

ANALISIS KINERJA KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) PADA PROSES PRODUKSI SAUS DENGAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS*

Arif Nuryono^{1,3)}, Hibarkah Kurnia^{2,4)}, Erwin Barita Tambunan^{1,5)}, Tri Ngudi Wiyatno^{2,6)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri Universitas Bhayangkara

²⁾Program Studi Teknik Industri Universitas Pelita Bangsa

e-mail: ³⁾arief.nuryono@dsn.ubharajaya.ac.id, ⁴⁾hibarkah@pelitabangsa.ac.id,

⁵⁾erwin.barita@dsn.ubharajaya.ac.id, ⁶⁾tringudi@pelitabangsa.ac.id

ABSTRAK

Proses produksi pembuatan saus terkadang terjadi masalah dengan kinerja, seperti rendahnya produktifitas dan terjadi kecelakaan. Selama tahun 2022 jumlah kecelakaan kerja sebanyak 4 kali dengan tingkat frekuensi kecelakaan kerja sebesar 17,25. Hubungan antar kinerja karyawan, seperti Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) sangat mempengaruhi produktivitas kerja. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa kinerja K3 yang meliputi tingkat Frequency Rate (FR), tingkat Severity Rate (SR), dan Nilai T-Selamat (NTS), sehingga akan menghasilkan seberapa besar hubungan antara tingkat kecelakaan dengan produktivitas kerja. Penelitian ini menggunakan metode Fault Tree Analysis (FTA) dimana untuk membangun diagram alur FTA diperlukan langkah-langkah mengidentifikasi data kecelakaan kerja, membangun pohon keselamatan, pengukuran produktivitas kerja dan penarikan kesimpulan. Penelitian ini sudah menghasilkan beberapa analisa dengan menggunakan FTA selama tahun 2022, dimana tingkat FR sebesar 7,31, SR sebesar 321,63 dan NTS sebesar -0,5762. Hasil pengukuran nilai FR adanya penurunan frekuensi cedera cacat dan tingkat keparahan kecelakaan kerja dari tahun 2021 ke tahun 2022 sebesar 236%. Penelitian ini juga sudah berhasil meningkatkan produktivitas kerja karyawan selama tahun 2022 sebesar 99,93% dikarenakan rendahnya nilai tingkat FR dan SR setiap tahunnya. Jika dihubungkan dengan NTS maka setiap tahun hubungan antara k3 dan produktivitas sudah membaik. Kesimpulan dari hasil analisa penelitian ini terdapat hubungan tingkat frekuensi kecelakaan kerja dengan tingkat produktivitas kerja yang terjadi pada proses produksi. Implikasi penelitian ini mengakibatkan produktivitas karyawan meningkat dikarenakan adanya pengurangan frekuensi kecelakaan kerja setiap tahunnya.

Kata kunci: *Fault Tree Analysis, Kinerja Karyawan, Keselamatan Kerja, Kesehatan Kerja, Nilai T-Selamat*

ABSTRACT

The production process for making sauces requires a performance appraisal so that the results are effective and efficient. In production, performance problems sometimes occur, such as low productivity and accidents. The relationship between employee performance, such as work safety greatly affects work productivity. The purpose of this study was to analyze the performance of K3 which includes the Frequency Rate (FR), Severity Rate (SR), and T-Safety Value (NTS) so that it will produce how big the relationship is between the accident rate and work productivity. This study uses the Fault Tree Analysis (FTA) method where to build an FTA flowchart, it is necessary to identify work accident data, build a safety tree, measure work productivity, and draw conclusions. This research has produced several analyzes using FTA where the FR, SR, and NTS levels can already be known. The results of measuring the FR value show a decrease in the frequency of disability injuries and the severity of work accidents from year to year, there is a decrease from year to year. This research has also succeeded in increasing employee work productivity due to the low value of the FR and SR levels each year. If linked to NTS, every year the relationship between work safety and productivity will improve. So from the results of this analysis, there is a relationship between the frequency of work accidents and the level of work productivity that occurs in the production process.

Keywords: *Employee Performance, Fault Tree Analysis, Occupational Safety, Occupational Health, T-Safety Value.*

PENDAHULUAN

Menurut data internal Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan sepanjang tahun 2022 tercatat ada 157.313 kasus kecelakaan kerja yang terjadi di Indonesia. Menurut data dari dinas tenaga kerja, transmigrasi dan kependudukan (Disnakertranst)

Provinsi Jawa Barat pada tahun 2022 di kota Bekasi tercatat 147.000 kasus kecelakaan kerja terjadi dengan 4.679 (3,18%), diantaranya mengalami cacat 2.575 orang (1,75%) dan lainnya meninggal dunia. Dengan kata lain, dalam satu hari sekitar 12 orang pekerja mengalami kecacatan dan 7 orang meninggal. Masih tingginya tingkat kecelakaan kerja di Indonesia membutuhkan perhatian yang serius, sehingga perlu penanganan yang komprehensif dan konsisten dari semua pihak terutama semua perusahaan [1].

Seiring dengan tingginya jumlah pesanan dari pelanggan untuk produk saus pada industri bumbu makanan di Indonesia, maka bagian produksi saus juga harus mendukung hasil produktivitas [2]. Proses produksi di industri makanan sering memiliki permasalahan diantaranya jumlah produktivitas dan jumlah kecelakaan kerja [3]. Selama tahun 2021 produktivitas pembuatan saus sebesar 99,93% (Tabel 7) dan jumlah kecelakaan kerja sebanyak 4 kali dengan jumlah jam kerja hilang sebesar 160 jam (Tabel 1). Permasalahan tersebut dapat mengganggu kelancaran proses produksi pembuatan saus dan menjadi kendala dalam memenuhi permintaan pelanggan [4]. Setiap kegiatan kerja dimanapun terdapat potensi kecelakaan kerja baik kecelakaan ringan, sedang, maupun berat [5]. Data Frekuensi Rate (FR) di perusahaan menunjukkan adanya potensi cedera cacat dikarenakan kecelakaan kerja sebesar 17,25 tahun 2021 (Tabel 2).

Beberapa macam kecelakaan kerja diperhitungkan di perusahaan, dari yang terkecil sampai yang terbesar kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja [6]. Kecelakaan kerja adalah suatu peristiwa yang tidak diharapkan dan tidak terduga yang mengakibatkan cedera, kerusakan dan kerugian [7]. Beberapa jenis kecelakaan kerja yang terjadi pada perusahaan pembuat bumbu makanan sangat dipengaruhi oleh *unsafe action* dan *unsafe condition* [8]. Dalam pembuatan produk bumbu makanan, beberapa bagian memerlukan perlengkapan *safety* yang terkadang kurang diperhatikan oleh semua pihak [9].

Kejadian kecelakaan bersifat tidak terduga, tidak direncanakan, tidak direkayasa atau tidak disengaja [10]. Kecelakaan kerja dapat terjadi atau dialami oleh semua orang pada semua jenis pekerjaan [11,12]. Kecelakaan timbul dari akibat kontak dengan sumber energi yang melebihi ambang batas kemampuan. Kecelakaan kerja dapat mengakibatkan kerugian jiwa serta kerugian material dan lingkungan produksi [13]. Kondisi bebas dari rasa sakit, bahaya, dan kerugian di tempat kerja mengacu pada penggunaan alat, bahan, dan mesin dalam pemrosesan, pengepakan, penyimpanan, pemeliharaan, dan keamanan tempat kerja dan lingkungan kerja [14]. Peralatan keselamatan diperlukan untuk melindungi pekerja dalam melakukan aktivitas pekerjaannya [12]. Oleh karena itu, perusahaan harus menyediakan alat pengaman untuk menghilangkan kecelakaan kerja dan membuat metode untuk mengendalikannya [15,16].

