknya pada divisi operasional GMS, hal ini menunjukkan bahwa penerapan metode *fuzzy* FMEA memberikan nilai lebih baik dengan mengurangi bias pada FMEA tradisional. Usulan perbaikan utama yang dapat dilakukan berdasarkan diskusi dengan para manajer GMS adalah pengaturan ventilasi dan peletakan barang di gudang, menjalin komunikasi lebih baik dengan suplier dan melakukan sharing informasi sehingga saling menguntungkan

Daftar Pustaka

- [1] D. F. Manotas-Duque, J. C. Osorio-Gómez, and L. Rivera, "Operational Risk Management in Third Party Logistics (3PL)," in *Handbook-research-managerial-strategies-achieving/142137*, 2016, pp. 218–239.
- [2] Setijadi, "sci-perkiraan-sektor-logistik-2021-masih-terkontraksi," *Bisnis.com*, Jakarta, 2021.
- [3] Y. M. Wang, K. S. Chin, G. K. K. Poon, and J. B. Yang, "Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean," *Pakar Syst. Appl.*, vol. 36, no. 2 PART 1, pp. 1195–1207, 2009, doi: 10.1016/j.eswa.2007.11.028.
- [4] D. H. Stamatis, *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution*. United Kingdom: Quality Press, 2003.
- [5] A. R. Rosih, M. Choiri, and R. Yuniarti, "Analisis Risiko Operasional pada Departemen Logistik dengan Menggunakan Metode FMEA," *J. Rekayasa Dan Manaj. Sist. Ind.*, vol. 3, no. 3, pp. 580–591, 2006.
- [6] A. R. Suparjo, "Manajemen Risiko Operasional Pada PT. ABC Dengan Menggunakan Metode FMEA," *J. Has. Penelit. Untag Surabaya*, vol. 03, no. 02, pp. 106–112, 2018.

- [7] E. Bozdog, U. Asan, A. Soyer, and S. Serdarasan, "Risk prioritization in failure mode and effects analysis using interval type-2 fuzzy sets," *Pakar Syst. Appl.*, vol. 42, no. 8, pp. 4000–4015, 2015, doi: 10.1016/j.eswa.2015.01.015.
- [8] R. H. Yeh and M. H. Hsieh, "Fuzzy assessment of FMEA for a sewage plant," *J. Chinese Inst. Ind. Eng.*, vol. 24, no. 6, pp. 505–512, 2007, doi: 10.1080/10170660709509064.
- [9] Wong, "International Symposium on Logistics (ISL 2008) Integrating the Global Supply Chain," *Univ. Bus.*, no. July, pp. 6–8, 2008.
- [10] H. C. Liu, L. Liu, and N. Liu, "Risk evaluation approaches in failure mode and effects analysis: A literature review," *Pakar Syst. Appl.*, vol. 40, no. 2, pp. 828–838, 2013, doi: 10.1016/j.eswa.2012.08.010.
- [11] H. T. Liu and Y. lin Tsai, "A fuzzy risk assessment approach for occupational hazards in the construction industry," *Saf. Sci.*, vol. 50, no. 4, pp. 1067–1078, 2012, doi: 10.1016/j.ssci.2011.11.021.
- [12] R. Septifani, I. Santoso, and Z. Pahlevi, "Analisis Risiko Produksi Frestea Menggunakan Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis (Fuzzy FMEA) dan Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy AHP) (Studi Kasus Di PT . Coca-Cola Bottling Indonesia Bandung Plant)," *Pros. Semin. Nas. Penelit. Pengabd. Pada Masy.*, pp. 14–21, 2018.
- [13] A. Mansur and R. Ratnasari, "Analisis Risiko Mesin Bagging Scale Dengan Metode Fuzzy Failure Mode and Affact Analysis (Fuzzy-Fmea) Di Area Pengantongan Pupuk Urea Pt. Pupuk Sriwijaja," *Teknoin*, vol. 21, no. 4, 2015, doi: 10.20885/teknoin.vol21.iss4.art2.
- [14] A. Shahriar, R. Sadiq, and S. Tesfamariam, "Risk analysis for oil & gas pipelines: A sustainability assessment approach using fuzzy based bow-tie analysis," *J. Loss Prev. Process Ind.*, vol. 25, no. 3, pp. 505–523, 2012, doi: 10.1016/j.jlp.2011.12.007.
- [15] K. Jenab, R. M. Blecher, and S. Moslehpour, "SRB Field Joints Failure Analysis Using Fuzzy FMEA," *Int. J. Phys. Astron.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–20, 2015, doi: 10.15640/ijpa.v3n1a1.
- [16] A. Sutrisno and T. Lee, "Service reliability assessment using failure mode and effect analysis (FMEA): survey and opportunity roadmap," *Int. J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 7, pp. 25–38, 2012, doi: 10.4314/ijest.v3i7.3s.
- [17] B. Vahdani, M. Salimi, and M. Charkhchian, "A new FMEA method by integrating fuzzy belief structure and TOPSIS to improve risk evaluation process," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 77, no. 1–4, pp. 357–368, 2015, doi: 10.1007/s00170-014-6466-3.
- [18] N. Chanamool and T. Naenna, "Fuzzy FMEA application to improve decision-making process in an emergency department," *Appl. Soft Comput. J.*, vol. 43, pp. 441–453, 2016, doi: 10.1016/j.asoc.2016.01.007.
- [19] B. A. Nainggolan and L. M. C. Wulandari, "Analisis Risiko Operasional Menggunakan Metode FMEA Di CV. Gamarends Marine Supply Surabaya," *Pros. Semin. Nas. Ris. dan Teknol. Terap. 2021 Menuju Soc. 5.0 Teknol. Cerdas yang Berpusat pada Mns. Bandung, 12 Agustus 2021*, no. 2020, pp. 1–13, 2021.
- [20] M. Kumru and P. Y. Kumru, "Fuzzy FMEA application to improve purchasing process in a public hospital," *Appl. Soft Comput. J.*, vol. 13, no. 1, pp. 721–733, 2013, doi: 10.1016/j.asoc.2012.08.007.