

Analisis Dan Pengembangan Strategi Mitigasi Risiko Pada Proses Produksi Kayu Lapis (*Plywood*) (Studi Kasus: PT. SLJ Global Tbk)

Andi Deny¹, Anggriani Profita², Suwardi Gunawan³

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Jl. Kuaro Gn. Kelua, Kota Samarinda, Kalimantan Timur, 75119

Email : andideny211299@gmail.com, profita@ft.unmul.ac.id, gunawansuwardi@gmail.com

ABSTRAK

PT. SLJ Global Tbk adalah salah satu pabrik industri kayu yang berada di Kalimantan Timur. Permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan ialah pada bagian proses produksi kayu lapis. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui risiko pada proses produksi kayu lapis pada PT. SLJ Global Tbk, untuk mengetahui tingkat risiko pada proses produksi kayu lapis dengan menggunakan metode FMEA, dan memberikan usulan mitigasi dapat meminimalisir risiko pada proses produksi kayu lapis dengan menggunakan metode TOPSIS. Metode FMEA yang dilakukan dengan cara perkalian antara penilaian *severity*, *occurrence*, dan *detection* pada tiap kode risiko dan alternatif prioritas didapatkan dengan metode TOPSIS yang menggunakan bantuan *microsoft excel*. Hasil risiko kritis yang diperoleh yaitu risiko dengan kode F6 yang memiliki nilai RPN sebesar 252 yaitu *spare part* yang sulit disediakan. Hasil alternatif prioritas yang didapatkan untuk mengatasi risiko kritis adalah mengoptimalkan kinerja *maintenance* (A2) dengan peringkat 1 yang memiliki nilai preferensi (Vi) sebesar 1,000.

Kata kunci: Analisis dan pengembangan, Mitigasi, FMEA, TOPSIS.

ABSTRACT

PT. SLJ Global Tbk is wood industry factory located in Eas Kalimantan. The problem faced by the company is in the plywood production process. The purpose of this study was to determine the risks in the plywood production process at PT. SLJ Global Tbk, to determine the level of risk in the plywood production process using the FMEA method, and provide mitigation proposals to minimize risk in the plywood production process using the TOPSIS method. The FMEA method, which is carried out by multiplying the severity, occurrence, and detection ratings for each risk code and priority alternatives, is obtained using the TOPSIS method using Microsoft Excel. The critical risk results obtained are risks with code F6 which have an RPN value of 252, namely spare parts that are difficult to provide. The priority alternative results obtained for overcoming critical risks are optimizing maintenance performance (A2) with a rating of 1 which has a preference value (VI) of 1.0000.

Keywords: Analysis and development, Mitigation, FMEA, TOPSIS.

Pendahuluan

Berdasarkan hasil pengumpulan data kehutanan triwulanan tahun 2020, jumlah produksi kayu bulat di Indonesia adalah sebesar 61,02 juta m³. Pada tahun 2020, hampir semua spesies kayu bulat berfluktuasi setiap tiga bulan. Produksi kayu bulat pada triwulan kedua adalah 13,87 m³, turun dari produksi pada triwulan pertama (14,58 juta m³). Selain itu, 16,41 juta m³ pada triwulan III dan menurun lagi pada triwulan IV menjadi 16,16 juta meter dari pada triwulan IV. Produksi kayu *log* terbesar adalah akasia sebanyak 32,114 juta m³ (52,63 persen), kayu kelompok rimba campuran sebanyak 20,655 juta m³ (33,85 persen), kayu kelompok meranti sebanyak 4,795 juta m³ (7,86 persen), kayu kelompok indah sebanyak 0,492 juta m³ (0,81 persen), dan kayu kelompok eboni sebanyak 0,001 juta m³ (0,00 persen), sedangkan sisanya kayu lainnya sebanyak 2,961 juta m³ (4,85 persen). Pulau asal tempat kayu *log* dihasilkan dari 61,02 juta m³ produksi kayu *log* Indonesia, sebesar 41,73 juta m³ (68,39 persen) dihasilkan di Pulau Sumatera, sebesar 9,71 juta m³ (15,91 persen) dihasilkan di Pulau Kalimantan, sebesar 7,76 juta m³ (12,72 persen) dihasilkan di Pulau Jawa, sebesar 1,58 juta m³ (2,59 persen) dihasilkan di Pulau Maluku dan Papua, sebesar 0,21 juta m³ (0,34 persen) dihasilkan di Pulau Sulawesi, dan sisanya sebesar 0,02 juta m³ (0,04 persen) dihasilkan di Pulau Bali dan Nusa Tenggara [1].

Bahan produksi kayu *log* utama di pulau Kalimantan menghasilkan 9,68 juta m³ (99,66%). Produk tersebut adalah meranti, akasia dan kelompok rimba campuran. Dengan jumlah produksi kayu yang dihasilkan dari kelompok eboni; 0,00%, kelompok indah; 0,10%, kelompok rimba campuran; 31,72%, akasia; 31,89%, dan kelompok meranti; 36,05%. Produk kayu olahan yang paling banyak dihasilkan di pulau Kalimantan adalah kayu lapis, *chip* dan partikel, kayu gergajian, *vener*, dan papan partikel. Selain yang telah disebutkan, sisanya merupakan kayu olahan lainnya [1].

PT. SLJ Global Tbk adalah salah satu pabrik industri kayu yang berada di Kalimantan Timur. Perusahaan ini bergerak di bidang pengolahan kayu yang komprehensif. Produk yang dihasilkan meliputi jenis seperti kayu lapis kertas, kayu lapis *poliester*, kayu lapis mewah, kayu lapis film dan *blockboard*. Produk utama yang dihasilkan adalah kayu lapis yang terdiri dari 3 dan 5 *ply* (lapisan). Perusahaan ini berorientasi ekspor ke berbagai daerah mancanegara yang meliputi dari negara Jepang, Korea, China, Amerika Serikat dan berbagai negara di benua Eropa. Dalam hal memenuhi kebutuhan produksi terdapat 8 mesin utama yang dipergunakan yaitu *chainsaw*, *rotary*, *dryer*, *composser*, *glue spreader*, *press*, *double saw* dan *sander*.

