

ANALISIS DAMAGE CARGO MENGGUNAKAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) PADA TERMINAL KARGO DOMESTIK BANDARA I GUSTI NGURAH RAI (STUDI KASUS PERUSAHAAN JASA KARGO PT. I)

Badriya Ivo Efendi¹, Dinar Kania Dewi², Wahyu Poncotoyo³
Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta, Indonesia
Email: badriyaefendi@gmail.com

Abstrak. PT. I merupakan salah satu Perusahaan yang bergerak dibidang logistik dengan menyediakan beberapa layanan termasuk Terminal Kargo. Berdasarkan data yang didapat melalui observasi dan arsip dokumen ditemukan beberapa kerusakan kargo diantaranya basah, bocor, robek dan lainnya. Menggunakan pendekatan kualitatif dimana metode yang digunakan *Fault Tree Analysis (FTA)*, *Failure Mode and Effect Analysis* dan pendekatan kuantitatif untuk mencari nilai RPN melalui kuesioner. Didapatkan hasil bahwa *wet cargo* menjadi kerusakan paling banyak dilanjutkan *torn* dan *breakage cargo*. dan faktor yang menjadi penyebab diantaranya kurangnya persiapan handling saat cuaca hujan, kesalahan penggunaan packaging, serta handling loading *unloading* barang yang tidak sesuai dengan SOP. Adapun *effect* yang ditimbulkan isi kargo menjadi basah, packaging lapuk, koyak, robek dan terbuka, serta kargo menjadi pecah, bengkok, juga bocor. Kerusakan kargo menjadi masalah utama pada suatu logistik, sebab hal yang menjadi prioritas serta dianggap terpenting utama adalah keutuhan dan kondisi barang yang dikirim. Jika hal ini dibiarkan akan berakibat pada nilai mutu Perusahaan logistik oleh para pelanggannya.

Kata kunci: *Damage Cargo, Fault Tree Analysis (FTA), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Abstract. PT. I is one of the logistics sector companys that provides several services including Cargo Terminal. Based on the data obtained through observation and document archives, it was found that some cargo damage was wet, leaking, torn, etc.. Using a qualitative approach where the methode used is *Fault Tree Analysis (FTA)*, *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* and quantitative approach to find the RPN value through a questionnaire. It was found that wet cargo was the most damaged, followed by torn and breakage cargo. The factors caused damage is lack of preparation for handling during rainy wheather, incorrect use of packaging, and handling loading and unloading of goods that are not in accordance with the standart operational procedure. And effects caused by the contents of the cargo being wet, the packaging is rotten, torn, and opened also the cargo is broken, dent, and leaking. Damage to cargo is a major problem in logistics, because its the priority and is considered the most important is the integrity and condition of the goods sent. If this is allowed, it will result in the value of the quality logistics company by its customers.

Keywords: *Fault Tree Analysis (FTA), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Damage Cargo*

1. PENDAHULUAN

Logistik secara umum didefinisikan sebagai pengiriman barang atau material secara tepat dengan jumlah, waktu, serta lokasi tujuannya telah ditentukan dan dengan biaya yang seminimal mungkin (Hasibuan et al., 2021). Kargo udara juga menjadi bagian dari komponen logistik (Mahyuddin et al., 2021). Kargo udara secara efektif menjadi penghubung antar tempat dengan jarak yang jauh satu sama lain serta menciptakan rantai pasok yang singkat (Abeyratne, 2018).

Dapat dilihat pada tabel dibawah ini, berdasarkan data Badan Pusat Statistik jumlah pengiriman angkutan barang dengan moda transportasi terbanyak ialah kargo udara. Dengan total angkutan barang kereta api sebesar 227.622, transportasi laut 1.603.464, dan transportasi udara sebanyak 2.971.239 (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2022).

Tabel 1.1 Data Statistik Angkutan Barang Transportasi Darat, Udara dan Kereta Api

	2016	2017	2018	2019	2020	Total
Kereta Api	35.304	43.367	49.396	51.106	48.449	227.622
Transportasi Laut	313.175	272.404	310.180	349.095	358.610	1.603.464
Transportasi Udara	534.594	603.152	709.557	579.789	544.147	2.971.239

Sumber : Badan Pusat Statistik Indonesia (2022)

PT. I ialah Perusahaan logistik yang memiliki beberapa layanan yang diantaranya terminal kargo. Layanan yang disediakan berupa *warehouse* tempat penyimpanan kargo setelah dari pesawat (*unloading*) dan *outgoing* (kargo dikirim) yaitu proses pengangkutan kargo atau build up yang diletakkan pada ULD (*Unit Load Device*)/pallet/container untuk dibawa ke pesawat oleh pihak *ground handling* dan *incoming* (kargo diterima) yakni penerimaan kargo dari pihak *ground handling* untuk dilakukan proses breakdown yang mana kargo dikeluarkan dari ULD (*Unit Load Device*)/pallet/container sesuai dengan dokumen bandara asal untuk diberikan kepada penerima kargo di bandara tujuan.

Namun pada penerimaan kargo dari pihak *ground handling* ditemukan beberapa kerusakan pada kargo (*damage cargo*) diantaranya kargo yang basah, robek, koyak, bengkok, pecah dan bocor. Kerusakan kargo banyak ditemui dari angkutan pesawat berjenis *Narrow Body*. Beberapa faktor dapat menjadi penyebab diantaranya kesalahan handling, peletakan kargo yang tidak sesuai dengan jenisnya di ULD (*Unit Load Device*)/pallet/container ketika *build up*, packaging yang riskan atau mudah rusak, dan lainnya.

