

ANALISIS POTENSIAL BAHAYA DAN RISIKO KECELAKAAN KERJA DENGAN MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS*

Sri Kaidah¹, Wahyu Hari Prasajo¹, Muhammad Ari Prasetyo¹, Tosty Maylangi Sitorus^{2*}

¹ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jl. Meruya Selatan No. 1, Kota Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, 11650, Indonesia

² Program Studi Teknik Industri Agro, Politeknik ATI Padang, Jl. Bungo Pasang Tabing, Tabing, 25171, Indonesia

*correspondence: tostyms@gmail.com

Abstrak

Setiap tempat kerja memiliki risiko akan terjadinya kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja merupakan suatu kejadian yang tidak direncanakan dan tidak terkontrol atau terkendali yang disebabkan oleh faktor manusia, lingkungan, mesin atau gabungan dari ketiganya yang terjadi pada saat proses kerja yang sangat mungkin akan menimbulkan luka, kerusakan properti dan kematian atau kejadian yang tidak diinginkan lainnya. Kecelakaan kerja yang terjadi selalu menimbulkan kerugian, seperti menurunnya produktivitas perusahaan karena pekerja tidak mampu bekerja secara optimal, hilangnya jumlah tenaga kerja dan tentu akan menurunkan keuntungan perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis urutan prioritas penanganan potensi bahaya berisiko yang mengakibatkan kecelakaan kerja, menganalisis proses/kegiatan yang berisiko tinggi yang mengakibatkan kecelakaan kerja, dan menganalisis usulan pengendalian terhadap potensi bahaya yang berisiko mengakibatkan kecelakaan kerja. Metode analisis yang akan digunakan adalah metode failure modes effect analysis (FMEA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi bahaya terpapar suhu panas (proses peleburan) memiliki nilai RPN 297,7 sehingga proses produksi yang paling berisiko, yaitu proses pembentukan atau pencetakan bahan baku. Urutan prioritas penanganan potensi bahaya dari proses produksi botol kaca, yaitu paparan suhu panas, kebisingan, terkena pecahan botol kaca, sesak napas dan terjepit mesin/conveyor. Adapun pengendalian yang harus dilakukan adalah menyediakan kipas angin, menyediakan penyekat dan perisai, serta menyediakan spot-spot air minum agar para operator tidak dehidrasi.

Kata Kunci: Failure Modes Effect Analysis, Kecelakaan Kerja, Risiko Kerja

ANALYSIS OF POTENTIAL DANGER AND RISKS OF WORK ACCIDENTS USING THE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS METHOD

Abstract

Every workplace has a risk of occupational accidents. A work accident is an unplanned and uncontrollable event caused by human factors, the Environment, machines or a

Submitted: September 9th; Revised: October 8th, 2024; Accepted: October 12th, 2024

© 2024, The Authors. Published by SAINTI: Majalah Ilmiah Teknologi Industri | This is an open access article under the [CC BY-SA license](#)

combination of the three occurring during the work process that is likely to cause injury, property damage and death or other undesirable events. Work accidents that occur always bring losses such as a decrease in the company's productivity because employees cannot work optimally, loss of manpower and of course reduce the company's profits. This research aims to analyze the order of priority for handling potential hazardous hazards that result in work accidents, analyze high-risk processes/activities that result in work accidents, and analyze control recommendations for potential hazards that have the risk of resulting in work accidents. The analysis method that will be used is the failure mode effect analysis (FMEA) method. The results of the study show that the potential danger of exposure to hot temperatures (melting process) has an RPN value of 297.7 so that the most risky production process is the process of forming or molding raw materials. The priority order of handling potential hazards from the glass bottle production process is exposure to hot temperatures, noise, exposure to glass bottle fragments, suffocation and being pinched by machines/conveyors. The controls that must be carried out are providing fans, providing insulation and shields, and providing drinking water so that the operator does not suffer from dehydration.

Keywords: *Failure Modes Effect Analysis, Work Accident, Work Risk*

PENDAHULUAN

Pada hakikatnya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan suatu upaya untuk menciptakan perlindungan dan keamanan terhadap para pekerja, perusahaan, masyarakat dan lingkungan dari berbagai risiko kecelakaan dan bahaya baik fisik maupun mental (Rarindo, 2018). Pelaksanaan K3 di tempat kerja merupakan salah satu bentuk upaya untuk menciptakan tempat kerja yang aman, sehat serta bebas dari pencemaran lingkungan, sehingga dapat mengurangi atau meminimalisir kasus kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja yang pada akhirnya dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja (Ramadhan, 2017). K3 diatur dalam Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970, di mana dituliskan bahwa setiap tenaga kerja berhak mendapatkan perlindungan atas keselamatannya dalam melakukan pekerjaan, memenuhi kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi serta produktivitas nasional.

Salah satu industri multinasional di bidang manufaktur merupakan

perusahaan merek dagang global dengan hasil produksinya yaitu kemasan botol kaca yang saat ini mengoperasikan lebih dari 80 pabrik di seluruh dunia. Industri merupakan salah satu produsen botol kaca terbesar di dunia yang mampu memproduksi lebih dari 2,3 juta botol kaca setiap harinya untuk berbagai merek produk makanan, minuman, kosmetik dan farmasi. Bahan baku yang digunakan untuk membuat botol kaca, yaitu seperti pasir silika (*silica sand*), soda abu (*soda ash*), batu kapur (*feldspar*), *iron oxyde*, *coke dust*, *salt cake*, *iron pyrite*, alumina dan botol kaca daur ulang (*cullet*) yang dalam proses produksinya melewati tahapan peleburan dengan suhu mencapai 1500°C. Dilihat dari proses produksinya, tidak terlepas dari potensi bahaya dan risiko akan terjadinya kecelakaan kerja.

