

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di PTPN IX Kebun Jolotigo yang berlokasi di Desa Jolotigo, Kecamatan Talun, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah. Kegiatan ini dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2017. Pengolahan data dilaksanakan di laboratorium Manajemen Agroindustri, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya.

3.2 Batasan Masalah

Batasan penelitian adalah membatasi atau meringkas permasalahan permasalahan yang akan diambil dalam melakukan penelitian. Penelitian ini memiliki beberapa batasan permasalahan yang bertujuan agar penelitian tidak menyimpang terlalu jauh dari permasalahan yang akan diteliti agar lebih intensif dan efisien. Batasan permasalahan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

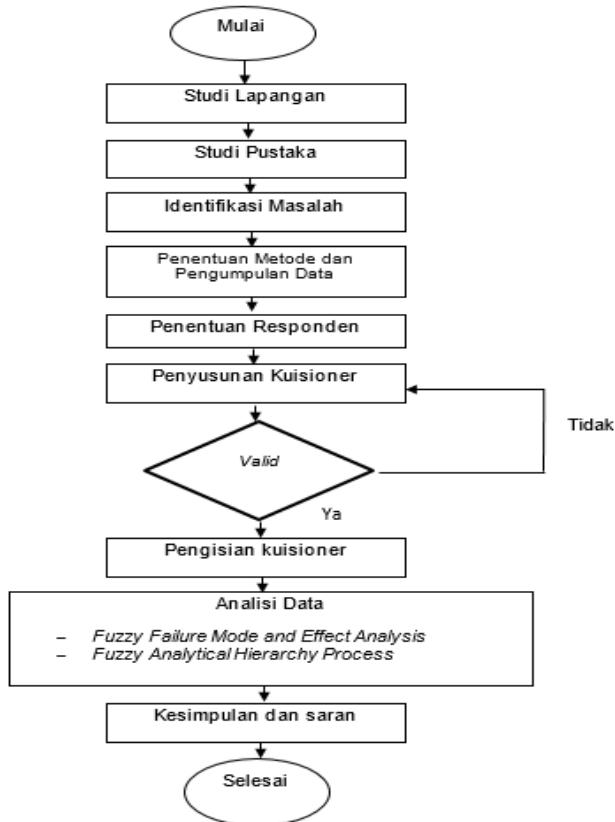
- a. Penelitian tidak memperhitungkan biaya. Biaya tidak diperhitungkan karena merupakan rahasia perusahaan.
- b. Strategi mitigasi hanya dilakukan pada komponen risiko yang menjadi prioritas risiko yang memiliki tiga nilai FRPN (*Fuzzy Risk Priority Number*) tertinggi.
- c. Penelitian hanya dilakukan sampai pada usulan perbaikan atau strategi mitigasi, karena implementasi dari usulan perbaikan merupakan kebijakan dari perusahaan.

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian terdiri atas tahapan yang telah ditetapkan sebelum melakukan penelitian sehingga kegiatan yang dilakukan lebih sistematis dan terstruktur. Tujuan penyusunan prosedur penelitian agar penelitian dapat berjalan dengan terarah dan berurutan serta mempermudah dalam melakukan analisis data. Diagram alir prosedur penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.

1. Studi Pustaka

Studi literatur dilakukan dengan pencarian informasi dari berbagai sumber untuk acuan pelaksanaan penelitian. Tujuannya adalah untuk memperjelas permasalahan yang dipilih dan mengetahui hasil penelitian lain yang serupa. Sumber literatur yang digunakan antara lain jurnal, buku, laporan penelitian yang dapat mendukung pelaksanaan penelitian. Dalam penelitian mengenai manajemen risiko proses produksi produk teh ini, teori yang diperlukan yakni terkait dengan proses produksi, risiko proses produksi, strategi mitigasi risiko, metode fuzzy FMEA dan AHP.



Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian

2. Studi Lapangan

Studi lapangan berguna untuk mengetahui kondisi perusahaan secara umum, pengenalan lingkungan dan beberapa pihak, dan mendapatkan informasi yang berkaitan dengan topik penelitian yang akan dilakukan. Studi dilakukan dengan cara observasi, wawancara dengan beberapa pihak PTPN IX Kebun Jolotigo, Pekalongan selaku pihak yang menjadi objek penelitian. Kegiatan ini berfokus mengenai manajemen Produksi yang ada pada perusahaan.

3. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan lanjutan dari survey pendahuluan. Kegiatan ini dilaksanakan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi. Dimana dari hasil survei tersebut terdapat kendala kendala atau penyimpangan selama proses produksi teh. Tingginya cacat produk teh yang dihasilkan dapat menyebabkan kerugian terhadap produk teh. Adanya penyimpangan harus dikurangi, karena dapat menyebabkan kerugian.

