



Analisis Dan Mitigasi Risiko Rantai Pasok Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Di PG. Wringin Anom Situbondo

Muhammad Ilham Sugeng Hamdani[✉], Dira Ernawati
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Jl. Rungkut Madya Surabaya 60294
e-mail: sugengilham7@gmail.com[✉], dira.ti@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Pabrik Gula Wringin Anom (PG. Wringin Anom) merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang produksi gula kristal atau SHA-1A. Kegagalan dalam proses produksi membuat produk jadi yang tidak memenuhi standar seperti warna gula yang tidak putih sempurna, cacatnya bentuk atau ukuran kristal putih, dan tekstur gula yang basah. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi risiko dan memberikan usulan perbaikan untuk meminimalisir terjadinya kegagalan pada suatu aktivitas rantai pasok di PG. Wringin Anom Situbondo. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Penentuan nilai risiko menggunakan FMEA dilihat berdasarkan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Hasil penelitian ini menunjukkan didapatkan 27 kejadian risiko (*risk event*) yang disebabkan oleh 36 penyebab risiko (*risk agent*) dari proses plan, source dan make, serta 4 prioritas risiko yang harus dilakukan sebuah mitigasi agar tidak mengganggu kegiatan rantai pasok di PG. Wringin Anom Situbondo. Keempat prioritas risiko yang termasuk risiko kritis dan akan diberikan usulan perbaikan atau alternatif strategi yang tepat berdasarkan nilai pembobotan. Penelitian ini diharapkan dapat membantu aksi mitigasi risiko yang telah di analisa guna meminimalisir kerugian produksi, kerugian waktu serta penurunan kualitas suatu produk dalam mencapai tujuan perusahaan.

Kata Kunci: FMEA, Mitigasi Risiko, Rantai Pasok

Supply Chain Risk Analysis and Mitigation Using Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Method at PG. Wringin Anom Situbondo

ABSTRACT

Wringin Anom Sugar Factory (PG. Wringin Anom) is a manufacturing company engaged in the production of crystalline sugar or SHA-1A. Failures in the production process result in finished products that do not meet standards such as the color of sugar that is not perfectly white, defects in the shape or size of white crystals, and a wet sugar texture. This study aims to identify risks and provide recommendations for improvements to minimize the occurrence of failures in a supply chain activity in PG. Wringin Anom Situbondo. The method used in this research is Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Determination of the value of risk using FMEA is seen based on the value of severity, occurrence, and detection. The results of this study indicate that there are 27 risk events caused by 36 risk agents from the plan, source and make processes, as well as 4 risk priorities that must be mitigated so as not to disrupt supply chain activities in PG. Wringin Anom Situbondo. The four priority risks include critical risks and will be given recommendations for improvements or appropriate alternative strategies based on weighting values. This research is expected to assist risk mitigation actions that have been analyzed in order to minimize production losses, loss of time and decrease in the quality of a product in achieving company goals.

Keywords: FMEA, Risk Mitigation, Supply Chain



I. PENDAHULUAN

Persaingan bisnis global dari tahun ketahun semakin ketat dengan berbagai macam jenis persaingan usaha. Berbagai usaha yang dilakukan oleh pelaku bisnis adalah menciptakan sebuah produk yang berkualitas untuk memenuhi kepuasan konsumen. Namun, banyak perusahaan yang masih mengalami risiko kegagalan dalam melaksanakan proses produksi. Dalam manajemen rantai pasok, risiko mengacu pada gangguan pada bagian fungsional operasinya yang mengakibatkan proses rantai pasok tidak dikelola dengan baik. Jika gangguan ini diabaikan, maka akan mengakibatkan gangguan pada operasi *supply chain*, yang dapat mempengaruhi produktivitas, efisiensi dan efektivitas operasi *supply chain management* (Sumantika dkk, 2022). Menurut Penelitian Sherina (2021), sebuah perusahaan dituntut dalam memiliki suatu strategi yang tepat agar menciptakan suatu aktivitas rantai pasok yang kompetitif bagi perusahaan (Sherina, 2021).

Pabrik Gula Wringin Anom (PG. Wringin Anom) merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang produksi gula kristal atau SHA-1A. Bahan baku dalam proses pembuatan gula yakni tebu dengan standar bersih, segar, dan manis, lalu digiling dan diolah hingga menjadi produk gula kristal putih yang siap untuk dipasarkan dalam bentuk kemasan 50 kg. Dalam menjalani proses aktivitas bisnis, PG. Wringin Anom memiliki aliran rantai pasok yang kompleks. Kompleksnya tiap stasiun kerja dapat memungkinkan terjadinya kegagalan. Permasalahan yang dihadapi oleh PG. Wringin Anom dan membuat proses produksi terhambat adalah kapasitas giling tidak tercapai dan terbatas. Hal ini disebabkan oleh bahan baku tebu yang tidak terpenuhi, kualitas tebu yang terkadang menurun, keterlambatan dalam penerimaan bahan baku. Kegagalan dalam proses produksi membuat produk jadi yang tidak memenuhi standar seperti warna gula yang tidak putih sempurna, cacatnya bentuk atau ukuran kristal putih, dan tesktur gula yang basah. Keadaan gudang dengan suhu ruang yang terlalu lembap dan karung gula yang bertumpuk dapat memberikan kerusakan pada gula. Risiko-risiko tersebut dapat menyebabkan beberapa kerugian seperti terganggunya proses produksi gula hingga kualitas gula.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi, maka diperlukan sebuah identifikasi risiko yang dapat menimbulkan potensi kegagalan dalam proses rantai pasok. Salah satu model yang dapat digunakan dan membantu dalam identifikasi risiko rantai pasok dengan menggunakan *Supply Chain Operation Reference* (SCOR). Setelah dilakukan pemetaan aktivitas risiko rantai pasok, dilakukan sebuah analisis dan penilaian risiko menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Hasil dari penilaian atau perhitungan risiko dapat menentukan Langkah selanjutnya yakni menentukan strategi yang tepat dalam meminimalkan risiko dengan menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Dengan penelitian yang dilakukan melalui metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) diharapkan perusahaan untuk mempertimbangkan menjadi aspek penting dari identifikasi risiko untuk menentukan prioritas faktor risiko yang mungkin muncul dalam proses rantai pasokan dan menentukan urutan risiko, serta pentingnya strategi manajemen risiko yang tepat untuk pencegahan faktor risiko. Sehingga perusahaan dapat mengurangi risiko dalam rantai pasok dan menetapkan manajemen risiko yang terstruktur.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Supply Chain*

Rantai pasok atau *supply chain* merupakan hubungan antara perusahaan dengan pihak distribusi barang atau jasa dari tempat produksi hingga ke tangan konsumen. Jika dilihat pembagian atau klasifikasi rantai pasok secara horizontal terdapat lima komponen yaitu pemasok, produsen, distributor, pengecer, dan pelanggan. Sedangkan secara vertikal terdapat lima komponen juga yakni pembeli, pengangkut, gudang, penjual dan lain-lain (Leppe & Karuntu, 2019). Terdapat pula tiga komponen utama jaringan rantai pasokan adalah hulu, internal, dan hilir (Apriyani, 2018).