Perusahaan berusaha menganalisis akar penyebab kecelakaan kerja dari awal hingga akhir proses [17]. Perusahaan menemukan bahwa tidak ada tindakan pengendalian kecelakaan kerja yang aman di area pemotongan untuk proses produksi saus. Perusahaan menyadari adanya kejadian-kejadian yang berhubungan dengan pekerjaan yang menimbulkan masalah yang dapat mencederai pekerja bahkan menyebabkan pekerja kehilangan nyawanya [5]. Selain itu, hambatan dan keterlambatan kegiatan produksi dapat terjadi akibat penyakit akibat kerja dan kecelakaan kerja [18,9]. Perusahaan mempunyai target untuk mengurangi frekuensi kecelakaan kerja dengan target *zero accident*, sehingga diharapkan jam hilang pekerjaan dapat dikurangi dan memenuhi target produktivitas sebesar 99,99%.

Berdasarkan fenomena di atas, perusahaan perlu menerapkan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dikarenakan metode ini bertujuan untuk menemukan penyebab potensi bahaya yang terdiri dari kombinasi beberapa kejadian yang menunjukkan sumber atau penyebab gagalnya suatu kejadian [7]. Sebuah pohon kesalahan adalah representasi grafis dari paralel yang berbeda dan kombinasi kesalahan setiap tindakan yang akan

menyebabkan terjadinya kejadian yang tidak diinginkan yang telah ditetapkan sebelumnya [19]. Metode FTA dapat menganalisa setiap permasalahan cacat gosong, cacat divert, cacat organoleptik, dan cacat terkontaminasi yang melebihi standar perusahaan pada industry kecap [9]. Metode FTA dapat mengetahui nilai FR, nilai SR, nilai NTS dan pengaruhnya terhadap produktivitas pada industri manufaktur [7,20].

Penelitian lain juga menganalisa kinerja K3 pada produksi billet dengan menganalisa jenis-jenis potensi hazard, tingkat risiko dari hazard yang ditemukan serta upaya pengendaliannya dengan menggunakan metode *Hazard Identification and Risk Assessment* (HIRA), yang terdiri dari identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko [21]. Tujuan keselamatan kerja adalah melindungi keselamatan pekerja saat mereka melakukan pekerjaannya kemudian meastikan keamanan semua orang di tempat kerja [22]. Tujuan kesehatan kerja merupakan pemberantasan penyakit dan kecelakaan akibat kerja dan menjauhi risiko yang ditimbulkan oleh barang-barang industri [23]. K3 yang tidak diperhatikan dengan baik dalam suatu proyek konstruksi dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja [24].

Pendekatan baru dari penelitian ini dalam menganalisa kinerja K3 yang sudah dilakukan selama ini menggunakan metode FTA yang memperhitungkan tingkat keparahan dan kecelakaan kerja dengan cara membandingkan hari kerja yang hilang atau frekuensi kecelakaan dengan jam kerja semua karyawan dalam 1.000.000 jam kerja. Fokus penelitian ini pada industri bumbu makanan dengan produk saus yang berada di daerah Bekasi, Jawa Barat, Indonesia. Manfaat penelitian ini dengan menggunakan metode FTA dapat mengetahui sumber permasalahan dengan melihat pohon kesalahan dari penyebab yang terjadi dari Tindakan ataupun kondisi tidak aman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa kinerja K3 yang meliputi tingkat *Frequency Rate* (FR), tingkat *Severity Rate* (SR), dan Nilai T-Selamat (NTS), sehingga akan menghasilkan seberapa besar hubungan antara tingkat kecelakaan dengan produktivitas kerja. Kontribusi penelitian ini diharapkan menjadi acuan dalam mengurangi tingkat frekuensi kecelakaan kerja, bahkan dapat menghilangkan kecelakaan kerja yang bersifat dapat mengganggu kinerja dan produktivitas karyawan. Batasan penelitian ini hanya menganalisa kecelakaan kerja yang termasuk kategori kecelakaan berat dan karyawan yang mengalami kecelakaan kerja ada penanganan dari pihak rumah sakit.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk jenis penelitian kuantitatif, dimana semua aktivitas pengambilan data dan pengolahan data dilakukan untuk mengatasi masalah dengan kejadian tertentu pada proses produksi saus di salah satu perusahaan *customer goods*. Penelitian kuantitatif adalah suatu metode penemuan pengetahuan yang menggunakan data numerik sebagai alat untuk menemukan informasi tentang apa yang ingin kita ketahui [25]. Sementara jenis data yang didapatkan berupa data sekunder yang diambil dari dokumentasi laporan data kecelakaan kerja dan studi kajian pustaka. Metode yang akan peneliti gunakan adalah metode FTA dimana untuk membangun diagram alur FTA diperlukan langkah-langkah mengidentifikasi data kecelakaan kerja, membangun pohon keselamatan, pengukuran produktivitas kerja dan penarikan kesimpulan [26]. Adapun Langkah-langkah penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Penjelasan dari Gambar 1 menunjukkan bahwa Tahap 1 yaitu mengidentifikasi data kecelakaan kerja yang terjadi yaitu tahun 2020, 2021 dan 2022. Selama 3 tahun akan didapatkan data-data seperti jumlah karyawan, jumlah jam kerja/karyawan, total kejadian, total korban, hari hilang dan jam hilang. Sementara untuk menghitung jam hilang dapat digunakan rumus:

$$\text{Jam hilang} = \text{hari hilang} \times 8 \text{ jam/hari} \quad (1)$$

$$\text{Jumlah jam kerja karyawan} = \text{Jumlah karyawan} \times \text{jumlah jam kerja/tahun} \quad (2)$$

Tahap 2 yaitu menentukan tingkat frekuensi kecelakaan kerja dengan menyatakan banyaknya kecelakaan yang terjadi tiap sejuta jam kerja manusia dengan rumus:

$$FR = \frac{n \times 1.000.000}{N} \quad (3)$$

Dimana: FR adalah Tingkat frekuensi kekerapan kecelakaan, n adalah Jumlah kecelakaan yang terjadi, dan N adalah Jumlah jam kerja karyawan

Kemudian melakukan analisa tingkat *Severity* (S) atau keparahan kecelakaan kerja juga harus dihitung angka beratnya kecelakaan untuk sejuta jam kerja dari jumlah jam kerja karyawan dengan rumus:

$$SR = \frac{H \times 1.000.000}{N} \quad (4)$$

Dimana: SR adalah Tingkat *severity*/keparahan kecelakaan, H adalah Jumlah total jam hilang karyawan, dan N adalah Jumlah jam kerja karyawan

Tahap 3 yaitu membuat diagram FTA atau membangun pohon keselamatan dan melakukan upaya Tindakan perbaikan. Kemudian tahap 4 melakukan analisa hubungan keselamatan kerja dan produktivitas. Adapun rumus yang digunakan adalah:

$$Produktivitas (P) = \frac{N-H}{N} \quad (5)$$

Dimana: P adalah Produktivitas, H adalah Jumlah total jam hilang karyawan, dan N adalah Jumlah jam kerja karyawan

Selanjutnya mengukur Nilai T-Selamat (NTS) yang bertujuan untuk membandingkan hasil tingkat kecelakaan suatu unit kerja pada masa lalu dan masa kini, sehingga dapat diketahui tingkat penurunan kecelakaan pada unit tersebut, digunakan NTS yang berdasarkan pada uji pengawasan mutu secara statistik. Metode yang digunakan adalah pengujian "T" atau *Student Test* [20].

