

**ANALISIS RISIKO PADA PROSES PRODUKSI TEH HITAM  
DENGAN METODE *MULTI-ATTRIBUTE FAILURE MODE ANALYSIS*  
DI PABRIK TEH PTPN XII KEBUN WONOSARI**

**SKRIPSI**  
**TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

**FINONDANG JANUARIZKA LUMBANTORUAN**

**NIM. 125060700111051**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**MALANG**  
**2017**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISIS RISIKO PADA PROSES PRODUKSI TEH HITAM**  
**DENGAN METODE *MULTI-ATTRIBUTE FAILURE MODE ANALYSIS***  
**DI PABRIK TEH PTPN XII KEBUN WONOSARI**

**SKRIPSI**  
**TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**FINONDANG JANUARIZKA LUMBANTORUAN**  
**NIM. 125060700111051**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal 31 Januari 2017

Dosen Pembimbing I



Rahmi Yuniarti, ST., MT.  
NIP. 19840624 200812 2 004

Dosen Pembimbing II



Lely Riawati, ST., MT.  
NIP. 201008 790215 2 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Industri



Ishardita Pambudi Tama, ST, MT, Ph.D.  
NIP. 19730819 199903 1 002

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang sepengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah hasil dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 31 Januari 2017

Mahasiswa,



Finondang Januarizka Lumbantoruan

NIM. 125060700111051

## PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas kasih, anugerah dan keselamatan yang telah diberikan-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Bersama-Nya tidak ada perkara yang tidak terselesaikan, itulah yang selalu penulis rasakan dalam pengerjaan skripsi ini.

Skripsi yang berjudul “Analisis Risiko pada Proses Produksi Teh Hitam dengan Metode *Multi-Attribute Failure Mode Analysis* di Pabrik Teh PTPN XII Kebun Wonosari” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) pada Fakultas Teknik di Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan berkat dukungan dan bimbingan beberapa pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Pitojo Tri Juwono, MT., selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya beserta jajarannya.
2. Bapak Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri dan Bapak Arif Rahman, ST., MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Industri yang selalu memberikan bimbingan, masukan, arahan, serta ilmu kepada penulis.
3. Ibu Rahmi Yuniarti, ST., MT. selaku dosen pembimbing I, yang selama ini telah dengan sabar memberikan bimbingan, masukan, semangat dan ilmu yang sangat bermanfaat hingga skripsi ini terselesaikan.
4. Ibu Lely Riawati, ST., MT. selaku dosen pembimbing II sekaligus dosen pembimbing akademik, yang senantiasa memberikan waktunya untuk membimbing, memberikan masukan, arahan, motivasi, ilmu dan arahan terhadap kegiatan akademik maupun non akademik penulis.
5. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah memberikan ilmu, bimbingan, serta masukan selama masa studi penulis, serta seluruh staf Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang senantiasa memberikan pelayanan yang baik selama masa studi penulis.
6. Bapak Ir. Budi Setyawan selaku manajer, Bapak Kardimo selaku mandor besar dan Bapak Mulyadi selaku koordinator pengolahan di Kebun Wonosari yang telah memberikan kesempatan, waktu serta arahan dalam membantu menyelesaikan skripsi penulis.

7. Kedua orang tua tercinta, Bapak Eky John Sihombing dan Ibu Umiyanti Farida yang menjadi sumber semangat dan senantiasa memberikan kekuatan melalui dukungan doa dan kasih sayang kepada penulis selama ini.
8. Adik penulis, Bolas Panamotan Tua Lumbantoruan dan Firdaus Romanda Lumbantoruan, serta seluruh keluarga besar dari kedua pihak orang tua, yang selalu memberikan doa dan semangatnya kepada penulis.
9. Sahabat penulis, Novanda, Pasca, Mega, Afi, Diar dan Ima, terima kasih untuk bantuan, dukungan, canda tawa dan kehadiran kalian yang selalu menemani penulis dalam suka dan duka, dari awal masa perkuliahan hingga saat ini dan seterusnya.
10. Sahabat penulis semasa sekolah, Delia, Wiwit, Stella, Wanda, Elizia, Rosa, Keny, Desi, Pitta, Gien dan Mez, yang mau menjadi wadah untuk meluapkan segala curahan hati penulis, yang telah memberi semangat, dukungan, motivasi dan doa kepada penulis, terima kasih telah mewarnai hidup penulis dengan canda tawa dan kekonyolan kalian selama kurang lebih 10 tahun ini dan seterusnya.
11. Seluruh teman-teman Keluarga Teknik Industri angkatan 2012 yang telah memberikan dukungan dan doa dalam penyelesaian skripsi penulis.
12. Semua pihak yang telah memberikan bantuan serta dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung atas penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu saran dan kritik sangat diperlukan untuk kebaikan di masa depan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Malang, Januari 2017

Penulis

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>RINGKASAN</b> .....	xiii
<b>SUMMARY</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Asumsi.....	5
1.6 Tujuan Penelitian.....	5
1.7 Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Penelitian Terdahulu.....	7
2.2 Teh.....	10
2.2.1 Jenis Teh Berdasarkan Proses Pengolahannya.....	12
2.2.2 Syarat Umum Mutu Teh Hitam.....	13
2.3 Risiko.....	13
2.3.1 Risiko dan Ketidakpastian.....	14
2.3.2 Komponen Risiko.....	14
2.3.3 Klasifikasi Risiko.....	14
2.3.4 Sumber Risiko.....	16
2.4 Manajemen Risiko.....	17
2.4.1 Definisi Manajemen Risiko.....	17
2.4.2 Tahapan Manajemen Risiko.....	17
2.5 <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP).....	19
2.5.1 Definisi <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP).....	20



2.5.2 Tahapan AHP .....	21
2.6 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	24
2.6.1 Definisi FMEA .....	24
2.6.2 Prosedur FMEA .....	24
2.7 <i>Multi Attribute Failure Mode Analysis</i> (MAFMA) .....	28
2.7.1 Definisi MAFMA .....	28
2.7.2 Tahapan MAFMA .....	29
2.8 <i>Fishbone Diagram</i> (Diagram Tulang Ikan) .....	30
2.8.1 Manfaat <i>Fishbone Diagram</i> .....	30
2.8.2 Tahapan Pembuatan <i>Fishbone Diagram</i> .....	31
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	33
3.1 Jenis Penelitian.....	33
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	33
3.3 Pengumpulan Data .....	33
3.4 Prosedur Penelitian .....	34
3.5 Diagram Alir .....	36
3.6 Kerangka Pikir Penelitian .....	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	41
4.1 Gambaran Umum Perusahaan.....	41
4.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan.....	41
4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan .....	42
4.1.3 Lokasi dan Keadaan Geografis.....	43
4.1.4 Struktur Organisasi Perusahaan.....	44
4.1.5 Proses Produksi.....	48
4.2 Pengumpulan Data .....	57
4.2.1 Identifikasi Awal Risiko .....	58
4.2.2 Kuesioner Perbandingan Berpasangan antar Kriteria.....	63
4.3 Pengolahan Data .....	64
4.3.1 Pembuatan Tabel FMEA .....	64
4.3.2 Pembobotan Kriteria dengan AHP .....	72
4.3.3 Pengukuran Kriteria <i>Expected Cost</i> dengan AHP .....	75
4.3.4 Penentuan risiko kritis dengan metode MAFMA.....	76
4.4 Analisa Risiko Kritis Menggunakan <i>Fishbone Diagram</i> dan Pembahasan.....	80
4.5 Penyusunan Rekomendasi <i>Risk Response Planning</i> (RRP).....	85

<b>BAB V PENUTUP</b> .....	91
5.1 Kesimpulan.....	91
5.2 Saran.....	92

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



Halaman ini sengaja dikosongkan



## DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 1.1	Data Pencapaian Target Produksi .....	2
Tabel 2.1	Penelitian Terdahulu dan Penelitian Saat Ini .....	9
Tabel 2.2	Syarat Umum Mutu Teh Hitam Menurut SNI .....	13
Tabel 2.3	Skala Perbandingan Berpasangan .....	22
Tabel 2.4	Matriks Elemen Operasi .....	22
Tabel 2.5	Nilai Indeks Acak (RI).....	23
Tabel 2.6	Contoh Tabel FMEA.....	26
Tabel 2.7	Tabel <i>Severity</i> .....	27
Tabel 2.8	Tabel <i>Occurrence</i> .....	27
Tabel 2.9	Tabel <i>Detectability</i> .....	28
Tabel 2.10	Contoh Tabel MAFMA.....	30
Tabel 4.1	Ukuran <i>Mesh</i> pada Mesin <i>Trinick</i> I dan <i>Trinick</i> II .....	54
Tabel 4.2	Standar Densitas.....	56
Tabel 4.3	Daftar Responden.....	57
Tabel 4.4	Identifikasi Awal Risiko R1 sampai dengan R4 .....	59
Tabel 4.5	Identifikasi Awal Risiko R5 sampai dengan R9 .....	60
Tabel 4.6	Identifikasi Awal Risiko R10 sampai dengan R14.....	61
Tabel 4.7	Identifikasi Awal Risiko R15 sampai dengan R19.....	62
Tabel 4.8	Hasil Kuesioner Perbandingan Berpasangan antar Kriteria dari Responden I .....	63
Tabel 4.9	Hasil Kuesioner Perbandingan Berpasangan antar Kriteria dari Responden II .....	64
Tabel 4.10	Penyesuaian <i>Rating Severity</i> .....	65
Tabel 4.11	Penyesuaian <i>Rating Occurrence</i> .....	66
Tabel 4.12	Tabel FMEA untuk Potensi Risiko R1 sampai dengan R4.....	67
Tabel 4.13	Tabel FMEA untuk Potensi Risiko R5 sampai dengan R10 .....	68
Tabel 4.14	Tabel FMEA untuk Potensi Risiko R11 sampai dengan R16.....	69
Tabel 4.15	Tabel FMEA untuk Potensi Risiko R17 sampai dengan R19 .....	70
Tabel 4.16	Matriks Perbandingan Berpasangan antar Kriteria dari Responden I.....	73
Tabel 4.17	Matriks Perbandingan Berpasangan antar Kriteria dari Responden II ...	73