1. *Supply Chain Management*

Supply chain management atau yang biasa disebut juga manajemen rantai pasok adalah suatu pengelolaan bisnis dengan tujuan untuk mendapatkan bahan baku dengan mengubah bahan mentah tersebut menjadi suatu produk jadi, serta mengirimkan hasil produk jadi tersebut ke tangan konsumen. Menurut Heizer dan Render dalam penelitian (Leppe & Karuntu, 2019) berpendapat bahwa manajemen rantai pasokan (*supply chain management*) adalah suatu integrasi dimana suatu bahan berupa barang ataupun jasa, diubah menjadi produk setengah jadi dan selanjutnya mengubahnya kembali menjadi produk jadi serta melakukan pengiriman dari tangan ke tangan. Semua kegiatan yang mencakup pembelian dan *outsourcing*, serta hal-hal lain yang penting antara hubungan pemasok dan distributor. Manajemen rantai pasok termasuk aktivitas dalam mengidentifikasi suatu penyedia jasa, transfer kredit dan tunai, transportasi, hutang piutang, pergudangan pemenuhan pesanan, distributor, informasi, prediksi dan produksi. Dengan tujuan membangun rantai pasokan yang berfokus dalam nilai pelanggan. Oleh karena itu, manajemen rantai pasok sangat penting di setiap fungsi aliran dan bergantung satu sama lain.

2. *Supply Chain Operation Reference (SCOR)*

Supply Chain Operation Reference (SCOR) merupakan salah satu model rantai pasokan yang dapat digunakan untuk merancang, mendeskripsikan dan mengonfigurasi operasi bisnis suatu perusahaan. SCOR memiliki 3 tingkatan atau tiga level yang menggambarkan aliran dari umum ke spesifik. Langkah pertama adalah Langkah tertinggi yang mendefinisikan proses dasar pembelian, produksi, pengiriman dan pengembalian. Level 2 atau tingkatan yang kedua yakni level konfigurasi merupakan tempat rantai pasok mengintegrasikan 30 proses inti yang dimana akan berfungsi sebagaimana mestinya dimasa yang sekarang ataupun mendatang. Terakhir, level 3 juga dikenal sebagai level item proses yang merupakan setiap anggota rantai pasok dapat menentukan setiap item mulai dari input, proses dan output (Pujawan dan Mahendrawanthi, 2017). Proses ini meliputi perencanaan, proses *input source* (sumber, misalnya pengiriman material dari *supplier*), proses konversi *input-output* (produksi, transportasi, distribusi, dan lain-lain). Gudang pengiriman, informasi produk atau jasa dan sistem pembayaran, hingga sebuah produk tersebut digunakan oleh konsumen, serta layanan pengembalian produk atau jasa (Martono, 2015). Model SCOR mencakup indikator, praktik sebagai referensi dan teknologi yang berdampak pada efisiensi pengelolaan dan efisiensi rantai pasok yang optimal (Paul, 2014).

B. *Manajemen Risiko*

Risiko adalah potensi kerugian atau kemungkinan hasil dari interaksi yang sedang berlangsung atau peluang di masa yang akan datang (Failenggo & Sumantika, 2021). Risiko dapat bersifat tidak pasti dan berdampak negative terhadap tujuan yang ingin dicapai. Manajemen risiko sendiri dilakukan dengan tujuan untuk meminimalkan potensi bahaya yang terjadi. Dalam manajemen risiko hal utama yang harus dilakukan adalah identifikasi risiko berupa fisik (Studi dkk, 2018). Menurut Hanggraeni dalam penelitian (Sherina dkk, 2021), risiko adalah kemungkinan kejadian atau kejadian yang dapat menyebabkan kerugian pada bisnis. Dalam alur rantai pasokan, pasti ada risiko yang perlu ditangani. Risiko tersebut dapat menghambat proses bisnis yang sedang berlangsung. Identifikasi risiko adalah upaya yang ditentukan perusahaan untuk mendeteksi potensi risiko yang terjadi, penilaian risiko adalah penilaian potensi risiko, dan pengurangan risiko adalah upaya untuk mengendalikan risiko (Pertiwi dkk, 2019). Oleh karena itu, suatu perusahaan perlu mengetahui faktor-faktor dan risiko yang mungkin timbul dan langkah apa saja dalam mitigasi risiko untuk mengatasi risiko tersebut. Gangguan didalam rantai pasok memiliki dampak negatif yang berjangka Panjang pada bisnis dan perusahaan yang tidak dapat menangani dengan cepat (Jiroyah dkk, 2022).

C. *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)*

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah suatu metode manajemen risiko yang sistematis dan digunakan untuk mengevaluasi serta mendokumentasikan penyebab atau

sebab akibat dari suatu proses kegagalan. FMEA dapat memberikan suatu identifikasi dan evaluasi potensi kegagalan risiko produk atau proses dan segala bentuk kemungkinannya serta Tindakan yang perlu dilakukan untuk mengurangi kecacatan suatu produk (Ridwan dkk, 2019). Peran metode FMEA sendiri digunakan untuk mengidentifikasi risiko kecelakaan sistem, produksi dan lain-lain (Teknologi dkk, 2021). FMEA digunakan untuk menentukan penyebab kerusakan dan memitigasi risiko berdasarkan penilaian kerusakan (Islam dkk, 2020).