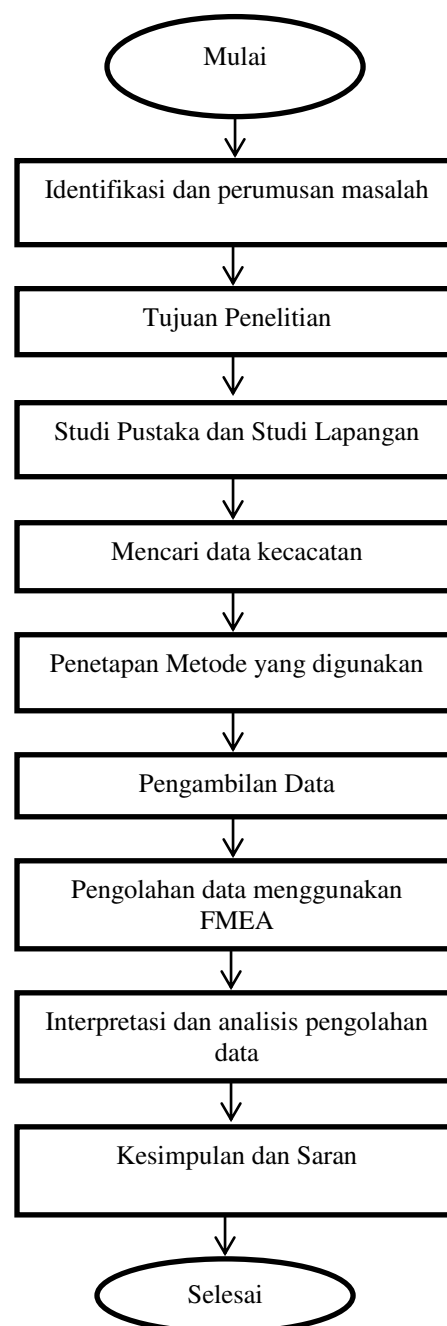
Berdasarkan data terkait jumlah kecelakaan kerja pada tahun 2018-2021, terdapat 75 kecelakaan kerja dengan berbagai jenis kecelakaan kerja yang telah menyebabkan cedera dan menimbulkan kerugian baik bagi karyawan maupun perusahaan.

Sehingga akan dilakukan analisis potensial bahaya dan risiko kecelakaan kerja untuk dapat menemukan upaya dan alternatif yang tepat agar risiko kecelakaan dapat diminimalisir sehingga terjadi penurunan angka kecelakaan kerja. Dengan demikian, kerugian akibat kasus kecelakaan kerja menurun dan efektivitas serta produktivitas perusahaan meningkat. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya serta menganalisis risiko kecelakaan kerja dalam kasus ini adalah metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA), dimana metode FMEA digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas yang memiliki keterkaitan dengan risiko kecelakaan dan menganalisis tingkat keparahannya (Rizal et al., 2022) ; (Wu et al., 2021). FMEA digunakan pada berbagai objek untuk melakukan analisis potensial bahaya dan risiko kecelakaan kerja seperti pada proyek bangunan gedung (J. et al., 2017), proyek *underpass* Jatingaleh Semarang (Susanto & Nursyachbani, 2018), dan bengkel bubut (Wahyu Syaputra et al., 2024), Departemen jasa bengkel dan fabrikasi PT. Petrokima Gersik (Rizal et al., 2022), pemotongan batu alam (Ferida Yuamita & Anang Fatkhurohman, 2023).

Metode FMEA mengukur tingkat risiko kecelakaan kerja secara konvensional berdasarkan tiga parameter, yaitu tingkat keparahan atau *severity* (S), tingkat frekuensi kejadian atau *occurrence* (O) dan tingkat deteksi atau *detection* (D) (Rohimmah, 2022). Dengan dilakukannya analisis risiko kecelakaan kerja pada proses produksi botol kaca di industri menggunakan metode FMEA, diharapkan perusahaan mampu untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah dan menentukan tingkat risiko kecelakaan kerja.

METODE PENELITIAN

Tahapan dan langkah-langkah yang akan digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian
(Sumber: Pengolahan Data, 2021)

Dalam mengidentifikasi risiko menggunakan metode FMEA, diperlukan survei penilaian risiko yang bertujuan untuk mengetahui risiko yang potensial atau tingkat risiko yang paling

kritis (*Risk Priority Number* – RPN) dengan memperhatikan risiko yang memiliki probabilitas kejadian yang tinggi dan memiliki konsekuensi atau dampak negatif yang besar serta kesempatan untuk memperbaiki dengan mendeteksi modus kegagalan sebelum terjadi dampak yang merugikan (Alijoyo et al., 2020). Nilai *Risk Priority Number* (RPN) didapatkan berdasarkan *severity* (tingkat keparahan), *occurrence* (tingkat frekuensi) dan *detection* (tingkat deteksi) dari tiap kejadian variabel risiko yang relevan. Nilai RPN dapat ditunjukkan dengan persamaan atau rumus seperti berikut:

$$RPN = S (severity) \times O (occurrence) \times D (detection) \quad (1)$$

Nilai RPN dijadikan dasar dalam menetapkan prioritas risiko, di mana semakin besar nilai RPN menunjukan semakin tinggi risiko bahaya tersebut dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Kemudian, potensi bahaya yang memiliki nilai RPN tertinggi harus mendapatkan perhatian dan prioritas penanganan dari pihak manajemen perusahaan.