4. Penentuan Metode dan Pengumpulan Data

Pada penelitian ini risiko yang diketahui diolah menggunakan metode fuzzy FMEA, setelah ditemukan risiko dengan RPN tertinggi maka akan dimitigasi menggunakan metode AHP. Pada penelitian terdapat dua jenis data yang akan digunakan, yaitu data primer serta dan data sekunder.

a. Data Primer

Data primer merupakan hasil pengamatan dan pengujian secara langsung di lapangan atau melaksanakan sebagian pekerjaan sebagai pembanding serta wawancara yang dilakukan bersama kepala bagian produksi dan karyawan produksi PTPN IX Kebun Jolotigo, Pekalongan yang telah mengetahui secara keseluruhan mengenai bagian produksi yang dimulai dari bahan baku hingga bahan-bahan tambahan yang diperlukan dalam memproduksi teh.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung, baik dari buku-buku literatur, arsip-arsip dan

dokumen-dokumen yang dimiliki oleh perusahaan. Terdapat empat data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini, yaitu:

- 1) Profil dan sejarah perusahaan
- 2) Struktur organisasi perusahaan
- 3) Jenis spesifikasi produk
- 4) Kuesioner yang akan diisi oleh para pakar dari pihak perusahaan

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Studi literatur

Metode ini dilakukan dengan mengumpulkan data yang berasal dari buku, jurnal, prosiding, penelitian terdahulu yang pernah dilakukan dan artikel terkait.

b. Observasi

Metode ini mengumpulkan data dengan cara melakukan pengamatan langsung terhadap objek penelitian dalam periode waktu tertentu dan melakukan pencatatan data yang didapatkan. Observasi ini berguna untuk memperoleh data pendukung terkait topik penelitian.

c. Wawancara

Metode ini dilakukan dengan tanya jawab kepada pihak terkait. Wawancara ini dilakukan secara sistematis untuk mendapatkan data yang berkaitan dengan proses produksi yang ada pada objek penelitian. Wawancara dilakukan kepada perwakilan dari anggota rantai pasok yang terlibat.

d. Kuesioner

Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data dengan memberikan daftar pertanyaan maupun pernyataan tertulis kepada responden yang terkait dengan proses produksi teh. Kuesioner akan disebarakan kepada beberapa responden pakar yang menjadi bagian dari penelitian terkait aktivitas produksi pada PTPN IX Kebun Jolotigo.

e. Dokumentasi

Metode pengumpulan data ini dilakukan dengan mendokumentasikan berbagai kegiatan beserta kondisi yang terdapat di PTPN IX Kebun Jolotigo. Dokumentasi ini bisa berbentuk foto, audio, maupun video. Dokumentasi berguna sebagai data penunjang dalam penelitian.

5. Penentuan Responden dan identifikasi risiko

Pakar berperan sebagai sumber informasi data primer dan penentu tingkat kepentingan risiko. Penentuan responden yaitu dengan memilih orang-orang yang paham dan telah berpengalaman di bidang produksi teh. Hal tersebut dilakukan agar pihak PTPN IX Kebun Jolotigo dapat memberikan penilaian sevara objektif. Kriteria responden pada penelitian ini adalah orang yang memiliki tingkat kompetensi dan pengalaman (minimal 1 tahun) dalam proses produksi teh pada PTPN IX Kebun Jolotigo. Responden yang dipilih pada penelitian ini terdiri dari tiga orang. Responden terdiri dari mandor besar, koordinator produksi dan asisten teknik dan pengolahan. Responden yang dipilih didasarkan pada tingkat pengalaman dan pemahaman mengenai proses produksi teh hitam dan risiko-risiko yang terjadi. Responden yang dipilih akan membantu peneliti dalam melakukan identifikasi risiko, pengukuran risiko, penentuan strategi mitigasi dan pembobotan strategi mitigasi.

