

Supply Chain Risk Assessment and Management for Mount Merapi Disaster Logistics Distribution

Maria Gratiana Dian Jatiningsih¹⁾, dan Cici Finansia²⁾

^{1,2}Teknik Industri, Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta

^{1,2}Gamping, Sleman, Yogyakarta, 55293

E-mail: mariagratiandian@unjaya.ac.id¹⁾, cicifinansia@unjaya.ac.id²⁾

ABSTRACT

Mount Merapi is predicted to have small eruptions annually and larger eruptions every 7-8 years. This necessitates preparedness from all parties to face potential eruptions so that the impacts can be minimized. One important aspect to consider is the distribution of logistical assistance. The aim of this research is to assist BPBD Sleman in completing a contingency plan for Merapi eruption disasters. The findings from this research can help anticipate issues in the logistics distribution process, ensuring it is more even and timely if an eruption occurs in the future. This study employs the House of Risk (HOR) method, which consists of two stages. In the first stage, the focus is on identifying risk causes (risk agents) and determining priorities. The second stage involves establishing treatment actions to address priority risk agents based on the analysis from the first stage. The results indicate that the risk agents with the highest scores are inappropriate data sharing, refugees moving around, rough estimates of logistics needs, insufficient warehouse capacity, and lack of work supervision. The second-stage analysis produces mitigation plans to prevent these risk agents, one of which includes using real-time applications. To prevent the emergence of the identified risks, it is necessary to develop a real-time information system that can provide updates on the number of refugees.

Keywords: *House of risk, Disaster mitigation, Humanitarian supply chain; Merapi Eruption, Logistics.*

Evaluasi dan Pengelolaan Risiko Rantai Pasok dalam Distribusi Logistik Bencana Gunung Merapi

ABSTRAK

Gunung Merapi diprediksi akan meletus kecil setiap tahun dan meletus besar setiap 7-8 tahun sekali. Hal tersebut menuntut kesiapsiagaan dari semua pihak untuk menghadapi letusan Gunung Merapi sehingga dampak yang timbul dapat diminimalisir. Salah satu hal yang penting untuk diperhatikan terkait dengan pendistribusian bantuan logistik. Tujuan penelitian ini adalah untuk membantu BPBD Sleman melengkapi rencana kontingensi bencana erupsi Merapi. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mengantisipasi munculnya masalah pada proses pendistribusian logistik agar lebih merata dan tepat waktu jika di masa yang akan datang terjadi letusan Gunung Merapi. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode *house of risk* (HOR) yang terdiri dari dua tahap. Pada tahap pertama penelitian akan difokuskan pada kegiatan identifikasi penyebab risiko (*risk agent*) dan menentukan prioritasnya. Tahap kedua adalah penentuan aksi penanganan untuk menangani agen risiko prioritas berdasarkan hasil analisis tahap pertama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *risk agent* yang memiliki skor tertinggi adalah data *sharing* tidak sesuai, pengungsi berpindah-pindah, perkiraan jumlah logistik secara kasar, kapasitas gudang kurang, kurang pengawasan kerja. Analisis tahap kedua menghasilkan rencana-rencana mitigasi yang dapat mencegah terjadinya *risk agent*, salah satunya adalah penggunaan aplikasi *real time*. Untuk mencegah munculnya beberapa risiko yang telah diidentifikasi, maka perlu adanya pengembangan terkait system informasi *real time* yang mampu memberikan informasi terkait *update* jumlah pengungsi.

Kata Kunci: *House of risk; Mitigasi bencana; Humanitarian supply chain; Erupsi Merapi, Logistik.*

1. PENDAHULUAN

Hampir seluruh wilayah di Indonesia merupakan wilayah rawan bencana karena Indonesia menjadi pertemuan antara tiga lempeng tektonik aktif yaitu lempeng Indo-Australia lempeng Eurasia dan lempeng

Pasifik (Hermon, 2015). Kondisi geografis Indonesia tersebut menyebabkan berbagai fenomena seperti gempa bumi dan erupsi gunung api sering terjadi di Indonesia.

Gunung Merapi merupakan salah satu gunung api paling aktif di dunia yang terletak di perbatasan Jawa Tengah dan

Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia. Aktivitas vulkaniknya yang sering kali tidak terduga menyebabkan risiko tinggi terhadap masyarakat di sekitarnya.