Tabel 4.18	Matriks Pendapat Gabungan Hasil Perhitungan <i>Geometric Mean</i> .....	73
Tabel 4.19	Perhitungan Bobot Kriteria.....	74
Tabel 4.20	Nilai <i>Consistency Ratio</i> Matriks Jawaban Responden dan <i>Geometric Mean</i> .....	74
Tabel 4.21	Hasil Pengukuran Kriteria <i>Expected Cost</i> .....	75
Tabel 4.22	Tabel Rata-rata Nilai Kriteria <i>Severity</i> , <i>Occurrence</i> dan <i>Detectability</i> ...	77
Tabel 4.23	Tabel Perhitungan MAFMA.....	78



## DAFTAR GAMBAR

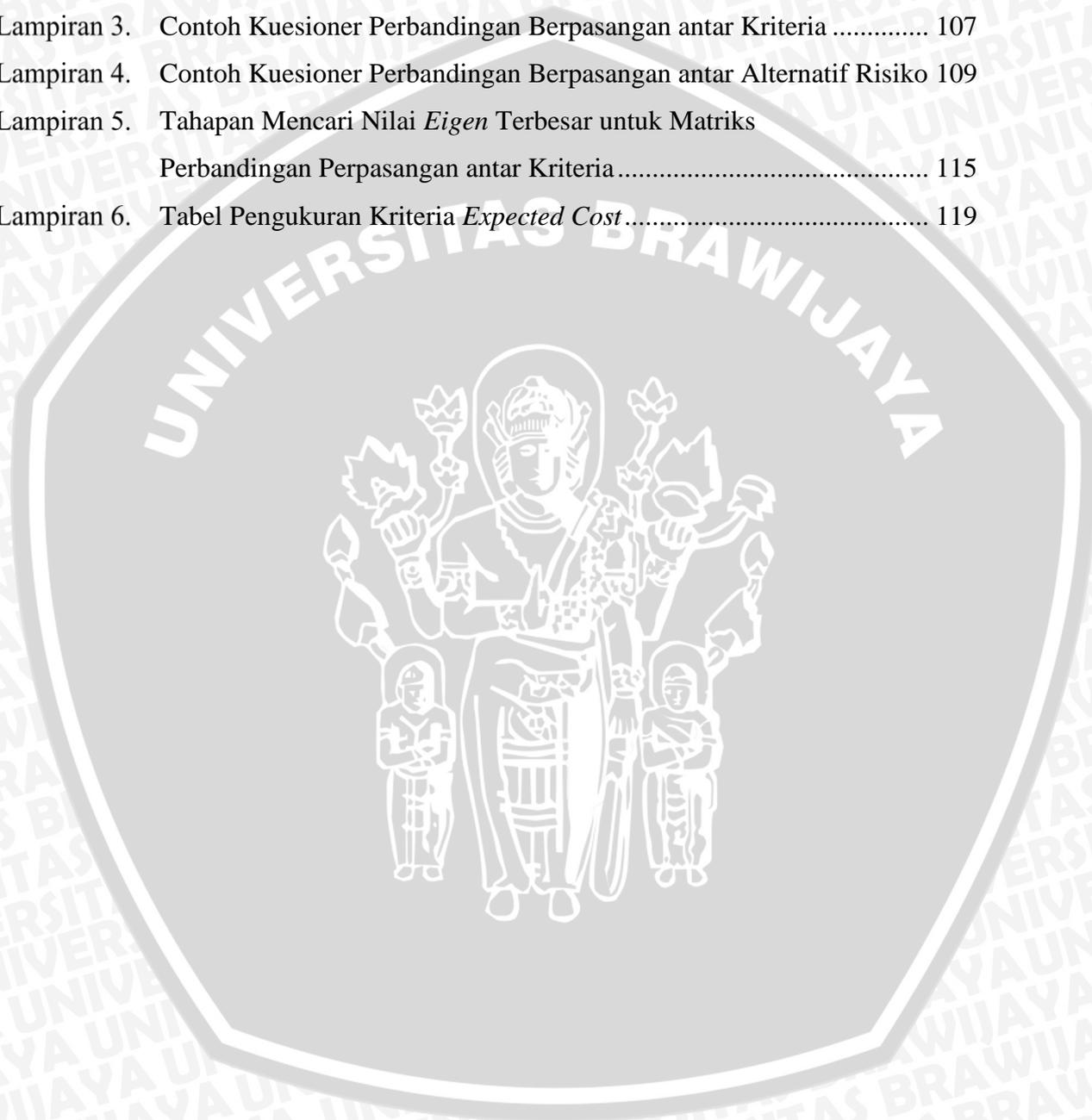
No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Pucuk Teh .....	11
Gambar 2.2	Model MAFMA .....	29
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian .....	37
Gambar 3.2	Kerangka Pikir Penelitian .....	40
Gambar 4.1	Logo PTPN XII (Persero) .....	42
Gambar 4.2	Struktur Organisasi Kebun Wonosari dan Pabrik Teh.....	45
Gambar 4.3	Penimbangan Pucuk Teh (a), Pemindahan Pucuk Teh Menggunakan <i>Monorail</i> (b), Pengambilan Sampel Analisis Potes (c), Pemilahan Pucuk Teh pada Analisis Potes .....	49
Gambar 4.4	Hamparan Pucuk Teh pada <i>Withering Trough</i> (a), Pembalikan Hamparan Pucuk Teh (b), Proses Turun Layu (c) .....	50
Gambar 4.5	Mesin CTC.....	51
Gambar 4.6	Sisi Kiri <i>Fermenting Machine</i> (a), Sisi Kanan <i>Fermenting Machine</i> (b),	52
Gambar 4.7	Mesin VFBD (a), Pengukuran Kadar Air dengan <i>Kett Infrared</i> (b).....	53
Gambar 4.8	Mesin <i>Vibro Jumbo</i> (a), Mesin <i>Trinick</i> (b), Konveyor (c), <i>Tea Bin</i> (d) .	55
Gambar 4.9	<i>Cup Tasting</i> .....	55
Gambar 4.10	Konveyor menuju <i>Tea Bulker</i> (a), Pengisian <i>Paper Sack</i> (b).....	57
Gambar 4.11	Penyimpanan Teh Mutu Ekspor (a), Penyimpanan Teh Mutu Lokal (b)	57
Gambar 4.12	Urutan Proses Produksi Teh Hitam.....	58
Gambar 4.13	<i>Fishbone Diagram</i> Risiko Kritis R14 dan R3 .....	81
Gambar 4.14	Area Penyimpanan Kayu Bakar .....	81
Gambar 4.15	<i>Fishbone Diagram</i> Risiko Kritis R11 .....	83
Gambar 4.16	Posisi <i>Fermenting Machine</i> pada Lantai Produksi .....	84
Gambar 4.17	Rekomendasi <i>Checklist</i> .....	86
Gambar 4.18	Bubuk Teh yang Tercecer pada <i>Fermenting Machine</i> dan Perbaikan yang Diterapkan Perusahaan .....	87
Gambar 4.19	Tampilan Depan <i>Fermenting Machine</i> (a), Tampilan Samping <i>Fermenting Machine</i> (b), Rute Proses Oksidasi Enzimatis Bubuk Teh pada <i>Fermenting Machine</i> (c).....	88
Gambar 4.20	Rekomendasi Perbaikan Desain <i>Fermenting Machine</i> .....	89

Halaman ini sengaja dikosongkan



## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	<i>Scoring</i> pada Uji Mutu Teh.....	97
Lampiran 2.	Daftar Istilah dalam Penilaian Mutu Teh.....	99
Lampiran 3.	Contoh Kuesioner Perbandingan Berpasangan antar Kriteria .....	107
Lampiran 4.	Contoh Kuesioner Perbandingan Berpasangan antar Alternatif Risiko	109
Lampiran 5.	Tahapan Mencari Nilai <i>Eigen</i> Terbesar untuk Matriks Perbandingan Berpasangan antar Kriteria.....	115
Lampiran 6.	Tabel Pengukuran Kriteria <i>Expected Cost</i> .....	119



Halaman ini sengaja dikosongkan



## RINGKASAN

**Finondang Januarizka Lumbantoruan**, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2017, *Analisis Risiko pada Proses Produksi Teh Hitam dengan Metode Multi-Attribute Failure Mode Analysis di Pabrik Teh PTPN XII Kebun Wonosari*, Dosen Pembimbing: Rahmi Yuniarti dan Lely Riawati.