Konsep FMEA adalah mendefinisikan indeks keparahan, indeks kejadian dan indeks deteksi. Perhitungan RPN, yang merupakan produk dari tiga peringkat, menunjukkan tingkat risiko kejadian tersebut. Tujuan FMEA adalah menentukan tingkat risiko dari setiap kegagalan yang ada sehingga keputusan dapat dibuat. Penentuan risiko menggunakan metode FMEA meliputi nilai tingkat keparahan (dampak), kemungkinan (probabilitas kegagalan) dan deteksi (seberapa jauh dapat dideteksi). Pengumpulan data dilakukan dengan kuesioner dan dibagikan kepada responden. *Risk Priority Number* (RPN) diperoleh dengan cara mengalikan nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* (Suryaningrat, dkk 2019). RPN merupakan perkalian antara *severity*, *occurrence* dan pengontrolan deteksi (Ardiansyah & Wahyuni, 2019). Semakin tinggi nilai RPN, semakin tinggi pula prioritas risiko (Rinoza dkk, 2021).

D. *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah teori komputasi. Dalam sistem pendukung keputusan ini, Salah satu alat keputusan yang dapat digunakan adalah AHP. Metode ini dapat memecahkan masalah yang sangat kompleks yang dapat disederhanakan dengan mudah dan dapat memfasilitasi setiap keputusan berdasarkan kriteria mendefinisikan, menyusun hirarki, memberikan perbandingan nilai dengan kriteria sampai proses klasifikasi (Yanto, 2021). AHP sendiri digunakan untuk melakukan perhitungan perbandingan skala diskrit dan kontinyu dalam suatu struktur (Ilhamizar, 2018). Perbandingan tersebut dapat mencerminkan preferensi terhadap audience tertentu, sehingga hasil AHP adalah pemikiran berdasarkan pengalaman, pengetahuan, dan objek imajinasi, yang berarti bahwa AHP harus memiliki tingkat konsistensi tertentu agar dapat menjadi dinyatakan sah (Novar, 2018).

III. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif. Pendekatan deskriptif merupakan suatu pendekatan dimana dapat menggali informasi terkait objek atau perusahaan berdasarkan hasil observasi. Kuantitatif merupakan suatu proses ukur yang akan memberikan suatu hubungan dengan hasil pengamatan dan dilakukan dengan cara empiris atau matematis. Penelitian deskriptif kuantitatif merupakan jenis penelitian kuantitatif dengan menggunakan deskriptif observasional. Pada penelitian ini, pengumpulan data didapatkan berdasarkan observasi, wawancara dan kuesioner. serta dilakukan dengan studi literatur yang membahas mengenai metode yang digunakan dalam penyelesaian masalah. Pengolahan data dalam penelitian ini didasarkan pada pengisian kuesioner dengan tujuan mengubah data kualitatif menjadi data kuantitatif. Data kuesioner dikumpulkan berdasarkan wawancara berdasarkan pengetahuan ahli PG. Wringin Anom Situbondo.

Sebelum dilakukannya sebar kuisisioner dan olah data, perlu dilakukannya pemetaan aktivitas bisnis menggunakan model SCOR. Model SCOR ini dapat membantu dalam mengidentifikasi risiko yang terjadi di sebuah perusahaan. Setelah dilakukan pemetaan aktivitas proses *supply chain* dan mengetahui identifikasi risiko perusahaan, maka dilakukan pengolahan data menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Konsep FMEA adalah mendefinisikan indeks keparahan, indeks kejadian dan indeks deteksi. Penentuan tingkat risiko menggunakan FMEA dilakukan dengan mengevaluasi tingkat keparahan (dampak), kejadian (probabilitas kegagalan) dan deteksi (seberapa lama dapat dideteksi). Setelah diperoleh S, O, dan D dilakukan perhitungan nilai *Risk Prioritas Number* (RPN). RPN merupakan skala prioritas risiko yang akan menentukan prioritas risiko terbesar hingga terkecil. *Risk Prioritas Number* (RPN) didapatkan berdasarkan hasil perhitungan dari perkalian nilai *severity*, *occurance* dan

detection. Hasil prioritas risiko yang telah teridentifikasi, dapat menentukan alternatif strategi yang tepat dalam meminimalkan kejadian risiko yang ada menggunakan proses AHP. AHP adalah salah satu alat pengambilan keputusan yang menggunakan banyak variabel dalam proses analisis multi langkah atau bertingkat.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini diperoleh dari wawancara dan *brainstorming* pada pihak perusahaan yang meliputi kegiatan utama dalam rantai pasok, yang kemudian dilakukan penyebaran kuisioner. Wawancara dan pengisian kuisioner dilakukan oleh bidang terkait dengan aktivitas rantai pasok perusahaan yang memiliki kompetensi tinggi dalam hal tersebut General Manajer, Kepala Bidang Tanaman, Kepala Bidang Teknik, Kepala Bidang Pengolahan, Kepala Gudang dan Kepala Bidang QA.

1) Proses Bisnis Pada Rantai Pasok Perusahaan

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, proses bisnis pada aktivitas rantai pasok PG. Wringin Anom memiliki 3 proses dengan SCOR Model, meliputi :

a. Plan

Proses perencanaan (*plan*) ini meliputi seluruh rangkaian proses perencanaan. Mulai dari perencanaan dan pengendalian persediaan, perencanaan dalam memproduksi gula, perencanaan bahan baku, perencanaan kuantitas dan penyesuaian rantai pasok dengan keuangan perusahaan.

b. Source

Proses Pengadaan (*source*) pada penelitian ini adalah proses pengadaan bahan baku utama yaitu tebu yang dipasok dari para petani, serta pengadaan bahan baku yang menunjang kegiatan produksi

c. Make

Proses Pembuatan (*make*) dalam penelitian ini termasuk seluruh rangkaian proses di produksi pembuatan gula, mulai dari proses penggilingan hingga pengemasan.