Setelah periode yang relatif tenang, aktivitas vulkanik meningkat kembali pada akhir 2020 hingga awal 2021, ditandai dengan pertumbuhan kubah lava dan guguran awan panas. Erupsi ini terjadi di tengah pandemi COVID-19 sehingga menambah kompleksitas dalam upaya evakuasi dan penanganan bencana (Putri et al., 2022).

Erupsi Gunung Merapi pada tahun 2010 merupakan salah satu bencana terbesar yang melanda Indonesia khususnya di daerah Jawa Tengah dan Yogyakarta. Keberadaan Gunung Merapi menyebabkan Kabupaten Sleman menjadi salah satu kabupaten yang memiliki risiko bencana tinggi (Syah, 2018). Erupsi Merapi pada tahun 2010 menyebabkan korban meninggal sebanyak 277 jiwa dan jumlah pengungsi sebanyak 159977 jiwa (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2021). Bencana tersebut menyebabkan aktivitas warga yang terdampak letusan Merapi menjadi lumpuh dan mengalami kerugian materi yang besar. Masyarakat yang tinggal di Kawasan Rawan Bencana Erupsi Gunung Merapi dan sekitarnya diharuskan untuk mengungsi. Kesiapsiagaan masyarakat menjadi faktor kunci dalam mengurangi dampak erupsi (Barata et al., 2018). Upaya peningkatan kapasitas lokal, termasuk edukasi kebencanaan dan penguatan sistem peringatan dini, sangat penting untuk membangun ketahanan terhadap bencana (Gertisser et al., 2023).

Pendistribusian logistik dalam situasi bencana merupakan aspek krusial dalam manajemen darurat, karena efisiensi dan efektivitasnya dapat menentukan keberhasilan respons terhadap kebutuhan mendesak masyarakat terdampak (Mohaghar et al., 2017). Permasalahan yang muncul saat masa tanggap darurat adalah distribusi bantuan yang tidak merata. Sebagai contoh, pada tanggal 6 November 2010 terdapat penumpukan bantuan di Stadion Maguwoharjo Sleman, padahal di lokasi pengungsian lain belum mendapatkan bantuan (Ishomuddin, 2010; Bowo, 2010). Kejadian ini mencerminkan ketidaksiapan pemerintah dan BPBD Sleman dalam menghadapi bencana erupsi Gunung Merapi. Jika hal tersebut berlanjut maka dapat menimbulkan kelaparan bahkan kematian. Walaupun belum pasti, Gunung Merapi diprediksi akan akan meletus kecil setiap tahun dan meletus besar setiap 7-8 tahun sekali (Triyoga, 2010).

Perencanaan distribusi logistik yang matang dan koordinasi antarlembaga sangat penting untuk memastikan bantuan mencapai sasaran dengan tepat waktu dan sesuai kebutuhan. Hidayat et al. (2023) menekankan pentingnya penentuan titik masuk logistik dan rute pengiriman selama fase tanggap darurat di Indonesia, dengan mempertimbangkan infrastruktur yang tersedia dan kondisi geografis daerah terdampak. Penggunaan model matematis dan algoritma optimisasi dapat membantu perencanaan distribusi logistik yang

efisien. Hartama et al. (2023) melakukan tinjauan sistematis terhadap *Time-Dependent Cumulative Vehicle Routing Problem* (TDCVRP) dalam konteks logistik kemanusiaan, yang mempertimbangkan variabilitas waktu dan rute dalam pengiriman bantuan, serta tantangan dalam implementasinya di lapangan.

Azali & Sabar (2025) dalam studi kasus di Malaysia menunjukkan bahwa penerapan *Good Distribution Practices* (GDP) dalam manajemen bencana banjir dapat mengurangi kerugian operasional dan meningkatkan efisiensi sumber daya, serta memperkuat koordinasi antara pemerintah, LSM, dan komunitas lokal. Oleh karena itu, diperlukan rencana mitigasi yang efektif untuk meminimalisir kerugian akibat letusan Gunung Merapi, terutama terkait pendistribusian bantuan logistik. Efisiensi dan keamanan *humanitarian supply chain* (HSC) menjadi kunci lancarnya pendistribusian bantuan logistik (Costa et al., 2012). Hal tersebut dapat dicapai salah satunya adalah dengan mengidentifikasi risiko pendistribusian bantuan logistik dan membuat rencana mitigasi untuk menghadapi risiko yang ada. Penelitian oleh Zhao et al. (2020) menekankan bahwa identifikasi risiko merupakan tahap pertama dalam manajemen risiko rantai pasok, yang melibatkan pengenalan terhadap peristiwa yang dapat mengganggu kelancaran operasional. Selain itu, studi oleh Ramkumar et al. (2022) menunjukkan bahwa pendekatan sistematis dalam identifikasi risiko memungkinkan perusahaan untuk mengklasifikasikan dan memprioritaskan risiko berdasarkan dampaknya terhadap rantai pasok. Hal ini membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam pengelolaan risiko.