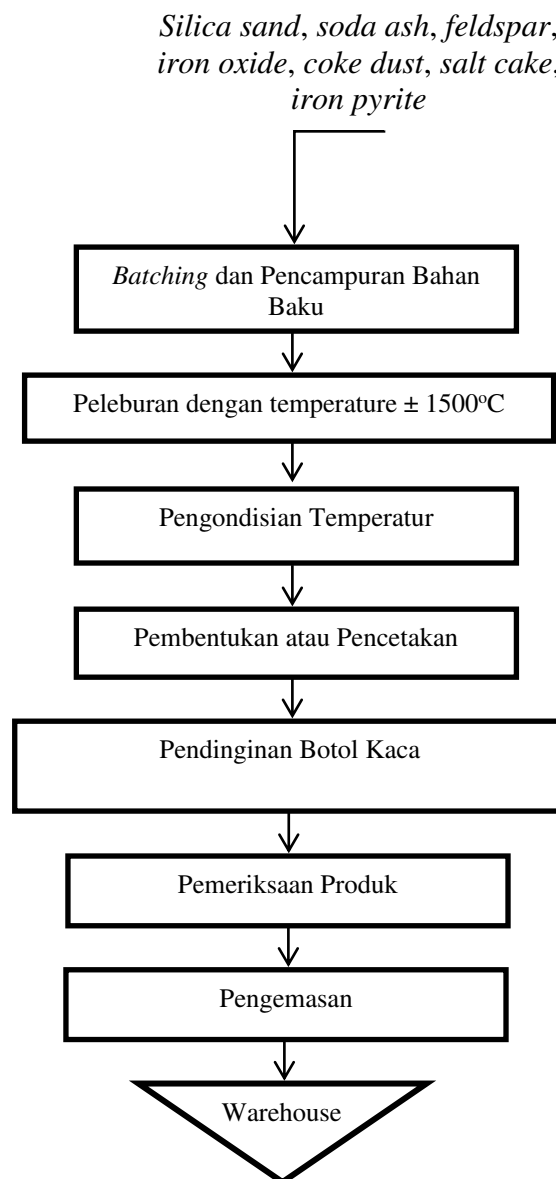
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada kegiatan penelitian ini, data-data yang dikumpulkan yaitu data primer berupa kuesioner analisis kecelakaan kerja menggunakan metode FMEA yang disebarkan ke departemen EHS (*Environment Health and Safety*) serta head, line manager, supervisor, maupun operator pada setiap departemen produksi yang relevan. Terdapat 10 orang responden yang terdiri dari:

1. 5 orang *head* atau *line manager* departemen produksi terkait mulai dari aktivitas bongkar muat/pemilahan bahan baku hingga pengemasan produk

2. 2 orang yang berasal dari departemen HSE (*Health, Safety and Environment*) dan
3. 3 orang operator yang memiliki pengalaman dan pendidikan yang sesuai.

Proses produksi pada industri adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Alur Proses Produksi
(Sumber: Pengolahan Data, 2021)

Sebanyak 10 responden akan menilai kuesioner untuk menentukan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Selain data primer, digunakan juga data sekunder sebagai data pendukung

berupa data kecelakaan kerja dan jenis-jenis kecelakaan kerja yang terjadi.

Berdasarkan hasil pengamatan atau observasi, maka dikategorikan jenis potensi bahaya yang mungkin muncul pada setiap kegiatan atau proses produksi yang nantinya akan menjadi bentuk dari *failure mode* itu sendiri. Berikut Tabel 1 yang memuat potensi bahaya dari setiap proses produksi botol kaca di Industri.

Severity (Tingkat Keparahan)

Adapun skala yang digunakan dalam memberikan penilaian tingkat keparahan (*severity*) ditunjukkan tabel di bawah. *Severity failure effect* yang merupakan dampak atau seberapa serius risiko yang dapat ditimbulkan oleh kegagalan sehingga dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan. Berikut Tabel 1 yang memuat *severity failure effect* pada proses produksi botol kaca.

Tabel 1. *Severity Failure Effect*

Kegiatan	Potensi Bahaya	Dampak/Risiko
Bongkar	Tertabrak truck/forklift	Cedera, cacat, kematian
Muat dan	Tertimpa material/pallet	Cedera, cacat, kematian
Pemilahan	Terkena paparan zat kimia	Iritasi pada kulit dan anggota tubuh lain yang terkena paparan zat kimia
Bahan Baku	Terkena pecahan botol kaca	Kaki atau anggota tubuh lain tersayat, robek dan cedera
Batching dan	Terkena paparan zat kimia	Iritasi pada kulit dan anggota tubuh lain yang terkena paparan zat kimia
Pencampuran	Terhirup pasir silica	Gangguan pernapasan, penyakit paru-paru akut, kematian
Bahan Baku	Terpapar reaksi pencampuran material	Iritasi kulit, infeksi, kebutaan, menghambat pernapasan
	Terkena ayunan <i>hoist crane</i>	Memar, patah tulang, cedera, cacat
	Tergelincir	Terkilir, terbentur, cedera dan cacat
	Terjatuh dari tangga	Terbentur, cedera, cacat
Peleburan	Terpapar suhu panas	Dehidrasi, kejang atau kram otot dan heat stroke
Bahan Baku	Terkena percikan api	Melepuh, luka bakar
Pengondisian	Terkena percikan api/gob	Melepuh, luka bakar ringan hingga berat
Temperatur	Terpapar suhu panas	Dehidrasi, kejang atau kram otot dan heat stroke
	Terjepit mesin/ <i>conveyor</i>	Tangan atau anggota tubuh lain robek, retak, patah tulang, cedera, cacat
	Terkena pecahan botol kaca	Kaki atau anggota tubuh lain tersayat, robek dan cedera
Pembentukan	Terkena gear/mould/besi/botol yang panas	Melepuh, luka bakar ringan hingga berat
atau		
Pencetakan	Tertabrak <i>taylor dunn</i> /trolley/forklift	Cedera, cacat, kematian
Bahan Baku	Terpapar suhu panas	Dehidrasi, kejang atau kram otot dan heat stroke
	Terkena percikan air panas dari cullet bin	Melepuh, luka bakar
	Tergelincir	Terkilir, terbentur, cedera dan cacat
	Terjatuh dari tangga	Terbentur, cedera, cacat
	Sesak Napas	Kegagalan bernapas, kematian
	Kebisingan	Pendegaran menurun
Pendinginan	Terkena pecahan beling dari botol yang jatuh	Kaki atau anggota tubuh lain tersayat, robek dan cedera
Botol Kaca		