2) Sistem Produksi

a. Stasiun Gilingan

Tujuan dari stasiun penggilingan adalah untuk memisahkan nira yang masih mentah sebanyak mungkin dari tebu dan mengurangi kadar gula ke tingkat serendah mungkin.

b. Stasiun Ketel

Stasiun ketel berfungsi sebagai penghasil uap yang digunakan sebagai bahan bakar stasiun proses produksi. Bahan bakar yang digunakan untuk memanaskan air pada *boiler* adalah ampas kering hasil stasiun gilingan yang dibawa menggunakan *bagasse*.

c. Stasiun Pemurnian

Pada proses pembersihan nira melalui tahap sulfitasi dengan menambahkan gas SO_2 dan Ca(OH)_2 yang disebut *milk of lime* (susu kapur), dengan tujuan untuk mengendapkan pengotor agar mudah dipisahkan pada proses pemurnian.

d. Stasiun Penguapan

Stasiun penguapan memiliki tujuan utama dalam menguapkan air pada nira, sehingga setelah air tersebut keluar dari badan akhir evaporator diharapkan dapat menjadi nira yang kental. Nira akan diuapkan hingga 4 kali, badan penguapan 1 memanaskan nira encer dari stasiun pemurnian dan selanjutnya dipanaskan dengan badan penguapan 2, setelah itu dipanaskan dengan badan penguapan 3 dan terakhir badan penguapan 4. Dari stasiun ini dihasilkan nira kental.

e. Stasiun Masakan dan Puteran

Selama proses pemasakan, terjadi penguapan sehingga nira yang kental telah menjadi jenuh dan gula yang dihasilkan mengkristal. Dalam menghindari kerusakan pada gula, proses yang terjadi didalam tekanan vakum dengan 60-65 mmHg dan pengaturan suhu sekitar 60-67°C. Dari proses kristalisasi, pada stasiun masakan tersebut diperoleh larutan kristal gula yang disebut *massecuite*, dimana selanjutnya akan diproses lagi pada stasiun

puteran. Stasiun puteran berfungsi untuk memisahkan kristal gula dan larutan sirup dalam *massecuite* dengan cara disaring. Kristal gula dengan diameter lebih besar dari pada diameter lubang pada saringan akan ditahan saat larutan sirup melewati saringan, sehingga kristal gula dapat menempel pada saringan tersebut. Larutan sirup keluar yang telah di saring melalui pemfilteran dan akan jatuh ke dalam tangki.

f. Stasiun Pengemasan

Proses pengemasan pada karung akan diisi gula dan ditimbang dengan berat 50 kg. kemas akan dijahit agar isi produk gula terjaga dengan baik dengan dibantu alat konveyor.

3) Pemetaan Aktivitas Bisnis Berdasarkan SCOR

Pemetaan 3 aktivitas bisnis (*plan, source, make*) disesuaikan berdasarkan kegiatan rantai pasok perusahaan dan didapatkan melalui *brainstorming* dengan departemen terkait (General Manajer, Kepala Bidang Tanaman, Kepala Bidang Teknik, Kepala Bidang Pengolahan, Kepala Gudang dan Kepala Bidang QA). Tujuan dilakukan pemetaan aktivitas rantai pasok ini untuk memudahkan suatu identifikasi risiko rantai pasok sehingga dapat mengetahui dimana suatu risiko dapat berpotensi muncul (Permana dkk, 2019). Berikut merupakan pemetaan aktivitas rantai pasok perusahaan berdasarkan SCOR.

Tabel 1
Pemetaan Aktivitas Rantai Pasok Perusahaan Berdasarkan SCOR

Level 1 <i>Major Success</i>	Level 2 <i>Sub Process</i>	Level 3 <i>Detail Activity</i>
<i>Plan</i>	Perencanaan kapasitas	Merencanakan kapasitas giling yang akan dilakukan
	Perencanaan produksi	Merencanakan proses produksi
<i>Source</i>	Proses Pengadaan bahan baku	Penjadwalan dan pengiriman bahan baku
		Pengecekan kualitas bahan baku yang dikirim pemasok sebelum masuk pabrik
		Penerimaan dan penimbangan bahan baku
		Menyimpan pada Gudang bahan baku/ <i>emplacement</i>
Pemasok		Evaluasi Pemasok
<i>Make</i>	Proses produksi tebu menjadi gula	Proses penggilingan tebu
		Proses pemurnian
		Proses penguapan
Produk jadi		Proses masakan dan puteran
		Pengecekan kualitas produk dari hasil proses produksi
		Pengemasan produk
		Penyimpanan produk di Gudang produk jadi

(Sumber: Data Perusahaan, 2023)

4) Identifikasi Risiko

Tahapan identifikasi risiko dalam penelitian ini didasarkan ruang lingkup SCOR pada aktivitas *plan, resource* dan *make*.

Tabel 2
Kejadian Risiko (*Risk Event*)

<i>Major success</i>	<i>Sub Process</i>	<i>Detail Activity</i>	Ai	Kejadian Risiko
<i>Plan</i>	Perencanaan kapasitas	Merencanakan kapasitas giling yang akan dilakukan	A1	Kapasitas giling tidak tercapai/rendah
			A2	Perubahan mendadak dalam rencana produksi
	<i>Source</i>	Proses Pengadaan bahan baku	Pengecekan kualitas bahan baku yang dikirim pemasok sebelum masuk pabrik	A3
A4				Keterlambatan dalam penerimaan bahan baku
A5				Keterlambatan jadwal panen
A6				Bahan baku yang tidak sesuai dengan standard
A7				Kuantitas bahan baku yang dipesan tidak sesuai
A8	Terjadinya antrian panjang saat penimbangan tebu			

Major success	Sub Process	Detail Activity	Ai	Kejadian Risiko	
Make	Pemasok	Menyimpan pada Gudang bahan baku/ <i>em-placement</i>	A9	Tebu yang dikirim tidak diinspeksi oleh bagian penerima barang	
			A10	Kerusakan bahan baku saat penyimpangan di Gudang	
			A11	Kurangnya komunikasi dan informasi antara pabrik dengan pemasok	
	Proses produksi tebu	Evaluasi Pemasok	Evaluasi Pemasok	A12	Tidak melakukan evaluasi kinerja pemasok
				A13	Kesalahan penggilingan tebu (setelah gilingan terlalu tinggi)
		Proses pemurnian	Proses pemurnian	A14	Terjadinya kecelakaan kerja
				A15	Gangguan bahan bakar pada stasiun ketel
				A16	Kerusakan pada heater
				A17	Korosi pada pipa produksi
				A18	<i>Turbidity</i> (kekeruhan) nira encer di atas ketentuan
				A19	Kinerja evaporator kurang optimal
				A20	Bentuk kristal tidak merata
				A21	Warna gula masih berwarna coklat/kekuningan
Produk jadi	Proses Masakan dan puteran	Pengecekan kualitas produk dari hasil proses produksi	A22	Penurunan kualitas produk selama produksi berlangsung	
			Pengemasan produk	A23	Karung plastik mudah sobek
				A24	Terjadi kesalahan saat proses pengemasan
	A25	Produksi gula di Gudang rusak			
	Penyimpanan produk di Gudang produk jadi	Penyimpanan produk di Gudang produk jadi	A26	Terjadi kerusakan produk saat pemin-dahan ke Gudang	
			A27	Produk gula menumpuk di gudang	

Sumber: Data Perusahaan, 2023

Setelah dilakukan identifikasi risiko perusahaan maka didapatkan 27 kejadian risiko (*risk event*) yang pernah terjadi ataupun sering terjadi dan menimbulkan gangguan dalam kegiatan rantai pasok.