Tahap selanjutnya adalah mengidentifikasi kejadian risiko (*risk event*). Identifikasi kejadian risiko dilakukan pada setiap aktivitas produksi yang telah teridentifikasi sebelumnya. Identifikasi ini dilakukan dengan metode wawancara dengan responden, pertanyaan yang diajukan meliputi apa saja risiko yang mungkin timbul dan apa dampak yang ditimbulkan. Selanjutnya adalah melakukan identifikasi faktor yang menyebabkan terjadinya kejadian risiko. Dalam melakukan identifikasi ini metode yang digunakan adalah dengan wawancara pada responden. Identifikasi variabel FMEA proses produksi teh hitam dapat dilihat pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3.1 Identifikasi Variabel FMEA Proses Produksi Teh Hitam

NO	PROSES	KOMPONEN RISIKO	Refrensi
1	Penerimaan pucuk dan pelayuan	<ul style="list-style-type: none"> - Pucuk teh terlipat, sobek atau memar - Pucuk teh mengandung kontaminan fisik seperti ranting, sampah, rumput - Kemacetan atau kerusakan mesin <i>monorail</i> saat proses penerimaan pucuk teh. 	PTPN IX Kebun Jolotigo (2017)
2	Proses penggulungan dan fermentasi	<ul style="list-style-type: none"> - Risiko kelembapan udara tidak mencapai (90%) pada proses penggilingan dan fermentasi - Risiko kemacetan atau kerusakan mesin saat proses penggulungan pucuk the - Risiko teh mengandung kontaminasi besi 	PTPN IX Kebun Jolotigo (2017)
3	Proses Pengeringan	<ul style="list-style-type: none"> - Risiko suhu <i>outlet</i> yang tinggi dan juga kecepatan <i>trays</i> yang tidak sesuai standar pabrik yaitu 25 – 28 menit. - Risiko suhu mesin <i>Endless Chain Pressure (ECP) Dryer</i> tidak memenuhi standar pada proses pengeringan. 	PTPN IX Kebun Jolotigo (2017)
4	Proses sortasi	- Volume udara terlalu besar.	Pradipta (2010)
		<ul style="list-style-type: none"> - Risiko teh tercecer dan jatuh ke lantai pada proses produksi. - Bubuk teh berwarna hitam salah masuk ke mesin <i>crusser</i>. - Risiko suhu ruangan terlalu rendah. 	PTPN IX Kebun Jolotigo (2017)
5	Proses pengemasan	- Kelembapan terlalu tinggi.	Pradipta (2010)
		<ul style="list-style-type: none"> - Risiko kemasan teh menggelembung pada proses pengemasan - Risiko teh tercecer dan jatuh ke lantai pada proses produksi 	PTPN IX Kebun Jolotigo (2017)

Sumber: Data Primer Diolah (2017)

6. Penyusunan Kuesioner dan Pengujian Validitas

Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberikan pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden yang dianggap memenuhi kriteria *expert* untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan. Jenis kuisisioner yang digunakan yaitu kuisisioner terbuka. Kuisisioner ini dibuat berdasarkan masukan dari para pakar tentang *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) untuk menganalisis risiko proses produksi teh. Kuisisioner yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 2 kuisisioner, yaitu kuisisioner penilaian bobot risiko proses produksi, serta kuisisioner untuk memitigasi risiko proses produksi.

Uji validitas adalah uji yang digunakan untuk mengukur sejauh mana alat ukur mampu mengukur apa yang ingin diukur. Alat ukur dapat dianggap *valid* apabila mampu mengukur apa yang diinginkan. Pada penelitian ini digunakan *face validity* untuk menguji validitas dari alat ukurnya (kuesioner). Hasil *face validity* dianggap valid apabila penampilan alat ukur telah memberi kesan mampu mengungkapkan hal yang diukur. *Face validity* ditentukan dengan cara melakukan wawancara dengan responden pakar (Nisfiannoor, 2009).

7. Pengolahan Data

Teknik analisis data yang digunakan adalah *fuzzy* FMEA untuk menghitung RPN dan AHP untuk memitigasi risiko. Tahap pertama yang dilakukan ialah melakukan pemetaan terhadap setiap risiko dampak serta penyebabnya pada setiap aktifitas produksi. Aktifitas produksi disimbolkan dengan A, kode aktifitas produksi disimbolkan mulai dari A1 hingga A6 yaitu dimulai dari proses pembersihan hingga pengemasan. Kejadian risiko disimbolkan dengan R, urutan kode risiko pada tiap proses disimbolkan dengan kode R1 hingga R terbesar. Selain itu disebutkan pula efek potensial yang terjadi serta faktor penyebab terjadinya risiko, dan faktor yang menyebabkan risiko terjadi, seperti yang terlihat pada **Tabel 3.2.** sebelum nantinya risiko yang teridentifikasi diranking menggunakan Fuzzy FMEA.