Permasalahan yang dihadapi oleh perusahaan ialah pada bagian proses produksi kayu lapis yang masih memiliki banyak risiko seperti dari faktor manusia yang kurang disiplin dalam mematuhi jam kerja, faktor mesin seperti *spare part* yang sulit disediakan, faktor metode seperti terjadinya penyimpangan dalam penerapan SOP atau INK, faktor bahan baku seperti mutu yang menurun, dan faktor lingkungan seperti terdapat tumpukan barang yang tinggi di area proses produksi.

Risiko-risiko yang ada dapat dikelola menggunakan pendekatan manajemen risiko, yang merupakan suatu pendekatan sistematis dalam penentuan perbaikan terhadap suatu risiko. Manajemen risiko adalah sarana mengidentifikasi sumber risiko dan ketidakpastian dan dampaknya dapat diperkirakan akan menghasilkan risiko dan mengembangkan respon yang akan terjadi untuk ditanggapi risiko tersebut. Sistem manajemen risiko tidak hanya mengidentifikasi, namun juga menghitung risiko dan dampak pada proyek yang hasilnya apakah risikonya dapat diterima atau tidak[2]–[4]. Dalam manajemen risiko terdapat beberapa tahap meliputi, perencanaan, identifikasi risiko, analisis risiko kualitatif dan kuantitatif, perencanaan respon risiko, serta pengendalian risiko [5].

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi terkait risiko pada proses produksi kayu lapis di PT. SLJ Global Tbk, perlu adanya dilakukan pengelolaan risiko. Untuk itu pada penelitian ini digunakan 2 metode yang terdiri dari metode FMEA dan TOPSIS. Metode FMEA digunakan untuk metode pendukung dari penilaian risiko dan studi identifikasi potensi bahaya. Metode TOPSIS digunakan untuk menganalisis dan melakukan pengambilan keputusan perbaikan pada risiko yang telah diidentifikasi pada proses produksi kayu lapis. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi PT. SLJ Global Tbk dalam hal pengelolaan risiko sehingga dapat meminimalisir risiko pada proses produksi.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan secara kualitatif. Metode yang digunakan untuk analisis dan pengembangan strategi mitigasi risiko pada proses produksi kayu lapis (*plywood*). Data primer dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dari manajer produksi. Adapun teknik pengambilan data-data primer yaitu melalui observasi, wawancara dan kuesioner Adapun data-data yang harus dikumpulkan yaitu data mengenai profil, struktur organisasi perusahaan, data diri manajer produksi, dan literatur-literatur mengenai referensi pengolahan data.

Risiko

Risiko adalah suatu hal yang memiliki ketidakpastian tentang terjadinya suatu peristiwa pada interval waktu tertentu. Peristiwa tersebut menimbulkan kerugian, baik kerugian kecil yang tidak signifikan maupun kerugian besar yang berdampak pada kelangsungan usaha. Risiko umumnya dianggap negatif, seperti kerugian, kerusakan, dan akibat lainnya. Kerugian adalah suatu hal tidak baik yang perlu dipahami dan dikelola organisasi secara efektif. Hal ini menjadi bagian dari strategi mereka untuk nilai tambah dan membantu mereka mencapai tujuan bisnis bersama.

Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah seperangkat kebijakan, prosedur yang dimiliki suatu organisasi yang dapat dikelola, dapat dipantau, dan dikendalikan kemungkinannya pada suatu risiko yang ada. Sistem manajemen risiko tidak hanya untuk mengidentifikasi namun juga harus menghitung risiko dan dampak yang akan muncul pada proyek, hasilnya adalah apakah risikonya dapat diterima ataupun tidak .

Proses Produksi

Proses produksi digunakan untuk mengubah *input* menjadi *output* berkualitas tinggi yang ditentukan oleh manajemen perusahaan. Penetapan standar dan target produksi dalam suatu perusahaan dijadikan pembandingan dengan hasil akhir yang diperoleh. Setiap perusahaan terus meningkatkan proses produksinya sehingga dapat menghasilkan produk berkualitas tinggi dan menjadi daya tarik konsumen, sehingga perusahaan dapat bertahan dalam dunia industri [6].

Proses produksi terdiri dari metode atau kegiatan yang dapat meningkatkan manfaat atau aktivitas. Proses produksi dapat diartikan sebagai kegiatan yang meningkatkan kegunaan produk barang dan jasa yang menggunakan faktor produksi yang ada. Sehingga proses produksi menjadi bentuk kegiatan yang paling penting dalam suatu perusahaan. Dalam proses produksi terdapat beberapa masalah yang dapat dikelompokkan ke dalam kategori utama agar dapat menentukan akar penyebab permasalahan [7].

FMEA (Failure Mode Effect Analysis)

Failure Mode Effect Analysis (FMEA) adalah metode identifikasi dan mencegah kegagalan produk agar *output* yang dihasilkan bisa menyamai standar perusahaan. FMEA juga berfungsi sebagai analisis potensi kesalahan atau kegagalan dalam sistem dan mengidentifikasi potensi untuk menjadi klasifikasi menurut ukuran potensi kegagalan dan pengaruhnya terhadap proses [8]–[13].

$$RPN = S \times O \times D \tag{1}$$

RPN = *Risk Priority Number*

S = *Saverity*

O = *Occurance*

D = *Detection*

Namun jika responden lebih dua orang atau lebih, maka bisa menggunakan rumus berikut (untuk lebih dari 3 responden).

$$RPN = (\sqrt[3]{S1 \times S2 \times S3}) \times (\sqrt[3]{O1 \times O2 \times O3}) \times (\sqrt[3]{D1 \times D2 \times D3}) \tag{2}$$

Kriteria keparahan (*severity*) untuk penilaian risiko [14]–[20], dapat dilihat pada Tabel 1 seperti dibawah ini

Tabel 1. Severity

| Tingkat | Dampak | Deskripsi |
|---------|-----------------------------|--|
| 10 | Berbahaya tanpa peringatan | Kegagalan sistem yang menghasilkan efek sangat berbahaya |
| 9 | Berbahaya dengan peringatan | Kegagalan sistem yang menghasilkan efek berbahaya |
| 8 | Sangat tinggi | Sistem tidak beroperasi |
| 7 | Tinggi | Sistem beroperasi tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh |
| 6 | Sedang | Mengalami penurunan performa sehingga mempengaruhi <i>output</i> |
| 5 | Rendah | Mengalami penurunan kinerja secara bertahap |
| 4 | Sangat rendah | Efek yang kecil pada performa <i>system</i> |
| 3 | Kecil | Sedikit berpengaruh pada kinerja <i>system</i> |
| 2 | Sangat kecil | Efek yang diabaikan pada kinerja <i>system</i> |
| 1 | Tidak ada efek | Tidak ada efek |