5) Identifikasi Penyebab Risiko

Setelah dilakukan identifikasi risiko dan diketahui risiko-risiko yang muncul pada aktivitas rantai pasok perusahaan, selanjutnya penentuan daftar penyebab risiko yang menjadi dasar munculnya suatu risiko. Berikut daftar penyebab risiko:

Tabel 3
Identifikasi penyebab risiko

Ai	Kejadian risiko (<i>risk event</i>)	Pi	Penyebab risiko (<i>risk agent</i>)
A1	Perencanaan kapasitas giling tidak tercapai/rendah	P1	Perolehan bahan baku tidak terkuasai
		P2	Peningkatan permintaan konsumen yang signifikan
A2	Perubahan mendadak dalam rencana produksi	P3	Terjadinya <i>breakdown</i> atau kerusakan mesin secara mendadak
A3	Keterlambatan jadwal produksi	P4	Terjadinya kerusakan pada bahan baku
A4	Keterlambatan dalam penerimaan bahan baku	P5	Gangguan dalam proses pengiriman
		P6	Terbatasnya SDM dalam tebang angkut
A5	Keterlambatan jadwal panen	P7	Lokasi lahan tebu yang tidak subur
		P8	Perubahan cuaca yang tidak menentu
A6	Bahan baku yang tidak sesuai dengan standard	P9	Kurangnya pengawasan tebang
A7	Kuantitas bahan baku yang dipesan tidak sesuai	P10	Inspeksi penerimaan bahan baku kurang teliti
		P11	Ketersediaan bahan baku pada <i>supplier</i> sedikit
A8	Terjadinya antrian panjang saat penimbangan tebu	P12	Terjadi misskomunikasi dengan <i>supplier</i>
		P13	Terjadi kerusakan alat
A9	Tebu cacat yang dikirim lolos inspeksi oleh bagian penerima barang	P14	Kurangnya ketelitian oleh bagian penerima barang
A10	Kerusakan bahan baku saat penyimpangan di Gudang	P15	Tidak adanya pengecekan rutin yang dilakukan perusahaan
		P16	Fasilitas Gudang penyimpanan tidak memadai
		P17	Penyimpanan terlalu lama
A11	Kurangnya komunikasi dan informasi antara pabrik dengan pemasok	P18	Tidak melakukan koordinasi secara berkala
A12	Tidak melakukan evaluasi kinerja pemasok	P19	Belum adanya ketentuan yang jelas dalam kriteria pemasok
A13		P20	Tidak dilakukan pengecekan secara berkala

Ai	Kejadian risiko (<i>risk event</i>)	Pi	Penyebab risiko (<i>risk agent</i>)
	Kesalahan pengaturan gilingan tebu (setelan gilingan terlalu tinggi)	P21	Tenaga kerja salah dalam pengoperasian mesin
A14	Terjadinya kecelakaan kerja	P22	Tidak menggunakan APD dalam bekerja
A15	Gangguan bahan bakar pada stasiun ketel	P23	Kurang memperhatikan SOP K3 dalam bekerja
A16	Kerusakan pada heater	P24	Kurangnya arahan dari manajemen perusahaan
A17	Korosi pada pipa produksi	P25	Penggunaan yang melebihi kapasitas
A18	<i>Turbidity</i> (kekeruhan) nira encer diatas ketentuan	P26	<i>Preventive maintenance</i> kurang maksimal
A19	Kinerja evaporator kurang optimal	P27	Tidak tersaringnya ampas tebu secara bersih
A20	Bentuk kristal tidak merata	P28	Kebersihan evaporator tidak terjaga
A21	Warna gula masih berwarna coklat/kekuningan	P29	Bahan baku (bibit) kurang rata
A22	Penurunan kualitas produk selama produksi berlangsung	P30	Kerusakan pada alat puteran
A23	Karung plastik mudah sobek	P31	Bahan baku yang rusak karena proses produksi
A24	Terjadi kesalahan saat proses pengemasan	P32	Proses penjahitan karung tidak dilakukan dengan benar
A25	Produksi gula di gudang rusak	P33	Kurang teliti atau fokus dalam bekerja
A26	Terjadi kerusakan produk saat pemindahan ke Gudang	P34	Penataan gula digudang kurang baik
A27	Produk gula menumpuk di Gudang	P35	Terjadi kecelakaan kerja saat pemindahan berlangsung
		P36	Ruang gudang yang kurang luas

Sumber: Data Perusahaan, 2023

Setelah dilakukan identifikasi penyebab risiko yang ada di perusahaan maka didapatkan 36 penyebab risiko (*risk agent*) yang menyebabkan perusahaan mengalami kegagalan atau masalah dalam kegiatan rantai pasok.

B. Penyusunan dan Penyebaran Kuesioner

Kuesioner dibuat berdasarkan hasil identifikasi risiko dalam pemetaan proses bisnis rantai pasok perusahaan dengan tujuan untuk mendapatkan tingkat keparahan dampak kejadian risiko, tingkat peluang kemunculan penyebab risiko dan deteksi kegagalan risiko perusahaan. Kuesioner AHP adalah perbandingan berpasangan dari beberapa risiko yang memberikan skala dengan tingkat akurasi tinggi untuk menentukan bobot paling tinggi.