Fuzzy FMEA sendiri merupakan alat yang digunakan untuk menilai risiko dengan menggunakan 3 parameter yaitu S

(*severity*), O (*occurrence*), dan D (*detection*). *Severity* merupakan ukuran seberapa besar dampak yang terjadi jika kegagalan terjadi. Skala *severity* dinilai dari 1 hingga 10, semakin besar dampak yang terjadi angkanya semakin besar. Skala *severity* dapat dilihat pada **Tabel 3.3**. *Occurrence* merupakan tingkat kemungkinan terjadinya kegagalan. Skala *occurrence* dinilai dari angka 1 yang berarti tidak pernah terjadi kegagalan hingga angka 10 yang berarti kegagalan sering terjadi. Skala *occurrence* dapat dilihat pada **Tabel 3.4**. *Detection* merupakan ukuran seberapa besar kegagalan yang terjadi dapat dideteksi. Skala *detection* dinilai dari angka 1 yang berarti kegagalan dapat terdeteksi hingga angka 10 kegagalan tidak terdeteksi (Effendi dan Arifin, 2015). Skala *detection* dapat dilihat pada **Tabel 3.5**

Tabel 3.2. Identifikasi Risiko Proses Produksi

<i>Code Activity</i>	<i>Risk Code</i>	<i>Risk</i>	<i>Potential Effect</i>	<i>Risk Driver</i>
A1	R1	-	-	-
A2	R2	-	-	-
A3	R3	-	-	-
A4	R4	-	-	-
A5	R5	-	-	-
A6	R6	-	-	-

Tabel 3.3 Skala Severity

<i>Rating</i>	<i>Effect</i>	<i>Severity Effect</i>
10	<i>Hazardous without warning (HWOW)</i>	Tingkat keparahan sangat tinggi ketika mode kegagalan potensial mempengaruhi <i>system safety</i> tanpa peringatan.
9	<i>Hazardous with warning (HWW)</i>	Tingkat keparahan sangat tinggi ketika mode kegagalan potensial mempengaruhi <i>system safety</i> dengan peringatan.
8	<i>Very High (VH)</i>	Sistem tidak dapat beroperasi dengan kegagalan menyebabkan kerusakan tanpa membahayakan keselamatan.
7	<i>High (H)</i>	Sistem tidak dapat beroperasi dengan kerusakan peralatan.
6	<i>Moderate (M)</i>	Sistem tidak dapat beroperasi dengan kerusakan kecil.
5	<i>Low (L)</i>	Sistem tidak dapat beroperasi tanpa kerusakan.
4	<i>Very Low (VL)</i>	Sistem dapat beroperasi dengan kinerja mengalami penurunan secara signifikan.

Tabel 3.3 Skala *Severity* (Lanjutan)

Rating	Effect	Severity Effect
3	<i>Minor</i> (MR)	Sistem dapat beroperasi dengan kinerja mengalami beberapa penurunan.
2	<i>Very Minor</i> (VMR)	Sistem dapat beroperasi dengan sedikit gangguan.
1	<i>None</i> (N)	Tidak ada pengaruh.

Sumber: Wang *et al.* (2009)

Tabel 3.4 Skala *Occurrence*

Penilaian	Efek	Probabilitas Kegagalan
1	Hampir tidak pernah	< 1 dalam 150000
2	Sedikit	1 dalam 150000
3	Sangat kecil	1 dalam 15000
4	Kecil	1 dalam 2000
5	Rendah	1 dalam 400
6	Sedang	1 dalam 80
7	Cukup tinggi	1 dalam 20
8	Tinggi	1 dalam 8
9	Sangat tinggi	1 dalam 3
10	Hampir pasti	>1 dalam 2

Sumber: Wang *et al.* (2009)

Tabel 3.5 Skala *Detection*

Rating	Detection	Kemungkinan Deteksi oleh Alat Pengontrol
10	<i>Absolute Uncertainty</i> (AU)	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
9	<i>Very Remote</i> (VR)	Sangat kecil kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
8	<i>Remote</i> (R)	Kecil kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
7	<i>Very Low</i> (VL)	Sangat rendah kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
6	<i>Low</i> (L)	Rendah kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
5	<i>Moderate</i> (M)	Sedang kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.

Tabel 3.5 Skala *Detection* (Lanjutan)

Rating	Detection	Kemungkinan Deteksi oleh Alat Pengontrol
4	<i>Moderately High</i> (MH)	Sangat sedang kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
3	<i>High</i> (H)	Tinggi kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
2	<i>Very High</i> (VH)	Sangat tinggi kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.
1	<i>Almost Certain</i> (AC)	Hampir pasti kemampuan alat pengontrol mendeteksi penyebab kegagalan dan modus kegagalan berikutnya.