Kegiatan	Potensi Bahaya	Dampak/Risiko
Pemeriksaan Produk	Terjepit mesin/ <i>conveyor</i>	Tangan atau anggota tubuh lain robek, retak, patah tulang, cedera, cacat
	Terkena pecahan beling dari botol yang jatuh	Kaki atau anggota tubuh lain tersayat, robek dan cedera
Pengemasan Produk	Terkena beling dari botol jatuh	Kaki atau anggota tubuh lain tersayat, robek dan cedera
	Tertabrak <i>taylor dunn</i> / <i>forklift</i>	Cedera, cacat, kematian
	Tertimpa material/pallet	Cedera, cacat, kematian

(Sumber: Pengolahan Data, 2021)

Hasil penentuan nilai *severity* menunjukkan bahwa semua pernyataan responden dengan status valid dan *reliable*.

Occurance (Tingkat Frekuensi)

Adapun skala yang digunakan dalam memberikan penilaian tingkat

keseringan atau frekuensi (*occurrence*). Berikut ini Tabel 2 yang memuat penyebab *failure mode* yang mempengaruhi tingkat frekuensi kejadian (*occurrence*) pada proses produksi botol kaca.

Tabel 2. *Penyebab Failure Mode*

Proses/Kegiatan	Potensi Bahaya	Penyebab
Bongkar Muat dan Pemilahan Bahan Baku	Tertabrak <i>truck/forklift</i>	Tidak fokus, mengabaikan K3, tidak berjalan di garis yang sudah ditentukan (marka pabrik)
	Tertimpa material/pallet	Terburu-buru dalam mengambil material/pallet
Batching dan Pencampuran Bahan Baku	Terkena paparan zat kimia	Zat kimia/material tersebut tidak terorganisir dengan baik, tidak fokus, mengabaikan K3, tidak memakai APD lengkap
	Terkena pecahan botol kaca	Tidak fokus, mengabaikan K3, tidak memakai APD lengkap
	Terkena paparan zat kimia	Zat kimia/material tersebut tidak terorganisir dengan baik, tidak fokus, mengabaikan K3, Tidak memakai APD lengkap
	Terhirup pasir silika	Packaging pasir silika yang tidak tertutup rapat, tidak menggunakan APD lengkap
	Terpapar reaksi hasil pencampuran material	Tidak fokus, mengabaikan K3, tidak memakai APD lengkap
	Terkena ayunan <i>hoist crane</i>	Tidak fokus, mengabaikan K3, tidak memakai APD lengkap
	Tergelincir	Lantai yang licin karena tumpahan material yang berceceran
	Terjatuh dari tangga	Tangga yang curam dan licin, tidak dilakukan pembersihan secara rutin
Peleburan Bahan Baku	Terpapar suhu panas	Iklim kerja panas
	Terkena percikan api	Tidak memakai APD lengkap, tidak menjaga jarak aman dari sumber
Pengondisian Temperatur	Terkena percikan api/gob	Tidak fokus, mengabaikan K3, tidak memakai APD lengkap, tidak menjaga jarak aman dari sumber

Proses/Kegiatan	Potensi Bahaya	Penyebab
Pembentukan atau Pencetakan Bahan Baku	Terpapar suhu panas	Iklim kerja panas
	Terjepit mesin/ <i>conveyor</i>	Tidak adanya pengaman mesin (<i>machine guarding</i>), penerapan LOTOTO tidak maksimal, tidak fokus, mengabaikan K3, tidak memakai APD lengkap
	Terkena pecahan botol kaca	Tidak fokus, mengabaikan K3, tidak memakai APD lengkap
	Terkena <i>gear/mould</i> /besi/botol yang panas	Penerapan K3 yang tidak maksimal pada saat penggantian <i>gear/mould</i> ataupun <i>part</i> mesin lainnya, tidak memakai APD lengkap
	Tertabrak <i>taylor dunn</i> /troli/ <i>forklift</i>	Tidak fokus, mengabaikan K3, tidak berjalan di garis/ <i>line</i> yang sudah ditentukan
	Terpapar suhu panas	Iklim kerja panas
	Terkena percikan air panas dari cullet bin	Tidak adanya cover pada cullet bin, tidak menjaga jarak aman dari sumber
	Tergelincir	Lantai yang licin karena tumpahan material yang berceceran
	Terjatuh dari tangga	Tangga yang curam dan licin, tidak dilakukan pembersihan secara rutin
	Sesak Napas	Terkena paparan asap dari reaksi oli dengan benda panas
	Kebisingan	Suara bising dari pengoperasian mesin produksi
Pendinginan Botol Kaca	Terkena pecahan beling dari botol yang jatuh	Tidak fokus, mengabaikan K3, tidak memakai APD lengkap
Pemeriksaan Produk	Terjepit mesin/ <i>conveyor</i>	Tidak adanya pengaman mesin (<i>machine guarding</i>), penerapan LOTOTO tidak maksimal, tidak fokus, mengabaikan K3, tidak memakai APD lengkap
	Terkena pecahan beling dari botol yang jatuh	Tidak fokus, mengabaikan K3, tidak memakai APD lengkap
Pengemasan Produk	Terkena pecahan beling dari botol yang jatuh	Tidak fokus, mengabaikan K3, tidak memakai APD lengkap
	Tertabrak <i>taylor dunn</i> / <i>forklift</i>	Tidak fokus, mengabaikan K3, tidak berjalan di garis/ <i>line</i> yang sudah ditentukan
	Tertimpa material	Terburu-buru dalam mengambil material/ <i>pallet</i>

(Sumber: Pengolahan Data, 2021)

Penentuan nilai *occurrence* dilakukan oleh 10 orang responden yang terdiri dari 5 orang head atau line manager departemen produksi terkait mulai dari aktivitas bongkar muat/pemilahan bahan baku hingga pengemasan produk, 2 orang yang berasal dari departemen HSE (*Health, Safety and Environment*) dan 3 orang operator yang memiliki

pengalaman dan pendidikan yang sesuai.