2. LANDASAN TEORI

Logistik

Menurut Suntoro (2020) logistik merupakan suatu seni dan ilmu pengetahuan mengenai proses kegiatan penjualan, permintaan, penanganan, penyimpanan, pengantaran (*delivery*) barang dan pemindahan barang/transportasi juga komunikasi. Menjadi bagian integral dari sistem rantai pasok yakni bahan baku yang diperoleh dan diangkut kemudian melalui proses pergerakan masuk keluar fasilitas produksi, penyimpanan, dibongkar - dimuat, dan pada proses akhirnya produk diantarkan pada pelanggan (Sarder, 2021).

Transportasi

Menurut Fatimah (2019) transportasi berperan sebagai sarana dalam aktivitas kehidupan manusia seperti menjadi alat penghubung yang memudahkan manusia dalam memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lain juga penunjang dalam keberlangsungan interaksi manusia. Dan sarana penunjang tersebut menurutnya ialah layanan transportasi atau jaringan transportasi.

Kargo Udara

Menurut IATA (2005) yang dikutip oleh Rotty, Franciscus, & Chandra (2021) kargo merupakan barang – barang yang di angkut oleh pesawat udara menggunakan SMU (Surat Muatan Udara) / *Airwaybill* dan tidak termasuk dalam barang pos atau barang yang dimuat dalam kesepakatan pos internasional juga barang penumpang yang disertai tiket *passanger* atau *check baggage*.

Damage Cargo

Menurut Oktaviani, Yadia, Nursery, & Veronica (2017) yang dimaksud *damage cargo* ialah proses penerimaan maupun pengiriman kargo yang tidak sesuai dengan standar operasi prosedur yang berlaku sehingga kargo mengalami kerusakan pada isi, packing, ataupun kualitas dari kargo itu sendiri seperti jahitan yang terbuka, pecah, robek, rusak, basah, remuk, sobek pita, pita lepas, berlubang, dan mati.

Build Up Cargo (Outgoing)

Persiapan pengangkutan kargo sebelum dimuat ke pesawat sesuai dengan dokumen. Kargo diletakkan diatas ULD atau gerobak berdasarkan jenis dan dokumen kargo, dan dibuat checklist build up yaitu pencatatan dan perhitungan jumlah barang, hari dan tanggal, nomor penerbangan, bandara tujuan, jam build up, nomor SMU, berat setiap barang, total berat barang per SMU, jenis barang (DG/AVI/PER/VAL/VUN/HUM) serta

keterangan lainnya untuk diberikan pada petugas untuk diterbitkan manifest. Selanjutnya kargo diserahkan pada pihak Airlines/ Ground Handling dengan membawa dokumen (PT. I, 2020).

Breakdown Cargo (Incoming)

Diterimanya kargo, pos, dan dokumen dari pihak ground handling/Airlines, kemudian dilakukan pengecekan barang di atas ULD atau gerobak sebelum dibawa ke breakdown area untuk melakukan proses pembongkaran, pemilahan dan checklist sesuai manifest yang selanjutnya ditempatkan di storage sebelum diberikan ke penerima barang/EMPU (Ekspedisi Muatan Pesawat Udara) (PT. I, 2020).

ULD (Unit Load Devices) dan Gerobak Pengangkut Kargo

ULD adalah penggunaan pallet dan kontainer untuk mengangkut kargo, dokumen maupun bagasi penumpang pada pesawat wide-body (Baxter & Kourousis, 2015). Sedangkan gerobak angkutan kargo yakni penempatan sementara kargo khusus pesawat narrow body sebelum dimuat ke dalam pesawat (PT. I, 2020).

Dokumen Kargo

Menurut Rizaldy & Rifni (2013) sebuah dokumen kargo penting yang diterbitkan oleh maskapai penerbangan atau agen yang sebelumnya telah dipilih, yang tidak diperjual-belikan dan tidak dapat berpindah tangan. Dalam bukunya “Manajemen Dasar Penanganan Kargo” juga dijelaskan bahwa The Air Cargo Tarif and Rules mengemukakan bahwa Airway Bill ialah dokumen yang terbit atas nama pengirim (shipper) yang menggunakan, juga berfungsi sebagai bukti perjanjian antara pengirim dan penerima barang untuk mengangkut barang – barang melalui jalur yang ditempuh oleh pengangkut.

Jenis Tipe Pesawat Angkutan Kargo

Wide Body Aircraft pesawat yang kapasitas penumpangnya melebihi 250 orang dan memiliki lebar lebih dari 20 kaki, dengan jarak tempuh penerbangan dari menengah hingga jarak jauh (Kurniawati, 2018). *Narrow Body Aircraft* pesawat yang kapasitas penumpangnya kurang dari 250 orang dengan lebar 10 sampai 13 kaki, dan memiliki jarak tempuh dekat sampai jarak menengah (Kurniawati, 2018).

EMPU (Ekspedisi Muatan Pesawat Udara)

Menurut Keputusan Menteri Nomor 89 Pasal 1 Ayat a Tahun 1990 Ekspedisi Muatan Pesawat Udara (EMPU) merupakan “Usaha pengurusan dokumen – dokumen dan

pekerjaan – pekerjaan yang menyangkut penerimaan dan penyerahan muatan yang diangkut melalui udara untuk diserahkan kepada dan atau diterima dari perusahaan penerbangan untuk keperluan pemilik barang baik dalam negeri maupun luar negeri” (Keputusan Menteri, 1990).