Sumber: Wang *et al.* (2009)

Pada metode *Fuzzy* FMEA, faktor S, O, dan D serta bobot kepentingan relatif dapat dievaluasi dengan cara linguistik. Istilah linguistik dan *Fuzzy number* yang akan digunakan untuk mengevaluasi faktor-faktor S, O, dan D serta bobot kepentingan relatif dapat dilihat pada **Tabel 3.6**, **Tabel 3.7**, **Tabel 3.8**, dan **Tabel 3.9**.

Langkah-langkah untuk melakukan analisis *Fuzzy* FMEA adalah sebagai berikut (Wang *et al.*, 2009):

- Menentukan nilai S, O, dan D yang diisi oleh responden berdasarkan skala pada Tabel 3.1, Tabel 3.2, dan Tabel 3.3.
- Melakukan perhitungan agregasi penilaian peringkat *Fuzzy* terhadap faktor S, O, dan D berdasarkan Persamaan (1) hingga Persamaan (3).

$$\bar{R}_i^S = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ij}^S = \left(\sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijL}^S, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijM1}^S, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijM2}^S, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijU}^S \right) \dots (1)$$

$$\bar{R}_i^O = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ij}^O = \left(\sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijL}^O, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijM1}^O, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijM2}^O, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijU}^O \right) \dots (2)$$

$$\bar{R}_i^D = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ij}^D = \left(\sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijL}^D, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijM1}^D, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijM2}^D, \sum_{j=1}^m h_j \bar{R}_{ijU}^D \right) \dots (3)$$

Dimana:

R_i^S = nilai agregat dari S (*severity*)

R_i^O = nilai agregat dari O (*occurrence*)

R_i^D = nilai agregat dari D (*detectability*)

h_j = bobot responden ; n = jumlah bilangan fuzzy

Tabel 3.6 Fuzzy Rating untuk Severity

Rating	Severity Effect	Fuzzy Number
<i>Hazardous Without Warning</i> (HWOW)	Tingkat keparahan sangat tinggi tanpa peringatan.	(9, 10, 10)
<i>Hazardous With Warning</i> (HWW)	Tingkat keparahan sangat tinggi dengan peringatan.	(8, 9, 10)
<i>Very High</i> (VH)	Sistem tidak dapat beroperasi dengan adanya kegagalan yang merusak.	(7, 8, 9)
<i>High</i> (H)	Sistem tidak dapat beroperasi dengan adanya kerusakan pada peralatan.	(6, 7, 8)
<i>Moderate</i> (M)	Sistem tidak dapat beroperasi dengan adanya kerusakan kecil.	(5, 6, 7)
<i>Low</i> (L)	Sistem tidak dapat beroperasi tanpa adanya kerusakan.	(4, 5, 6)
<i>Very Low</i> (VL)	Sistem dapat beroperasi dengan kinerja mengalami penurunan secara signifikan.	(3, 4, 5)
<i>Minor</i> (MR)	Sistem dapat beroperasi dengan kinerja mengalami beberapa penurunan.	(2, 3, 4)
<i>Very Minor</i> (VMR)	Sistem dapat beroperasi dengan adanya gangguan kecil.	(1, 2, 3)
<i>None</i> (N)	Tidak ada pengaruh.	(1, 1, 2)

Sumber: Wang *et al.* (2009)

Tabel 3.7 Fuzzy Rating untuk Occurrence

Rating	Probability of Occurrence	Fuzzy Number
<i>Very High</i> (VH)	Kegagalan tidak dapat dihindari	(8, 9, 10, 10)
<i>High</i> (H)	Kegagalan yang terjadi berulang	(6, 7, 8, 9)
<i>Moderate</i> (M)	Kegagalan kadang kali terjadi	(3, 4, 6, 7)
<i>Low</i> (L)	Kegagalan relatif sedikit	(1, 2, 3, 4)
<i>Remote</i> (R)	Kegagalan tidak mungkin terjadi	(1, 1, 2)

Sumber: Wang *et al.* (2009)

Tabel 3.8 Fuzzy Rating untuk Detection

Rating	Kemungkinan Terjadinya Deteksi	Fuzzy Number
<i>Absolute Uncertainty</i> (AU)	Tidak ada kesempatan	(9, 10, 10)
<i>Very Remote</i> (VR)	Kesempatan sangat kecil	(8, 9, 10)
<i>Remote</i> (R)	Kesempatan kecil	(7, 8, 9)
<i>Very Low</i> (VL)	Kesempatan sangat rendah	(6, 7, 8)
<i>Low</i> (L)	Kesempatan rendah	(5, 6, 7)
<i>Moderate</i> (M)	Kesempatan sedang	(4, 5, 6)

Tabel 3.8 Fuzzy Rating untuk Detection (Lanjutan)