Detection (Tingkat Deteksi)

Alat pendeteksi atau pencegah terjadinya kecelakaan kerja diidentifikasi dengan mengumpulkan informasi untuk mengendalikan keberadaan penyebab dari kegagalan (*cause of failure*) yang menyebabkan

terjadinya kecelakaan kerja. Skala yang digunakan dalam memberikan penilaian tingkat keberhasilan alat pendeteksi (*detection*) seperti yang ditunjukkan pada bahasan sebelumnya.

Rekomendasi Pengendalian *Failure Mode*, pada setiap kegiatan sebagai berikut.

1. Bongkar Muat dan Pemilahan Bahan Baku
 - a. Tertabrak *truck/forklift*, pengendalian: Pengawasan yang ketat agar tidak ada orang lain yang berada di sekitar area *loading*. Inspeksi/pemeriksaan terhadap driver *truck dan forklift*. Pemasangan sign K3. Memperjelas marka lantai/ rambu lintasan *truck/forklift*. Mensosialisasikan kepada supplier, vendor dan seluruh karyawan untuk memperhatikan *blue light, sirine, rotary lamp* dan klakson saat berpapasan dengan *truck/forklift* ketika ingin menyebrang atau melewati area.
 - b. Tertimpa material/pallet, pengendalian: Pemberian pelatihan mengenai penanganan bongkar muat material. Menggunakan APD lengkap, khususnya bump cap untuk melindungi kepala. *Safety refreshment*.
 - c. Terkena paparan zat kimia, pengendalian: Memakai APD lengkap, seperti pakaian pelindung (serba panjang ataupun pakaian *light reflective*), sarung tangan *chemical resistant*, kacamata *safety* (goggles), masker atau alat respirator yang sesuai, topi hygiene dan *safety shoes*. Menyediakan alat P3K.
 - d. Terkena pecahan botol kaca, pengendalian: Memakai APD lengkap berupa *safety shoes*, sarung tangan cut resistant, *safety goggles*, pakaian pelindung (serba panjang ataupun pakaian *light reflective*), kacamata *safety* dan bump cap.
2. *Batching* dan Pencampuran Bahan Baku
 - a. Terkena paparan zat kimia, pengendalian: Memakai APD lengkap, seperti pakaian pelindung (serba panjang ataupun pakaian *light reflective*), sarung tangan *chemical resistant*, kacamata *safety* (goggles), masker atau alat respirator yang sesuai, topi hygiene dan *safety shoes*. Menyediakan alat P3K.
 - b. Terhirup pasir silika, pengendalian: Memakai APD berupa masker atau alat respirator yang sesuai.
 - c. Terpapar reaksi hasil pencampuran material, pengendalian: Fokus dan tetap mengutamakan keselamatan pada saat melakukan pencampuran material dengan memakai APD lengkap, seperti pakaian pelindung (serba panjang ataupun pakaian *light reflective*), sarung tangan *chemical resistant*, kacamata *safety* (goggles), masker atau alat respirator yang sesuai, topi hygiene dan *safety shoes*. Menyediakan alat P3K.
 - d. Terkena ayunan *hoist crane*, pengendalian: Pengawasan yang ketat agar tidak ada orang lain yang berada di area/lintasan yang akan dilewati oleh *hoist crane*. Pemberian pelatihan mengenai pengoperasian *hoist crane*, mulai dari memastikan berat material yang dipindahkan tidak melebihi SWL (*safety working load*), memilih sling dan segel yang tepat, memastikan klem yang digunakan untuk mengikat beban kuat serta memastikan beban material yang diangkat dalam posisi yang tegak lurus dengan hook, dan lain sebagainya. Memakai APD lengkap, seperti

- bump cap, pakaian pelindung (serba panjang ataupun pakaian *light reflective*), sarung tangan chemical resistant, kacamata *safety* (goggles), masker atau alat respirator yang sesuai, topi hygiene dan *safety shoes*
- e. Tergelincir, pengendalian: Melakukan pembersihan area secara rutin dan menerapkan tata graha (housekeeping) yang baik di area kerja. Pemasangan sign K3. Memakai APD lengkap, khususnya bump cap untuk melindungi kepala.
 - f. Terjatuh dari tangga, pengendalian: Melakukan pembersihan area secara rutin dan menerapkan tata graha (housekeeping) yang baik di area kerja. Memakai APD lengkap, khususnya bump cap untuk melindungi kepala dan *safety shoes*. Pemasangan sign K3. *Safety Refreshment*, terutama himbauan untuk selalu memegang hand rail pada saat menaiki tangga.
3. Peleburan Bahan Baku
 - a. Terpapar suhu panas, pengendalian: Menyediakan kipas angin untuk meningkatkan kecepatan gerak udara di ruang kerja yang panas, mengurangi penyebaran panas radiasi dengan memberikan isolasi/penyekat/perisai pada sumber panas. Menyediakan spot-spot pengisian air minum di tempat yang aman agar para operator tidak dehidrasi saat bekerja di lingkungan kerja yang panas.
 - b. Terkena percikan api, pengendalian: Memakai APD lengkap, khususnya pakaian pelindung (serba panjang ataupun pakaian *light reflective*), sarung tangan *heat resistant*, kacamata *safety* (goggles), masker, face shield/ balaclava dan *safety shoes*. Selalu menjaga jarak aman dari sumber.
 4. Pengondisian Temperatur
 - a. Terkena percikan api/gob, pengendalian: Memakai APD lengkap, khususnya pakaian pelindung (serba panjang ataupun pakaian *light reflective*), sarung tangan *heat resistant*, kacamata *safety* (goggles), masker, face shield/ balaclava dan *safety shoes*. Selalu menjaga jarak aman dari sumber.
 - b. Terpapar suhu panas, pengendalian: Menyediakan kipas angin untuk meningkatkan kecepatan gerak udara di ruang kerja yang panas, mengurangi penyebaran panas radiasi dengan memberikan isolasi/ penyekat/ perisai pada sumber panas. Menyediakan spot pengisian air minum di tempat yang aman agar para operator tidak dehidrasi saat bekerja di lingkungan kerja yang panas.
 5. Pembentukan atau Pencetakan Bahan Baku
 - a. Terjepit mesin atau *conveyor*, pengendalian: Pemasangan pelindung mesin (*machine guarding*). Mensosialisasikan kepada seluruh karyawan baik operator maupun teknisi maintenance agar menerapkan LOTOTO (*LogOut-TagOut-TryOut*). Pengorganisasian alat LOTO, seperti alat pengunci berupa gembok, rantai, safetee donut; dan *safety tag*. *Safety refreshment*. Memakai APD lengkap.
 - b. Terkena pecahan botol kaca, pengendalian: Memakai APD lengkap berupa *safety shoes*, sarung tangan cut resistant, *safety goggles*, pakaian pelindung