Kebun Teh Wonosari merupakan perkebunan teh yang berada di bawah naungan PT. Perkebunan Nusantara XII (PTPN XII). Pucuk teh dari perkebunan ini diolah di Pabrik Teh Kebun Wonosari dan menghasilkan produk teh hitam yang diekspor ke berbagai negara. Permasalahan yang muncul adalah Pabrik Teh Kebun Wonosari tidak dapat mencapai target kuantitas mutu ekspor yang ditentukan, selain itu hasil produksi untuk mutu ekspor juga terus menurun. Pada produksi teh, selain faktor bahan baku, permasalahan dalam pemenuhan target berkaitan erat dengan kontribusi proses produksi dalam pemenuhan standar kualitas dan kuantitas teh. Tahapan yang panjang dalam mengolah pucuk teh menjadi teh hitam menimbulkan tingginya potensi risiko yang mengakibatkan hasil produksi menyimpang dari standar yang telah ditetapkan sehingga harus turun *grade* menjadi mutu lokal.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui risiko-risiko yang dapat menyebabkan penyimpangan kualitas teh hitam dari standar mutu ekspor yang ditetapkan, tingkat kepentingan kriteria-kriteria yang berpengaruh terhadap produksi dan memberikan rekomendasi penanganan terhadap risiko-risiko yang dianggap risiko kritis dalam proses produksi teh hitam di Pabrik Teh Kebun Wonosari sebagai upaya untuk mencegah risiko penurunan mutu teh dengan menerapkan tahapan-tahapan dalam manajemen risiko. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis risiko adalah metode *Multi-Attribute Failure Mode Analysis* (MAFMA). Metode MAFMA merupakan pengembangan dari metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang menambahkan kriteria biaya ke dalam penilaian risiko. Kriteria biaya yang diintegrasikan dengan tiga kriteria FMEA (*severity*, *occurrence* dan *detectability*) berupa nilai perkiraan biaya (*expected cost*) yang diperoleh dari perbandingan kualitatif antar potensi risiko dengan menggunakan *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Kemudian diberikan rekomendasi *risk response planning* (RRP) pada risiko kritis yang diperoleh dari perhitungan nilai *risk level* pada metode MAFMA.

Identifikasi awal risiko menunjukkan bahwa sepanjang proses produksi di dalam pabrik, terdapat 19 potensi risiko yang berpengaruh terhadap mutu teh. Dari hasil perhitungan bobot kriteria-kriteria penilaian risiko diketahui bahwa kriteria *expected cost* merupakan kriteria dengan bobot tertinggi yaitu 0,388, yang menunjukkan bahwa faktor biaya merupakan faktor penting yang harus diperhitungkan dalam upaya penanganan risiko. Berdasarkan perhitungan *risk level* dengan menggunakan metode MAFMA, dipilih tiga risiko kritis yang memiliki nilai *risk level* tertinggi, yaitu asap masuk ke mesin pengering, asap masuk ke *Withering Trough*, dan bubuk teh tercecer pada proses oksidasi enzimatis. Rekomendasi RRP yang diberikan untuk menangani risiko kritis tersebut antara lain: meningkatkan kinerja pekerja berkaitan dengan perawatan mesin, mengondisikan area penyimpanan kayu bakar agar terhindar dari hujan dan melakukan perbaikan pada desain *Fermenting Machine*.

**Kata Kunci:** Proses Produksi Teh Hitam, Manajemen Risiko, *Multi-Attribute Failure Mode Analysis* (MAFMA), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

Halaman ini sengaja dikosongkan



## SUMMARY

**Finondang Januarizka Lumbantoruan**, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, January 2017, *Risk Analysis of Black Tea Production Process using Multi-Attribute Failure Mode Analysis Method in Tea Factory PTPN XII Wonosari Tea Garden*, Guide Lecturers: Rahmi Yuniarti and Lely Riawati.

Wonosari Tea Garden is a tea plantation which is under the auspices of PT Perkebunan Nusantara XII (PTPN XII). Tea shoots from this plantation processed in Wonosari Tea Factory, and produces black tea which exported to various countries. The problem that arises is the Wonosari Tea Factory could not reach the quantity target that specified for export quality, besides the results of quality production for exports also continued to decline. On tea production, in addition to raw material factors, problems in the fulfillment of the target is closely related to the contribution of the production process in the fulfillment of the standards of quality and quantity of tea. The long stages in the processing of tea shoots become black tea conduce high potential risk that cause the production results deviate from the standards that have been set so that it should drop into the local quality grade.

This research was conducted to find out the risks that can cause quality deviations of black tea from the specified export quality standards, the importance rate of the criteria that influence on production and provide handling recommendations for risks that are considered as critical risks in the production process of black tea in the Wonosari Tea Factory as an attempt to prevent tea quality decrease risk by applying the stages in the risk management. One of the method that can be used to analyze risk is Multi-Attribute Failure Mode Analysis (MAFMA) method. MAFMA method is the development of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method that adds cost criteria in risk assessment. Cost criteria that integrated with the three criteria of FMEA (severity, occurrence and detectability) is the value of expected cost that obtained from a qualitative comparison between the potential risk by using the Analytic Hierarchy Process (AHP). Then the risk response planning (RRP) recommendations given for critical risk derived from the value calculation of the risk level in the MAFMA method.

Early identification of risk showed that throughout the production process in the factory, there are 19 potential risks which affect tea quality. From the calculation results of the weighted criteria risk assessment known that expected cost criteria are the criteria with the highest weights i.e. 0.388, which indicates that cost factor is an important factor that must be taken into risk handling efforts. Based on the risk level calculation by using the MAFMA method, selected three critical risk that has the highest risk level, i.e. smoke entry into the dryer, smoke entry into the withering trough, and scattered tea powder on enzymatic oxidation process. RRP recommendations that given for handle those critical risks i.e.: improving worker's performance that related to engine maintenance, doing conditioning on firewood storage area to avoid the rain and make improvements on the fermenting machine designs.

**Keywords:** Black Tea Production Process, Risk Management, Multi-Attribute Failure Mode Analysis (MAFMA), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Analytic Hierarchy Process (AHP).

Halaman ini sengaja dikosongkan



# BAB I

## PENDAHULUAN

Pada bagian pendahuluan akan dijelaskan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian ini. Akan dijelaskan pula mengenai rumusan masalah yang akan diselesaikan, tujuan dan manfaat yang ingin dicapai, serta ruang lingkup penelitian yang mencakup batasan masalah dan asumsi yang digunakan dalam penelitian ini.

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu sektor yang mendukung perekonomian negara adalah sektor perkebunan. Perkebunan merupakan bagian dari sektor pertanian yang mempunyai peranan penting dalam meningkatkan pertumbuhan perekonomian nasional yang tidak hanya memberi kontribusi pada penyediaan lapangan kerja, tapi juga menjadi sumber devisa negara. Bidang usaha perkebunan terdiri dari usaha budidaya perkebunan dan usaha industri perkebunan. Salah satu industri perkebunan yang memiliki daya tarik tinggi di beberapa negara termasuk Indonesia adalah industri teh. Peranan ekspor teh Indonesia diharapkan dapat terus dikembangkan dengan meningkatkan mutu, sehingga memiliki keunggulan komparatif dan kompetitif dalam persaingan di pasar internasional.

Perusahaan-perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan teh harus dapat mencapai target produksi yang ditetapkan agar dapat terus bersaing di pasar internasional. Proses produksi memegang peranan penting dalam pemenuhan target produksi perusahaan, adanya gangguan/masalah dalam proses produksi dapat mengakibatkan target tidak tercapai. Proses produksi teh hitam di Pabrik Teh Kebun Wonosari melalui tahapan yang panjang, hal ini menimbulkan adanya potensi risiko yang cukup tinggi. Stevenson, Bailey, dan Siefring (2002) mendefinisikan risiko sebagai bahaya, kemungkinan untuk terjadinya sesuatu yang merugikan. Risiko tersebut harus dapat diidentifikasi dan dikelola secara serius untuk terciptanya kestabilan dalam proses produksi. Dalam upaya untuk mengelola konsekuensi yang dapat ditimbulkan oleh suatu risiko maka diperlukan adanya manajemen risiko. Manajemen risiko adalah pendekatan terstruktur untuk mengelola ketidakpastian yang berkaitan dengan ancaman, yang terdiri dari aktivitas-aktivitas penilaian risiko, pengembangan strategi untuk mengatasi risiko yang timbul, serta pengurangan risiko menggunakan sumber daya manajerial yang ada. (American National Standard, 2004).