Kriteria kejadian (*occurrence*) untuk penilaian risiko [21], dapat dilihat pada Tabel 2 seperti dibawah ini

Tabel 2. Occurrence

| Probabilitas kejadian | Tingkat kejadian | Nilai |
|---|------------------|-------|
| Sangat tinggi dan tidak bisa dihindari | >1 in 2 | 10 |
| | 1 in 3 | 9 |
| Tinggi dan sering terjadi | 1 in 8 | 8 |
| | 1 in 20 | 7 |
| Sedang dan kadang terjadi | 1 in 80 | 6 |
| | 1 in 400 | 5 |
| Rendah dan relatif jarang terjadi | 1 in 2.000 | 4 |
| | 1 in 15.000 | 3 |
| Sangat rendah dan hampir tidak pernah terjadi | 1 in 150.000 | 2 |
| | 1 in 500.000 | 1 |

Kriteria deteksi (*detection*) untuk penilaian risiko dapat dilihat pada Tabel 3.



Tabel 3. Detection

| Deteksi | Kemungkinan terdeteksi | Ranking |
|----------------------|---|---------|
| Hampir tidak mungkin | Tidak ada alat pengontrol saat ini yang dapat mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan | 10 |
| Sanagat jarang | Alat pengontrol saat ini hampir tidak dapat mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan | 9 |
| Jarang | Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan | 8 |
| Sangat rendah | Alat pengontrol memiliki kemampuan sangat rendah dalam mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan | 7 |
| Rendah | Alat pengontrol memiliki kemampuan rendah dalam mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan | 6 |
| Sedang | kemampuan sedang dalam mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan | 5 |
| Agak tinggi | kemampuan agak tinggi dalam mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan | 4 |
| Tinggi | Alat pengontrol memiliki kemampuan tinggi dalam mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan | 3 |
| Sangat tinggi | Alat pengontrol memiliki kemampuan sangat tinggi dalam mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan | 2 |
| Hampir pasti | Alat pengontrol saat ini hampir pasti dapat mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan | 1 |

Tingkat krisis untuk menggambarkan pentingnya potensi atau risiko yang ada. Tingkat krisis termasuk menjelaskan tingkat normal, semikritis dan kritis sebagai berikut:

- 1) Tingkat normal dengan tiga faktor RPN Nilai kurang dari 5 atau jumlah RPN sangat rendah, tidak diperlukan tindakan korektif atau pencegahan, tapi tetap saja dapat dilakukan ($RPN < 70$),
- 2) Tingkat semi-kritis, setidaknya salah satunya dari tiga faktor RPN memiliki nilai lebih besar dari 5 tetapi relatif rendah, di tindakan korektif atau pencegahan dalam situasi ini sangat penting ($70 < RPN < 140$), dan
- 3) Tingkat kritis, yang setidaknya dua pertiga Faktor RPN memiliki nilai tinggi atau nilai yang terlalu tinggi RPN, jadi jelas bahwa di Tindakan korektif diperlukan untuk kondisi ini atau preventif ($RPN > 140$).

TOPSIS (Technology in Data Processing for Order Performance by Similarity to Ideal Solutions)

Metode TOPSIS adalah metode preferensi urutan berdasarkan kemiripannya dengan solusi ideal [22]. Metode ini dikenal sebagai alat yang berguna untuk membantu dalam pengambilan keputusan. Ide dasar dari teknik ini adalah untuk memilih alternatif yang merupakan jarak terpendek dari solusi ideal dan jarak terjauh dari jarak negatif. Adapun langkah-langkah algoritma dari TOPSIS ini adalah sebagai berikut:

- 1) Rangking tiap alternatif

TOPSIS membutuhkan ranking kinerja setiap alternatif A_i pada setiap kriteria C_j yang ternormalisasi yaitu:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \tag{3}$$

dengan $i=1,2,\dots,m$; dan $j=1,2,\dots,n$;

- 2) Matriks keputusan ternormalisasi terbobot

$$y_{ij} = w_i r_{ij} \tag{4}$$

- 3) Solusi ideal positif dan negatif

Solusi ideal positif A^+ dan solusi ideal negatif A^- dapat ditentukan berdasarkan ranking bobot ternormalisasi (y_{ij}) sebagai berikut:

y_j^+ adalah :- $\max y_{ij}$, jika j adalah atribut keuntungan

- $\min y_{ij}$, jika j adalah atribut biaya

y_j^- adalah :- $\max y_{ij}$, jika j adalah atribut keuntungan

- $\min y_{ij}$, jika j adalah atribut biaya

$$A^+ = (y_1^+, y_2^+, \dots, y_3^+) \tag{5}$$

$$A^- = (y_1^-, y_2^-, \dots, y_3^-) \tag{6}$$



4) Jarak dengan solusi ideal

Jarak adalah alternatif A_i dengan solusi ideal positif dirumuskan sebagai:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (y_{ij} - y_i^+)^2}; i=1,2, \dots, m \tag{7}$$

Jarak adalah alternatif A_i dengan solusi ideal negatif dirumuskan sebagai:

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (y_{ij} - y_i^-)^2}; i=1,2, \dots, m \tag{8}$$

5) Nilai Preferensi Untuk Setiap Alternatif

Nilai preferensi untuk setiap alternatif (V_i) diberikan sebagai:

Nilai V_i yang lebih besar menunjukkan bahwa alternatif A_i lebih dipilih.

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} = 1,2, \dots, m \tag{9}$$

BCOR (Benefit, Cost, Opportunity, Risk)

BCOR (*benefit, opportunity cost, dan risk*) dimana pengambilan keputusan merupakan proses berdasarkan pertimbangan yang menguntungkan dan merugikan. Pertimbangan yang menguntungkan disebut sebagai manfaat dan pertimbangan yang merugikan disebut sebagai biaya. Selain itu juga dipertimbangkan adanya kemungkinan positif di masa datang yang disebut peluang dan kemungkinan negatif disebut risiko [23]–[27].