C. Pengolahan Data

Pada tahap pengolahan data ini, dilakukan pengolahan yang diperoleh dari para responden untuk melakukan penilaian terhadap *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Setelah didapatkan nilai dari kuesioner tersebut hasilnya kemudian akan menjadi dasar dalam proses analisis risiko dan penanganan risiko pada metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) serta *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

1) Hasil Perhitungan Metode FMEA

Berdasarkan hasil kuesioner nilai *severity* (S), *occurrence* (O) dan *detection* (D) maka akan beralih dengan perhitungan nilai RPN dari data risiko yang ada. Hasil dari perhitungan RPN dapat dilihat pada dibawah ini:

Tabel 4
Pengolahan data FMEA hasil kuesioner

Ai	Kejadian risiko	S	O	D	RPN	Peringkat
A1	Kapasitas giling tidak tercapai/rendah	8	7	6	336	1
A2	Perubahan mendadak dalam rencana produksi	1	4	3	12	24
A3	Keterlambatan jadwal produksi	2	4	2	16	20
A4	Keterlambatan dalam penerimaan bahan baku	6	7	4	168	4
A5	Keterlambatan jadwal panen	3	3	3	27	11
A6	Bahan baku yang tidak sesuai dengan standard	2	5	3	30	10
A7	Kuantitas bahan baku yang dipesan tidak sesuai	4	4	2	32	9
A8	Terjadinya antrian panjang saat penimbangan tebu	3	2	3	18	16
A9	Tebu yang dikirim tidak diinspeksi oleh bagian penerima barang	3	3	5	45	5
A10	Kerusakan bahan baku saat penyimpanan di Gudang	3	2	2	12	25
A11	Kurangnya komunikasi dan informasi antara pabrik dengan pemasok	3	3	3	27	12
A12	Tidak melakukan evaluasi kinerja pemasok	4	3	3	36	7
A13	Kesalahan penggilingan tebu (setelah gilingan terlalu tinggi)	3	2	3	18	17
A14	Terjadinya kecelakaan kerja	2	3	3	18	18
A15	Gangguan bahan bakar pada stasiun ketel	2	2	2	8	27

Ai	Kejadian risiko	S	O	D	RPN	Peringkat
A16	Kerusakan pada heater	2	4	3	24	13
A17	Korosi pada pipa produksi	2	4	5	40	6
A18	Turbidity (kekeruhan) nira encer diatas ketentuan	2	2	4	16	21
A19	Kinerja evaporator kurang optimal	2	3	2	12	26
A20	Bentuk kristal tidak merata	2	2	4	16	22
A21	Warna gula masih berwarna coklat/kekuningan	3	2	3	18	19
A22	Penurunan kualitas produk selama produksi berlangsung	3	4	2	24	14
A23	Karung plastik mudah sobek	3	4	2	24	15
A24	Terjadi kesalahan saat proses pengemasan	5	7	6	210	2
A25	Produksi gula di gudang rusak	5	7	5	175	3
A26	Terjadi kerusakan produk saat pemindahan ke Gudang	2	4	2	16	23
A27	Produk gula menumpuk di Gudang	4	3	3	36	8
	Total				1414	
	Rata-rata				52,37	

Sumber: Data Primer diolah, 2023

Berdasarkan tabel diatas dengan memiliki 27 kejadian risiko, terdapat nilai rata-rata nilai RPN sebesar 52,37 yang merupakan nilai kritis RPN. Langkah selanjutnya adalah memberikan peringkat pada setiap nilai RPN yang dimulai dari RPN tertinggi ke terendah. Hasil peringkat menunjukkan terdapat 4 risiko tertinggi yang memiliki nilai RPN tertinggi berdasarkan risiko kritis. 4 risiko tersebut menjadi risiko kritis dan prioritas yang harus ditangani agar kegagalan tidak terjadi secara terus menerus. Risiko dengan nilai tertinggi pertama adalah kapasitas giling tidak tercapai/rendah dengan nilai RPN sebesar 336, risiko kedua yakni adalah terjadi kesalahan saat proses pengemasan dengan nilai RPN sebesar 210, risiko ketiga adalah produksi gula di gudang rusak dengan nilai RPN sebesar 175, dan risiko keempat adalah keterlambatan dalam penerimaan bahan baku dengan nilai RPN sebesar 168. Daftar 4 prioritas risiko tersebut yang akan digunakan dalam *Analytical Hierarchy Process (AHP)*.

2) *Analytical Hierarchy Process (AHP)*

a. Penyusunan Strategi Manajemen Risiko PG. Wringin Anom

Tabel 5
Alternatif Strategi Risiko PG. Wringin Anom

Strategi Manajemen Risiko					
Kejadian Faktor Risiko					
Kapasitas giling tidak tercapai/rendah	Keterlambatan dalam penerimaan bahan baku	Produksi gula di gudang rusak	Terjadi kesalahan saat proses pengemasan		
Alternatif Strategi					
1. Mengadakan ekspansi lahan tanam (A1)	1. Bekerja sama dengan pihak penyedia jasa pengiriman (B1)	1. Pengecekan produk gula secara berkala dan menyeluruh (C1)	1. Evaluasi kinerja karyawan (D1)		
2. Penyesuaian peralatan dan proses (A2)	2. Melakukan evaluasi kerja pada pemasok (B2)	2. Pengaturan tata letak di gudang perlu diperhatikan (C2)	2. Penyempurnaan dan penegasan terhadap SOP kerja (D1)		
3. Penambahan supplier cadangan bahan baku (A3)					

Sumber: Data Perusahaan, 2023

Dalam penelitian dapat diamati bahwa level atas memiliki tujuan utama berupa strategi manajemen risiko, level kedua memiliki kriteria berupa faktor risiko dan level ketiga memiliki subkriteria berupa alternatif strategi.

b. Perhitungan AHP

Dari data hasil kuisioner perbandingan berpasangan dibuatlah tabel perbandingan matriks berpasangan. Dengan memasukkan nilai masing-masing KPI maka diperoleh perbandingan berpasangan setiap faktor resiko. Hasil setiap faktor risiko secara lengkap ditampilkan pada tabel dibawah ini, yaitu :

	A1	A2	A3	B1	B2
A1	1	2	3	1	3
A2	0,5	1	2	0,33	1
A3	0,33	0,5	1	1,33	4
Jumlah	1,833	3,5	6		

	C1	C2		D1	D2
C1	1	2	D1	1	4
C2	0,5	1	D2	0,25	1
Jumlah	1,5	3	Jumlah	1,25	5

Sumber: Data primer diolah,2023

Setelah mendapatkan matriks perbandingan berpasangan masing-masing faktor risiko akan dilakukan pembobotan yang dilanjutkan dengan pencarian *vaktor eigen*, *alpha max*, *consistency index* (CI) dan terakhir *consistency ratio* (CR) untuk mengetahui apakah bobot yang telah didapatkan dikatakan konsisten atau tidak. Matriks dikatakan konsisten apabila nilai $CR \leq 0,1$. Untuk perhitungan proses AHP secara lengkap dapat dibaca pada lampiran. Berikut adalah tabel hasil perhitungan bobot AHP beserta keterangannya.