Terminal Kargo

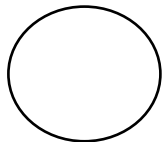
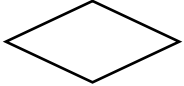
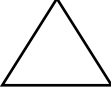
Menurut Menteri Perhubungan RI (2005) Nomor KM 29 Pasal 1 terminal kargo merupakan “Salah satu fasilitas pokok pelayanan di dalam bandar udara untuk memproses pengiriman muatan udara, domestic maupun internasional yang bertujuan untuk kelancaran proses kargo serta memenuhi persyaratan keamanan dan keselamatan penerbangan”.

Fault Tree Analysis (FTA)

Merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui akar sebab yang berpotensi menjadi suatu kegagalan di dalam sistem sehingga upaya untuk mengurangi barang rusak tersebut dapat dilakukan (Nugraha & Sari, 2019). Penggunaan teknik FTA (*Fault Tree Analysis*) secara kualitatif mempunyai dua macam notasi dasar yaitu (Alijoyo, Wijaya, & Jacob, 2021):

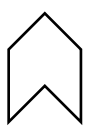
a. Notasi Peristiwa

Tabel 2.1 Notasi Peristiwa (Events) Fault Tree Analysis

Simbol	Penjelasan
	Basic Event Simbol yang menunjukkan penyebab risiko. Simbol ini memperlihatkan akar/sumber penyebab suatu kegiatan yang berisiko dimana simbol ini tidak membutuhkan analisis lebih lanjut.
	Intermediate Event Simbol yang melambangkan suatu peristiwa yang membutuhkan analisis lanjutan. Biasanya simbol ini menggunakan <i>logic gates</i> (gerbang logika) setelahnya untuk menggambarkan peristiwa selanjutnya.
	Undeveloped Event Simbol yang menafsirkan bahwa aktivitas tersebut tidak dapat dianalisis lebih lanjut sebab informasi dan data yang kurang.
	Transfer Symbol Simbol dari aktivitas yang membutuhkan analisis lebih lanjut, di luar dari aktivitas risiko utama pada analisis yang tengah diteliti.

b. Notasi Gerbang Logika

Tabel 2.2 Notasi Gerbang Logika (Logic Gates)

Simbol	Penjelasan
	And Gate Suatu aktivitas risiko yang dapat terjadi jika semua input aktivitas di bawahnya terjadi
	Or Gate Suatu aktivitas risiko yang dapat terjadi jika salah satu atau lebih dari input aktivitas di bawahnya terjadi.

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

Alijoyo, Wijaya, & Jacob, (2020) mengemukakan bahwa teknik ini digunakan dalam meningkatkan keamanan dan keunggulan pada suatu proses melalui identifikasi potensi kegagalan dimana modus kegagalan tersebut dinilai oleh tiga parameter yaitu keparahan (*severity*), kemungkinan terjadinya (*occurrence*), dan kemungkinan kegagalan deteksi (*detection*) nilai ini digabungkan dan menghasilkan RPN yakni *Risk Priority Number*.

a. *Severity* (S)

Tabel 3.3 Severity Ranking (Tingkat Keparahannya)

Dampak	Kriteria Keparahannya	Peringkat
Bahaya, Kegagalan terjadi tanpa ada peringatan	-Tidak sesuai dengan peraturan Pemerintah -Menentukan pengoperasian sistem produksi atau layanan jasa	10
Serius, Kegagalan Terjadi dengan peringatan	-Tidak sesuai dengan peraturan Pemerintah -Menghasilkan produk atau hasil jasa yang membahayakan konsumen	9
Ekstrem	-Mengganggu kelancaran sistem produksi atau layanan jasa -Produk tidak dapat dioperasikan (100% <i>scarp</i>) atau hasil jasa sangat tidak memuaskan (0% tingkat kepuasan)	8
Mayor	-Sedikit mengganggu kelancaran proses produksi atau layanan jasa -Kinerja produk tidak sempurna tetapi masih	7

	bisa difungsikan atau hasil jasa tidak cukup memuaskan tetapi masih bisa diterima konsumen	
Signifikan	-Kinerja produk menurun karena beberapa fungsi tertentu mungkin tidak beroperasi atau kinerja hasil jasa menurun karena fungsi kenyamanan tidak terpenuhi	6
Sedang	-Kinerja produk atau hasil jasa menurun tetapi masih bisa diperbaiki	5
Rendah	-Kinerja produk atau hasil jasa menurun tetapi tidak memerlukan perbaikan	4
Kecil	-Kinerja produk atau hasil jasa menurun tetapi tidak memerlukan perbaikan	3
Sangat Kecil	-Dampak sangat kecil terhadap sistem produksi, atau layanan jasa atau kinerja produk atau hasil jasa masih ada keluhan hanya dari konsumen tertentu	2
Tidak Ada Dampak	- Tidak ada dampak terhadap sistem produksi atau layanan jasa maupun produk atau hasil jasa	1

b. *Occurance* (O)

Tabel 4.4 Occurance Ranking (Kemungkinan Terjadinya Kegagalan)

Peluang Terjadi Kegagalan	Tingkat Kemungkinan Kegagalan	Peringkat
Sangat tinggi dan ekstrim; kegagalan hamper tak terhindarkan	1 dari 2	10
Sangat tinggi; kegagalan berhubungan dengan proses yang gagal sebelumnya	1 dari 3	9