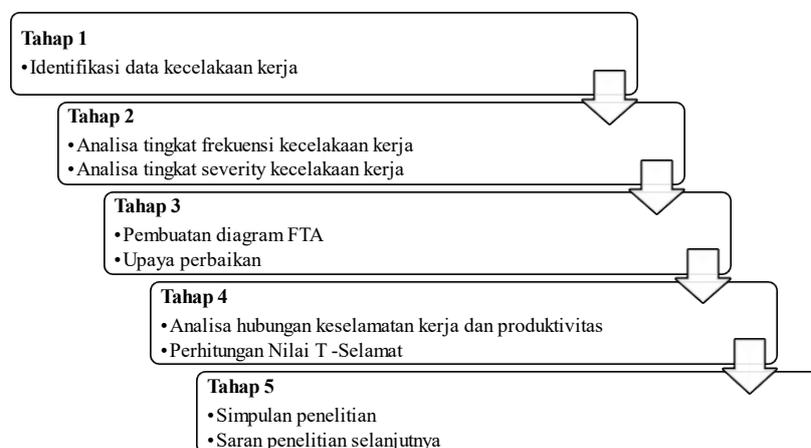
$$Safe T Score (STS) = \frac{FR(n) - FR(n-1)}{FR(n-1)} \quad (6)$$

Dimana: STS adalah Nilai T-Selamat, FR (n) adalah Angka kecelakaan kerja kini dan FR (n-1) adalah Angka kecelakaan kerja masa lampau

Penafsiran ini adalah apabila diperoleh nilai *Safe T Score* positif, artinya kondisi kecelakaan kerja disuatu perusahaan menunjukkan keadaan yang memburuk. Sebaliknya, jika angka *Safe T Score* bernilai negatif menunjukkan keadaan keselamatan yang membaik. Selain itu apabila diperoleh nilai $\pm 2,00$, itu menunjukkan perubahan berarti:

- ✓ STS antara +2,00 dan -2,00 tidak menunjukkan perubahan berarti
- ✓ STS di atas +2,00 menunjukkan keadaan memburuk
- ✓ STS di bawah -2,00 menunjukkan keadaan yang membaik

Tahap 5 merupakan tahap terakhir, dimana pada tahap ini akan dibahas simpulan dari hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dibahas hasil-hasil penelitian beserta pembahasannya yang mengacu pada metode penelitian sebelumnya. Hasil yang akan disajikan berupa data-data hasil pengumpulan data yang sudah diperoleh selama 3 tahun.

Identifikasi Data Kecelakaan Kerja

Data sebelum perbaikan dimulai dari tahun 2020 dan 2021 dengan jumlah karyawan dan data lainnya dapat dilihat pada Tabel 1. Sementara data sesudah perbaikan diambil selama 1 tahun yaitu tahun 2022 dengan jumlah karyawan dan data lainnya dapat dilihat pada Tabel 1. Simulasi dari tahun 2020 dapat dihasilkan menggunakan rumus (1):

$$\text{Untuk tahun 2020: Jam hilang} = 22 \times 8 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} = 176 \text{ jam}$$

Tabel 1. Data Kecelakaan Kerja Pada Proses Produksi

No.	Tahun	Jumlah Karyawan	Jumlah Jam Kerja/karyawan	Total Kejadian	Total Korban	Hari Hilang	Jam Hilang
1	2020	110	2.304	5	5	22	176 Jam
2	2021	105	2.208	4	4	20	160 Jam
3	2022	114	2.400	2	2	11	88 Jam
Total		329	28.512	11	11	53	424 Jam

Berdasarkan Tabel 1 bahwa setiap tahun perusahaan mempunyai jumlah karyawan berbeda-beda dikarenakan setiap tahun kebutuhan organisasi disesuaikan dengan kondisi perusahaan. Total jam hilang selama 3 tahun didapatkan 424 jam, artinya karyawan yang mengalami kecelakaan kerja tidak diperbolehkan untuk bekerja sehingga terjadi adanya jam hilang pekerjaan. Total kejadian dan total korban merupakan karyawan yang mengalami kecelakaan kerja dengan status kecelakaan berat. Kecelakaan berat ini artinya pada saat karyawan mengalami kecelakaan maka penanganan selanjutnya akan dibawa ke rumah sakit terdekat [27]. Jam pekerja dihitung normal jika pekerja tersebut seperti biasa bekerja dan sebaliknya jika pekerja ada kendala dengan kesehatannya maka tidak dihitung jam kerja [8].

Analisis Tingkat Frekuensi Kecelakaan Kerja

Pada tahap ini akan dihitung tingkat frekuensi kecelakaan kerja selama penelitian berlangsung dari 2020 sampai 2022. Simulasi perhitungan tahun 2020 dapat dihasilkan dengan menggunakan rumus yang sudah ditentukan sebelumnya yaitu rumus (2). Kemudian untuk mendapatkan frekuensi cidera cacat maka bisa menggunakan rumus (3).

$$\text{Jumlah jam kerja karyawan} = 110 \times 2.3204 = 253.440 \text{ jam kerja karyawan}$$

$$FR = \frac{5 \times 1.000.000}{253.440} = 19,73$$

Tingkat frekuensi kecelakaan kerja selama penelitian berlangsung selama 3 tahun dapat diketahui pada Tabel 2.

Tabel 2. Tingkat Frekuensi Kecelakaan Kerja

Tahun	Jumlah Kecelakaan Kerja	Jumlah Jam Kerja Karyawan	Frekuensi Cidera Cacat (FR)
2020	5	253.440	19,73
2021	4	231.840	17,25
2022	2	273.600	7,31

Berdasarkan Tabel 2 bahwa ada penurunan frekuensi cidera cacat atau nilai FR yang dialami oleh perusahaan selama 3 tahun. Frekuensi cidera cacat artinya kecelakaan kerja yang dialami oleh karyawan dengan kateogore kecelakaan berat dan mengakibatkan adanya cacat pada karyawan tersebut [1]. Adapun secara grafik dapat dilihat pada Gambar 2, agar mudah menganalisa penurunan nilai F tersebut.



Gambar 2. Tingkat Frekuensi Kecelakaan Kerja

Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa trend kecelakaan kerja yang terjadi setiap tahunnya per satu juta jam kerja, mengalami penurunan. Menurut informasi perusahaan, selama tahun 2020 dan tahun 2021 program K3 tidak dijalankan dengan baik, dikarenakan jumlah tenaga ahli K3 sebanyak 4 orang. Berbeda dengan tahun 2022 terjadi penurunan kecelakaan kerja dikarenakan perusahaan sudah menerapkan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) dengan jumlah tenaga ahli K3 sebanyak 12 orang. Program K3 jika dijalankan secara konsisten dan terkonsep akan mengurangi jumlah kecelakaan kerja selama program tersebut masih dijalankan terus menerus [28].

Analisa Tingkat Severity/Keparahan Kecelakaan Kerja

Perhitungan tingkat keparahan kecelakaan kerja selama 3 tahun dapat dihitung dengan menggunakan rumus (4). Adapun simulasi tingkat keparahan kecelakaan kerja pada tahun 2020 dapat diketahui dengan memasukkan data-data kecelakaan kerja.