Rating	Kemungkinan Terjadinya Deteksi	Fuzzy Number
Moderately High (MH)	Kesempatan cukup tinggi	(3, 4, 5)
High (H)	Kesempatan tinggi	(2, 3, 4)
Very High (VH)	Kesempatan sangat tinggi	(1, 2, 3)
Almost Certain (AC)	Hampir pasti	(1, 1, 2)

Sumber: Wang *et al.* (2009)

Tabel 3.9 Fuzzy Weight untuk Kepentingan Relatif Faktor-Faktor Risiko

Istilah Linguistik	Fuzzy Number
Very Low (VL)	(0 ; 0 ; 0,25)
Low (L)	(0 ; 0,25 ; 0,5)
Medium (M)	(0,25 ; 0,5 ; 0,75)
High (H)	(0,5 ; 0,75 ; 1)
Very High (VH)	(0,75 ; 1 ; 1)

Sumber: Wang *et al.* (2009)

- c. Menentukan *Fuzzy risk priority number* (FRPN) untuk setiap model *failure* (kegagalan) berdasarkan Persamaan (7).

$$FRPN_i = (\tilde{R}iO)^{\tilde{w}O/\tilde{w}O+ \tilde{w}S+ \tilde{w}D} X (\tilde{R}iS)^{\tilde{w}S/\tilde{w}O+ \tilde{w}S+ \tilde{w}D} X (\tilde{R}iD)^{\tilde{w}D/\tilde{w}O+ \tilde{w}S+ \tilde{w}D} \dots\dots\dots(7)$$

Dimana:

FRPN : *Fuzzy Risk Priority Number*

\tilde{R} : nilai agregat dari S (*severity*)

\tilde{R} : nilai agregat dari O (*occurrence*)

\tilde{R} : nilai agregat dari D (*detection*)

\tilde{w} : nilai agregat dari bobot *Fuzzy S* (*severity*)

\tilde{w} : nilai agregat dari bobot *Fuzzy O* (*occurrence*)

$\tilde{w}D$: nilai agregat dari bobot *Fuzzy D* (*detection*)

- d. Nilai FRPN disesuaikan dengan skala variabel output *Fuzzy FMEA* yang dapat dilihat pada **Tabel 3.10**. Skala variabel output tersebut disesuaikan dengan hasil akhir nilai FRPN yang diperoleh. Hasil akhir dari tiga nilai FRPN tertinggi akan menjadi prioritas risiko yang dibahas dan diberi saran perbaikan. Saran perbaikan diperoleh dari konsultasi dengan pakar dan bukti penguat dari pustaka.

Tabel 3.10. Kategori Variabel output Fuzzy FMEA

Nilai Output	Kategori
0-1,11	Very Low (VL)
1,12-2,22	Very Low – Low(VL-L)
2,23-3,33	Low (L)
3,34-4,44	Low-Moderate (L-M)
4,45-5,55	Moderate (M)
5,56-6,66	Moderate- High (M-H)
6,67-7,77	High (H)
7,78-8,88	High-Very High (H-VH)
8,89-10	Very High (VH)

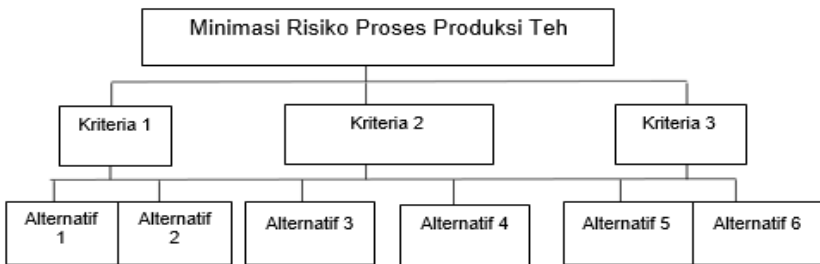
Sumber: Suharjito, 2011

e. Analisis data menggunakan metode *Fuzzy Analythic Hierarchy Process* (AHP)

Hasil penilaian risiko yang didapatkan dari perhitungan menggunakan metode *fuzzy* FMEA selanjutnya akan digunakan untuk menentukan alternatif strategi dan mengambil keputusan strategi yang tepat menggunakan metode AHP. Langkah-langkah dalam menentukan strategi risiko dengan menggunakan AHP sebagai berikut :

1. Merumuskan masalah dari risiko tertinggi dan menentukan tujuan, faktor, dan alternatif strategi dalam usaha minimasi risiko yang terjadi. Tujuan, faktor, dan strategi yang digunakan berdasarkan permasalahan yang ada di PTPN IX Kebun Jolotigo. Struktur hirarki untuk meminimasi risiko pada penelitian ini dapat dilihat pada