Kebun teh Wonosari merupakan perkebunan teh yang berada di bawah naungan PT. Perkebunan Nusantara XII (PTPN XII) yang terletak di Lawang, Malang, Jawa Timur. Pucuk teh dari perkebunan teh ini selanjutnya akan diolah di Pabrik Teh Kebun Wonosari dan menghasilkan produk berupa teh hitam yang diekspor ke berbagai negara. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik, volume ekspor teh di Indonesia pada tahun 2013 adalah sebanyak 70,84 ribu ton. Pada tahun 2014 terjadi penurunan volume ekspor teh sebesar 6,27% atau menjadi sebanyak 66,40 ribu ton. Pada tahun 2015 kembali terjadi penurunan volume ekspor teh sebesar 6,75% atau menjadi sebanyak 61,92 ribu ton (BPS, 2016). Salah satu faktor yang mempengaruhi penurunan tersebut adalah tidak tercapainya target produksi teh yang dihasilkan. Dalam memenuhi permintaan ekspor teh, PTPN XII menargetkan anak perusahaannya, termasuk Pabrik Teh Kebun Wonosari untuk mencapai angka tertentu dalam produksinya.

Berdasarkan hasil identifikasi awal dengan melakukan wawancara dan *document review*, diketahui bahwa Pabrik Teh Kebun Wonosari memiliki masalah dalam pencapaian target produksi untuk mutu ekspor. Data pencapaian target produksi teh pada tahun 2013 sampai dengan tahun 2015 dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Pencapaian Target Produksi

		2013		2014		2015	
		Kuantitas (kg)	Pencapaian (%)	Kuantitas (kg)	Pencapaian (%)	Kuantitas (kg)	Pencapaian (%)
<b>Mutu ekspor</b>	Target	856.308	95,5	874.940	76,5	648.855	84,3
	Realisasi	818.149		669.451		546.991	
<b>Mutu lokal</b>	Target	56.961	116,0	64.990	112,7	65.030	133,4
	Realisasi	66.070		73.265		86.737	
<b>Total</b>	Target	913.269	96,8	939.930	79,0	713.885	88,8
	Realisasi	884.219		742.716		633.728	

Sumber: PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero) Kebun Wonosari (2015)

Dari Tabel 1.1 dapat dilihat bahwa dari segi kuantitas, Pabrik Teh Kebun Wonosari tidak dapat mencapai target kuantitas mutu ekspor yang ditentukan, hal itu dapat dilihat dari persentase pencapaian realisasi terhadap target yang belum bisa mencapai nilai 100%, selain itu hasil produksi untuk mutu ekspor juga terus menurun. Hal berbeda ditunjukkan oleh hasil produksi mutu lokal yang selalu melebihi target.

Dalam produksi teh dengan mutu ekspor, selain faktor bahan baku, permasalahan dalam pemenuhan target berkaitan erat dengan adanya kendala dalam proses produksi. Proses produksi memiliki kontribusi dalam pemenuhan standar kualitas dan kuantitas teh. Hal ini dikarenakan tahapan yang panjang dalam mengolah pucuk teh menjadi teh hitam, sehingga dapat menimbulkan munculnya potensi risiko yang tinggi yang menyebabkan hasil produksi

kurang maksimal dan menyimpang dari standar yang telah ditetapkan. Salah satu hal yang menyebabkan penyimpangan standar hasil produksi teh adalah terjadinya *overfermenting* karena ketidaksesuaian waktu oksidasi enzimatis yang menyebabkan hasil akhir produk tidak sesuai standar mutu ekspor. Jika hasil produksi untuk mutu ekspor tidak sesuai standar maka hasil produksi mutu ekspor akan dialihkan untuk mutu lokal yang mengakibatkan berkurangnya kuantitas hasil produksi untuk mutu ekspor. Standar mutu teh hitam untuk kualitas ekspor telah disusun oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN) dengan nomor SNI 1902:2016

Penerapan teknologi, kesesuaian jadwal, performa mesin dan operator, serta kapasitas produksi sangat berpengaruh dalam pencapaian kualitas dan kuantitas dalam upaya pemenuhan target produksi. Dalam merancang sistem produksi yang stabil, sangat penting untuk menerapkan manajemen risiko di dalamnya, karena menurut Stoneburner, Goguen dan Feringa (2002) manajemen risiko dapat mengidentifikasi risiko, menilai risiko dan mengurangi kemungkinan terjadinya risiko. Pada Pabrik Teh Kebun Wonosari pentingnya manajemen risiko kurang diperhatikan. Penanganan risiko lebih banyak bersifat korektif dan pentingnya identifikasi risiko tahap awal cenderung diabaikan.

Gambaran mengenai kondisi di lantai produksi Pabrik Teh Kebun Wonosari serta penjabaran mengenai pentingnya penerapan manajemen risiko menjadi dasar untuk menerapkan manajemen risiko dalam menangani risiko-risiko yang berpotensi terjadi ketika berlangsungnya proses produksi. Data yang dikumpulkan mengacu pada diskusi dan pengisian kuesioner dengan ahli yang juga turut bertanggungjawab pada proses produksi di Pabrik Teh Kebun Wonosari, yaitu mandor besar dan koordinator pengolahan.

Pada tahap awal dilakukan identifikasi risiko dengan melakukan observasi, wawancara dan *document review*. Risiko-risiko tersebut kemudian diolah dan dianalisis penyebabnya dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Menurut McDermott, Mikulak dan Beauregard (2009) salah satu metode yang sering dipakai untuk mengidentifikasi komponen penyebab risiko dan mencegah permasalahan itu terjadi adalah dengan menggunakan metode FMEA, sehingga metode ini tepat untuk diterapkan pada Pabrik Teh Kebun Wonosari. Namun faktor biaya yang merupakan hal penting tidak diperhitungkan dalam metode ini.

Biaya berkaitan dengan kerugian perusahaan dari sisi ekonomi. Risiko yang menjadi sebab penurunan mutu teh yang berakibat pada tidak terpenuhinya target produksi akan berdampak pada biaya lebih yang harus dikeluarkan perusahaan untuk menangani risiko tersebut. Hal inilah yang menyebabkan biaya menjadi hal yang penting untuk diperhitungkan

dalam penanganan risiko. Oleh karena itu digunakan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) sebagai *tool* untuk mencari perkiraan biaya. FMEA kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data menggunakan metode *Multi-Attribute Failure Mode Analysis* (MAFMA).

Metode MAFMA memperhitungkan faktor biaya yang tidak diperhitungkan di dalam FMEA sehingga dapat dilakukan perhitungan *risk level* yang akurat dan dapat ditentukan risiko kritis yang terjadi selama produksi. Metode ini digunakan oleh Braglia (2000), dalam menganalisis faktor kegagalan. Penelitian ini akan menggunakan metode MAFMA dalam menganalisis faktor risiko dalam sistem produksi Pabrik Teh Kebun Wonosari. Selanjutnya akan digunakan *Fishbone Diagram* sebagai *tool* untuk menemukan akar penyebab dan membangkitkan ide-ide untuk *Risk Response Planning* (RRP) dalam upaya menanggapi risiko kritis yang diperoleh.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah dipaparkan sebelumnya, dapat diketahui masalah yang diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan data tahun 2013 sampai dengan tahun 2015 diketahui bahwa Pabrik Teh Kebun Wonosari mengalami kegagalan pencapaian target produksi dan penurunan dari segi kuantitas produksi mutu ekspor.
2. Risiko-risiko yang menyebabkan masalah penurunan mutu belum diketahui secara mendetail oleh perusahaan, hal ini disebabkan karena perusahaan kurang memerhatikan pentingnya penerapan manajemen risiko sehingga risiko yang mungkin terjadi tidak dianalisis lebih dalam. Hal ini juga menyebabkan penanganan risiko yang dilakukan perusahaan sejauh ini cenderung bersifat korektif

## 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan dan identifikasi masalah yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apa saja risiko yang dapat menyebabkan terganggunya proses produksi di Pabrik Teh Kebun Wonosari?
2. Berapa nilai bobot dari kriteria-kriteria yang berpengaruh terhadap proses produksi teh hitam di Pabrik Teh Kebun Wonosari?
3. Bagaimana *Risk Response Planning* (RRP) risiko kritis berdasarkan pertimbangan estimasi biaya menggunakan metode MAFMA?

#### 1.4 Batasan Masalah

Batasan-batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Risiko yang diamati adalah risiko yang berpengaruh terhadap mutu teh sepanjang proses produksi di dalam pabrik.
2. Biaya dalam metode MAFMA dihitung dengan perbandingan kualitatif.

#### 1.5 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kebijakan perusahaan terkait proses produksi selama dilakukan penelitian tidak mengalami perubahan secara signifikan.

#### 1.6 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi risiko yang dapat menyebabkan terganggunya proses produksi di Pabrik Teh Kebun Wonosari.
2. Menghitung nilai bobot dari kriteria-kriteria yang berpengaruh terhadap proses produksi teh hitam di Pabrik Teh Kebun Wonosari.
3. Memberikan *Risk Response Planning* (RRP) risiko kritis berdasarkan pertimbangan estimasi biaya menggunakan metode MAFMA.

#### 1.7 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah agar pihak manajemen Pabrik Teh Kebun Wonosari dapat menanggapi risiko kritis yang terjadi dalam proses produksi dengan tepat sehingga masalah penurunan kuantitas dan pencapaian target produksi untuk mutu ekspor dapat diatasi.