Tinggi: kegagalan terus berulang	1 dari 8	8
Relatif tinggi	1 dari 20	7
Sedang cenderung tinggi	1 dari 80	6
Sedang	1 dari 400	5
Relatif rendah	1 dari 2000	4
Rendah	1 dari 15,000	3
Sangat rendah	1 dari 150,000	2
Hampir tidak mungkin terjadi kegagalan	1 dari 1,500,000	1

c. *Detection (D)*

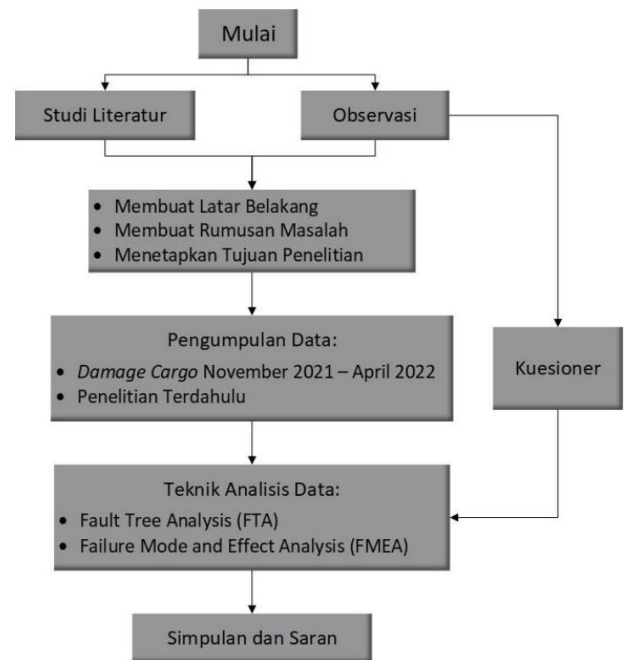
Tabel 5.5 *Detection Ranking* (Peringkat Kegagalan Deteksi)

Kemungkinan Kegagalan Terdeteksi	Kriteria Berdasarkan Rancangan Pengendalian Saat Ini	Peringkat
Hampir mustahil	Tidak ada kendali untuk mendeteksi potensi kegagalan	10
Sangat Kecil	Tidak ada kendali untuk mendeteksi potensi kegagalan	9
Kecil	Terdapat sedikit kendali untuk mendeteksi kegagalan	8
Sangat rendah	Terdapat kendali tetapi sangat rendah kemampuannya untuk mendeteksi potensi kegagalan	7
Rendah	Terdapat kendali tetapi sangat rendah kemampuannya untuk mendeteksi potensi kegagalan	6
Sedang	Terdapat kendali tetapi sangat rendah kemampuannya untuk mendeteksi potensi kegagalan	5
Agak tinggi	Terdapat kendali yang memiliki kemampuan sedang cenderung tinggi untuk mendeteksi potensi kegagalan	4
Tinggi	Terdapat kendali yang memiliki kemampuan sangat tinggi untuk	3

	mendeteksi potensi kegagalan	
Sangat tinggi	Terdapat kendali yang memiliki kemampuan sangat tinggi untuk mendeteksi potensi kegagalan	2
Hampir pasti	Kendali hampir pasti dapat mendeteksi potensi kegagalan	1

3. METODE PENELITIAN

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian:



Gambar 1.1 Langkah – Langkah penelitian

A. Analisis *Fault Tree Analysis*.

Teknik FTA (*Fault Tree Analysis*) menurut Alijoyo et al., (2021) dilakukan melalui tahapan; penyebab permasalahan dari data yang didapatkan melalui observasi, dan wawancara, menentukan notasi peristiwa apa saja yang menjadi akar permasalahan dari data tersebut, membuat pohon kesalahan (*Fault Tree*), membuat kesimpulan faktor – faktor yang menjadi penyebab masalah.

B. Analisis *Failure Effect* dan Menemukan Nilai RPN Menggunakan FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*).

Adapun tahapan – tahapan di dalam metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) yang dipaparkan oleh Alijoyo et al.,

(2020) antara lain; melakukan peninjauan dan penentuan pada proses yang berpotensi mengalami kegagalan, mengidentifikasi modus kegagalan dalam suatu proses, mengidentifikasi penyebab dari tiap – tiap modus kegagalan, menentukan nilai rating severity, occurrence, dan detection dari setiap modus kegagalan, menghitung nilai Risk Priority Number (RPN) dari tiap - tiap modus kegagalan, mengurutkan rating kekritisitas kegagalan dari Risk Priority Number (RPN) dengan mengkalikan $RPN = S \times O \times D$ kemudian hasilnya di skalakan dari peringkat 1-10. Berikut pembagian kategori kekritisitas berdasarkan jumlah RPN yang telah dikalikan:

Tabel 3.1 RPN (Risk Priority Number)

RPN	Kategori Kekritisitas
501 – 1000	Tinggi
251 – 500	Sedang
1 – 250	Rendah

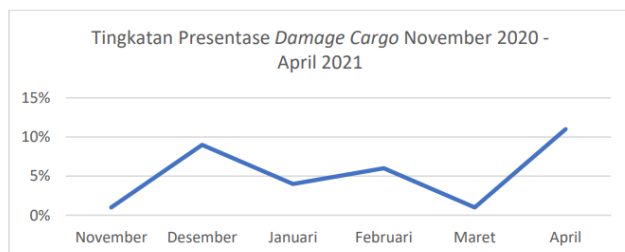
Sumber : (Alijoyo et al., 2020)

Terakhir, membuat rekomendasi perbaikan atau pengendalian guna menurunkan potensi kegagalan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tingkatan Damage Cargo Incoming di Terminal Kargo Domestik Bandara I Gusti Ngurah Rai PT. I