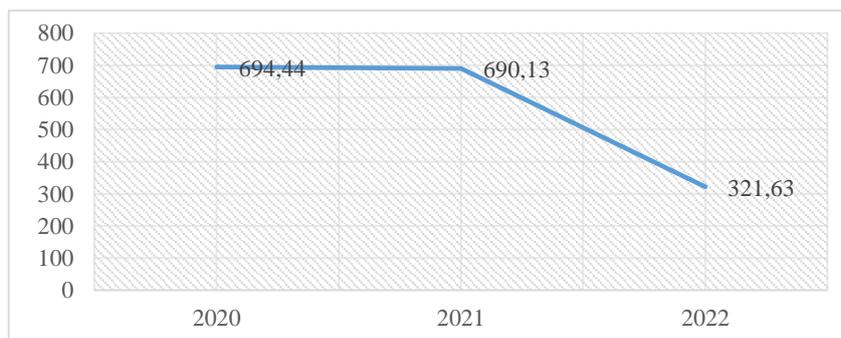
$$SR = \frac{176 \times 1.000.000}{253.440} = 694,44$$

Manajemen K3 di perusahaan tersebut memberikan acuan bahwa semakin kecil nilai SR maka dinyatakan semakin baik. Adapun acuan tersebut dapat di buat batasan diantaranya dikatakan baik jika $SR < 400$ dan dikatakan tidak baik jika > 400 . Adapun tingkat keparahan kecelakaan kerja selama penelitian berlangsung selama 3 tahun dapat diketahui pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengukuran Tingkat Severity

Tahun	Jumlah Jam Hilang/tahun (jam)	Jumlah Jam Kerja/tahun (jam)	Tingkat Severity (SR)
2020	176	253.440	694,44
2021	160	231.840	690,13
2022	88	273.600	321,63

Berdasarkan Tabel 3 bahwa ada penurunan tingkat keparahan kecelakaan kerja atau nilai SR yang dialami oleh perusahaan selama 3 tahun. Sesudah perbaikan atau pada tahun 2022 nilai tingkat SR sebesar 321,63, sehingga persentasi penurunan nilai tingkat SR sebesar 54% dari tahun sebelumnya. Adapun secara grafik dapat dilihat pada Gambar 3, agar mudah menganalisa penurunan nilai SR tersebut.



Gambar 3. Tingkat Keparahan Kecelakaan Kerja (Severity)

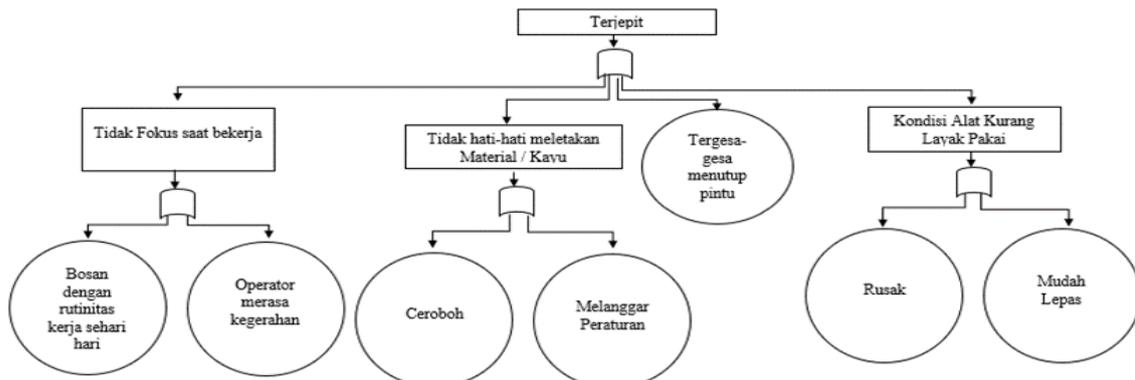
Berdasarkan Gambar 3 bahwa pada tahun 2020, tingkat keparahan tertinggi dibanding tahun setelahnya. Hasil analisis menunjukkan bahwa tingkat keparahan semakin menurun seiring berjalannya waktu, yang akan berdampak pada peningkatan produktivitas kerja. Jika dibandingkan antara tingkat frekuensi kecelakaan dengan tingkat keparahan maka grafiknya linier dan begitu juga turunnya tingkat frekuensi sebanding dengan turunnya tingkat keparahan kecelakaan [9].

Pembuatan Diagram FTA

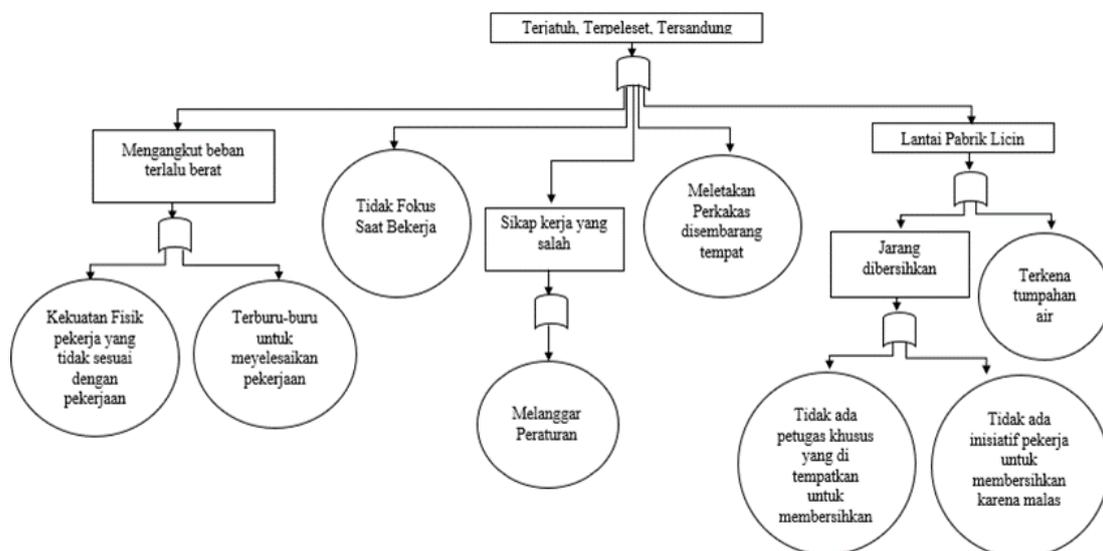
Hasil pembuatan diagram FTA atau pohon kesalahan menggunakan konsep pemikiran yang mendorong untuk mengurangi cacat dengan mencari dan menganalisis akar penyebab permasalahan yang ada sehingga dapat dicari solusi pencegahannya [19]. Hasil analisa FTA sudah dibuat dengan membuat diagram sebab akibat dari pohon kesalahan berupa penyebab-penyebab kecelakaan kerja. Adapun jenis-jenis kecelakaan selama 3 tahun dapat dilihat pada Tabel 4. Untuk pohon kesalahan setiap jenis-jenis kecelakaan kerja dapat dilihat pada Gambar 4, 5 dan 6.