Gambar 3.2



Gambar 3.2 Struktur Hirarki Strategi dalam Usaha Minimasi Risiko Produksi

2. Menyusun matrik pendapat individu (MPI) dari masing-masing pakar, matrik hasil perbandingan berpasangan yang mempresentasikan tingkat kepentingan anatr kriteria berdasarkan skala prefensi AHP. Data yang bersifat kualitatif dapat kuantitatifkan dengan menggunakan skala penilaian perbandingan pasangan.
3. Menyusun matriks pendapat gabungan (G) dari masing-masing pakar. Elemen-elemen matriknya berasal dari rata-rata geometrik elemen-elemen matriks pendapat individu. Tabel matriks perbandingan dapat dilihat pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Matriks Perbandingan

Goal	X1	X2	X3
X1	1		
X2		1	
X3			1

Sumber : Marimin (2010)

4. Menyusun prioritas elemen-elemen keputusan pada tingkat hierarki keputusan. Tahapan perhitungan yang dilakukan yaitu:
 - a. Perkalian baris dari masing-masing matriks
 - b. Menentukan nilai *Vector Eigen* (EV) dengan persamaan (8).

$$E_{vj} = \bar{X}_g = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n X_i^{f_i}} \quad (8)$$

Keterangan:

\bar{X}_g = rata-rata geometrik

n = banyak data (total responden)

X_i = skor yang diberikan atau besar data

f_i = jumlah responden yang memilih skor X_i

Apabila diperhatikan, ternyata vektor eigen (EV) merupakan rata-rata geometri dari unsur-unsur matrik tiap baris.

c. Perhitungan Vektor Prioritas (VP)

Vektor prioritas pada dasarnya merupakan EV yang telah disesuaikan, dimana VP baris merupakan rasio EV tiap baris terhadap jumlah total EV. Jadi nilai VP merupakan presentase dari EV sehingga jumlah seluruh VP adalah 100%. VP tiap baris diperoleh dengan rumus:

$$VP_i = \frac{E_{vi}}{\sum E_{vi}} \quad (9)$$

Semakin tinggi nilai VP, maka semakin tinggi prioritasnya.

d. Menentukan konsistensi maksimum (λ maks) pada AHP bertujuan untuk melihat penyimpangan konsistensi suatu matriks λ maks diperoleh dari hasil perkalian jumlah kolom 1 dengan vektor prioritas baris 1, jumlah kolom kedua dikalikan dengan vektor prioritas baris 2, dan seterusnya, kemudian dijumlahkan atau dengan rumus:

$$\lambda \text{ maks} = \sum (\text{jumlah kolom ke } j \times V_{pi} \text{ untuk } i = j) \quad (10)$$

λ maks selalu lebih besar daripada ukuran matriks (n), semakin dekat λ maks dengan nilai n maka nilai observasi dalam matriks semakin konsisten.

e. Perhitungan indeks konsistensi atau *consistency index* (CI), yang bisa dirumuskan dengan:

$$CI = \frac{\lambda \text{ maks} - n}{n - 1} \quad (11)$$

Keterangan:

CI = indeks konsistensi

λ maks = nilai eigen terbesar dari matrik berordo n

n = banyaknya elemen

Semakin nilai CI mendekati nilai 0, maka semakin konsisten suatu observasi.

f. Perhitungan Ratio Konsistensi atau *consistency ratio* (CR), dengan rumus:

$$CR = CI/RI \quad (12)$$

Keterangan:

CR = *Consistency Ratio* (ratio konsistensi)

CI = *Consistency Index* (indeks konsistensi)

RI = *Random Index* (indeks acak)

Kosistensi hirarki dapat diketahui jika nilainya lebih dari 10%, maka penilaian data *judgment* harus diperbaiki. Namun, jika rasio kosistensi (CI/CR) kurang atau sama dengan 0,1 maka hasil perhitungan bisa dinyatakan benar (Kusrini, 2007). Jadi jika nilai CR kurang dari 0,1 dianggap baik sedangkan jika lebih dari 0,1 perlu melakukan pengisian ulang untuk menjawab pertanyaan dalam kuisisioner. Nilai RI merupakan nilai random indeks yang dapat dilihat pada **Tabel 3.12**.