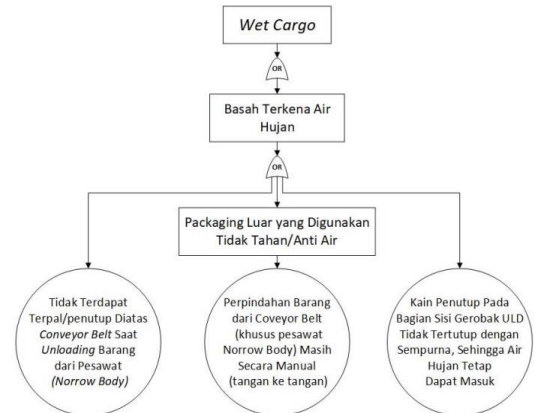
Berdasarkan informasi yang didapatkan dari wawancara bersama Supervisor yang dapat dilihat pada lampiran 5.1 bahwa, tingkat kerusakan kargo dinilai cukup parah jika melebihi angka 5 dalam satu bulannya. Bulan Desember 2021 dan Januari, Februari, April 2022 memiliki jumlah damage cargo melebihi nilai 5 sedangkan bulan November 2021 dan Maret 2022 memiliki jumlah kerusakan kargo dibawah 5. Walau dengan demikian, pada penuturan beliau tidak ada yang ada sebenarnya menginginkan ataupun mewajarkan kargo rusak terjadi sebab tetap pada tujuannya adalah pada keselamatan dan kualitas dari suatu kargo tersebut. Berdasarkan jumlah presentase tingkat damage cargo grafik dibawah menunjukkan tingkatan naik pada bulan Desember 2021, Februari dan April 2022. Kemudian grafik sempat melandai di bulan November 2021, Januari dan Maret 2022. Ilustrasi tingkatan grafik damage cargo incoming dapat dilihat pada gambar 4.1:



Gambar 4.1 Tingkatan Damage Cargo Incoming di Terminal Kargo Domestik PT. I

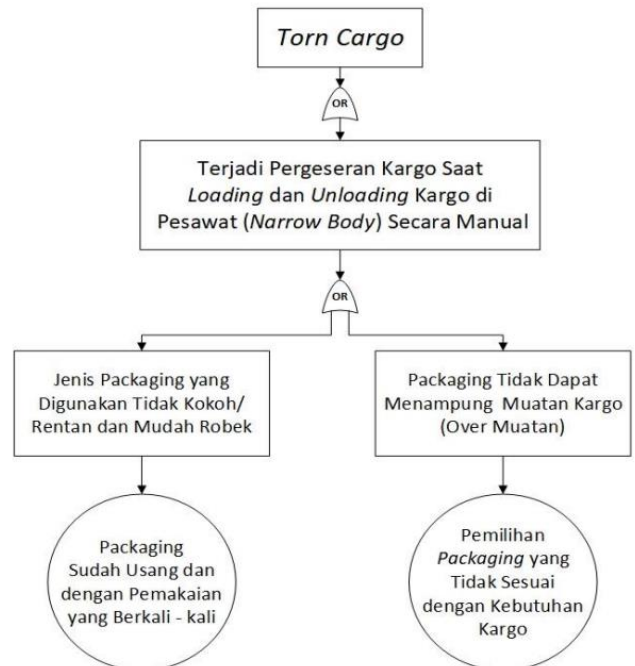
B. Analisis Faktor Penyebab Damage Cargo Incoming Menggunakan Fault Tree Analysis (FTA)

1. Wet Cargo



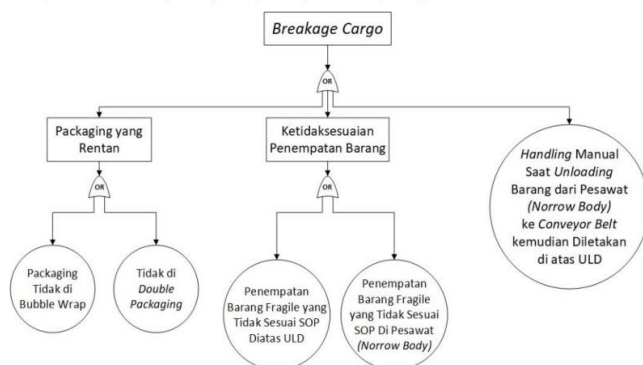
Gambar 4.2 Fault Tree Analysis (FTA) Wet Cargo

2. Torn Cargo



Gambar 4.3 Fault Tree Analysis (FTA) Torn Cargo

3. Breakage Cargo



Gambar 4.3 Fault Tree Analysis (FTA) Breakage Cargo

C. Analisis Failure Mode and Effect pada Damage Cargo Incoming

Berdasarkan faktor – faktor penyebab kerusakan kargo yang telah ditemukan melalui *Fault Tree Analysis*, tentunya memiliki dampak serta pengaruh yang berimplikasi pada masing - masing kargo. Dimana hal tersebut memerlukan analisis lebih lanjut untuk memastikan bahwa pada tiap – tiap penyebab tersebut memiliki andil masing – masing dalam menyebabkan kerusakan pada kargo. Dilakukannya diskusi serta brainstorming oleh penulis dibantu Staff dan Supervisor Terminal Kargo Domestik PT. I juga dengan penerapan metode *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA) maka di dapatkan jawaban akibat serta pengaruh apa saja yang ditimbulkan dari penyebab kerusakan kargo tersebut. Selain itu, *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA) juga memberikan opsi rating Risk Priority Number (RPN) yang berguna dalam menilai seberapa besar penyebab dan akibat tersebut mempengaruhi terjadinya kerusakan kargo, dimana rating diperoleh melalui kuesioner yang disebarakan kepada Staff operasional di Terminal Kargo Domestik PT. I dengan variabel dan instrumen sebagai berikut:

Tabel 4.4 Variabel dan Instrumen Kuesioner RPN (*Risk Priority Number*)

Variabel	Instrumen
Severity (Tingkat Keparahan)	- Berapa Tingkat Keparahan dari Dampak Barang Menjadi Basah Sebab Conveyor Belt yang Tidak Diberi Penutup Atas Ketika Penurunan Barang dari Pesawat Dengan Kondisi Cuaca Hujan. - Berapa Tingkat Keparahan dari Packaging Berbahan Kardus Yang Lapuk dan Koyak Sebab Tidak Digunakan Packaging Anti Air (Wrapping).