Halaman ini sengaja dikosongkan



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan menguraikan berbagai teori atau referensi dan tinjauan penelitian terdahulu yang akan menjadi acuan atau pedoman yang dapat mendukung penyelesaian masalah dalam penelitian ini. Dasar teori yang ditinjau meliputi teori risiko, manajemen risiko, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Multi-Attribute Failure Mode Analysis* (MAFMA), *Analytic Hierarchy Process* (AHP), *Fishbone Diagram* dan literatur pendukung lainnya.

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Pelaksanaan penelitian ini sudah tentu menggunakan referensi, salah satunya adalah penelitian terdahulu. Berikut ini adalah beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan referensi, antara lain:

1. Hetharia (2009) melakukan penelitian di PT Pelita Cengkareng Paper & Co pada proses produksi kertas *kraft liner* yang bertujuan untuk menerapkan *Total Quality Management* (TQM) dalam upaya perbaikan kualitas produk. Metode yang digunakan adalah MAFMA untuk menentukan penyebab kegagalan potensial dan AHP dengan logika Fuzzy untuk memberikan bobot. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kegagalan potensial yang menyebabkan formasi kertas *kraft liner* kurang baik adalah karena penggumpalan *chemical* yang memiliki bobot terbesar yaitu 0,210.
2. Rucitra (2011) melakukan penelitian pada pusat Koperasi Induk Susu (PKIS) Sekar Tanjung Jawa Timur yang memproduksi susu *Ultra-High Temperature* (UHT). Permasalahan yang sering terjadi adalah ketidaksesuaian sebagian proses dengan standar yang telah ditetapkan. Susu merupakan produk yang sangat sensitif, karenanya ketidaksesuaian standar suhu, kadar alkohol kelarutan, kadar lemak, jumlah mikroba ataupun organoleptik dapat menyebabkan penurunan kualitas susu tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan AHP dalam metode MAFMA guna mengidentifikasi penyebab kegagalan potensial pada proses produksi susu. Metode MAFMA yang merupakan alat kendali kualitas hasil pengembangan dari FMEA digunakan untuk mengeliminasi atau mengurangi kemungkinan terjadinya kegagalan apabila dilihat dari faktor penyebabnya, dimana aspek konvensional yang ada pada FMEA (*severity*,

*occurrence* dan *detectability*) diintegrasikan dengan aspek ekonomi. Formulasi rangking prioritas penyebab kegagalan dilakukan dengan pendekatan AHP. Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa penyebab kegagalan terkritis adalah *temperature mixing* tidak sesuai dengan standar yang menyumbangkan bobot sebesar 0.47 atau 47% dari seluruh kriteria yang ada. Semakin tinggi bobot yang diperoleh maka semakin tinggi prioritas perusahaan untuk melakukan perbaikan agar dapat meminimalkan atau bahkan menghilangkan kegagalan proses.

3. Jimmy (2012) melakukan penelitian pada PT Mitra Sinergi Adhitama (PT MSA) yang merupakan perusahaan kontraktor telekomunikasi. Dalam kegiatan operasional di PT MSA, terdapat sejumlah risiko kegagalan pada proses pekerjaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab kegagalan yang mengakibatkan kecelakaan kerja yang paling berdampak, untuk diprioritaskan menurut bobot kriteria yang diprioritaskan oleh manajemen perusahaan. Dilakukan pengukuran risiko menggunakan metode FMEA untuk mencari prioritas penanganan masalah dilanjutkan dengan menggunakan metode MAFMA yang menambahkan aspek ekonomi. Perhitungan bobot kriteria dilakukan menggunakan AHP dengan data dari hasil kuesioner yang respondennya merupakan pihak-pihak yang ahli dibidangnya.
4. Kristyanto, Sugiono dan Yuniarti (2015) melakukan penelitian di PG Kebon Agung Malang, salah satu perusahaan yang memproduksi gula. Perusahaan memiliki masalah proses produksi yang berkaitan dengan produksi dan waktu produksi yang hilang akibat terjadinya gangguan operasional, yang mengakibatkan kegagalan pemenuhan target produksi tiap tahunnya. Metode yang digunakan adalah metode FMEA dan metode MAFMA yang menambahkan kriteria biaya dalam penentuan prioritas masalah. Metode MAFMA memperhitungkan bobot kriteria yang dicari dengan menggunakan AHP. Bobot kriteria diperoleh dari hasil kuesioner yang diisi oleh responden yang dinilai ahli dibidangnya Pada identifikasi awal risiko diperoleh 23 risiko operasional. Berdasarkan perhitungan *risk level* dengan metode MAFMA, terdapat 9 risiko kritis yang bersifat operasional pada proses produksi. Risiko kritis yang didapatkan berkaitan dengan bahan baku gula, kerusakan mesin, dan kecelakaan kerja. *Risk Response Planning* (RRP) yang sesuai dalam menanggapi risiko tersebut antara lain: perbaikan lahan tanam, penjadwalan perawatan mesin dan meningkatkan fungsi pengawasan terhadap para pekerja.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu dan Penelitian Saat Ini

No.	Nama	Objek	Tujuan	Metode	Hasil
1.	Hetharia (2009)	PT Pelita Cengkareng Paper & Co	Menerapkan TQM dalam upaya perbaikan kualitas produk	AHP, FUZZY, MAFMA	Kegagalan potensial yang menyebabkan formasi kertas <i>kraft liner</i> kurang baik adalah karena penggumpalan <i>chemical</i> yang memiliki bobot terbesar yaitu 0,210
2.	Rucitra (2011)	Koperasi Induk Susu (PKIS) Sekar Tanjung Jawa Timur	Menerapkan AHP dalam metode MAFMA guna mengidentifikasi penyebab kegagalan potensial pada proses produksi susu.	AHP, FMEA, MAFMA	Penyebab kegagalan terkritis adalah <i>temperature mixing</i> yang tidak sesuai dengan standar dengan bobot 0.47 atau 47% dari seluruh kriteria yang ada.
3.	Jimmy (2012)	PT Mitra Sinergi Adhitama (PT MSA)	Mengetahui penyebab kegagalan yang mengakibatkan kecelakaan kerja yang paling berdampak, untuk diprioritaskan menurut bobot kriteria yang diprioritaskan oleh manajemen perusahaan.	AHP, FMEA, MAFMA	Tiga penyebab bahaya teratas untuk pekerjaan perbaikan adalah pekerja bersentuhan dengan sumber listrik dari tiang, kabel bersentuhan dengan konektor di tiang dan kelelahan bekerja serta tiang licin.
4.	Kristyanto, Sugiono dan Yuniarti (2015)	PG Kebon Agung Malang	Mengidentifikasi, mengukur dan menangani risiko secara terstruktur untuk mengurangi kerugian dari risiko.	AHP, FMEA, MAFMA	Terdapat 9 risiko kritis yang bersifat operasional pada proses produksi gula berkaitan dengan bahan baku, kerusakan mesin dan kecelakaan. RRP yang sesuai antara lain: perbaikan lahan tanam, penjadwalan mesin dan meningkatkan fungsi pengawasan terhadap para pekerja.
5.	Penelitian ini	Pabrik Teh PTPN XII Kebun Wonosari	Mengidentifikasi risiko dan dampak yang ditimbulkan serta memberikan RRP risiko kritis berdasarkan pertimbangan estimasi biaya menggunakan metode MAFMA	AHP, FMEA, MAFMA, Fishbone Diagram	Diharapkan agar penelitian ini dapat memberikan rekomendasi RRP untuk risiko kritis yang ada sepanjang proses produksi.

## 2.2 Teh

Kata *tea* atau teh berasal dari Bahasa Mandarin yaitu *tay*. Teh sudah dikenal bangsa China dari sekitar tahun 2700 SM dan sudah sejak lama dianggap sebagai obat. Kebiasaan minum teh diduga berasal dari China yang kemudian berkembang ke Jepang dan Eropa (Suteja, 1987). Teh diperoleh dari pengolahan daun tanaman teh (*Cammellia sinensis L*) dari suku *tehacceace*. Tanaman diperkirakan berasal dari pegunungan Himalaya dan pegunungan yang berbatasan dengan Cina, India dan Myanmar. Terdapat sekitar 82 jenis tanaman teh yang sebagian besar tersebar di kawasan Asia Tenggara pada garis lintang 30° sebelah utara maupun selatan khatulistiwa. Tanaman ini dapat tumbuh dengan subur di daerah tropis dan subtropis yang mendapat cukup sinar matahari dan curah hujan sepanjang tahun. Selain tanaman teh yang dikonsumsi sebagai minuman, genus *Cammellia* juga mencakup berbagai jenis tanaman hias. Tanaman teh sendiri memiliki klasifikasi sebagai berikut:

<i>Kingdom</i> (kerajaan)	: <i>Plantae</i>
<i>Divisio</i> (divisi)	: <i>Spermatophyta</i>
<i>Sub Divisio</i> (sub divisi)	: <i>Angiospermae</i>
<i>Classis</i> (kelas)	: <i>Dicotyledone</i>
<i>Ordo</i> (bangsa)	: <i>Guttiferales</i>
<i>Familia</i> (suku)	: <i>Tehacceae</i>
<i>Genus</i> (marga)	: <i>Cammellia</i>
<i>Species</i> (jenis)	: <i>Cammellia Sinensis L</i>

Tanaman teh diduga pertama kali masuk ke Indonesia pada tahun 1684, berupa biji teh dari Jepang yang dibawa oleh seorang bernama Andreas Cleyer yang berkebangsaan Jerman dan ditanam sebagai tanaman hias di Jakarta. Pada tahun 1694, seorang pendeta bernama F. Valentijn melaporkan melihat perdu teh muda yang berasal dari China tumbuh di Taman Istana Gubernur Jendral Champhuys di Jakarta. Pada tahun 1826 tanaman teh ditanam untuk melengkapi koleksi Kebun Raya Bogor, dan pada tahun 1827 ditanam pula di Kebun Percobaan Cisarupan, Garut, Jawa Barat.