- (serba panjang ataupun pakaian *light reflective*), kacamata *safety* dan bump cap. Fokus dan tetap mengutamakan keselamatan pada saat melakukan penggantian gear, mould maupun *part* mesin lainnya.
- c. Terkena *gear/mould*/besi/botol yang panas, pengendalian: Memakai APD lengkap, khususnya pakaian pelindung (serba panjang ataupun pakaian *light reflective*), sarung tangan *heat resistant*, kacamata *safety* (*goggles*), masker dan *safety shoes*. Menyediakan alat P3K. Selalu menjaga jarak aman dari sumber.
 - d. Tertabrak *taylor dunn/troli/forklift*, pengendalian: Pengawasan yang ketat agar tidak ada orang lain yang berada di sekitar area. Inspeksi/pemeriksaan terhadap driver truck dan *forklift*. Pemasangan sign K3. Memperjelas marka lantai/ rambu lintasan *taylor dunn/troli/forklift*. Mensosialisasikan kepada seluruh karyawan, baik operator maupun teknisi maintenance untuk memperhatikan blue light, sirine, rotary lamp dan klakson saat berpapasan dengan *taylor dunn/troli/forklift*.
 - e. Terpapar suhu panas, pengendalian: Menyediakan kipas angin untuk meningkatkan kecepatan gerak udara di ruang kerja yang panas, mengurangi penyebaran panas radiasi dengan memberikan isolasi/penyekat/perisai pada sumber panas. Menyediakan spot pengisian air minum di tempat yang aman agar para operator tidak dehidrasi saat bekerja di lingkungan kerja yang panas.
 - f. Terkena percikan air panas dari *cullet bin*, pengendalian: Pemasangan cover *cullet bin*. Memakai APD lengkap, khususnya pakaian pelindung (serba panjang ataupun pakaian *light reflective*), sarung tangan *heat resistant*, kacamata *safety* (*goggles*) dan *safety shoes*.
 - g. Tergelincir, pengendalian: Melakukan pembersihan area secara rutin dan menerapkan tata graha (*housekeeping*) yang baik di area kerja. Pemasangan sign K3. Memakai APD lengkap, khususnya *bump cap* untuk melindungi kepala.
 - h. Terjatuh dari tangga, pengendalian: Melakukan pembersihan area secara rutin dan menerapkan tata graha (*housekeeping*) yang baik di area kerja. Memakai APD lengkap, khususnya *bump cap* untuk melindungi kepala dan *safety shoes*. Pemasangan sign K3. *Safety Refreshment*, terutama himbauan untuk selalu memegang hand rail pada saat menaiki tangga.
 - i. Sesak Napas, pengendalian: Memakai APD berupa masker atau alat respirator yang sesuai.
 - j. Kebisingan, pengendalian: Memakai APD lengkap, khususnya *earplug* untuk mengurangi atau meredam kebisingan.
6. Pendinginan Botol Kaca

Terkena pecahan beling dari botol yang jatuh, pengendalian: Memakai APD lengkap berupa *safety shoes*, sarung tangan *cut resistant*, *safety goggles*, pakaian pelindung (serba panjang ataupun pakaian *light reflective*), kacamata *safety* dan bump cap.
 7. Pemeriksaan Produk
 - a. Terjepit mesin/*conveyor*, pengendalian: Pemasangan pelindung mesin (*machine guarding*). Mensosialisasikan

kepada seluruh karyawan baik operator maupun teknisi maintenance agar menerapkan LOTOTO (*LogOut-TagOut-TryOut*). Pengorganisasian alat LOTO, seperti alat pengunci berupa gembok, rantai, *safety* donut; dan *safety* tag. *Safety refreshment*. Memakai APD lengkap.

- b. Terkena pecahan botol kaca, pengendalian: Memakai APD lengkap berupa *safety shoes*, sarung tangan cut resistant, *safety* goggles, pakaian pelindung (serba panjang ataupun pakaian *light reflective*), kacamata *safety* dan bump cap.
8. Pengemasan Produk
- a. Terkena pecahan beling dari botol yang jatuh, pengendalian: Memakai APD lengkap berupa *safety shoes*, sarung tangan cut resistant, *safety* goggles, pakaian pelindung (serba panjang ataupun pakaian *light reflective*), kacamata *safety* dan bump cap.
 - b. Tertabrak *taylor dunn/forklift*, pengendalian: Pengawasan yang ketat agar tidak ada orang lain yang berada di sekitar area. Inspeksi/pemeriksaan terhadap driver truck dan *forklift*. Pemasangan sign K3. Memperjelas marka lantai/ rambu lintasan *taylor dunn/forklift*. Mensosialisasikan kepada seluruh karyawan, baik operator maupun teknisi maintenance untuk memperhatikan blue light, sirine, rotary lamp dan klakson saat berpapasan dengan *taylor dunn/troli/forklift*
 - c. Tertimpa material/pallet, pengendalian: Pemberian pelatihan mengenai penanganan bongkar muat material. Menggunakan APD lengkap, khususnya bump cap untuk

melindungi kepala. *Safety refreshment*.