	- Berapa Tingkat Keparahan dari Dampak Kondisi Kargo Yang Robek Pada Bagian Luar (Packingan) Sebab Terjadi Pergeseran Kargo Saat Loading dan Unloading Kargo Di Pesawat (Narrow Body) Secara Manual. - Berapa Tingkat Keparahan dari Dampak Packingan Karung Yag Mudah Koyak Sebab Karung Yang Dipakai Dalam Kondisi Usang dan Terlalu Sering Dipakai - Berapa Tingkat Keparahan dari Dampak Kerentanan Packaging Yang Menyebabkan Kerusakan Pada Barang Seperti Bengkok, Pecah, Bocor Akibat Barang Tidak Menggunakan Double Packaging - Berapa Tingkat Keparahan dari Dampak Barang Yang Pecah Akibat Penempatan Barang Fragile Diatas ULD dan Diatas Pesawat (Narrow Body) Tidak Sesuai SOP - Berapa Tingkat Keparahan dari Dampak Barang Bocor Akibat Perpindahan Secara Manual dari Pesawat Ke ULD Gerobak Sehingga Memungkinkan Terjadinya Bantingan
Occurance (Tingkat Kemungkinan Terjadinya Kegagalan)	- Berapa Tingkat Kemungkinan Terjadinya Kegagalan Barang Menjadi Basah Sebab Conveyor Belt yang Tidak Diberi Penutup Atas Ketika Penurunan Barang dari Pesawat Dengan Kondisi Cuaca Hujan. - Berapa Tingkat Kemungkinan Terjadinya Kegagalan dari Packaging Berbahan Kardus Yang Lapuk dan Koyak Sebab Tidak Digunakan Packaging Anti Air (Wrapping). - Berapa Tingkat Kemungkinan Terjadinya Kegagalan Kondisi Kargo Yang Robek Pada Bagian Luar (Packingan) Sebab Terjadi Pergeseran Kargo Saat Loading dan

	Unloading Kargo Di Pesawat (Narrow Body) Secara Manual. 4. Berapa Tingkat Kemungkinan Terjadinya Kegagalan Packingan Karung Yag Mudah Koyak Sebab Karung Yang Dipakai Dalam Kondisi Usang dan Terlalu Sering Dipakai. 5. Berapa Tingkat Kemungkinan Terjadinya Kegagalan Kerentanan Packaging Yang Menyebabkan Kerusakan Pada Barang Seperti Bengkok, Pecah, Bocor Akibat Barang Tidak Menggunakan Double Packaging. 6. Berapa Tingkat Kemungkinan Terjadinya Kegagalan Barang Yang Pecah Akibat Penempatan Barang Fragile Diatas ULD dan Diatas Pesawat (Narrow Body) Tidak Sesuai SOP. 7. Berapa Tingkat Kemungkinan Terjadinya Kegagalan Barang Bocor Akibat Perpindahan Secara Manual dari Pesawat Ke ULD Gerobak Sehingga Memungkinkan Terjadinya Bantingan.
Detection (Tingkat Kemungkinan Kegagalan Terdeteksi)	1. Berapa Tingkat Kemungkinan Terdeteksinya Barang Menjadi Basah Sebab Conveyor Belt yang Tidak Diberi Penutup Atas Ketika Penurunan Barang dari Pesawat Dengan Kondisi Cuaca Hujan. 2. Berapa Tingkat Kemungkinan Terdeteksinya Packaging Berbahan Kardus Yang Lapuk dan Koyak Sebab Tidak Digunakan Packaging Anti Air (Wrapping). 3. Berapa Tingkat Kemungkinan Terdeteksinya Kondisi Kargo Yang Robek Pada Bagian Luar (Packingan) Sebab Terjadi Pergeseran Kargo Saat Loading dan Unloading Kargo Di Pesawat (Narrow Body) Secara Manual. 4. Berapa Tingkat Kemungkinan Terdeteksinya Packingan Karung Yag Mudah Koyak Sebab Karung

	Yang Dipakai Dalam Kondisi Usang dan Terlalu Sering Dipakai. 5. Berapa Tingkat Kemungkinan Terdeteksinya Kerentanan Packaging Yang Menyebabkan Kerusakan Pada Barang Seperti Bengkok, Pecah, Bocor Akibat Barang Tidak Menggunakan Double Packaging. 6. Berapa Tingkat Kemungkinan Terdeteksinya Barang Yang Pecah Akibat Penempatan Barang Fragile Diatas ULD dan Diatas Pesawat (Narrow Body) Tidak Sesuai SOP. 7. Berapa Tingkat Kemungkinan Terdeteksinya Barang Bocor Akibat Perpindahan Secara Manual dari Pesawat Ke ULD Gerobak Sehingga Memungkinkan Terjadinya Bantingan.
--	---