Dalam konteks distribusi bantuan logistik saat bencana, identifikasi risiko menjadi semakin penting. Gangguan dalam rantai pasok dapat menghambat penyaluran bantuan kepada korban bencana, sehingga identifikasi risiko yang tepat dapat meningkatkan efektivitas respons dan pemulihan.

Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk merencanakan pendistribusian logistik agar lebih merata jika nanti terjadi letusan Gunung Merapi, mengingat status Gunung Merapi yang masih aktif dan tidak dapat dipastikan waktu letusannya. Identifikasi dan prioritas faktor risiko dalam HSC dapat membantu mengurangi risiko secara bertahap. Pengurangan probabilitas risiko HSC merupakan aksi penting untuk meningkatkan efisiensi operasi tanggap bencana (Mohagar et al., 2017).

Penelitian ini menggunakan metode *House of Risk* (HOR) untuk mengidentifikasi dan mengukur potensi risiko yang terlibat dalam rantai pasok bantuan logistik erupsi Merapi. Metode HOR merupakan model inovatif untuk manajemen risiko yang dikhususkan untuk penerapan aktivitas rantai pasok (Pujawan dan Geraldin, 2014). Penelitian oleh Setiawan dan Fitriani (2024) menerapkan metode HoR untuk mengembangkan strategi mitigasi bencana di Kabupaten Wonogiri, Indonesia. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi HoR dengan matriks risiko dapat menghasilkan strategi mitigasi yang

lebih terfokus dan efektif dalam konteks distribusi logistik bencana.

Selain itu, penelitian oleh Wibowo dan Ahyudanari (2020) menggunakan HoR dalam proyek jalan tol Balikpapan-Samarinda untuk mengidentifikasi dan memitigasi risiko dalam pengadaan material, yang relevan dengan distribusi logistik dalam situasi darurat.

HOR digunakan dalam penelitian ini karena selain dapat mengidentifikasi risiko yang berpotensi muncul, metode ini juga dapat digunakan untuk menentukan tindakan paling efektif untuk mengurangi risiko tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan rencana mitigasi untuk menghadapi risiko yang mungkin muncul dan mengganggu dalam proses distribusi bantuan logistik bencana Merapi. Hasil analisis tersebut akan sangat berguna bagi perbaikan dan pengembangan rencana kontingensi BPBD Sleman untuk menghadapi erupsi Merapi di masa yang akan datang, sehingga masalah seperti keterlambatan distribusi dan tidak meratanya jumlah bantuan dapat dihilangkan.

2. RUANG LINGKUP

Dalam penelitian ini masalah yang dibahas adalah terkait risiko-risiko yang dapat muncul dalam proses distribusi logistik bencana erupsi Merapi dan rencana mitigasinya. Data yang digunakan adalah data erupsi tahun 2010. Rencana kontingensi didasarkan pada dokumen kontingensi BPBD Sleman tahun 2010. Rumusan masalah penelitian ini adalah faktor apa saja yang dapat menghambat distribusi bantuan logistik bagi korban erupsi merapi dan mitigasinya.

3. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan desain penelitian studi kasus pada rantai pasok pendistribusian bantuan bencana gunung merapi yang dilakukan oleh BPDB Sleman. Temuan risiko dianalisis menggunakan *metode house of risk* (HOR) untuk mengetahui penyebab terjadinya gangguan, frekuensi kemunculannya, dampak keparahannya, dan strategi mitigasi risiko yang mendukung adanya ketahanan rantai pasok.

Metode *House of Risk* (HoR) adalah pendekatan manajemen risiko yang dirancang untuk mengidentifikasi, memprioritaskan, dan mengelola risiko secara proaktif dalam rantai pasok atau sistem operasional lainnya. HoR merupakan kombinasi konsep dari *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Quality Function Deployment* (QFD), yang memungkinkan analisis risiko berdasarkan interaksi antara *risk events* (kejadian risiko) dan *risk agents* (penyebab risiko) (Wibowo & Ahyudanari, 2020).