Tabel 3.12 *Random Indexs (RI)*

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Sumber: Isik, 2007

Selanjutnya analisis data dengan menggabungkan perhitungan AHP dengan Fuzzy. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut (Adnyana, 2016):

1. Matriks Perbandingan Berpasangan *Fuzzy*

Triangular Fuzzy Number (TFN) merupakan teori himpunan *Fuzzy* membantu dalam pengukuran yang berhubungan dengan penilaian subjektif dengan memakai bahasa linguistik. Inti dari *Fuzzy* AHP terletak pada perbandingan berpasangan yang digambarkan dengan skala rasio yang berhubungan dengan skala *Fuzzy*. Skala linguistik *Fuzzy* dan AHP dapat dilihat pada **Tabel 3.13**.

Tabel 3.13 Skala Linguistik untuk Kepentingan Relatif

Skala AHP	Variabel Linguistik	Skala Bilangan <i>Fuzzy</i>
1	Sama Penting	(1,1,3)
3	Sedikit Lebih Penting	(1,3,5)
5	Lebih Penting	(3,5,7)
7	Sangat Penting	(5,7,9)
9	Paling Penting	(7,9,11)

Sumber: Gupta, *et al* (2014)

Penggunaan variabel linguistik dalam metode logika *Fuzzy* untuk mendapatkan penilaian subyektif dari pembuat keputusan. Fungsi keanggotaan triangular dapat digunakan

untuk mengelompokan kesamaan yang terjadi pada variabel linguistik.

Berikut merupakan contoh matriks perbandingan berpasangan *Fuzzy*:

Tabel 3.14 Contoh Matriks Perbandingan Berpasangan *Fuzzy*

Kriteria	X1	X2	X3
X1	(1,1,3)		
X2		(1,1,3)	
X3			(1,1,3)

- Menghitung nilai $\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \sum_{j=1}^m lj$, $\sum_{j=1}^m mj$, $\sum_{j=1}^m uj$ dengan operasi penjumlahan pada tiap-tiap TFN dalam setiap baris.

Keterangan:

M : bilangan TFN

m : jumlah kriteria

j : kolom

i : baris (1,2,...n)

g : parameter (l, m, u)

- Nilai *Fuzzy Synthetic Extent*

Langkah-langkah model *extent analysis* yaitu (Adnyana, 2016):

- Menghitung nilai *Fuzzy synthetic extent*

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_i^j \times \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_i^j}$$

$$\text{Dimana: } \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_i^j} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n ui, \sum_{j=1}^m mi, \sum_{i=1}^n li}$$

Keterangan:

M : bilangan *triangular fuzzy number*

j : kolom

i : baris (i = 1, 2, 3...n)

l : nilai *lower*

m : nilai *medium*

u : nilai *upper*

- Menentukan nilai vektor (V) dan nilai ordinat defuzzyfikasi (d)
Jika hasil yang diperoleh pada setiap matriks *Fuzzy*, $M_2 \geq M_1$ ($M_2 = l_2, m_2, u_2$) dan ($M_1 = l_1, m_1, u_1$) maka nilai vektor dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup [\min(\mu_{M_1}(x), \min \mu_{M_2}(y))]$$

Tingkat kemungkinan untuk bilangan *Fuzzy* dapat diperoleh dengan persamaan berikut:

$$1 \quad \text{if } m_2 \geq m_1,$$

$$0 \quad \text{if } l_1 \geq \mu_2,$$

$$V(M_2 \geq M_1) = \left\{ \frac{l_1 - \mu_2}{(m_2 - \mu_2) - (m_1 - l_1)} \right\} \text{ lainnya}$$

Jika hasil nilai *Fuzzy* lebih besar dari k, M_i ($i = 1, 2, \dots, k$) maka nilai vektor dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V(M \geq M_2) \text{ dan } V(M \geq M_k) = V(M \geq M_i)$$

Asumsikan bahwa $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$

Untuk $k = 1, 2, \dots, n$; $k \neq 1$, maka diperoleh nilai bobot vektor $W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T$

Dimana $A_i = 1, 2, \dots, n$ adalah n elemen dari n (A_i) adalah nilai yang menggambarkan pilihan relatif masing-masing atribut keputusan.

5. Normalisasi nilai bobot vektor *Fuzzy* (W)

Jika vektor bobot tersebut diatas dinormalisasi maka akan diperoleh definisi vektor bobot sebagai berikut:

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T$$

Nilai normalisasi dapat diperoleh dengan rumus:

$$d(A_n) = \frac{d'(A_n)}{\sum_{i=1}^n d'(A_n)}$$

8. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan adalah ringkasan dari hasil penelitian yang dapat memenuhi tujuan penelitian serta sebagai penutup dari penelitian ini. Saran adalah masukan yang ditujukan untuk penelitian selanjutnya dengan tema objek penelitian yang berkaitan serta untuk pihak PTPN IX Kebun Jolotigo dalam meminimalisir risiko yang telah diketahui pada proses produksi.