Tabel 7
Hasil Pembobotan menggunakan AHP

Faktor Risiko	Xi	Alternatif Strategi Penanganan Risiko	Bobot
Kapasitas giling tidak tercapai/rendah	A1	Mengadakan ekspansi lahan tanam	0,54
	A2	Penyesuaian peralatan dan proses	0,3
	A3	Penambahan supplier bahan baku	0,16
Keterlambatan dalam penerimaan bahan baku	B1	Bekerja sama dengan pihak penyedia jasa pengiriman	0,75
	B2	Melakukan evaluasi kerja pada pemasok	0,25
Produksi gula di gudang rusak	C1	Pengecekan produk gula secara berkala dan menyeluruh	0,67
	C2	Pengaturan tata letak gudang perlu diperhatikan	0,33
Terjadi kesalahan saat proses pengemasan	D1	Evaluasi kinerja karyawan	0,8
	D2	Penyempurnaan dan penegasan terhadap SOP kerja	0,2

Sumber: Data Primer diolah, 2023

D) Hasil Pembahasan

Pada kegiatan rantai pasok di PG. Wringin Anom ini memiliki aliran rantai pasok yang kompleks. Dengan tahap awal melakukan pemetaan aktivitas rantai pasok menggunakan SCOR yakni *Plan*, *Source* dan *Make* untuk membantu dalam mengidentifikasi kejadian risiko yang terjadi. Setelah melakukan pemetaan menggunakan SCOR, didapatkan sebuah identifikasi risiko yakni sebanyak 27 risiko. Metode FMEA merupakan metode yang bisa digunakan untuk mitigasi risiko di suatu perusahaan. Melakukan penyebaran kuesioner pada pihak yang ahli dalam bidangnya dengan tujuan mendapatkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dengan melihat nilai *severity*, *occurrence* dan *detection*. Pada tahap awal pengecekan hasil kuesioner risiko, hasil kuesioner akan dimasukkan pada tabel perhitungan RPN dimana dalam tabel tersebut RPN dihitung dengan cara mengkalikan hasil S, O, dan D. RPN yang telah didapatkan akan dijumlah dan dihitung rata-rata nya lalu dibuatlah sistem perangkingan dimana risiko yang memiliki RPN paling besar menjadi peringkat tertinggi dan risiko yang memiliki RPN terkecil akan menjadi peringkat terendah.

Berdasarkan peringkat perhitungan RPN terdapat risiko yang memiliki nilai RPN tertinggi adalah kapasitas giling tidak tercapai dengan nilai RPN sebesar 336 dan nilai RPN terendah adalah gangguan bahan bakar pada stasiun ketel dengan nilai RPN sebesar 8. Dengan total nilai 1414 dan rata-rata 52,37 maka dipilihlah daftar 4 besar risiko kritis atau prioritas risiko. Hasil 4 besar risiko kritis yang telah didapatkan, maka dilakukan

penyusunan strategi manajemen risiko dengan tujuan memberikan beberapa alternatif strategi yang nantinya tepat untuk dipilih. Faktor risiko yang pertama yaitu kapasitas giling tidak tercapai memiliki 3 alternatif strategi penanganan risiko yaitu mengadakan ekspansi lahan tanam (A1), Penyesuaian peralatan dan proses (A2) dan penambahan *supplier* bahan baku (A3). Pada faktor risiko keterlambatan dalam penerimaan bahan baku memiliki 2 alternatif strategi penanganan risiko yaitu bekerja sama dengan pihak penyedia jasa pengiriman (B1) dan melakukan evaluasi kerja pada pemasok (B2). Pada faktor risiko produksi gula di gudang rusak memiliki 2 alternatif strategi penanganan risiko yaitu pengecekan produk gula secara berkala dan menyeluruh (C1) dan pengaturan tata letak di gudang perlu diperhatikan (C2). Pada faktor risiko terjadi kesalahan saat proses pengemasan memiliki 2 alternatif strategi penanganan risiko yaitu evaluasi kinerja karyawan (D1) dan penyempurnaan dan penegakan terhadap SOP kerja (D2).

Hasil perhitungan pembobotan tersebut, dipilih 1 alternatif yang tepat dalam menangani risiko yang terjadi. Pada faktor risiko kapasitas giling tidak tercapai/rendah dipilih alternatif strategi yaitu mengadakan ekspansi lahan tanam karena memiliki nilai bobot lebih tinggi sebesar 0,54. Pada faktor risiko keterlambatan penerimaan bahan baku dipilih alternatif strategi yaitu bekerja sama dengan pihak penyedia jasa pengiriman karena memiliki nilai bobot lebih tinggi sebesar 0,75. Pada faktor risiko produk gula rusak di gudang dipilih alternatif strategi yaitu pengecekan produk gula secara berkala dan menyeluruh karena memiliki nilai bobot lebih tinggi sebesar 0,67. Pada faktor risiko terjadinya kesalahan saat pengemasan dipilih alternatif strategi yaitu evaluasi kinerja karyawan karena memiliki nilai bobot lebih tinggi sebesar 0,8.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan pada penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pemetaan aktivitas bisnis menggunakan SCOR didapatkan 27 kejadian risiko (*risk event*) yang disebabkan oleh 36 penyebab risiko (*risk agent*) dari proses *plan*, *source* dan *make*. Hasil identifikasi risiko tersebut selanjutnya digunakan untuk menentukan nilai RPN. Menurut Penelitian Suryaningrat, 2019 mengatakan nilai *Risk Priority Number* (RPN) diperoleh dengan cara mengalikan nilai *severity*, *occurrence* dan *detection*. Nilai RPN yang telah di hitung selanjutnya diperingkatkan berdasarkan nilai tertinggi ke terendah, sehingga didapatkan 4 prioritas risiko yang harus dilakukan sebuah mitigasi agar tidak mengganggu kegiatan rantai pasok di PG. Wringin Anom Situbondo. Keempat prioritas risiko yang termasuk risiko kritis dan akan diberikan usulan perbaikan atau alternatif strategi yang tepat berdasarkan nilai pembobotan. Pada faktor risiko kapasitas giling tidak tercapai/rendah dipilih alternatif strategi yaitu mengadakan ekspansi lahan tanam. Faktor risiko keterlambatan penerimaan bahan baku dipilih alternatif strategi yaitu bekerja sama dengan pihak penyedia jasa pengiriman. Faktor risiko produk gula rusak di gudang dipilih alternatif strategi yaitu pengecekan produk gula secara berkala dan menyeluruh. Faktor risiko terjadinya kesalahan saat pengemasan dipilih alternatif strategi yaitu evaluasi kinerja karyawan.