Penentuan nilai *detection*, dilakukan oleh 10 orang responden yang terdiri dari 5 orang head atau line manager departemen produksi terkait mulai dari aktivitas bongkar muat/pemilahan bahan baku hingga pengemasan produk, 2 orang yang berasal dari departemen HSE (*Health, Safety and Environment*) dan 3 orang operator yang memiliki pengalaman dan pendidikan yang sesuai.

Perhitungan Risk Priority Number (RPN)

Nilai RPN (*Risk Priority Number*) didapatkan dari hasil perkalian nilai *severity* (S), *occurrence* (O) dan *detection* (D) seperti pada Rumus 1, yang bertujuan untuk mengetahui urutan dan prioritas dari kegagalan (*failure mode*) yang harus ditangani terlebih dahulu. selanjutnya dilakukan urutan dan prioritas dari kegagalan (*failure mode*) yang harus ditangani terlebih dahulu. Adapun Urutan Prioritas Penanganan Potensi Bahaya, pada setiap kegiatan sebagai berikut.

Tabel 3. Urutan Prioritas Penanganan Potensi Bahaya

Potensi Bahaya	RPN
Terpapar suhu panas (proses peleburan)	297,7
Kebisingan (proses pencetakan)	261,9
Terpapar suhu panas (proses pengondisian)	251,5
Terpapar suhu panas (proses pencetakan)	251,5
Terkena pecahan botol kaca (proses pemilahan)	216,8
Sesak napas (proses pencetakan)	191,4
Terkena pecahan botol kaca (proses pencetakan)	179,7
Terjepit mesin/ <i>conveyor</i> (proses pencetakan)	176,3

Potensi Bahaya	RPN
Terkena pecahan beling dari botol yang jatuh (proses pemeriksaan)	165,4
Terkena pecahan beling dari botol yang jatuh (proses pengemasan)	151,2
Terjepit mesin/ <i>conveyor</i> (proses pemeriksaan)	130,7
Tertimpa material/ <i>pallet</i> (proses pemilahan)	126,1
Tergelincir (proses pencampuran)	118,8
Tergelincir (proses pencetakan)	118,8
Terkena <i>gear/mould</i> /besi/botol yang panas (proses pencetakan)	117,5
Terkena pecahan beling dari botol yang jatuh (proses pendinginan)	79,9
Tertimpa material/ <i>pallet</i> (proses pengemasan)	78,1
Terkena paparan zat kimia (proses pemilahan)	75,1
Terkena paparan zat kimia (proses pencampuran)	64,4
Terpapar reaksi hasil pencampuran material (proses pencampuran)	54,7
Tertabrak <i>truck/troli/forklift</i> (proses bongkar muat)	47,1
Tertabrak <i>taylor dunn/forklift</i> (proses pencetakan)	43,9
Tertabrak <i>taylor dunn/forklift</i> (proses pengemasan)	43,9
Terkena percikan air panas dari cullet bin (proses pencetakan)	42,8
Terhirup pasir silika (proses pencampuran)	37,0
Terjatuh dari tangga (proses pencampuran)	33,6

Potensi Bahaya	RPN
Terkena percikan api/ <i>gob</i> (proses pengondisian)	33,1
Terkena percikan api (proses peleburan)	27,0
Terjatuh dari tangga (proses pencetakan)	24,7
Terkena ayunan <i>hoist crane</i> (proses pencampuran)	23,9

(Sumber: Pengolahan Data, 2021)

Berdasarkan hasil perhitungan *Risk Priority Number* (RPN), maka *failure mode* yang paling berpengaruh dan menjadi prioritas penanganan pada proses produksi botol kaca di industri, diantaranya:

- Paparan suhu panas baik pada proses/aktivitas peleburan, pengondisian suhu dan proses pembentukan atau pencetakan bahan baku dengan nilai RPN masing-masing sebesar 297,7; 251,5; 251,5; yang terjadi akibat iklim kerja panas dan dapat menyebabkan dehidrasi, kejang atau kram otot serta heat stroke,
- Kebisingan pada proses pembentukan atau pencetakan bahan baku dengan nilai RPN sebesar 261,9 yang terjadi karena suara bising dari pengoperasian mesin-mesin produksi sehingga dapat menyebabkan pendengaran menurun dalam jangka waktu tertentu,
- Terkena pecahan botol kaca pada proses bongkar muat dan pemilahan serta proses pembentukan atau pencetakan dengan nilai RPN sebesar 216,8 dan 179,7 yang dapat disebabkan karena kurang fokus, mengabaikan aspek K3 dan tidak memakai APD lengkap sehingga dapat menyebabkan kaki atau anggota tubuh lain tersayat, robek dan cedera,
- Sesak napas pada proses pembentukan atau pencetakan bahan

- baku dengan nilai RPN sebesar 191,4 yang terjadi akibat terkena paparan asap dari reaksi oli dengan benda panas sehingga dapat menyebabkan kegagalan bernapas,
- e. Terjepit mesin/*conveyor* pada proses pembentukan atau pencetakan bahan baku dengan nilai RPN sebesar 176,3 yang dapat terjadi akibat tidak adanya pengaman mesin (*machine guarding*), penerapan LOTOTO tidak maksimal, tidak fokus, mengabaikan K3 dan tidak memakai APD lengkap sehingga dapat menyebabkan tangan atau anggota tubuh lain robek, retak, patah tulang, cedera, cacat,