Tahapan metode HOR dibagi menjadi 2 fase yaitu fase identifikasi risiko dan fase mitigasi risiko. Data primer diperoleh dengan melakukan wawancara kepada responden untuk mendapatkan informasi lengkap terkait potensi, penyebab, dan dampak risiko dari setiap jenis risiko rantai pasoknya. Kemungkinan terjadinya risiko dinotasikan dengan skala *almost certain*, *likely*, *possible*,

unlikely, dan *rare*. Sedangkan notasi dampak risiko menggunakan skala *insignificant*, *minor*, *moderate*, *major*, dan *catastrophic*. Dibutuhkan pula data sekunder sebagai pembanding dan pendukung data primer yang diperoleh dari dokumen prosedur kerja perusahaan, laporan kinerja operasional, dan laporan kegiatan bantuan.

Pada tahap identifikasi risiko peneliti mengidentifikasi risiko yang mungkin terjadi di sepanjang rantai pasok. Setelah itu, masing-masing risiko dinilai terkait *occurrence*, *severity* dan *relationship*. Setelah tiap nilai diketahui, dihitunglah Aggregate Risk Potential (ARPj) yaitu kemungkinan terjadinya risk agents dan aggregate dampak dari *risk event* yang ditimbulkan. Hasil ARPj kemudian diurutkan mulai dari nilai tertinggi.

Tahap selanjutnya adalah mitigasi risiko yang diawali dengan pemilihan beberapa agen risiko dengan nilai yang akan ditindaklanjuti pada HOR 2 pada kolom kiri, dan ARPj pada kolom sebelah kanan.

Setelah tindakan mitigasi diidentifikasi, kemudian nilai korelasi antara masing-masing aksi dan agen risiko (Ejk) ditentukan. Ejk menunjukkan efektivitas mitigasi yang dilakukan dalam rangka meminimalisir kemungkinan terjadinya risiko. Nilai Ejk yaitu {0, 1, 3, 9} dengan 0 menunjukkan tidak ada korelasi, dan nilai 1, 3, 9 masing-masing menunjukkan korelasi rendah, sedang, dan tinggi. Setelah itu, nilai efektivitas total dari tiap aksi dihitung dengan persamaan (1) dan (2).

$$ARPj = Oj \sum_i Si Rij \quad (1)$$

keterangan (1):

Oj = Kemungkinan terjadinya agen risiko j
Si = Kerugian yang ditimbulkan kejadian risiko
Rij = Korelasi antara agen risiko

$$Tek = \sum_j ARPj Ejk \quad (2)$$

Keterangan (2) :

Tek = Total efektifitas tindakan pencegahan
Si = Nilai *aggregate risk potential*
Ejk = Korelasi antara tindakan pencegahan (k) dengan agen risiko (j)

Penilaian berdasarkan tingkat kesulitan dalam melaksanakan masing-masing rencana mitigasi (*Difficulty Dk*) menggunakan skala yang berlaku pada objek penelitian.

Hasil analisis data HOR 1 dan HOR 2 dapat digunakan untuk merumuskan rencana mitigasi risiko di sepanjang rantai pasok. Mitigasi risiko rantai pasok diharapkan menjadi salah satu strategi proaktif untuk meningkatkan kemampuan rantai pasok dalam mengantisipasi gangguan atau risiko yang berpotensi terjadi, sebagai usaha menciptakan ketahanan rantai pasok.

4. PEMBAHASAN

Data yang didapatkan dari hasil wawancara adalah data yang berkaitan dengan *risk event*, *risk agent*, nilai *severity*, dan nilai *occurrence*. Metode HOR dibagi menjadi 2 fase, yaitu HOR fase 1 dan HOR fase 2. Berdasarkan wawancara yang dilakukan, peneliti bersama

narasumber kemudian merumuskan risiko apa yang dapat terjadi dan menimbulkan masalah pada proses pendistribusian logistik letusan Gunung Merapi beserta tingkat *severity* dan *occurrence*. Data yang didapatkan adalah data yang berkaitan dengan *risk event*, *risk agent*, nilai *severity*, dan nilai *occurrence*. Data-data tersebut ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Pada tahap HOR 1 penilaian *severity* dilakukan dengan skala likert yaitu rentang skala 1-10, nilai 10 menunjukkan dampak yang berbahaya, sedangkan penilaian *occurrence* dilakukan dengan skala likert skala 1-10. Nilai 1 menunjukkan risiko hampir tidak pernah terjadi dan nilai 10 menunjukkan risiko tersebut hampir pasti terjadi. Data-data tersebut ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Kuesioner yang digunakan adalah kuesioner HOR 1.