Tanaman teh merupakan tanaman yang tidak tahan kekeringan dan membutuhkan iklim yang lembap, sehingga tanaman ini akan baik bila ditanam di daerah dengan curah hujan yang cukup tinggi (2.000 mm per tahun) dan merata serta pada temperatur yang berkisar antara 10°C-30°C. Di Indonesia secara umum dapat dikatakan bahwa semakin tinggi letak kebun teh dari permukaan laut (dengan ketinggian antara 700-1000 mdpl), kebun selalu menghasilkan teh dengan mutu yang baik (Adisewojo, 1982).

Umumnya tanaman teh memiliki akar yang dangkal, peka terhadap kondisi fisik tanah dan cukup sulit untuk menembus lapisan tanah. Perakaran utama berkembang pada lapisan tanah atas dengan kedalaman 0-25 cm, yang merupakan tempat utama berakumulasinya unsur-unsur hara tanaman di dalam tanah. Tanaman teh di perkebunan ditanam berbaris dengan jarak tanam satu meter. Tanaman teh yang tidak dipangkas akan tumbuh kecil setinggi 50-100 cm dengan batang tegak dan bercabang-cabang. Pohon teh mampu menghasilkan teh yang bagus selama 50-70 tahun, namun setelah melewati masa itu hasil produksinya akan menurun. Oleh karena itu perlu untuk dilakukan penggantian tanaman tua dengan tanaman baru agar produktivitas tanaman teh tetap bagus. Tanaman teh yang tua biasanya akan diganti dengan bibit yang masih muda yang telah ditumbuhkan di perkebunan khusus untuk pembiakan tanaman muda (Setyamidjaja, 2000).

Penanaman teh dapat dilaksanakan dengan penanaman baru (*new planting*), penanaman ulang (*replanting*), konversi maupun rehabilitasi. Perbanyak tanaman teh dapat dilakukan dengan cara melakukan persemaian (*seeding*) atau stek (*cutting*). Ranting dan daun baru tumbuh dari tunas pada ketiak daun tua. Daun tanaman teh selalu berwarna hijau, berbentuk lonjong, memiliki ujung yang runcing dan bergerigi di bagian tepinya. Tanaman teh perlu dipangkas untuk memicu pertumbuhan daun baru. Daun-daun baru yang tumbuh setelah pemangkasan akan lebih besar daripada daun-daun sebelumnya. Pada pucuk dan ruas muda tanaman teh terdapat bulu-bulu halus yang akan hilang saat daun sudah tua. Teh dihasilkan dari pucuk-pucuk teh yang dipetik dengan siklus 7-14 hari sekali, selang waktu antar pemetikan tergantung dari keadaan tanaman masing-masing daerah. Selang waktu antar pemetikan dapat mempengaruhi jumlah hasil petikan pucuk teh yang diperoleh. Cara pemetikan pucuk teh juga sangat mempengaruhi mutu teh yang dihasilkan (Setyamidjaja, 2000).



Gambar 2.1 Pucuk Teh

### 2.2.1 Jenis Teh Berdasarkan Proses Pengolahannya

Berdasarkan proses pengolahannya, jenis teh dapat dibedakan menjadi teh tanpa fermentasi (teh putih dan teh hijau), teh semi fermentasi (teh oolong) dan teh fermentasi (teh hitam). Istilah fermentasi belakangan ini sudah tidak lagi digunakan dan diganti menjadi oksidasi enzimatis. Berikut adalah penjabaran dari setiap jenis teh (Rohdiana, 2015):

#### 1. Teh putih

Teh putih atau *white tea* merupakan teh dengan proses pengolahan yang paling sederhana. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan teh jenis ini hanya berasal dari pucuk teh yang masih kuncup dan dua daun di bawahnya. Pelayuan dapat dilakukan dengan memanfaatkan panas dari sinar matahari sampai dengan kadar air berkurang sebanyak 12%. Selanjutnya, daun teh yang sudah layu akan dikeringkan menggunakan mesin pengering. Pucuk teh kemudian akan menjadi jenis *silver needle*, sedangkan dua daun di bawahnya akan menjadi *white poeny*.

#### 2. Teh hijau

Prinsip dasar pengolahan teh hijau adalah inaktivasi enzim *polifenol oksidase* untuk mencegah terjadinya oksidasi enzimatis yang mengubah *polifenol* menjadi senyawa oksidasinya berupa *teaflavin* dan *tearubigin*. Pelayuan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan *rotary panner* (teh hijau China) atau *steamer* (teh hijau Jepang). Teh yang sudah layu akan digulung dan dikeringkan sampai kadar air mencapai batas tertentu.

#### 3. Teh oolong

Pada proses pembuatan teh oolong, daun teh yang sampai di pabrik sesegera mungkin dilayukan dengan memanfaatkan panas dari sinar matahari sambil digulung halus secara manual menggunakan tangan atau mesin. Tujuan penggulangan halus adalah untuk mengoksidasi sebagian *polifenol* yang ada dalam daun teh. Proses ini dikenal sebagai proses semi oksidasi enzimatis, selanjutnya daun teh akan dikeringkan.

#### 4. Teh hitam

Teh hitam merupakan jenis teh yang proses pengolahannya cukup rumit. Berdasarkan prosesnya, teh hitam dibedakan menjadi teh hitam ortodoks dan CTC (*crushing-tearing-curling*). Pada proses pengolahan teh hitam ortodoks, daun teh dilayukan selama 14-18 jam, setelah itu daun teh digulung, digiling dan dioksidasi enzimatis selama kurang lebih 1 jam. Pada proses CTC, pelayuan lebih singkat, yaitu 8-11 jam dan diikuti dengan proses penggilingan yang sangat kuat untuk mengeluarkan cairan sel semaksimal mungkin, selanjutnya dilakukan oksidasi enzimatis, pengeringan dan sortasi.

### 2.2.2 Syarat Umum Mutu Teh Hitam

Syarat umum mutu teh hitam menurut SNI dinilai dari penampakan fisik dan organoleptik teh yang dapat dilihat pada Tabel

Tabel 2.2 Syarat Umum Mutu Teh Hitam Menurut SNI

No.	Kriteria Uji	Persyaratan
1. Keadaan teh kering ( <i>made tea</i> )		
a.	Warna	Hitam, coklat sampai dengan merah
b.	Bentuk	Bulat, keriting tergulung dan terpilin
c.	Tekstur	Padat sampai dengan rapuh
d.	Benda asing	Tidak ada
2. Keadaan air seduhan		
a.	Warna	Kuning kemerahan sampai dengan merah kecokelatan
b.	Rasa	Normal khas teh
c.	Aroma	Normal khas teh
3. Keadaan ampas seduhan		
a.	Warna	Merah tembaga sampai hitam
b.	Aroma	Normal khas teh

Sumber: BSN (2016)

### 2.3 Risiko

Risiko memiliki beragam pengertian, beberapa ahli mendefinisikan risiko secara berbeda menurut pemahamannya masing-masing. Muehlen (dalam Jimmy, 2012) menyatakan bahwa risiko merupakan probabilitas terjadinya kerugian atau keuntungan yang dikalikan dengan besarnya dampak risiko tersebut. Yumaida (2011) dalam penelitiannya mencantumkan definisi risiko menurut beberapa institusi/ahli, antara lain:

1. Definisi risiko berdasarkan *Shorter Oxford Dictionary of the English Language*, "*Danger; the possibility of loss or injury*"
2. *Australian/New Zealand Standard 4360: 1995 Risk Management* (1995) mendefinisikan risiko sebagai gabungan antara seberapa sering dan peluang terjadinya sesuatu yang memiliki dampak yang berbahaya pada tujuan yang telah ditetapkan.
3. *ISO/IEC Guide 73:2002 Risk management-Vocabulary-Guidelines for use in Standards* (2002) menyatakan bahwa risiko merupakan kombinasi probabilitas dari kejadian dan konsekuensinya

Dari beberapa definisi yang telah disebutkan di atas, dapat diartikan bahwa risiko merupakan probabilitas terjadinya suatu kejadian yang memiliki konsekuensi positif atau negatif.