PUSTAKA

- Apriyani, D., Nurmalina, R dan Burhanuddin. (2018). Evaluasi Kinerja Rantai Pasok Sayuran Organik Dengan Pendekatan Supply Chain Operation Reference (SCOR). *Jurnal Ilmiah Manajemen*, 8(2), 312 – 335. [dx.doi.org/10.22441/mix.2018.v8i2.008](https://doi.org/10.22441/mix.2018.v8i2.008)
- Ardiansyah, N., & Wahyuni, H. C. (2019). Analisis Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode FMEA dan Fault Tree Analisis (FTA) Di Exotic UKM Intako. *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, 2(2), 58. <https://doi.org/10.21070/prozima.v2i2.2200>
- Failenggo, E. & Sumantika A. (2021). Analisis Risiko Pada Proses Produksi Pabrik Tahu Kharisma. *Jurnal Comasie*, 5(4), 30-39. <http://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/comasiejournal>
- Grover, A. K., & Dresner, M. (2022). A Theoretical Model on How Firms Can Leverage Political Resources to Align with Supply Chain Strategy for Competitive Advantage. In *Journal of Supply Chain Management*. <https://doi.org/10.1111/jscm.12284>
- Islam, S.S., Lestari, T., Fitriani, A., Wardani, D.A. (2020). Analisis Preventive Maintenance Pada Mesin Produksi dengan Metode Fuzzy FMEA. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 8(1), 1-8. <http://dx.doi.org/10.30996/heuristic.v17i2.4648>
- Jiroyah, Fakhma Nur Muflahah. (2022). Integrasi Model SCOR Dan House Of Risk Untuk Menentukan Mitigasi Risiko *Supply Chain Management* Pada Proses Produksi (Studi Kasus Di Cv. Ar Rouf). *Jurnal Industri&Teknologi Samawa*, 3(2), 101–109
- Leppe, E.P. dan Karuntu, M. (2019). Analisis Manajemen Rantai Pasokan Industri Rumahan Tahu Di Kelurahan Bahu Manado. *Jurnal Emba*, 7(1), 201 – 210. <https://doi.org/10.35794/emba.v7i1.22347>
- Martono, R. (2015). *Manajemen Logistik Terintegrasi*. PPM Manajemen, Jakarta.
- M. A. Ilhamizar, A. Y. Ridwan and M. D. Akbar. (2018). Perancangan Sistem Monitoring Kinerja Distribusi Produk Beras Menggunakan Metode SCOR Dan AHP Pada Bulog Subdivre Bandung. 5(3), 6904.
- M. F. Novar, A. Y. Ridwan dan B. Santosa. (2018). SCOR and AHP Based Monitoring Dashboard to Measure Rice Sourcing Performance at Indonesian Bureau of Logistics. 1-6. <https://doi.org/10.1109/TSSA.2018.8708814>
- Paul J. (2014). *Panduan penerapan tranformasi rantai suplai dengan metode SCOR*. Jakarta (ID): Penerbit PPM.
- Permana, R.A., Ridwan, A.Y., Yulianti, F. (2019). Perancangan Sistem Monitoring Ketahanan Pangan Dan Mitigasi Risiko Distribusi Beras Menggunakan Metode FMEA Dan AHP Pada Bulog Subdivre Bandung. *Proceedings of Engineering*, 6(2), 1-9.
- Pertiwi, P., Nurhantari, Y., & Budihardjo, S. (2019). Hazard identification, risk assesment and risk control serta penerapan risk mapping pada rumah sakit hewan Prof. Soeparwi Universitas Gadjah Mada. *Berita Kedokteran Masyarakat*, 35(2), 55. <https://doi.org/10.22146/bkm.42376>
- Pujawan IN, Mahendrawathi. (2017). *Supply chain management*. Edisi ke 3. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Putri, I. N. (2020). Analisis Risiko Kegagalan Produk Mempengaruhi Kualitas Pelayanan Menggunakan House Of Risk Dan Supply Chain Operations Reference. *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, 2(1), 19. <https://doi.org/10.30998/joti.v2i1.4049>
- Ridwan, A., Ferdinant, P.F., Laelasari, N. (2019). Simulasi Sistem Dinamis Dalam Perancangan Mitigasi Risiko Pengadaan Material Alat *Excavator* Dengan Metode FMEA Dan *Fuzzy* AHP. *Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 5(1), 51-56. <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jwl>
- Sherina, A. E. (2021). Usulan Perancangan Mitigasi Risiko Rantai Pasok Menggunakan Metode House of Risk (Studi Kasus pada UKM Maketees). *Teknik Industri*, Universitas Islam Indonesia.
- Studi, P., Industri, T., Teknik, F., Kudus, U. M., Lingkar, J., Gondangmanis, U., Kudus, B., & Tengah, J. (2018). ANALISIS RESIKO MUSCULOSKELETAL DISORDER. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri. Teknik Industri*, 3(2), 97–10.
- Suryaningrat, I.B., Febriyanti, W. & Amilia, W. (2019). Identifikasi Risiko Pada Okra Menggunakan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) Di PT. Mitratani Dua Tujuh Di Kabupaten Jember. *Jurnal Agroteknologi*, 13(1), 26-27.
- Sumantika, A., Susanti E. & Tarigan. (2022). Analisis Rantai Pasok Berbasis *Supply Chain Operation Reference* (SCOR) Pada Usaha Tahu Kota Batam. *Jurnal Inovasi Penelitian*, Vol. 03, No. 01, hal 4265-4272. <https://doi.org/10.47492/jip.v3i1.1631>
- Rinoza, M., Junaidi, Ahmad, F., & Kurniawan. (2021). Analisa RPN (Risk Priority Number) Terhadap Keandalan Komponen Mesin Kompresordouble Screw Menggunakan Metode FMEA di Pabrik Semen PT. XYZ. *Buletin Utama Teknik*, 17(1), 34–40. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/but/article/view/4311/3087>
- Teknologi, D., Pertanian, I., Pertanian, F. T., Mada, U. G., & No, J. F. (2021). Mitigasi Risiko pada Industri Pengalengan Gudeg Risk Mitigation at Industrial Canning Gudeg. *41(2)*, 107–123. <https://doi.org/10.22146/agritech.35704>
- Yanto, M. (2021). Sistem Penunjang Keputusan Dengan Menggunakan Metode AHP Dalam Seleksi Produk. *Jurnal Teknologi dan Informasi Bisnis*, 3(1), 1-8. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v3i1.161>