Tabel 1. Nilai Severity Risk Event

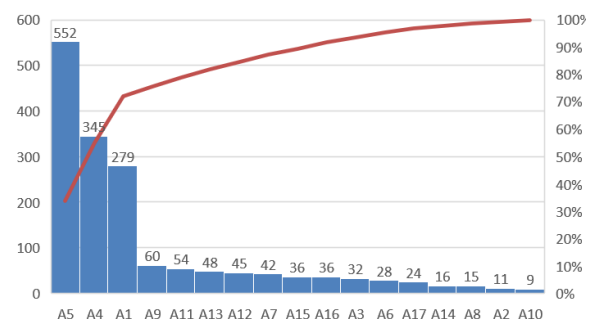
<i>Risk Event</i>	Kode	<i>Severity</i>
Logistics miscalculation	E1	5
Logistics arrival delays	E2	4
Mismatch in received logistics	E3	3
Substandard logistics quality	E4	3
Logistics damage	E5	3
Workplace accidents	E6	4
Insufficient logistics needs	E7	5

Tabel 2. Tingkat Occurance Risk Agent

Kode	<i>Risk Agent</i>	<i>Occurance</i>
A1	A rough estimate of the logistics quantity	3
A2	The supplier's inability to provide logistics	3
A3	Many unofficial posts	4
A4	Refugees are moving from place to place	5
A5	Data sharing is inconsistent	8
A6	Bureaucracy is too complicated	7
A7	Lack of coordination with the supplier	6
A8	Changes in logistics quality	5
A9	Insufficient inspection	5
A10	Not implementing warehouse management	1
A11	The warehouse capacity is insufficient	6
A12	The officers are in a hurry	3
A13	Lack of work supervision	4
A14	SOP is not implemented	4
A15	Lack of staff awareness regarding occupational health and safety	3
A16	Logistics record errors	2
A17	Warehouse out of stock	2

Berdasarkan *occurrence* dan *severity* yang telah diidentifikasi, nilai korelasi antara *risk agent* dan *risk event* diidentifikasi pada Tabel 3a dan 3b. Berdasarkan *risk agent* yang telah dihitung nilai ARP dan diurutkan, dipilih 6 *risk agent* yang menyumbang terhadap sekitar 75% total ARP untuk dicari mitigasinya (Pujawan dan Geraldin, 2014). *Risk agent* yang dipilih adalah data *sharing* tidak sesuai (A5), pengungsi berpindah-pindah (A4), perkiraan jumlah logistik secara kasar (A1), inspeksi kurang teliti (A9), Kapasitas gudang kurang (A11), dan kurang pengawasan kerja (A13). Penelitian dilanjutkan ke kuesioner HOR 2 untuk mengetahui mitigasi yang dapat dilakukan berdasarkan keefektifan dan tingkat kesulitan pelaksanaannya. Pada tahap HOR 1 dilakukan perhitungan nilai *Agregat Risk Potential* (ARP) untuk mengetahui nilai terbesar dari seluruh *risk agent* yang selanjutnya akan digunakan sebagai acuan untuk ditentukan *risk agent* mana yang akan di olah pada HOR 2. Perhitungan nilai ARP menggunakan persamaan (1).

Setelah nilai ARP diketahui dan telah ditetapkan risiko mana yang akan diolah, maka analisis masuk ke tahap HOR 2. Pada tahap HOR 2 akan dilakukan penentuan strategi mitigasi risiko berdasarkan hasil prioritas nilai *Agregat Risk Potential* (ARP) yang diperoleh dari perhitungan HOR1. Berdasarkan *risk agent* yang telah dihitung nilai ARP dan diurutkan, tim peneliti memilih 6 *risk agent* yang menyumbang terhadap sekitar 75% total ARP untuk dicari mitigasinya. *Risk agent* yang dipilih adalah A5, A4, A1, dan A9. Potensi risiko-risiko tersebut dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Agregrat Potensi Risiko dari Seluruh Risk Agent