### 2.3.1 Risiko dan Ketidakpastian

Menurut Frame (2003) pengertian risiko sangat erat dengan ketidakpastian (*uncertainty*), namun terdapat perbedaan di antara keduanya. Yang membedakan risiko dengan ketidakpastian adalah pengetahuan mengenai probabilitas terjadinya suatu kondisi. Pada kondisi yang berisiko dapat diketahui probabilitas terjadinya risiko tersebut, sehingga informasi lebih tersedia, hal ini akan membuat pengambilan keputusan menjadi lebih baik. Berbeda dengan kondisi yang tidak pasti, pada kondisi ini tidak diketahui probabilitas terjadinya kondisi tersebut. Inilah yang membedakan risiko dengan ketidakpastian.

### 2.3.2 Komponen Risiko

Dalam penelitian yang dilakukan Jimmy (2012), disebutkan bahwa risiko memiliki dua komponen penting, yaitu kemungkinan (*likelihood*) dan dampak (*impact*) yang berkaitan erat dengan risiko. Hubungan antara keduanya dapat dijelaskan sebagai berikut: jika kemungkinan terjadinya suatu risiko semakin besar, maka semakin tinggi pula risikonya dan jika dampak dari risiko yang ditimbulkan tersebut itu semakin besar, maka risiko yang ditimbulkan akan semakin tinggi.

Komponen risiko lain adalah penyebab terjadinya suatu risiko (*hazard*) dan petunjuk keselamatan. Hubungan kedua hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut: jika penyebab dari terjadinya suatu risiko tidak dapat dideteksi, maka risikonya akan semakin tinggi dan sebaliknya jika petunjuk keselamatan semakin banyak, maka risikonya akan semakin rendah.

### 2.3.3 Klasifikasi Risiko

Menurut Frame (2003) risiko dapat diklasifikasikan menggunakan beberapa pendekatan, yaitu:

1. *Pure or insurable risk* (risiko murni)

Risiko murni berkaitan dengan kemungkinan terjadinya bahaya atau kerugian. Risiko ini hanya berfokus pada terjadinya hal-hal negatif. Risiko ini mengacu pada risiko yang dapat diasuransikan, seseorang akan menggunakan jasa asuransi untuk melindungi dirinya dari kerusakan atau kerugian yang akan terjadi, bukan kejadian sebaliknya.

2. *Business risk* (risiko bisnis)

Risiko bisnis menunjukkan bahwa peluang memperoleh keuntungan sama dengan peluang untuk memperoleh kerugian. Semakin tinggi risikonya semakin tinggi juga

prospek untuk mendapatkan keuntungan atau kerugian (*high risk high return*). Prospek keuntungan dan kerugian yang timbul pada saat yang bersamaan adalah hal yang menarik bagi seorang *entrepreneur*, bahkan semakin tinggi risikonya, peluang itu semakin diminati.

3. *Project risk* (risiko proyek)

Risiko ini sering didasarkan pada hukum Murphy (*Murphy's Law*), yakni "Jika sesuatu berpeluang untuk salah, maka kesalahan itu akan benar-benar terjadi" (*If something can go wrong, it will go wrong*). Suatu proyek biasanya berkaitan erat dengan risiko. Terdapat banyak variasi pada level risiko yang dihadapi oleh proyek. Risiko yang terjadi dalam suatu proyek berhubungan dengan estimasi, baik terhadap estimasi terhadap waktu atau pun biaya proyek. Jika durasi kegiatan tidak diperkirakan dengan akurat, perkiraan biaya melebihi target, atau sumber daya yang diperlukan tidak diidentifikasi dengan benar, target dari proyek akan mengalami masalah.

4. *Operational risk* (risiko operasional)

Menurut Djohanputro (dalam Sriwidadi dan Kristiani, 2014) risiko operasional adalah potensi penyimpangan dari hasil yang diharapkan karena tidak berfungsinya suatu sistem, sumber daya manusia, teknologi atau faktor lain. Risiko operasional adalah risiko kerugian yang berasal dari kegagalan atau tidak memadainya proses internal, orang, dan sistem, atau dari peristiwa-peristiwa eksternal. (Kountur, 2008). Risiko operasional mengacu pada risiko yang terkait dengan pelaksanaan suatu operasi, termasuk di antaranya adalah masalah yang terjadi pada *assembly line*, pengelolaan kantor, dan pengoperasian fasilitas komputer. Risiko muncul ketika terjadi peristiwa yang mengancam operasi. Contohnya adalah jika terjadi masalah pada pembangkit daya di perusahaan yang mengakibatkan lini perakitan berhenti dan membuat jadwal produksi tidak tepat waktu (Frame, 2003).

5. *Technical risk* (risiko teknis)

Ketika suatu tugas dilakukan untuk pertama kali, risiko berupa anggaran yang tidak terpenuhi, jadwal, atau spesifikasi target merupakan aspek yang sangat krusial. Risiko ini umumnya dialami oleh orang yang bekerja pada proyek yang mengedepankan teknologi, karena teknologi memiliki sifat yang dapat berkembang sampai dengan level yang tidak dapat dipastikan. Misalnya, tim teknis yakin bahwa pekerjaan yang diberikan akan menghabiskan waktu 3 hari untuk diselesaikan, tetapi pada saat pelaksanaan, masalah yang tak terduga muncul dan menyebabkan pekerjaan tersebut selesai 10 hari melebihi waktu perencanaan.

#### 6. *Political risk* (risiko politis)

Risiko politis mengacu pada situasi yang terjadi saat pembuatan keputusan, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor politik. Misalnya saat melakukan investasi pada konstruksi pabrik manufaktur di negara maju, pengusaha harus menyesuaikan perencanaan investasi tersebut dengan kebijakan-kebijakan dari pemerintah setempat.

### 2.3.4 Sumber Risiko

Jimmy (2012) dalam penelitiannya mengutip pendapat Tchankova yang menyatakan bahwa sumber risiko merupakan elemen dari lingkungan organisasi, baik internal maupun eksternal, yang dapat memberikan *output* positif maupun negatif. Sumber risiko dapat dibedakan berdasarkan lingkungan tempat sumber risiko tersebut berasal, yaitu:

#### 1. *Physical environment*

Aspek penting dari sumber risiko ini adalah hubungan timbal balik antara manusia dan alam. Meskipun bencana alam dapat dikatakan sebagai sumber risiko yang menimbulkan kerugian yang besar, namun di sisi lain lingkungan fisik yang baik dapat menguntungkan manusia.

#### 2. *Social environment*

Beberapa risiko dapat timbul dari kondisi lingkungan sosial, dimana aspek utamanya adalah manusia dan tindakannya dalam masyarakat. Kondisi yang dapat menjadi sumber risiko pada lingkungan sosial antara lain: perubahan budaya masyarakat, perilaku manusia dan struktur sosial.

#### 3. *Political environment*

Keadaan politik merupakan sumber risiko yang kompleks dan dapat mempengaruhi pengambilan keputusan suatu organisasi atau perusahaan karena hal ini berkaitan dengan peraturan, perundangan dan bahkan konflik di suatu negara.

#### 4. *Operational environment*

Keadaan lingkungan operasional dalam suatu organisasi dapat menimbulkan risiko dan ketidakpastian yang berkaitan dengan kecelakaan kerja, kerusakan mesin, kegagalan sistem, serangan virus terhadap komputer dan lain-lain.

#### 5. *Economic environment*

Lingkungan ekonomi berkaitan dengan kegiatan ekonomi di suatu negara yang dapat menimbulkan risiko yang mempengaruhi kondisi keuangan individu maupun perusahaan-perusahaan dalam negara tersebut.

#### 6. *Legal environment*

Aspek hukum dapat menimbulkan risiko dan ketidakpastian dalam suatu bisnis, namun di lain sisi aspek hukum juga dapat memberikan dampak positif berkaitan dengan stabilisasi keadaan dan perlindungan hak cipta.

#### 7. *Cognitive environment*

Sumber risiko yang berasal dari lingkungan kognitif mengacu pada adanya perbedaan persepsi antara apa yang diharapkan dengan kenyataan yang terjadi. Lingkungan kognitif sendiri adalah kondisi yang berkaitan dengan kapasitas dan kemampuan intelektual sumber daya manusia yang ada dalam suatu negara

### **2.4 Manajemen Risiko**

Dalam upaya untuk mencapai tujuan dari organisasi, kesadaran akan pentingnya pengelolaan risiko perlu untuk diimplementasikan dalam tindakan yang konkret. Hal ini bertujuan untuk meyakinkan bahwa risiko yang dihadapi oleh organisasi dapat diidentifikasi, diukur, dikendalikan dan dilaporkan dengan benar melalui penerapan kerangka manajemen risiko yang sesuai. Cara suatu organisasi menangani risiko dengan baik umumnya akan dapat dilakukan dengan pengimplementasian manajemen risiko yang baik pula.

#### **2.4.1 Definisi Manajemen Risiko**

*American National Standard* (2004) menyatakan bahwa manajemen risiko merupakan pendekatan yang terstruktur untuk mengelola ketidakpastian yang berkaitan dengan ancaman, terdiri dari aktivitas penilaian risiko, pengembangan strategi untuk mengatasi risiko yang timbul, dan pengurangan risiko menggunakan sumber daya manajerial yang ada.