Hasil Dan Pembahasan

Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dengan melakukan wawancara dan kuesioner. Kuesioner yang diambil yaitu kuesioner risiko *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)* dan kuesioner *Technique For Others Reference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)*. Wawancara dan pengisian kuesioner yang dilakukan oleh Manager Factory perusahaan sehingga didapatkan data yang sesuai dengan penelitian yang dilakukan. Karena responden telah berkerja kurang lebih sekitar 40 tahun atau pada tahun 1982. Responden juga memiliki jabatan sebagai Manager Factory atau memiliki tanggung jawab pada bagian produksi di PT SLJ Global Tbk.

Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan setelah mendapatkan data yang dibutuhkan dan pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan metode FMEA dan TOPSIS. Pada tahap pengolahan data menggunakan metode FMEA dilakukan untuk mencari nilai RPN yang nantinya digunakan untuk mengetahui risiko prioritas, termasuk risiko utama untuk setiap faktor risiko dalam proses produksi kayu lapis/*plywood*. Kemudian metode TOPSIS pada tahap pengolahan data digunakan untuk menentukan nilai prioritas strategi untuk memitigasi risiko prioritas yang terdapat pada setiap faktor risiko dalam proses produksi kayu lapis yang telah diperoleh dari pengolahan data FMEA sebelumnya.

Identifikasi Risiko

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang dilakukan didapatkan data identifikasi risiko kegagalan yang terjadi pada proses produksi kayu lapis/*plywood* di PT SLJ Global Tbk. Berdasarkan hasil studi literatur, Kejadian risiko kegagalan yang diamati pada PT SLJ Global Tbk meliputi kejadian risiko yang terjadi pada proses produksi yaitu pada faktor manusia (*man*), faktor mesin (*machine*), faktor metode (*methode*), faktor bahan baku (*material*) dan faktor lingkungan (*environment*). Observasi, dan wawancara yang dilakukan didapatkan data identifikasi risiko kegagalan yang terjadi pada proses produksi kayu lapis/*plywood*.

Penilaian Risiko FMEA

Risiko-risiko yang telah diidentifikasi kemudian dituangkan kedalam kuesioner dan diberikan nilai berdasarkan tingkat keparahan dampak yang dapat terjadi (*severity*), kemudian berdasarkan kemungkinan terjadinya risiko tersebut (*occurrence*) dan berdasarkan bagaimana Manager Factory dapat mengidentifikasi risiko tersebut (*detection*). Pemberian penilaian tersebut mengacu pada skala yang telah ditentukan.



Pengukuran Risiko FMEA

Langkah selanjutnya adalah pengukuran risiko, yaitu risiko dengan menghitung dampak risiko (*severity*), probabilitas terjadinya risiko (*occurrence*) dan hasil deteksi risiko (*detection*) dari nilai RPN risiko. Hitung nilai total RPN untuk setiap kemungkinan kesalahan. Oleh karena itu, jenis kesalahan dan jenis grup proses memiliki prioritas tertinggi. Penentuan nilai RPN didasarkan pada hasil perhitungan yang ditentukan pada Persamaan 1. Hasil perhitungan nilai RPN dapat dilihat pada Tabel 1.

Pemeringkatan Risiko

Setelah menghitung RPN untuk setiap potensi kesalahan, klasifikasi tinggi, sedang dan rendah dapat diprioritaskan berdasarkan nilai RPN. Hasil penilaian risiko ditunjukkan pada Tabel 4.

Penentuan Prioritas Risiko Berdasarkan Rating Risiko

Penentuan prioritas risiko dapat dilihat dari nilai angka prioritas risiko (RPN) yang terdiri dari tiga kategori yaitu kritis, semi-kritis dan normal. Berikut penilaian peringkat risiko berdasarkan SOD pada Tabel 4.

Tabel 4. Penilaian *Rating* Risiko

| Kode | Risiko | S | O | D | RPN | Rating risiko |
|------|---|---|---|---|-----|---------------|
| F6 | Spare part yang sulit disediakan | 6 | 7 | 6 | 252 | Kritis |
| F2 | Risiko proses produksi karena karyawan yang kurang paham dengan SOP dan pengetahuan karyawan yang kurang` | 5 | 5 | 5 | 125 | Semi-kritis |
| F7 | Terjadinya penyimpangan dalam penerapan SOP atau INK | 5 | 5 | 5 | 125 | Semi-kritis |
| F14 | Pada saat hujan dilakukan penghentian pemotongan kayu manual dibagian <i>log pond</i> | 5 | 5 | 5 | 125 | Semi-kritis |
| F1 | Karyawan banyak mengundurkan diri | 6 | 5 | 4 | 120 | Semi-kritis |
| F11 | Terdapat kayu yang tidak direkomendasikan (seperti kayu lunak atau kayu keras) | 4 | 6 | 5 | 120 | Semi-kritis |
| F3 | Karyawan kurang disiplin dalam mematuhi jam kerja | 5 | 4 | 5 | 100 | Semi-kritis |
| F15 | Sampah yang banyak masuk ke bagian kanal | 4 | 5 | 5 | 100 | Semi-kritis |
| F8 | Terjadi kecelakaan dalam kegiatan pengoprasian Mutu yang menurun (seperti ukuran kayu tidak simetris, diameter tidak sesuai, dan adanya lubang dibagian dalam kayu) | 3 | 6 | 5 | 90 | Semi-kritis |
| F10 | Terdapat tumpukan barang yang tinggi disekitar area proses produksi | 5 | 4 | 4 | 80 | Semi-kritis |
| F12 | Pendangkalan pada bagian kanal yang membuat kayu kandas | 5 | 3 | 5 | 75 | Semi-kritis |
| F16 | Tempat yang tertutup (tidak ada aliran udara) | 4 | 4 | 4 | 64 | Normal |
| F13 | Turunnya fokus karyawan dalam bekerja di paruh waktu | 4 | 3 | 5 | 60 | Normal |
| F4 | Mesin tidak dapat mengolah bahan mentah dengan baik | 5 | 3 | 4 | 60 | Normal |
| F5 | Pasang surut air | 4 | 3 | 4 | 48 | Normal |
| F17 | Cara FIFO yang tidak diterapkan dalam antrian kayu <i>log</i> dan WIP | 2 | 3 | 5 | 30 | Normal |