Figure 1. Aggregate Risk Potential from All Risk Agents

HOR 2 berfungsi untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan tindakan proaktif yang dapat dilakukan pihak-pihak terkait untuk memaksimalkan efektivitas usaha pendistribusian bantuan. Tabel HOR fase 2 merupakan *output* dari tahapan HOR fase 2, dimana dalam HOR fase 2 ini perusahaan dapat mengetahui strategi penanganan yang dianggap efektif untuk mengurangi probabilitas agen risiko. Tingkat kesulitan dalam pelaksanaan rencana mitigasi diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu nilai 3 dengan kesulitan rendah, nilai 4 dengan kesulitan medium, dan nilai 5 dengan kesulitan

tinggi. Satu aksi bisa saja menyelesaikan beberapa agen risiko, dan satu agen risiko

Tabel 3a. Korelasi Risk Event dan Risk Agent

Table 3a. Risk Event and Risk Agent Correlation

Risk Event (E)	Risk Agent (A)								
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
E1	9	0	1	9	9	0	0	0	0
E2	0	1	0	0	0	1	0	0	0
E3	3	1	0	3	3	0	1	0	1
E4	0	0	0	0	0	0	0	1	3
E5	1	0	1	1	1	0	0	0	0
E6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E7	9	1	0	3	3	0	1	0	0
Occ	3	1	4	5	8	7	6	5	5
Arp	27 9	11	32	345	552	28	42	15	60
Rank	3	16	11	2	1	12	8	15	4

Tabel 3b. Korelasi Risk Event dan Risk Agent

Table 3b. Risk Event and Risk Agent Correlation

Risk Event (E)	Risk Agent (A)								
	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	Severity
E1	0	0	1	0	0	0	3	0	5
E2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
E3	0	0	1	0	0	0	1	0	3
E4	0	0	0	0	0	0	0	0	3
E5	3	3	1	0	0	0	0	0	3
E6	0	0	1	3	1	3	0	0	4
E7	0	0	0	0	0	0	0	3	4
Occ	1	6	3	4	4	3	2	2	
Arp	9	54	45	48	16	36	36	24	
Rank	17	5	7	6	14	9	10	13	3

bisa saja diselesaikan oleh beberapa aksi, maka pembobotan sangat berguna dalam langkah ini.

Cara yang dapat dilakukan untuk memperoleh dan mengetahui strategi apa yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya suatu risiko yaitu dengan melakukan perhitungan antara nilai ARP dengan nilai korelasi antara risk agent dan tindakan minimalisasi risiko serta tingkat kesulitan pengimplementasian suatu tindakan minimalisasi risiko. Tingkat kesulitan mempertimbangkan aspek efektivitas dan efisiensi sumber daya yang dibutuhkan. Perhitungan nilai total efektivitas tindakan pencegahan dilakukan menggunakan persamaan (2).

Tabel HOR fase 2 merupakan *output* dari tahapan HOR fase 2, dimana dalam HOR fase 2 ini perusahaan dapat mengetahui strategi penanganan yang dianggap efektif untuk mengurangi probabilitas agen risiko (Razudin dan Mahbubah, 2021). Perhitungan tindakan mitigasi ditunjukkan pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4, maka usulan tindakan mitigasi yang dapat dilakukan secara berurutan adalah penggunaan aplikasi *real time*

(P1), mengupdate data secara berkala sesuai usia (P3), penjaan di tiap pintu masuk dan keluar diperketat (P2), membuat form inspeksi (P4), memilih pj untuk mengawasi pendistribusian logistik (P6), dan menata layout gudang (P5).

Pemanfaatan teknologi, seperti Internet of Things (IoT), dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi dalam distribusi logistik saat bencana. Karatop et al. (2020) menjelaskan bahwa IoT memungkinkan pemantauan real-time terhadap pergerakan barang, kondisi kendaraan, dan kebutuhan di lapangan, sehingga distribusi dapat disesuaikan secara dinamis sesuai situasi terkini.