Tabel 4. Jenis-Jenis Kecelakaan Kerja

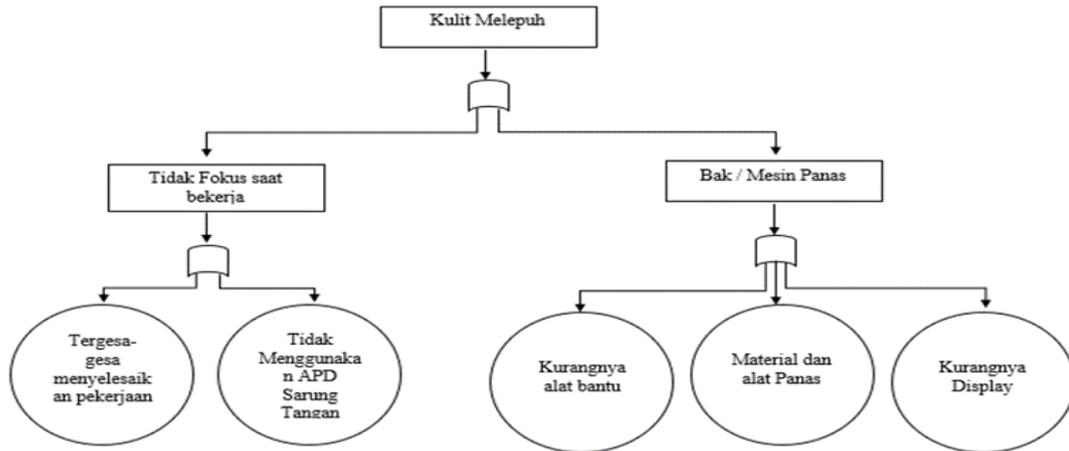
No	Jenis Kecelakaan Kerja	2020	2021	2022
1	Terjepit benda tajam	1	1	
2	Terjatuh	1	1	
3	Terpeleset	1	1	
4	Tersandung	1		1
5	Kulit melepuh	1	1	1
Total		5	4	2



Gambar 4. Diagram FTA Terjepit



Gambar 5. Diagram FTA Terjatuh Terpeleset Tersandung



Gambar 6. Diagram FTA Kulit Melepuh

Berdasarkan Tabel 4 bahwa jenis-jenis kecelakaan kerja yang sering terjadi di perusahaan antara lain: terjepit benda tajam, terjatuh, terpeleset, tersandung dan kulit melepuh terjadi dikarenakan adanya tindakan tidak aman dan kondisi tidak aman. Hasil dari analisa dengan metode FTA dari jenis kecelakaan pada perusahaan tersebut yang dijelaskan pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6. Semua jenis kecelakaan kerja dapat dilakukan perbaikan secara menyeluruh melalui tindakan-tindakan perbaikan yang sudah dilakukan oleh tim perbaikan, baik dari tindakan tidak aman (Tabel 5) maupun kondisi tidak aman (Tabel 6).

Upaya Perbaikan

Dalam upaya untuk mengurangi frekuensi kecelakaan kerja yang terjadi selama proses produksi, maka dapat dilakukan pemeriksaan terhadap tindakan/prilaku kecerobohan manusia atau tindakan yang tidak memenuhi standar keselamatan dari masing-masing proses produksi tersebut. Solusi untuk tindakan tidak aman/*unsafe human action*, yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Tindakan Tidak Aman

No.	Tindakan Tidak Aman	Tindakan Perbaikan	Deadline Pengerjaan
1	Kekuatan fisik karyawan tidak sesuai dengan pekerjaan	Menempatkan karyawan sesuai dengan kekuatan fisik pada pekerjaan yang akan dilakukannya	2 Januari 2022
2	Terburu-buru untuk menyelesaikan pekerjaan	Mengadakan <i>safety talk</i> sebelum bekerja dan himbauan pada pekerja	4 Januari 2022
3	Tidak fokus dalam kondisi bekerja	Melakukan teguran kepada karyawan yang bersangkutan dan memberikan konseling dengan teguran	7 Januari 2022
4	Tidak ada inisiatif atau kesadaran pekerja untuk membersihkan area tempat kerja	Memberikan himbauan pada karyawan sebelum dan sesudah kerja	11 Januari 2022
5	Tidak menggunakan APD saat bekerja	Melakukan teguran kepada karyawan yang bersangkutan dan memberikan konseling dengan teguran	13 Januari 2022
6	Tergesa-gesa menyelesaikan pekerjaan	Mengadakan <i>safety talk</i> sebelum dan sesudah bekerja dan himbauan pada pekerja	16 Januari 2022
7	Mengangkat beban bahan baku terlalu berat	Memberikan peringatan dan Mengadakan <i>safety talk</i> sebelum dan sesudah bekerja dan himbauan pada pekerja	18 Januari 2022
8	Operator tidak bekerja sesuai <i>Standart Operating Procedure</i> (SOP)	Melakukan teguran kepada karyawan yang bersangkutan dan memberikan konseling dengan teguran	19 Januari 2022
9	Sikap kerja yang salah	Diberikan sanksi atau surat peringatan kepada karyawan yang melakukan pelanggaran	21 Januari 2022

Berdasarkan Tabel 5 yang sudah menjelaskan tindakan tidak aman, kemudian dapat dikaji langkah-langkah perbaikan untuk meminimalisir frekuensi kecelakaan kerja pada proses produksi berdasarkan tingkat bahaya dari setiap proses produksi atau kondisi tempat kerja yang memiliki tingkat frekuensi kecelakaan yang tinggi. Tabel 6 menunjukkan tindakan perbaikan berikut yang diterapkan sebagai akibat dari kondisi tidak aman/*unsafe condition*.

Tabel 6. Kondisi Tidak Aman

No.	Kondisi tidak aman	Tindakan Perbaikan	Deadline Pengerjaan
1	Tidak ada <i>safety sign</i> pada area rak/pallet material produk	Melakukan pemasangan <i>safety sign</i> pada area rak atau pallet yang menjadi potensi kecelakaan kerja	25 Januari 2022
2	Penataan material pada rak atau pallet yang tidak rapih.	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan teguran kepada karyawan yang bersangkutan dan memberikan konseling dengan teguran Memasang line penyimpanan barang agar tertata dengan rapi 	1 Februari 2022
3	Penerangan dalam ruangan kurang baik.	Memasang penambahan penerangan pada ruangan yang memiliki tingkat pencahayaan Lux < 100 agar menjadi >200 Lux	3 Februari 2022
4	Kurangnya pemasangan <i>exhause</i> /sistem sirkulasi udara	Memasang penambahan <i>exhause</i> pada area yang sirkulasi udaranya kurang, terutama pada area <i>blending</i> dan <i>dissolver</i>	4 Februari 2022
5	Tidak ada petugas khusus yang ditempatkan untuk membersihkan	Memubuat petugas khusus untuk membersihkan area produksi	6 Februari 2022
6	Lantai jarang dibersihkan	Memubuat petugas khusus untuk membersihkan area produksi	7 Februari 2022
7	Terkena tumpahan cairan panas	<ul style="list-style-type: none"> Memberi jarak aman pada mesin untuk <i>operator</i> Memberikan himbuan atau konseling pada operator karena tidak menggunakan APD yang sudah disediakan. 	9 Februari 2022
8	Lantai pada area penyaringan licin	Memubuat petugas khusus untuk membersihkan area produksi	12 Februari 2022
9	Tidak terdapat penghalang pada jarak aman untuk operator	<ul style="list-style-type: none"> Memberi jarak aman pada mesin untuk <i>operator</i> Memasang <i>safety sign</i> jarak aman untuk <i>operator</i> 	13 Februari 2022
10	Kondisi alat Penyaringan yang kurang layak pakai	Melakukan perbaikan atau modifikasi pada alat penyaringan agar lebih layak untuk digunakan	15 Februari 2022
11	Kondisi APD yang kurang layak pakai	Selalu menyediakan APD yang layak agar dapat digunakan oleh <i>operator</i>	16 Februari 2022
12	Mesin/bak penyaringan tidak terdapat jacketing	Memasang pelindung tangka atau jacket pada bak penyaringan agar panas Bak tidak kontak langsung dengan fisik	17 Februari 2022
13	Mesin/bak <i>blending</i> tidak terdapat <i>jacketing</i>	Memasang pelindung tangka atau <i>jacket</i> pada bak <i>blending</i> agar panas bak tidak kontak langsung dengan fisik	19 Februari 2022