Berdasarkan hasil perhitungan RPN untuk risiko proses produksi kayu lapis/*plywood*, untuk risiko *spare part* yang sulit disediakan memiliki RPN paling tinggi yaitu 252, diantaranya nilai keparahan 6, nilai kejadian 7, dan nilai deteksi 6. Risiko tertinggi ini merupakan risiko yang dijadikan sebagai prioritas risiko yang akan ditindaklanjuti. Oleh karena itu, perlu diidentifikasi strategi terbaik untuk risiko prioritas tersebut sehingga dapat meminimalkan risiko selama proses produksi kayu lapis/*plywood* di PT SLJ Global Tbk. Saat menganalisis risiko prioritas, risiko suku cadang yang sulit dipasok dapat menghambat proses produksi kayu lapis/*plywood*, perlu dipahami potensi dampak kegagalan, potensi penyebab kegagalan, dan deteksi atau pengendalian saat ini. Potensi efek kegagalan, potensi penyebab kegagalan, dan hasil deteksi atau pengendalian arus diperoleh dari hasil wawancara, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 5. Penilaian RPN tertinggi

| <i>Failure mode</i> | <i>potencial effect of failure</i> | S | <i>Potential Cause of Failure</i> | O | <i>Detection/ Current Control</i> | D | RPN |
|---|--------------------------------------|-----|--|-----|---|-----|-----|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) |
| <i>Spare part yang sulit disediakan</i> | - Terhambatnya proses produksi | 6 | - Harga <i>spare part</i> yang mahal | 7 | - Mengoptimalkan mitra kerja - Mengoptimalkan kinerja <i>maintenance</i> | 6 | 252 |
| | -Mesin yang beroperasi tidak optimal | | - Kurangnya ketersediaan <i>spare part</i> | | - Membuat <i>check list</i> perawatan mesin setiap bagian - Memperluas <i>supplier</i> | | |

Setelah memahami potensi dampak kegagalan, potensi penyebab kegagalan, dan deteksi atau pengendalian risiko prioritas saat ini, langkah selanjutnya adalah membuat keputusan strategis dalam mitigasi risiko untuk meminimalkan risiko tersebut.

Pengolahan Data dengan Metode TOPSIS

Pendekatan *Technology in Data Processing for Order Performance by Similarity to Ideal Solutions* (TOPSIS) bertujuan untuk mencari alternatif mitigasi terbaik yang dapat mengurangi atau menghilangkan risiko prioritas dalam proses produksi kayu lapis/*plywood*. *Microsoft Excel* digunakan untuk membantu pengolahan data.

Penentuan Alternatif Strategi Mitigasi Risiko Proses Produksi

Mengidentifikasi alternatif upaya mitigasi berdasarkan hasil nilai RPN dan analisis dampak, penyebab, dan upaya mitigasi yang dilakukan, di mana strategi mitigasi dirancang untuk dilakukan dengan meminimalkan dampak dan penyebab risiko yang diprioritaskan. Strategi mitigasi ditentukan berdasarkan risiko yang diprioritaskan, dan alternatif yang diprioritaskan dipilih dengan menggunakan pendekatan TOPSIS.

Penentuan Bobot Kriteria dan Alternatif

Penentuan bobot kriteria dan alternatif ditentukan oleh responden dengan menggunakan skala yang ditentukan seperti pada Tabel 5 untuk penentuan bobot kriteria BCOR level 1-5.

Tabel 6. Bobot Kriteria

| Kriteria | Bobot | Keterangan |
|-------------------------|--------------|--------------------|
| <i>Benefit</i> (C1) | 3 | Atribut keuntungan |
| <i>Cost</i> (C2) | 4 | Atribut biaya |
| <i>Opportunity</i> (C3) | 4 | Atribut keuntungan |
| <i>Risk</i> (C4) | 3 | Atribut biaya |

Tiga alternatif diidentifikasi untuk mengurangi risiko suku cadang yang sulit dipasok :

- a. Mengoptimalkan tugas pokok dalam waktu pengadaan *spare part* (A1)
- b. Mengoptimalkan kinerja *maintenance* (A2)
- c. Membuat *check list* perawatan mesin setiap bagian (A3)
- d. Memperluas *supplier* (A4)

Tabel 7. Bobot Alternatif

| Alternatif | Kriteria | | | |
|-------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| | C1 | C2 | C3 | C4 |
| A1 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| A2 | 4 | 3 | 4 | 3 |



| | | | | |
|----|---|---|---|---|
| A3 | 4 | 4 | 4 | 5 |
| A4 | 3 | 3 | 3 | 4 |

Pembuatan Matriks Keputusan Ternormalisasi

Pembuatan matriks keputusan ternormalisasi merupakan langkah awal dalam metode TOPSIS, data *rating scale* perlu disubstitusikan dengan kriteria yang digunakan (kriteria BCOR), yang kemudian dihitung menggunakan Persamaan 3. Matriks keputusan berdasarkan risiko suku cadang yang sulit dipasang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 8. Matriks Keputusan Ternormalisasi

| Alternatif | Kriteria | | | |
|------------|----------|--------|--------|--------|
| | C1 | C2 | C3 | C4 |
| A1 | 0,5298 | 0,4575 | 0,4243 | 0,3906 |
| A2 | 0,5298 | 0,4575 | 0,5657 | 0,3906 |
| A3 | 0,5298 | 0,6100 | 0,5657 | 0,6509 |
| A4 | 0,3974 | 0,4575 | 0,4243 | 0,5208 |

Pembuatan Matriks Keputusan Ternormalisasi Terbobot

Pembuatan matriks keputusan ternormalisasi berbobot merupakan langkah kedua dari metode TOPSIS, dimana diperlukan data skala penilaian alternatif untuk kriteria yang digunakan yaitu kriteria BCOR dikalikan bobot kriteria yang telah dinilai responden, matriks keputusan ternormalisasi berbobot menggunakan rumus persamaan 4. Perhitungan matriks keputusan yang dinormalisasi dengan bobot risiko selama produksi suku cadang mesin dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 9. Matriks Keputusan Ternormalisasi Terbobot

| Alternatif | Kriteria | | | |
|------------|----------|--------|--------|--------|
| | C1 | C2 | C3 | C4 |
| A1 | 1,5894 | 1,8300 | 1,6971 | 1,1717 |
| A2 | 1,5894 | 1,8300 | 2,2627 | 1,1717 |
| A3 | 1,5894 | 2,4400 | 2,2627 | 1,9528 |
| A4 | 1,1921 | 1,8300 | 1,6971 | 1,5623 |