Dari hasil perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) dapat disimpulkan bahwa proses/kegiatan yang paling berisiko, yaitu proses pembentukan atau pencetakan bahan baku. Sedangkan bentuk pengendalian yang direkomendasikan terhadap *failure mode* berdasarkan nilai RPN tertinggi, yaitu:

- a. Terpapar suhu panas yang diakibatkan oleh iklim kerja panas pada proses produksi botol kaca di industri dapat diminimalisir dan dikendalikan dampak/risiko dengan
- (1) Menyediakan kipas angin untuk meningkatkan kecepatan gerak udara di ruang kerja yang panas, mengurangi penyebaran panas radiasi dengan memberikan isolasi/penyekat/perisai pada sumber panas dan
 - (2) menyediakan spot-spot pengisian air minum di tempat yang aman agar para operator tidak dehidrasi saat bekerja di lingkungan kerja yang panas,
- b. Kebisingan yang disebabkan oleh suara bising dari pengoperasian mesin-mesin produksi pada proses produksi botol kaca di industri dapat diminimalisir dan dikendalikan dampak/risiko dengan memakai APD

lengkap, khususnya earplug untuk mengurangi atau meredam kebisingan,

- c. Terkena pecahan botol kaca pada proses produksi botol kaca di industri dapat diminimalisir dan dikendalikan dampak/risiko dengan memakai APD lengkap berupa *safety shoes*, sarung tangan *cut resistant*, *safety goggles*, pakaian pelindung (serba panjang ataupun pakaian *light reflective*), kacamata *safety* dan bump cap,
- d. Sesak napas yang disebabkan akibat terkena paparan asap dari reaksi oli dengan benda panas pada proses produksi botol kaca di industri dapat diminimalisir dan dikendalikan dampak/risiko dengan memakai APD berupa masker atau alat respirator yang sesuai,
- e. Terjepit mesin/*conveyor* pada proses produksi botol kaca di industri dapat diminimalisir dan dikendalikan dampak/risiko dengan:
- (1) Pemasangan pelindung mesin (*machine guarding*),
 - (2) Mensosialisasikan kepada seluruh karyawan baik operator maupun teknisi maintenance agar menerapkan LOTOTO (*LogOut-TagOut-TryOut*),
 - (3) Pengorganisasian alat LOTO, seperti alat pengunci berupa gembok, rantai, *safety* donut; dan *safety* tag,
 - (4) *Safety* refreshment, dan
 - (5) Memakai APD lengkap,

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) diketahui bahwa *failure mode* yang paling berpengaruh dan menjadi prioritas penanganan pada proses produksi yaitu: (a) paparan suhu panas baik pada proses/aktivitas peleburan, pengondisian suhu dan proses pembentukan atau pencetakan bahan baku, (b) kebisingan pada proses pembentukan atau pencetakan bahan

baku, (c) terkena pecahan botol kaca pada proses bongkar muat dan pemilahan serta proses pencetakan, (d) sesak napas pada proses pencetakan bahan baku, dan (e) terjepit mesin/*conveyor* pada proses pencetakan bahan baku.

Bentuk pengendalian yang direkomendasikan terhadap *failure mode* adalah (a) terpapar suhu panas yang diakibatkan oleh iklim kerja panas pada proses produksi, (b) kebisingan yang disebabkan oleh suara bising dari pengoperasian mesin-mesin produksi, (c) terkena pecahan botol kaca pada proses produksi, (d) sesak napas yang disebabkan akibat terkena paparan asap dari reaksi oli dengan benda panas pada proses produksi, dan (e) terjepit mesin/*conveyor* pada proses produksi,

DAFTAR PUSTAKA

- Alijoyo, A., Wijaya, B., & Jacob, I. (2020). Failure Mode Effect Analysis: Analisis Modus Kegagalan dan Dampak. In *CRMS*. CRMS.
- Ferida Yuamita & Anang Fatkhurohman, (2023), Analisis Resiko Kecelakaan Kerja Pada Stasiun Pemotongan Batu Alam Dengan Menggunakan Metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) di PBA Surya Alam, *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(12), 4687–4696, <https://doi.org/10.53625/jcijurnalcakrawalailmiah,v2i12,6398>
- J, A, H, S., & W,I., E, (2017), Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proyek Bangunan Gedung Dengan Metode FMEA, *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan*, 1(1), <https://doi.org/10.24912/jmstkik,v1i1,419>
- Susanto, N., & Nursyachbani, P. A. (2018). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja pada Proyek Underpass Jatinengaleh Semarang Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMA). *Industrial Engineering Online Journal*, 6(4), Hal. 1-7. <http://garuda.ristekbrin.go.id/documents/detail/1420769>
- Ramadhan, F, (2017), *Analisis Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)*,
- Rarindo, H, (2018), *Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana Vol,12 No,2 Edisi Khusus September*,
- Rizal, M., Jufriyanto, M., & Rizqi, A, W, (2022), *ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA DENGAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)*, 20(1),
- Rohimmah, R, (2022), Analisis Risiko Dan Strategi Mitigasi Risiko Supply Chain Produk Crude Palm Oil (CPO) (STUDI KASUS: PT XYZ), *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 17(2), 92–101, <https://doi.org/10.14710/jati,17,2,92-101>
- Wahyu Syaputra, Fakhri G, N, Ardian, S, R., & Nugroho, A, J, (2024), Integrasi Metode FMEA Dan FTA Dalam Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Di Bengkel Bubut, *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 3(I), 47–56, <https://doi.org/10.55826/tmit,v3iI,254>
- Wu, Z., Liu, W., & Nie, W. (2021), Literature review and prospect of the development and application of FMEA in manufacturing industry, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*,

112(5-6), 1409-1436,
<https://doi.org/10.1007/s00170-020-06425-0>