Berdasarkan Tabel 6 bahwa kondisi tidak aman sudah dilakukan tindakan perbaikan oleh tim perbaikan secara internal perusahaan. Upaya Perbaikan Sistem K3 di Perusahaan tersebut berdasarkan analisa dan informasi yang diperoleh oleh penulis, maka didapatkan adanya upaya-upaya perbaikan tambahan yang bertujuan untuk memberikan semangat dan konsistensi kepada semua karyawan.

Kontes keselamatan kerja yaitu divisi produksi bersaing satu sama lain dalam kompetisi keselamatan kerja yang diselenggarakan oleh perusahaan. Kompetisi keselamatan kerja diselenggarakan oleh perusahaan untuk mendorong semua divisi produksi berfungsi sepenuhnya menyadari pentingnya keselamatan di tempat kerja. Jika tidak terjadi kecelakaan kerja, kompensasi akan diberikan kepada divisi yang menang [29].

Pelaksanaan peraturan yaitu program keselamatan diproyeksikan menjadi lebih sukses dengan penerapan undang-undang; sikap keseluruhan terhadap program keselamatan sangat menggembirakan. Untuk mendorong lebih disiplin dalam menjalankan persyaratan keselamatan perusahaan, pekerja diperingatkan akan hukuman, pemecatan sementara, dan pemecatan dalam kasus-kasus tertentu [30].

Lingkungan kerja yaitu pencegahan kebisingan dapat menggunakan alat-alat perlindungan diri yang berupa alat perlindungan pendengaran, seperti: *ear plug*, dan *ear muffs*. Sistem ventilasi operasional meliputi ruangan yang rapi mengacu pada sistem pertukaran udara dari banyak ruangan terhubung yang dibangun dengan filter efisiensi tinggi untuk memasok udara segar sedekat mungkin ke tempat kerja [31]. Langit-langit ruangan atau salah satu dinding tempat *filter* dipasang sebelumnya mungkin masih memiliki lubang pembuangan di dalamnya. Sistem pencahayaan yang dipasang di ruang produksi sebelumnya adalah 65 lux yang tidak sesuai standar pencahayaan dari kementerian kesehatan yaitu sekitar 300 lux. Hasil pengukuran langsung intensitas cahaya pada masing-masing area produksi dengan menggunakan luxmeter bahwa area produksi mendapatkan pencahayaan yang tertinggi yaitu 335 lux.

Hubungan K3 Dengan Produktivitas

Hasil analisis hubungan K3 dengan produktivitas kerja pada produksi selama 3 tahun dapat di lihat pada Tabel 7. Adapun simulasi perhitungan jika diambil contoh tahun 2020 menggunakan rumus (5).

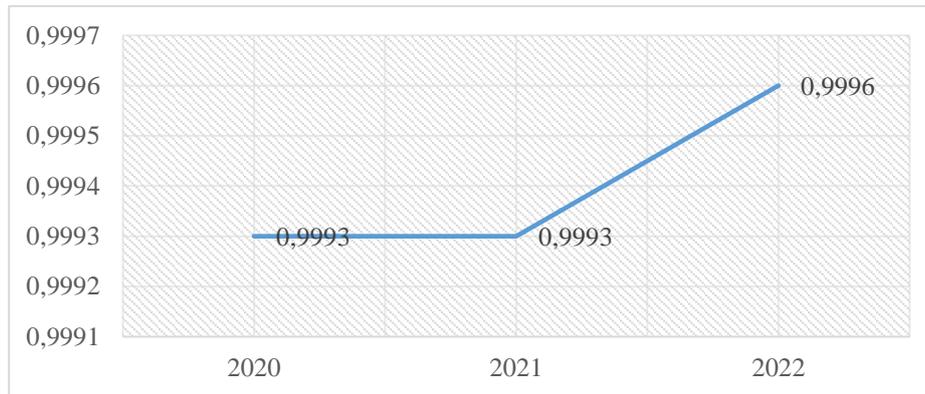
$$\text{Produktivitas (P)} = \frac{253.440 - 176}{253.440} = 0,9993$$

Berdasarkan hasil produktivitas diatas maka batasan pengukuran nilai tertinggi adalah 1,000. Hasil pengukuran tingkat produktivitas (P) selama penelitian 3 tahun berlangsung dapat diketahui pada Tabel 7.

Tabel 7. Data Pengukuran Produktivitas

Tahun	Jumlah Jam Hilang (H) (jam)	Jumlah Jam Kerja (N) (jam)	Tingkat Severity (S)	Produktivitas (P)
2020	176	253.440	694,44	0,9993
2021	160	231.840	690,13	0,9993
2022	88	273.600	321,63	0,9996

Berdasarkan Tabel 7 bahwa hasil analisis hubungan antara K3 dan produktivitas selama tahun 2022, mengungkapkan bahwa produktivitas meningkat sebesar 99,96% dan kehilangan hari kerja berkurang sebesar 88 jam hilang, ketika kecelakaan kerja lebih jarang terjadi. Sehingga dapat didiskusikan bahwa semakin kecil jam hilang kerja dan tingkat SR semakin kecil maka sudah dapat meningkatkan produktivitas karyawan. Hal ini didukung juga oleh penelitian sebelumnya bahwa data kecelakaan kerja berkurang maka tingkat produktivitas karyawan akan meningkat [3]. Adapun secara grafik dapat dilihat pada Gambar 7, agar mudah menganalisa peningkatan nilai Produktivitas (P) tersebut.



Gambar 7. Tingkat Produktivitas Kerja

Tingkat produktivitas kerja karyawan berbanding terbalik dengan tingkat frekuensi dan tingkat keparahan kecelakaan kerja. Semakin rendah tingkat frekuensi dan keparahan kecelakaan akan meningkatkan tingkat produktivitas kerja karyawan, karena karyawan secara pekerjaan terjamin keselamatan kerjanya. Sementara untuk pengukuran Nilai T-Selamat (NTS) dapat dilihat pada Tabel 8 dan Adapun simulasi perhitungan jika diambil contoh tahun 2020 menggunakan rumus (6).

$$\text{Safe T Score (STS)} = \frac{17,25 - 19,73}{19,73} = -0,1257$$

Hasil pengukuran Nilai T-Selamat (NTS) atau *Safe T Score* (STS) selama penelitian berlangsung dapat diketahui pada Tabel 8. Pengukuran NTs didapatkan perbandingan antara nilai F masa kini dibandingkan dengan nilai F masa lampau [20].