Tabel 4. HOR Fase 2

Table 4. HOR Phase 2

Risk Agent	Using real-time applications (P1)	Security at each entry and exit point is tightened (P2)	Updating data periodically according to age (P3)	Creating an inspection form (P4)	A R P
Data sharing is inconsistent (A5)	9				5 5 2
Refugees are moving from place to place (A4)	1	9			3 4 5
A rough estimate of the logistics quantity (A1)	1		9		2 7 9
Insufficient inspection (A9)				9	6 0
Tek	5592	3105	2511	540	-
Dk	5	4	3	3	-
ETD	1118.4	776.25	837	180	-
Rank	1	3	2	4	-

Usulan tindakan mitigasi yang pertama (P1) berguna untuk meminimasi risiko A5, A4, dan A1. Penggunaan aplikasi real time nantinya dapat memberikan informasi terkait jumlah pengungsi di suatu *shelter* pengungsian berdasarkan usia dan jenis kelamin, sehingga jumlah bantuan logistik yang diberikan sesuai dengan jumlah pengungsi. Pembaharuan dalam manajemen komunikasi bencana perlu dilakukan karena pentingnya komunikasi dalam penanganan bencana dalam fungsi sosialisasi dan edukasi, fungsi koordinasi, fungsi manajemen, fungsi konseling, dan fungsi hiburan (Barate et al., 2018).

Aplikasi sistem informasi distribusi bantuan logistik bencana alam dapat membantu mengarahkan donatur dan mendistribusikan bantuan agar tidak terjadi keributan terkait jumlah bantuan (Zaman, 2021).

Usulan tindakan mitigasi kedua (P3) berguna untuk meminimasi risiko A1. Proses *update* data jumlah pengungsi di tiap shelter pengungsian dilakukan secara berkala sesering mungkin. Hal ini dilakukan agar kesalahan perhitungan jumlah bantuan dapat diminimalisir. Manajemen komunikasi bencana harus selalu ada pembaharuan karena hal tersebut dapat menyelamatkan masyarakat dari bahaya letusan Gunung Merapi (Magdalena et al., 2019)

Usulan tindakan mitigasi ketiga (P2) berguna untuk meminimasi risiko A4. Penjagaan secara ketat di tiap pintu masuk dan keluar bertujuan untuk mencatat pengungsi yang masuk dan keluar dari tempat pengungsian. Seringkali ketidaksesuaian jumlah bantuan dan jumlah pengungsi disebabkan karena tidak ada pencatatan pengungsi yang masuk dan keluar, sehingga jumlah bantuan menjadi kurang atau bahkan berlebih.

Usulan tindakan mitigasi keempat (P4) berguna untuk meminimasi risiko A9. Pembuatan form inspeksi bertujuan untuk memberikan panduan kepada petugas tentang apa saja yang harus dicek ketika menerima bantuan. Dengan adanya form inspeksi maka proses pengecekan bantuan dapat terstandarisasi dan dapat meminimalisir kemungkinan diterimanya produk rusak atau kadaluwarsa. Jika bantuan yang diterima rusak atau kadaluwarsa, maka barang tersebut akan dibuang sehingga menyebabkan kurangnya bantuan yang akan dibagikan ke pengungsi.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil prioritas *risk agent* menggunakan metode *House of Risk* 1 diperoleh empat urutan terbesar sebagai prioritas *risk agent* berdasarkan nilai *Agregate Risk Potential* (ARP) yaitu *data sharing* tidak sesuai (A5), pengungsi berpindah-pindah (A4), perkiraan jumlah logistik secara kasar (A1), dan inspeksi kurang teliti (A9).

Berdasarkan hasil perhitungan perencanaan strategi minimalisasi risiko pada HOR 2 diperoleh empat prioritas tindakan minimalisasi risiko yaitu penggunaan aplikasi *real time* (P1), penjagaan di tiap pintu masuk dan keluar diperketat (P2), mengupdate data secara berkala sesuai usia (P3), dan membuat *form* inspeksi (P4).

6. SARAN

Saran untuk penelitian berikutnya adalah menentukan rute distribusi dan pusat distribusi optimal, serta kesiapsiagaan masyarakat menghadapi bencana erupsi merapi untuk melengkapi rencana kontingensi BPBD Sleman.

7. REFERENSI

Azali, N. F., & Sabar, R. (2025). Integrating humanitarian logistics and good distribution practices (GDP) in flood disaster management: Case study in Malaysia.

South Eastern European Journal of Public Health, XXVI(S1), 4527–4546.

<https://doi.org/10.70135/seejph.vi.4871>

Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2021). Data dan Informasi Bencana Indonesia. <http://dibi.bnpb.go.id>. Diakses pada 31 Juli 2022.