Penentuan Matriks Solusi Ideal Positif dan Matriks Solusi Ideal Negatif

Penentuan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif merupakan langkah ketiga dalam metode TOPSIS, yaitu memisahkan data maksimum dan minimum menurut atribut menurut aturan Y_j^+ , yaitu mengambil nilai Y_{ij} maksimum, jika j adalah atribut profit dan $min Y_{ij}$, Jika j adalah atribut *cost*, ambil nilai minimum Y_{ij} untuk Y_j^- , jika j adalah atribut profit dan $max Y_{ij}$, Jika j adalah atribut biaya, gunakan Persamaan 5 dan Persamaan 6 untuk menentukan matriks solusi ideal positif dan negatif. Penentuan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif risiko pada proses produksi suku cadang mekanik ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 10. Nilai Solusi Ideal Positif Dan Negatif

| Alternatif | Kriteria | | | |
|----------------|----------|--------|--------|--------|
| | C1 | C2 | C3 | C4 |
| A ⁺ | 1,5894 | 1,8300 | 2,2627 | 1,1717 |
| A ⁻ | 1,1921 | 2,4400 | 1,6971 | 1,9528 |

Penentuan Jarak Tiap Alternatif dengan Matriks Solusi Ideal Positif dan Matriks Solusi Ideal Negatif

Penentuan jarak antara nilai masing-masing alternatif menggunakan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif merupakan langkah keempat dalam metode TOPSIS menggunakan Persamaan 7 dan Persamaan 8. Pada proses produksi bagian mekanik, jarak antara matriks solusi ideal positif dan negatif dari masing-masing alternatif pada Tabel 10.

Tabel 11. Jarak Tiap Alternatif Dengan Nilai Solusi Ideal Positif Dan Negatif

| Alternatif | D ⁺ | D ⁻ |
|------------|----------------|----------------|
| A1 | 0,5657 | 1,0678 |
| A2 | 0,0000 | 1,2084 |
| A3 | 0,9911 | 0,6913 |



| | | |
|----|--------|--------|
| A4 | 0,7940 | 0,7243 |
|----|--------|--------|

Penentuan Nilai Preferensi

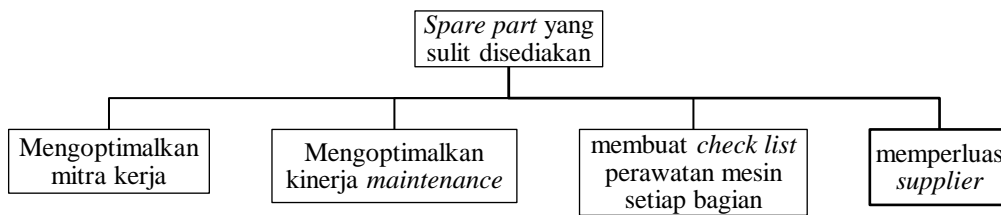
Penentuan nilai preferensi masing-masing alternatif sebagai langkah akhir dari metode TOPSIS dilakukan sesuai Persamaan 9, penentuan nilai preferensi menjadi acuan untuk pemeringkatan alternatif-alternatif yang ada. Penentuan nilai preferensi dan pemeringkatan alternatif berbasis risiko selama pembuatan suku cadang mesin dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 12. Nilai Preferensi Dan Peringkat Alternatif

| Alternatif | Preferensi (Vi) | Peringkat |
|------------|-----------------|-----------|
| A1 | 0,6537 | 2 |
| A2 | 1,0000 | 1 |
| A3 | 0,4109 | 4 |
| A4 | 0,4771 | 3 |

Prioritas Strategi Mitigasi Risiko Proses Produksi

Prioritas strategi pengurangan risiko proses produksi kayu lapis di PT SLJ Global Tbk, kecamatan Loajan, kota Samarinda didapatkan setelah menyelesaikan perhitungan menggunakan metode TOPSIS, dimana strategi mitigasi dipilih sebagai strategi dengan nilai prioritas tertinggi (Vi). Pemilihan strategi mitigasi prioritas ini memiliki satu tujuan yaitu dapat mengurangi penyebab dan dampak yang timbul dari risiko prioritas dengan memaksimalkan upaya mitigasi yang dapat dilakukan dengan kriteria manfaat, biaya, peluang atau persiapan dan risiko dari setiap alternatif. Hasil perhitungan alternatif strategi mitigasi ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 1. Struktur hierarki strategi mitigasi prioritas

Analisis dan Pembahasan

Analisis dan pembahasan merupakan tahap pasca pengolahan data. Pada fase ini, analisis tingkat risiko proses produksi kayu lapis/plywood dan kategori risiko, analisis dampak, identifikasi risiko penyebab dan prioritas, dan analisis risiko dilakukan. Strategi mitigasi dalam proses produksi kayu lapis/plywood.

Analisis dan Pembahasan

Hasil yang didapatkan untuk alternatif strategi mitigasi prioritas pada risiko kritis dengan kode F6 yang memiliki nilai RPN sebesar 252 yaitu spare part yang sulit disediakan adalah mengoptimalkan kinerja maintenance (A2) dengan peringkat 1 yang memiliki nilai preferensi (Vi) sebesar 1,0000, mengoptimalkan mitra kerja (A1) peringkat 2 yang memiliki nilai preferensi (Vi) sebesar 0,6537, memperluas supplier (A4) dengan peringkat 3 yang memiliki nilai preferensi (Vi) sebesar 0,4771, dan membuat check list perawatan mesin setiap bagian (A3) dengan peringkat 4 yang memiliki nilai preferensi (Vi) sebesar 0,4109. Menganalisis kebutuhan suku cadang yang akan diperlukan perusahaan sebelum dilakukan pemesanan agar menjadi lebih efektif. Oleh karena itu, kecepatan, ketepatan, dan ketelitian analisa maintenance merupakan bagian komponen utama dalam pengadaan suku cadang mesin Untuk prioritas risiko (F6) spare part yang sulit disediakan terdapat beberapa alternatif yang diusulkan, dimana setiap alternatif tersebut diberikan peringkat sesuai dengan bobot yang telah dikalkulasikan menggunakan metode TOPSIS melalui bantuan software microsoft excel. Pada alternatif A2 memiliki bobot kriteria sebesar 1,0000. Alternatif A2 memiliki bobot yang paling tinggi dibandingkan alternatif A1, A4, dan A3. Hal ini dikarenakan alternatif A2 memiliki tujuan untuk menganalisis kebutuhan suku cadang yang akan diperlukan perusahaan sebelum dilakukan pemesanan agar menjadi lebih efektif. Maintenance merupakan bagian komponen utama dalam pengadaan suku cadang mesin. Maintenance diharapkan dapat mengoptimalkan kecepatan, ketepatan, dan ketelitian analisa. Alasan lain mengapa alternatif A2 merupakan usulan yang paling diutamakan untuk diterapkan ialah karena kondisi team maintenance disana juga terhitung masih baru terbentuk yaitu sekitar ± 3 bulan, sehingga masih membutuhkan adaptasi dan optimalisasi kinerja khususnya dari aspek komunikasi antara maintenance dengan operator mesin dan karyawan.