Tabel 8. Hasil Pengukuran Nilai T-Selamat (NTS)

Tahun	Nilai T Selamat (Nts)	Keterangan
2021	-0,1257	Membaik
2022	-0,5762	Membaik

Penafsiran nilai *Safe T Score* positif, artinya kondisi kecelakaan kerja disuatu perusahaan menunjukkan keadaan yang memburuk. Sebaliknya, jika angka *Safe T Score* bernilai negatif menunjukkan keadaan keselamatan yang membaik. Hasil penelitian ini menghasilkan STS di bawah -2,00 menunjukkan keadaan yang membaik. Adapun grafik dibawah dibuat agar mudah dimengerti dan dipahami dalam penafsirannya.



Gambar 8. Tingkat Nilai T-Selamat (NTS)

Berdasarkan Gambar 8 bahwa hasil analisis pengukuran NTS atau STS menunjukkan adanya penurunan frekuensi kecelakaan antara tahun 2021 dan 2022. Nilai NTS tahun 2021 sebesar -0,1257, artinya perbandingan nilai tingkat FR tahun 2021 dengan tahun 2020. Sementara nilai NTS tahun 2022 sebesar -0,5762, artinya perbandingan nilai FR tahun 2022 dengan tahun 2021. Sehingga pembahasan penelitian ini sudah terjadi penurunan frekuensi kecelakaan kerja yang terjadi memberikan keadaan yang membaik. Tantangan kedepannya bahwa perusahaan harus dapat menurunkan nilai tingkat FR dengan cara menghilangkan jumlah kecelakaan kerja menjadi *zero accident*, sehingga perusahaan akan mendapatkan profit yang lebih baik.

KESIMPULAN

Pada bagian ini disimpulkan hasil penelitian berdasarkan evaluasi, pengukuran dan analisis yang telah dilakukan di perusahaan bumbu makanan dengan produk saus. Penelitian ini sudah menemukan penyebab akar masalah terjadinya kecelakaan kerja yaitu kelalaian pekerja dalam melakukan pekerjaannya dan banyaknya pekerja yang bekerjanya tidak sesuai *Standard Operasional Procedure* (SOP) dan tidak menggunakan APD yang disediakan oleh perusahaan.

Penelitian ini sudah menghasilkan beberapa analisa dengan menggunakan FTA dimana tingkat FR, SR dan NTs sudah dapat diketahui. Nilai FR sebelum perbaikan dari tahun 2020 sebesar 19,73 dan tahun 2021 sebesar 17,25. Sementara nilai FR sesudah perbaikan pada tahun 2022 sebesar 7,31, artinya ada penurunan frekuensi cidera cacat dari tahun ke tahun (Gambar 1). Sementara untuk hasil pengukuran SR sebelum perbaikan dari tahun 2020 sebesar 694,44 dan tahun 2021 sebesar 690,13. Hasil pengukuran nilai SR sesudah perbaikan pada tahun 2022 sebesar 321,63, artinya tingkat keparahan kecelakaan kerja ada penurunan dari tahun ke tahun (Gambar 2). Penelitian ini juga sudah berhasil meningkatkan produktivitas kerja karyawan dikarenakan rendahnya nilai tingkat FR dan SR setiap tahunnya. Jika dihubungkan dengan NTS maka setiap tahun hubungan antara K3 dan produktivitas sudah membaik dengan hasil produktivitas meningkat sebesar 99,96% dan kehilangan hari kerja berkurang sebesar 88 jam hilang, ketika kecelakaan kerja lebih jarang terjadi. Sementara nilai NTS tahun 2022 sebesar -0,5762, artinya perbandingan nilai FR tahun 2022 dengan tahun 2021 sudah membaik. Maka dari hasil analisa tersebut terdapat hubungan tingkat frekuensi kecelakaan kerja dengan tingkat produktivitas kerja

yang terjadi pada proses produksi. Semakin kecil nilai tingkat FR dan SR kecelakaan kerja maka semakin tinggi hasil produktivitas kerja.

Penelitian selanjutnya peneliti merekomendasikan kepada perusahaan agar SMK3 yang sudah dijalankan dapat diterapkan secara konsisten dan terdokumentasi. Perusahaan harus dapat memberikan motivasi kerja kepada semua karyawan berupa *reward* setiap ada keberhasilan yang disesuaikan dengan target perusahaan yaitu *zero accident*. Sebaiknya perusahaan kedepannya membuat target kepada semua karyawan dengan menggunakan *Key Performance Indicator* (KPI) dalam mengevaluasi hasil kinerja SMK3.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. D. Yuliandi and E. Ahman, "Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Di Lingkungan Kerja Balai Inseminasi Buatan (Bib) Lembang," *J. MANAJERIAL*, Vol. 18, No. 2, pp. 98–109, 2019, doi: 10.17509/manajerial.v18i2.18761.
- [2] H. Kurnia, C. Jaqin, and H. H. Purba, "The PDCA Approach with OEE Methods for Increasing Productivity in the Garment Industry," *J. Ilm. Tek. Ind. J. Keilmuan Tek. dan Manaj. Ind.*, Vol. 10, No. 1, pp. 57–68, 2022, doi: 10.24912/jitiuntar.v10i1.15430.
- [3] Ghika Smarandana, Ade Momon, and Jauhari Arifin, "Penilaian Risiko K3 pada Proses Pabrikasi Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)," *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, Vol. 7, No. 1, pp. 56–62, 2021, doi: 10.30656/intech.v7i1.2709.
- [4] U. Amrina and N. Elisa, "Application of Sustainable Productivity Management In Footwear Companies By Green Manufacturing Approach," *Sainstech J. Penelit. dan Pengkaj. Sains dan Teknol.*, Vol. 29, No. 2, pp. 37–42, 2019, doi: 10.37277/stch.v29i2.336.
- [5] H. Kurnia, A. S. Putra, and D. Sjarifudin, "Pendampingan Sebagai Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja Operator Forklift Terhadap fasilitas Perusahaan Pada bagian Warehouse," *J. Pengabd. Pelitabangsa*, Vol. 3, No. 02, pp. 81–89, 2022, doi: <https://doi.org/10.37366/jabmas.v3i02.1541>.
- [6] H. Manurung, A. Fahri, H. H. Purba, and H. Kurnia, "Accidence Analysis Work with Failure Mode and Effect Analysis Method at Coating Service Industry in Indonesia," *Spektrum Ind. J.*, Vol. 19, No. 2, pp. 135–144, 2021, doi: 10.12928/si.v19i2.20585.
- [7] S. N. Trisaid, "Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Kegiatan Rig Service Menggunakan Metode Hirarc Dengan Pendekatan Fta," *J. Ilm. Tek. Ind.*, Vol. 8, No. 1, pp. 25–33, 2020, doi: 10.24912/jitiuntar.v8i1.6343.
- [8] M.R. Lazuardi, T. Sukwika, and K. Kholil, "Analisis Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode HIRADC pada Departemen Assembly Listrik," *J. Appl. Manag. Res.*, Vol. 2, No. 1, pp. 11–20, 2022, doi: 10.36441/jamr.v2i1.811.
- [9] I. Zulkarnaen, Daonil, and A. Supriadi, "Analisis Pengendalian Mutu pada Proses Produksi Pembuatan Kecap Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Metode Failure Mode Efect Analysis (FMEA)," *J. Ind. Eng. Syst.*, Vol. 1, No. 1, pp. 31–44, 2020, doi: 10.31599/jies.v1i1.177.
- [10] S. Indragiri and T. Yuttya, "Manajemen Risiko K3 Menggunakan Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (Hirarc)," *J. Kesehat.*, Vol. 9, No. 1, pp. 1080–1094, 2020, doi: 10.38165/jk.v9i1.77.
- [11] M.A. Puteri, Harianto, T.J. Saputra, M.A. Simanjuntak, E. Randalangi, A. Salsabila, and A.H.V. Al Farisi, "Analisis Keselamatan Kerja Pada Sistem Pengoperasian Forklift Dan Crane Guna Mencegah Kecelakaan Kerja," *J. Inov. Sains dan Teknol. Kelaut.*, Vol. 3, No. 1, pp. 32–37, 2022.
- [12] S. Aprilia, H. Kurnia, W. T. Setyawan, E. Ashar, and A. Wahyudi, "Peninjauan Keselamatan dan Kesehatan (K3) Terhadap Aktifitas Kerja Karyawan di Berbagai