Barata, Galih Kartika, Lestari, Puji, Hendariningrum, Retno. 2018. Model Komunikasi untuk Penanggulangan Bencana Gunung Merapi melalui Aplikasi Plewengan. *Journal Communication Spectrum : Capturing New Perspectives in Communication* Vol. 7 No. 2.

Bowo. (2010). <https://republika.co.id/berita/breaking-news/nusantara/10/11/13/146556-distribusi-logistik-pengungsi-merapi-dianggap-lambat>. Diakses pada tanggal 31 Januari 2022.

Costa, S. R. A. d., V. B. G. Campos, & R. A. d. M. Bandeira. (2012). Supply Chains in Humanitarian Operations: Cases and Analysis. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 54, pp. 598-607.

Gertisser, R., Troll, V. R., & Charbonnier, S. J. (2023). *Merapi Volcano: Geology, Eruptive Activity, and Monitoring*. Springer.

Hartama, D., Wanayumini, W., & Damanik, I. S. (2023). Optimizing disaster response: A systematic review of time-dependent cumulative vehicle routing in humanitarian logistics. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika*, 10(3), 29686. <https://doi.org/10.26555/jiteki.v10i3.29686>

Hermom, Dedi. (2015). *Geografi Bencana Alam*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.

Hidayat, R. D. R., Deswari, M., & Suhalis, A. (2023). Logistics distribution plans during emergency response in Indonesia World Food Program. *Jurnal Manajemen Bisnis Transportasi dan Logistik*, 10(2), 852.

Ishomuddin. (2010). Jumlah Pengungsi Merapi mencapai 73 Ribu lebih. <https://nasional.tempo.co/read/289910/jumlah-pengungsi-merapi-mencapai-73-ribu-lebih>. Diakses pada tanggal 31 Juli 2022.

Karatop, B., Taşkan, B., & Kubat, C. (2020). Internet of things in disaster logistics productivity. In *Internet of Things (IoT) Applications for Enterprise Productivity* (pp. 21–40). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-3175-4.ch004>

Magdalena, Riana, Vannie. 2019. Analisis Risiko Supply Chain dengan Model House of Risk (HOR) pada PT Tatalogam Lestari. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, Vol. 14, No. 2.

Mohaghar, Ali, Iman Ghasemian Sahebi, & Alireza Arab. (2017). Appraisal of Humanitarian Supply Chain Risks Using Best-Worst Method. *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering* 11 (2).

Pujawan, I. N., & Geraldin, L. H. (2014). House of Risk: A Model for Proactive Supply Chain Risk

- Management. *Business Process Management Journal*, 1-15.
- Putri, A. P. R., Laksono, A., Syahda, A. N., & Hizbaron, D. R. (2022). Disaster management practices amidst COVID-19 pandemic: Emergency response of Merapi volcano eruption. In *Proceedings of the 2nd International Symposium on Disaster Resilience and Sustainable Development* (pp. 167–186). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-19-4715-5_10
- Ramkumar, M., & Srinivasan, M. (2022). Risk assessment in supply chains: A state-of-the-art review of recent literature. *Annals of Operations Research*, 312(1), 1–30.
- Setiawan, E., & Fitriani, W. A. (2024). Disaster mitigation strategies based on risk matrix and House of Risk (HoR) phase 2. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (JPSSL)*, 14(2), 123–134.
- Syah, Rajito Ahmad. (2018). Penyelenggaraan Bantuan Logistik Bencana Dalam Tanggap Darurat Penanggulangan Erupsi Gunung Merapi 2010. Skripsi UGM.
- Triyoga, L.S. (2010). Merapi dan Orang Jawa: Persepsi dan Kepercayaannya. Jakarta (ID): Grasindo.
- Wibowo, D. A., & Ahyudanari, E. (2020). Application of House of Risk (HoR) models for risk mitigation of procurement in the Balikpapan Samarinda Toll Road Project. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 1, 176–181.
- Zaman, Saepul. 2021. Perancangan Aplikasi Sistem Informasi Distribusi Bantuan Bencana Alam Dengan Memanfaatkan Metode Rational Unified Process (Studi Kasus Pada PMI Kabupaten Sukabumi Provinsi Jawa Barat). *Jurnal Teknologi dan Manajemen Informatika*, Vol. 7 No.2, pp.69-76.
- Zhao, L., Baryannis, G., & Dani, S. (2020). Artificial intelligence applications for supply chain risk management: A review. *Modern Supply Chain Research and Applications*, 2(1), 3–17.