Simpulan

Hasil identifikasi risiko didapatkan dari observasi dan wawancara yaitu pada faktor risiko *Man* terdapat karyawan banyak mengundurkan diri (F1), risiko proses produksi karena karyawan yang kurang paham dengan SOP dan pengetahuan karyawan yang kurang (F2), karyawan kurang disiplin dalam mematuhi jam kerja (F3), dan turunnya fokus karyawan dalam bekerja di paruh waktu (F4). Faktor risiko *Machine* terdapat risiko mesin tidak dapat mengolah bahan mentah dengan baik (F5) dan *spare part* yang sulit disediakan (F6). Faktor risiko *Method* terdapat risiko terjadinya penyimpangan dalam penerapan SOP atau INK (F7), terjadi kecelakaan dalam kegiatan pengoperasian (F8), dan cara FIFO yang tidak diterapkan dalam antrian kayu *log* dan WIP (F9). Faktor risiko *Material* Mutu yang menurun (seperti ukuran kayu tidak simetris, diameter tidak sesuai, dan adanya lubang dibagian dalam kayu) (F10) dan Terdapat kayu yang tidak direkomendasikan (seperti kayu lunak atau kayu keras) (F11). Faktor risiko *Environment* terdapat risiko terdapat tumpukan barang yang tinggi disekitar area proses produksi (F12), tempat yang tertutup (tidak ada aliran udara) (F13), pada saat hujan dilakukan penghentian pemotongan kayu manual dibagian *log pond* (F14), sampah yang banyak masuk ke bagian kanal (F15), pendangkalan pada bagian kanal yang membuat kayu kandas (F16), dan pasang surut air (F17).

Berdasarkan dampak, penyebab, dan upaya deteksi yang didapatkan yaitu *spare part* yang sulit disediakan (F6) dengan nilai RPN 252 dan tingkat risiko kritis, risiko proses produksi karena karyawan yang kurang paham dengan SOP dan pengetahuan karyawan yang kurang (F2) dengan nilai RPN 125 dan tingkat risiko semi-kritis, risiko terjadinya penyimpangan dalam penerapan SOP atau INK (F7) dengan nilai RPN 125 dan tingkat risiko semi-kritis, pada saat hujan dilakukan penghentian pemotongan kayu manual dibagian *log pond* (F14) dengan nilai RPN 125 dan tingkat risiko semi-kritis, karyawan banyak mengundurkan diri (F1) dengan nilai RPN 120 dan tingkat risiko semi-kritis, kecacatan bahan baku (kayu growong, tidak simetris) (F11) dengan nilai RPN 120 dan tingkat risiko semi-kritis, karyawan kurang disiplin dalam mematuhi jam kerja (F3) dengan nilai RPN 100 dan tingkat risiko semi-kritis, sampah yang banyak masuk ke bagian kanal (F15) dengan nilai RPN 100 dan tingkat risiko semi-kritis, terjadi kecelakaan dalam kegiatan pengoperasian (F8) dengan nilai RPN 90 dan tingkat risiko semi-kritis, penurunan mutu kayu (F10) dengan nilai RPN 80 dan tingkat risiko semi-kritis, terdapat tumpukan barang yang tinggi disekitar area proses produksi (F12) dengan nilai RPN 75 dan tingkat risiko semi-kritis, tempat yang tertutup (tidak ada aliran udara) (F13) dengan nilai RPN 64 dan tingkat risiko normal, turunnya fokus karyawan dalam bekerja di paruh waktu (F4) dengan nilai RPN 60 dan tingkat risiko normal, mesin tidak dapat mengolah bahan mentah dengan baik (F5) dengan nilai RPN 60 dan tingkat risiko normal, pasang surut air (F17) dengan nilai RPN 48 dan tingkat risiko normal, dan cara FIFO yang tidak diterapkan dalam antrian kayu *log* dan WIP (F9) dengan nilai RPN 30 dan tingkat risiko normal,

Berdasarkan hasil risiko kritis pada proses produksi kayu lapis di PT. SLJ Tbk yang didapatkan yaitu *spare part* yang sulit disediakan (F6) sehingga alternatif mitigasi yang didapatkan menggunakan metode TOPSIS adalah mengoptimalkan kinerja *maintenance* dengan nilai preverensi sebesar 1,000.