Dari kuesioner yang dibagikan, di dapatkan nilai RPN dengan rating tertinggi yang berada pada *Failure Mode Breakage Cargo* dimana *Effect of Failure*-nya ialah kerentanan packaging sehingga menyebabkan kerusakan pada kargo seperti bengkok, pecah dan bocor dengan *Effect of Failure*-nya yaitu barang tidak menggunakan double packaging dengan perolehan nilai sebesar 512. Selanjutnya nilai rating sedang sebesar 336 dan 280 yang pada keduanya berada di *Failure Mode Wet Cargo*. Kemudian, rating rendah di dapati pada empat *Failure Effect* Dan *Cause* yang pada *Failure Mode Torn Cargo* diperoleh masing – masing 240 dan 150 nilai RPN, dan *Failure Mode Breakage Cargo* pada barang pecah dan bocor di dapatkan nilai RPN 200 dan 96.

Dari penilaian rating diketahui bahwa packaging atau pengemasan pada kargo memiliki pengaruh yang besar dalam suatu keamanan kargo. Nilai risk priority ini menunjukan bahwa letak krusial penyebab kerusakan pada kargo tertinggi berada pada sebuah packing yang mana kualitas serta komponen pengepakannya menjadi hal pertama yang berpengaruh. Dilanjutkan dengan fasilitas pendukung untuk handling menjadi nilai risk priority kedua kemudian aturan prosedur menjadi hal yang selanjutnya berpengaruh dalam memastikan suatu kargo aman dan tetap dalam kondisi baik (tidak damage).

Saran dan perbaikan yang didapatkan dari berbagai diskusi, observasi yang dilakukan penulis dengan karyawan dan Supervisor di Terminal Kargo Domestik PT. I serta literatur lainnya didapatkan beberapa solusi perbaikan atau alternatif pendukung guna mencegah kerusakan pada kargo dapat terjadi. Dimana terangkum dalam bagan *Failure Mode and Effect Analysis Damage Cargo* dibawah ini :

Tabel 4.5 *Failure Mode and Effect Analysis Damage Cargo*

<i>Failure Mode</i>	<i>Effect of Failure</i>	<i>Cause of failure</i>	S	O	D	RPN	Rating	<i>Recommendation Action</i>
<i>Wet Cargo</i>	Isi Barang Menjadi Basah	Conveyor Belt Tidak Diberikan Penutup Atas Ketika <i>Unloading</i> Barang dari Pesawat dengan Kondisi Cuaca Hujan	8	7	5	280	Sedang	Penggunaan Penutup/Pelindung Atas pada Conveyor Belt Ketika <i>Loading</i> dan <i>Unloading</i> ke Pesawat
	Packaging yang Berbahan Kardus Akan Lapuk dan Koyak	Packaging Luar yang Digunakan Tidak Anti Air (<i>Wrapping</i>)	7	8	6	336	Sedang	Penggunaan <i>packaging</i> luar tambahan seperti <i>wrapping</i> atau dilapisi oleh Pembungkus Anti Air
<i>Torn Cargo</i>	Kondisi Kargo yang Robek Pada Bagian Luar (<i>Packingan</i>)	Terjadi Pergeseran Kargo Saat <i>Loading</i> dan <i>Unloading</i> Kargo di Pesawat (<i>Narrow Body</i>) Secara Manual	8	5	6	240	Rendah	Penggunaan <i>roller track conveyor</i> Untuk Meminimalisir Pergeseran Kargo Saat <i>loading/unloading</i>
	Packingan Karung Mudah Koyak	Karung yang Dipakai dalam Kondisi Usang dan Terlalu Sering Dipakai	6	6	5	150	Rendah	Pemilihan <i>Packaging</i> Karung dengan Kualitas Fisik yang Terjamin dan Bagus
<i>Breakage Cargo</i>	Kerentanan <i>Packaging</i> yang Menimbulkan Kerusakan pada Barang Seperti: Bengkok, Pecah, Bocor	Barang Tidak Menggunakan <i>Double Packaging</i>	8	8	8	512	Tinggi	Penggunaan <i>Double Packaging</i> seperti <i>Bubble Wrap</i> Pada Bagian Isi Kargo dan Jenis <i>Packing</i> Kokoh Seperti Kayu di Bagian Luar Kargo
	Barang Pecah	Penempatan Barang <i>Fragile</i> Diatas ULD dan Diatas pesawat (<i>Narrow Body</i>) tidak sesuai SOP	8	5	5	200	Rendah	Penyesuaian Tata Letak Penempatan Barang Khusus <i>Fragile</i> Saat <i>Build Up</i> di ULD dan <i>Loading</i> di Pesawat Harus Mengikuti SOP yang Berlaku
	Barang Bocor	Perpindahan Secara Manual dari Pesawat ke ULD Gerobak Memungkinkan Terjadinya Bantingan	8	3	4	96	Rendah	Penggunaan <i>Double Packaging</i> Seperti <i>Bubble Wrap</i> pada Bagian Isi Kargo Untuk Menghindari Terjadinya Bantingan dan Handling Kargo Sesuai SOP yang Berlaku

5. SIMPULAN

Tingkatan damage cargo incoming dari yang tertinggi hingga terendah diperoleh pada Bulan April 2022 sebanyak 11%, kemudian 9% di Bulan Desember 2021, 6% Bulan Februari 2022, 4% Bulan Januari 2022, dan 1% pada Bulan November 2021 dan Maret 2022. Faktor utama yang menyebabkan *damage* pada cargo diantaranya kurangnya persiapan fasilitas pendukung Ketika hujan seperti tutup atas pada conveyor belt saat unloading, kemudian packaging yang tidak memiliki pelapis tambahan atau double packaging yang anti air seperti wrapping, handling manual dengan cara menggeser kargo saat proses unloading dari pesawat, penempatan saat build up diatas ULD dan pesawat yang tidak memenuhi standar operasional prosedur, handling secara manual saat unloading yang memungkinkan terjadinya bantingan pada kargo, selain itu diperparah pada pemakaian packaging yang tidak maksimal dan safety untuk sebuah kargo berlabel fragile.