- Perusahaan Secara Kajian Sisitematik,” *Ind. Xplore*, Vol. 8, No. 2, pp. 203–211, 2023, doi: 10.36805/teknikindustri.v8i1.5102.
- [13] A. A. C. Sudarni and A. D. Wantira, “Pemodelan Persamaan Struktural Variabel Budaya Keselamatan Pada Area Produksi Industri Baja,” *J. Ilm. Tek. Ind.*, Vol. 10, No. 2, pp. 151–160, 2022, doi: 10.24912/jitiuntar.v10i2.16664.
- [14] S. Makhmudah, R. A. Pratama, H. Kurnia, N. F. Zakaria, and A. Nurdin, “Perancangan Sistem Kerja di Berbagai Industri Manufaktur: Kajian Literature Review,” *J. Tek. Ind.*, Vol. 2, No. 1, pp. 51–57, 2021, doi: 10.37366/JUTIN0302.8392.
- [15] K. A. Mkalaf, “Total Productive Maintenance: A Safety Approach to Optimize the Anesthesia Device Outcomes,” *ICITM 2020 - 2020 9th Int. Conf. Ind. Technol. Manag.*, pp. 122–126, 2020, doi: 10.1109/ICITM48982.2020.9080374.
- [16] I. Sofani, Y. Wulandari Tanjung, H. Kurnia, I. P. Ningrum, and R. N. Saputro, “Tinjauan Sistematis Pada Perancangan Sistem Kerja Di Industri Manufaktur Indonesia,” *J. Ind. Eng. Syst.*, Vol. 3, No. 2, pp. 85–92, 2022, doi: 10.31599/jies.v3i2.1695.
- [17] Y. Yusmita, H. Hasanah, R. Guspita, D. Armanda, and M.F. Azzikri, “Penerapan Ergonomi K3 dalam Proses Pengelasan,” *JUTIN*, Vol. 3, No. 2, pp. 19–22, 2020.
- [18] J. D. Fairussihan and Dwisetiono, “Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proses Perbaikan Kapal di PT. Dock Dan Perkapalan Surabaya Menggunakan Metode Hirarc (Hazard Identification, Risk Assessment, And Risk Control),” *Hexag. J. Tek. dan Sains*, Vol. 3, No. 1, pp. 10–16, 2022, doi: 10.36761/hexagon.v3i1.1340.
- [19] J. F. W. Peeters, R. J. I. Basten, and T. Tinga, “Improving failure analysis efficiency by combining FTA and FMEA in a recursive manner,” *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, Vol. 172, No. April 2017, pp. 36–44, 2018, doi: 10.1016/j.ress.2017.11.024.
- [20] Y. Saputra, A. Turseno, and T. H. Saepudin, “Analisa Keselamatan Kerja dengan Pendekatan Fault Tree Analysis di PT. Indotech Mitra Presisi,” *J. InTent*, Vol. 5, No. 2, pp. 1–15, 2022.
- [21] R. A. Imran, J. T. Industri, F. Teknik, and U. J. Soedirman, “Identifikasi hazard Pada Proses Produksi Billet Pada Area Tungku Peleburan Dengan Metode Hirarc (Studi Kasus: PT. XYZ),” *J. Ilm. Tek. Ind.*, Vol. 8, No. 3, pp. 153–160, 2020.
- [22] S. Sarinah, A. O. Putri, and I. Tanjung, “Pengaruh Pelaksanaan Ramp Check Terhadap Keselamatan Penerbangan Di Terminal Ii Bandar Udara Soekarno-Hatta,” *J. Manaj. Bisnis ...*, Vol. 5, No. 1, pp. 79–86, 2018.
- [23] I.K.P. Wiryana Sanjaya and P.E.D. Angga Dana, “Analisa Tingkat Kesehatan Lembaga Perkreditan Desa (LPD) Ditinjau dengan Metode Capital, Assets, management, Earning dan Liquidity (Studi Kasus pada LPD di Kecamatan Kuta),” *KRISNA Kumpul. Ris. Akunt.*, Vol. 9, No. 2, p. 71, 2018, doi: 10.22225/kr.9.2.478.71-76.
- [24] M. Marlee and H. Sulistio, “Analisis Korelasi Faktor Penerapan K3 Terhadap Kinerja Waktu Pada Proyek Konstruksi,” *JMTS J. Mitra Tek. Sipil*, Vol. 1, No. 1, p. 220, 2018, doi: 10.24912/jmts.v1i1.2260.
- [25] J. W. Creswell, *Research-Design Qualitative-Quantitative-and-Mixed-Methods-Approaches Forth Edition*, Fourth Edi. United Kingdom: Sage Publication Ltd, 2014.
- [26] H. Suliantoro, N. Susanto, H. Prastawa, I. Sihombing, and A. Mustikasari, “Penerapan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Fault Tree Analysis (Fta) Untuk Mengukur Efektifitas Mesin Reng,” *J@ti Undip J. Tek. Ind.*, Vol. 12, No. 2, p. 105, 2017, doi: 10.14710/jati.12.2.105-118.
- [27] A. S. Mariawati, A. Umyati, and F. Andiyani, “Analisis penerapan keselamatan kerja menggunakan metode Hazard Identification Risk Assessment (HIRA) dengan

- pendekatan Fault Tree Anlysis (FTA),” *Ind. Serv.*, Vol. 3c, No. 1, pp. 293–300, 2017, [Online]. Available: <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jiss/article/view/2108>
- [28] D. Handoko, I. Soedarso, and S. Sunaryo, “Analisa Pengaruh Keselamatan Dan Kesehtan Kerja(K3) Pada Pekerja Bangunan Grdung Penataan Ruang Kementrian Pekerjaan Umum,” *J. Konstr.*, Vol. 5, No. 2, pp. 19–25, 2014.
- [29] I. Muhammad and I. H. Susilowati, “Analisa Manajemen Risiko K3 Dalam Industri Manufaktur Di Indonesia: Literature Review,” *PREPOTIF J. Kesehat. Masy.*, Vol. 5, No. 1, pp. 335–343, 2021, doi: 10.31004/prepotif.v5i1.1635.
- [30] D. Sihombing, “Implementasi keselamatan dan kesehatan kerja (k3) pada proyek di kota bitung,” *J. Sipil Statik*, Vol. 2, No. 3, pp. 124–130, 2018.
- [31] D. L. Trenggonowati and N. M. Arafiany, “Pengendalian Kualitas Produk Baja Tulungan Sirip 25 dengan Menggunakan Metode SPC di PT. Krakatau Wajatama Tbk.,” *J. Ind. Serv.*, Vol. 3, No. 2, pp. 122–131, 2018.