Daftar Pustaka

- [1] B. P. Statistik, "Statistik Produksi Kehutanan Statistics Of Forestry Production 2020," *Jakarta Badan Pus. Stat.*, 2021.
- [2] M. Z. Ikhsan, "Identifikasi Bahaya, Risiko Kecelakaan Kerja Dan Usulan Perbaikan Menggunakan Metode Job Safety Analysis (JSA)," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. I, pp. 42–52, 2022.
- [3] S. Balili and F. Yuamita, "Analisis Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja Bagian Mekanik Pada Proyek PLTU Ampana (2x3 MW) Menggunakan Metode Job Safety Analysis (JSA)," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. II, pp. 61–69, 2022.
- [4] I. W. W. Yasa, I. Dharma, and I. G. K. Sudipta, "Manajemen risiko operasional dan pemeliharaan tempat pembuangan akhir (tpa) Regional Bangli di Kabupaten Bangli," *J. Spektran*, vol. 1, no. 2, pp. 30–38, 2013.
- [5] A. Lokobal, M. D. J. Sumajouw, and B. F. Sompie, "Manajemen risiko pada perusahaan jasa pelaksana konstruksi di Propinsi Papua (study kasus di Kabupaten Sarmi)," *J. Ilm. Media Eng.*, vol. 4, no. 2, 2014.
- [6] E. Herlina, F. H. E. Prabowo, and D. Nuraida, "Analisis Pengendalian Mutu dalam Meningkatkan Proses Produksi," *J. Fokus Manaj. Bisnis*, vol. 11, no. 2, pp. 173–188, 2021.
- [7] A. Noerpratomo, "Pengaruh Persediaan Bahan Baku Dan Proses Produksi Terhadap Kualitas Produk Di CV. Banyu Biru Connection," *Almana J. Manaj. dan Bisnis*, vol. 2, no. 2, pp. 20–30, 2018.
- [8] D. Kartika, R. Kuncoro, P. Ayu, N. Pratiwi, and Y. Sukmono, "Pengendalian Risiko Proses Produksi Crude Palm Oil Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dan Fault Tree Analysis (FTA)," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 1, pp. 01–06, 2018.
- [9] M. Rizki *et al.*, "Aplikasi End User Computing Satisfaction pada Penggunaan E-Learning FST UIN SUSKA," *SITEKIN J. Sains, Teknol. dan Ind.*, vol. 19, no. 2, pp. 154–159, 2022, Accessed: Jun. 05,

2022. [Online]. Available: <http://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/sitekin/article/view/14730>.
- [10] A. Anastasya and F. Yuamita, "Pengendalian Kualitas Pada Produksi Air Minum Dalam Kemasan Botol 330 ml Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) di PDAM Tirta Sembada," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. I, pp. 15–21, 2022, doi: <https://doi.org/10.55826/tmit.v1i1.4>.
- [11] A. Wicaksono and F. Yuamita, "Pengendalian Kualitas Produksi Sarden Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Untuk Meminimumkan Cacat Kaleng Di PT. Maya Food Industries," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, pp. 1–6, 2022, doi: <https://doi.org/10.55826/tmit.v1i1.6>.
- [12] A. S. M. Absa and S. Suseno, "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Eq Spacing Dengan Metode Statistic Quality Control (SQC) Dan Failure Mode And Effects Analysis (FMEA) Pada PT. Sinar Semesta," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. III, pp. 183–201, 2022.
- [13] A. Wicaksono and F. Yuamita, "Pengendalian Kualitas Produksi Sarden Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Dan Fault Tree Analysis (FTA) Untuk Meminimumkan Cacat Kaleng Di PT XYZ," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. III, pp. 145–154, 2022.
- [14] A. Kadim, "Penerapan Manajemen Produksi & Operasi di Industri Manufaktur." <http://www.mitrawacanamedia.com>, 2017.
- [15] N. N. Sabila, A. Profita, and Y. Sukmono, "The application of fuzzy FMEA and TOPSIS methods in agricultural supply chain risk management (Case Study: Kabupaten Paser)," *Tek. J. Sains dan Teknol.*, vol. 18, no. 1, pp. 23–35, 2022.
- [16] B. E. Putro and M. Y. A. Aziz, "Analisis penyebab kerusakan mesin produksi kayu lapis," *Performa Media Ilm. Tek. Ind.*, vol. 19, no. 2, 2020.
- [17] S. Supriyo, "Menejmen Risiko Dalam Perfektif Islam," *PROMOSI (Jurnal Pendidik. Ekon.*, vol. 5, no. 1, 2017.
- [18] M. R. Subhan *et al.*, "Analisis Risiko dan Penentuan Strategi Mitigasi Berdasarkan Metode FMEA dan AHP (Studi Kasus: CV. Kurir Kuriran Samarinda)," *J. Tek. Ind.*, vol. 11, no. 3, pp. 216–225, 2021.
- [19] R. Yuniarti, W. Azlia, and U. Fitriana, "Analisis Kelayakan Investasi Penambahan Truk Pada Distributor Semen Dengan Metode AHP dan TOPSIS," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 17, no. 1, pp. 46–55, 2018.
- [20] M. R. Akbar, A. Subekti, and M. R. Dhani, "Identifikasi Bahaya Dengan Menggunakan Metode Fmea Pada Mesin Evaporator Di Pabrik Gula," in *Seminar K3*, 2018, vol. 2, no. 1, pp. 779–782.
- [21] K. J. Rabbani, S. Kameswara, F. A. F. Sitohang, N. F. Maghdalena, A. Profita, and D. K. R. Kuncoro, "Analisis Risiko Dan Mitigasi Risiko Pada Mebel Abi Rodim Dengan Menggunakan Metode FMEA Dan TOPSIS," *Performa Media Ilm. Tek. Ind.*, vol. 20, no. 2, pp. 109–120, 2021.
- [22] S. Sriani and R. A. Putri, "Analisa sistem pendukung keputusan menggunakan metode topsis untuk sistem penerimaan pegawai pada sma al washliyah tanjung morawa," *Algoritm. J. ILMU Komput. DAN Inform.*, vol. 2, no. 1, 2018.
- [23] A. F. Sari, "Perancangan model pengambilan keputusan pemilihan pemasok di perusahaan manufaktur produk farmasi dengan pendekatan ANP BOCR." Universitas Mercu Buana Jakarta-Menteng, 2015.
- [24] F. Fauzi, "Manajemen Resiko Di Tengah Perubahan Model Bisnis Telekomunikasi," *J. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 4, p. 32, 2016.
- [25] Y. Hisprastin and I. Musfiroh, "Ishikawa diagram dan failure mode effect analysis (FMEA) sebagai metode yang sering digunakan dalam manajemen risiko mutu di industri," *Maj. Farmasetika*, vol. 6, no. 1, pp. 1–9, 2021.
- [26] I. Isbandi, "Sistem perawatan dan perbaikan (maintenance) komponen mesin penggiling padi dan penepung type KD-550 HM." DIII Teknik mesin Politeknik Harapan Bersama, 2021.
- [27] S. Sumiyatiningsih and D. Indriawan, "Pengaruh Pengadaan Spare Part Dan Persediaan Spare Part Terhadap Kelancaran Keberangkatan Kapal Milik Pt. Buana Lintas Lautan Tbk," in *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Industri dan Rantai Pasok*, 2021, vol. 2, no. 1, pp. 71–107.