Berkenaan dengan itu, *Failure Effect* yang ditimbulkan diantaranya isi barang menjadi basah, packaging dengan bahan kardus menjadi koyak dan lapuk, karung yang bagian luarnya robek sehingga membuat ruang kecil yang terbuka, packaging tidak cukup mampu dalam melindungi kargo sehingga menyebabkan kerusakan seperti pecah, bengkok, dan kebocoran pada kargo. RPN tertinggi didapat dari *Failure Mode Breakage Cargo* dengan *Failure Effect* kerentanan packaging dengan nilai

512, kemudian rating kategori sedang ditemukan pada *Failure Mode Wet Cargo* dikedua *Failure Effect*-nya dengan nilai sebesar 336 dan 280. Sedangkan *Failure Mode Torn Cargo* dikedua *Failure Effect*-nya memperoleh rating rendah dengan nilai 240 dan 150 juga dengan *Failure Mode Breakage Cargo* pada *Failure Effect* barang pecah dan bocor mendapat rating rendah sebesar 200 dan 96.

Untuk itu, diperlukan evaluasi serta pelatihan – pelatihan sesuai SOP secara singkat pada saat penempatan build up, loading dan unloading pada para staff operasional juga pihak ground handling sehingga memitigasi terjadinya salah penempatan dan cara meletakkan barang. Dan pada penelitian ini belum diberikan kategori penilaian RPN pada kegagalan yang terjadi setelah dilakukan rekomendasi perbaikan, diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat menambahkan nilai Risk Priority Number (RPN) pada kegagalan yang sebelumnya telah dilakukan rekomendasi perbaikan agar diketahui progress dari saran tersebut menghasilkan penurunan nilai RPN atau tidak.

DAFTAR PUSTAKA

- Hasibuan, A., Banjarnahor, A. R., Sahir, S. H., Cahya, H. N., Nur, N. K., Purba, B., ... Mardia, M. (2021). *Manajemen Logistik dan Supply Chain Management*. (A. Karim & J. Simarmata, Eds.). Yayasan Kita Menulis.
- Mahyuddin, M., Rangan, P. R., Nur, N. K., Halim, H., Tumpu, M., Sudirman, S., ... Katjo, S. (2021). *Perancangan Bandar Udara*. (J. Simarmata, Ed.). Yayasan Kita Menulis.
- Abeyratne, R. (2018). *Law and Regulation of Air Cargo*. Badan Pusat Statistik Indonesia. (2022). *Data Statistik Transportasi Darat, Udara dan Laut*.
- Suntoro. (2020). *Fundamental Manjaemen Logistik*. Prenada Media.
- Sarder, M. D. (2021). *Logistics transportation systems*. *Handbook of Industrial and Systems Engineering*, Second Edition. <https://doi.org/10.1201/b15964>
- Fatimah, S. (2019). *Pengantar Transportasi*. Myria Publisher
- Rotty, F. F., Franciscus, F., & Chandra, E. (2021). *Analisis Penentuan Komposisi Optimum Kargo Dan Pax Pesawat Boeing 787 - 8 Dan Airbus 330 – 900 Pada Rute Jakarta – Dubai Menggunakan Optimasi Linear Programming*. *Jurnal Teknologi Kedirgantaraan*, 6(2). <https://doi.org/10.35894/jtk.v6i2.37>
- Oktaviani, N., Yadia, Z. A., Nursery, N., & Veronica. (2017). *How To Reduce Cargo Damage*. Atlantis Press, 147(Advances in Engineering Research (AER)), 661–670.
- PT. I. (2020). *Standart Operasional Prosedur Jasa Terkait Penanganan Kargo dan Pos Domestik*.
- Baxter, G., & Kourousis, K. (2015). *Temperature controlled aircraft unit load devices: The technological response to growing global air cargo cool chain requirements*. *Journal of Technology Management and Innovation*, 10(1), 157–172. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242015000100012>
- Rizaldy, W., & Rifni, M. (2013). *Manajemen Dasar Penanganan Kargo (Udara Dari/Ke Laut Via Darat)*. Jakarta: IN MEDIA.
- Kurniawati, D. D. (2018). *Disain Tipe Terminal Bandara yang Disesuaikan dengan Variasi Jumlah Penumpang Tahunan*. Keputusan Menteri. (1990). KM 18 Tahun 1990.
- Menteri Perhubungan RI. (2005). *Kargo Bandar Udara*.
- Nugraha, E., & Sari, R. M. (2019). *Analisis Defect dengan Metode Fault Tree Analysis dan Failure Mode Effect Analysis*. *Organum: Jurnal Saintifik Manajemen Dan Akuntansi*, 2(2), 62–72.
- Alijoyo, A., Wijaya, Q. B., & Jacob, I. (2021). *Analisis Pohon Kesalahan (Fault Tree Analysis)*.
- Alijoyo, A., Wijaya, Q. B., & Jacob, I. (2020). *Failure Mode Effect Analysis Analisis Modus Kegagalan dan Dampak Risk Evaluation Risk Analysis: Consequences Probability Level of Risk*.