Sedangkan menurut Tampubolon (2004) manajemen risiko diartikan sebagai kegiatan atau proses yang terarah dan bersifat proaktif, yang ditujukan untuk mengakomodasi kemungkinan gagal pada salah satu, atau sebagian dari sebuah transaksi atau instrumen

#### **2.4.2 Tahapan Manajemen Risiko**

Frame (2003) dalam bukunya mengadopsi tahapan manajemen risiko dari buku panduan *Project Management Body of Knowledge*, atau disingkat dengan PMBOK (2000), yang menjabarkan tahapan manajemen risiko ke dalam lima tahapan, yaitu:

1. *Plan for risk* (perencanaan untuk risiko)

*Plan for risk* merupakan tahapan pembatasan ruang lingkup risiko dan penetapan konteks risiko yang akan diteliti.

2. *Identify risk* (identifikasi risiko)

Tahap identifikasi risiko merupakan tahapan untuk mengetahui kondisi lingkungan organisasi, sehingga dapat ditemukan risiko apa saja yang mungkin mempengaruhi kinerja organisasi. Menurut Kristyanto, Sugiono dan Yuniarti (2015), risiko potensial dapat diidentifikasi melalui analisis risiko. Beberapa cara yang dapat digunakan dalam mengidentifikasi risiko antara lain:

- a. *Brainstorming*
- b. Kuesioner
- c. *Scenario analysis*
- d. *Risk assessment*
- e. *Incident investigation*
- f. *Auditing*
- g. *Inspection*
- h. *Checklist*

3. *Examine risk impacts, both qualitative and quantitative* (memeriksa dampak risiko, baik kualitatif maupun kuantitatif)

Pemeriksaan dampak risiko secara kualitatif bertujuan untuk mengetahui dampak risiko dari suatu peristiwa dengan mengaplikasikan proses pertimbangan yang logis. Sedangkan pemeriksaan dampak risiko secara kuantitatif bertujuan untuk menghitung konsekuensi numerik dari risiko tersebut.

4. *Develop risk-handling strategies* (mengembangkan strategi penanganan risiko)

Tahap ini fokus pada persiapan untuk menghadapi risiko yang telah diidentifikasi sebelumnya. Pada *A Guide to the Project Management Body of Knowledge* (dalam Frame, 2003) dijabarkan mengenai *framework* yang berfokus pada 4 kategori penanganan risiko, yaitu:

a. *Risk avoidance*

*Risk avoidance* atau penghindaran risiko berkaitan dengan peniadaan kemungkinan bahwa individu atau suatu kelompok akan menghadapi peristiwa-peristiwa yang berbahaya. Dampak dari risiko yang mungkin terjadi sangat besar sehingga lebih baik risiko tersebut dihindari.

b. *Risk mitigation*

*Risk mitigation* atau pengurangan risiko bertujuan untuk mengurangi kemungkinan munculnya dan dampak dari suatu risiko.

c. *Risk transfer*

*Risk transfer* atau transfer risiko bertujuan untuk mengalihkan risiko beserta dampaknya kepada pihak lain, bukan untuk menghilangkannya. Contoh dari transfer risiko adalah dengan menggunakan jasa asuransi, kontrak dan garansi.

d. *Risk acceptance*

*Risk acceptance* atau penerimaan risiko adalah suatu bentuk kesadaran bahwa kehidupan penuh dengan risiko di dalamnya, sehingga individu atau perusahaan perlu melakukan adaptasi dengan risiko-risiko yang masih dalam batas kewajaran.

5. Pengamatan dan pengendalian risiko

Tahap terakhir dari manajemen risiko adalah dengan melakukan pengamatan (*monitoring*) dan pengendalian (*control*) risiko. Pengamatan risiko adalah upaya untuk mengumpulkan informasi pada kondisi normal bisnis, dengan tujuan untuk menentukan ada tidaknya peristiwa risiko yang terjadi dan apakah perusahaan siap untuk menghadapi risiko tersebut. Berbeda dengan identifikasi risiko yang dilakukan dalam konteks usaha tertentu, pengamatan risiko merupakan tindakan yang hampir rutin dilakukan dan tidak menunggu adanya pemicu (*trigger*) agar pengamatan dilakukan. Aktivitas pengamatan risiko yang biasanya dilakukan dengan menggunakan *status report*, *issues logs*, evaluasi dan audit periodik. Agar pengamatan risiko berhasil dengan baik, ada 3 syarat yang perlu dipenuhi, yaitu pengamatan harus fokus pada sumber informasi yang tepat, informasi harus tepat waktu, dan pengamat harus memahami informasi tersebut. Pengendalian risiko mengacu pada tindakan yang dilakukan untuk memastikan risiko dapat ditangani ketika risiko tersebut muncul.

### 2.5 Analytic Hierarchy Process (AHP)

Pengambilan keputusan yang melibatkan suatu sistem akan sulit dilakukan jika hanya mengandalkan intuisi, sehingga perlu dilakukan proses tertentu yang dapat membantu pengambilan keputusan. AHP (*Analytic Hierarchy Process*) merupakan alat bantu (*tools*) yang dapat digunakan dalam melakukan pengambilan keputusan melalui penetapan prioritas yang didasarkan pada suatu proses yang terstruktur dan masuk akal.

### 2.5.1 Definisi *Analytic Hierarchy Process* (AHP)

*Analytic Hierarchy Process* (AHP) digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *multi-criteria decision making* (MCDM). Metode yang dibuat oleh Saaty di University of Pittsburgh ini menawarkan cara yang relatif mudah untuk dilakukan dan dapat mengevaluasi alternatif yang ada. AHP memungkinkan pembuat keputusan untuk menggunakan bentuk hierarki sederhana dalam menyelesaikan permasalahan yang kompleks serta melakukan evaluasi data secara kualitatif dan kuantitatif dengan metodologi yang sistematis pada beberapa kriteria (Mustafa, Jia-Pei, Siaw-Pen dan Abd Hamid, 2005).

Menurut Saaty (1993), hierarki merupakan suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam struktur *multi-level* di mana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif. Dengan menerapkan struktur hierarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis. Terdapat beberapa prinsip dasar yang harus dipahami dalam menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan AHP, antara lain:

#### 1. *Decomposition*

*Decomposition* dilakukan setelah persoalan terdefinisi, yaitu dengan membagi atau memecah permasalahan yang utuh menjadi unsur-unsurnya. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, pemecahan terhadap unsur-unsur permasalahan dilakukan sampai unsur permasalahan tidak memungkinkan untuk dipecah lagi, sehingga akan didapatkan beberapa tingkatan dari permasalahan tersebut.

#### 2. *Comparative judgement*

*Comparative judgement* dilakukan dengan membuat penilaian dari kepentingan relatif antara dua elemen pada suatu tingkat tertentu yang berkaitan dengan elemen pada tingkat di atasnya. Penilaian ini akan berpengaruh terhadap prioritas elemen-elemen yang dibandingkan. Hasil dari penilaian ini akan tampak lebih baik bila disajikan dalam bentuk matriks yang dinamakan matriks *pairwise comparison*. Ketika dilakukan perbandingan antara dua elemen, pihak yang akan memberikan jawaban perlu memahami secara menyeluruh tentang elemen-elemen yang dibandingkan dan relevansinya terhadap kriteria atau tujuan yang dipelajari agar diperoleh skala yang bermanfaat.

### 3. *Synthesis of priority*

Dari setiap matriks *pairwise comparison* dicari nilai *eigen vector* untuk mendapatkan *local priority*. Karena matriks *pairwise comparison* terdapat pada setiap tingkat, maka untuk mendapatkan *global priority* harus dilakukan sintesis di antara *local priority*. Prosedur melakukan sintesis berbeda menurut bentuk hierarki. Pengurutan elemen-elemen menurut kepentingan relatif melalui prosedur sintesis dinamakan *priority setting*.

### 4. *Local consistency*

Konsistensi memiliki dua arti, arti yang pertama adalah objek-objek yang serupa dapat dikelompokkan sesuai dengan keseragaman dan relevansi. Contohnya, anggur dan kelereng dapat dikelompokkan dalam himpunan yang seragam jika bulat merupakan kriterianya, tetapi tidak bisa jika rasa sebagai kriterianya. Arti kedua adalah menyangkut tingkat hubungan antar objek yang didasarkan pada kriteria tertentu. Contohnya, jika manis merupakan kriteria dan madu dinilai 5 kali lebih manis dibanding gula, dan gula 2 kali lebih manis dibanding sirop, maka seharusnya madu dinilai manis 10 kali lebih manis dibanding sirop. Jika madu hanya dinilai 4 kali manisnya dibanding sirop, maka penilaian tak konsisten dan proses harus diulang jika ingin memperoleh penilaian yang lebih tepat.

## 2.5.2 Tahapan AHP

Saaty (1993) mengemukakan langkah-langkah penyelesaian AHP secara detail sebagai berikut:

1. Melakukan identifikasi sistem. Identifikasi sistem merupakan proses mendefinisikan dan menentukan pemecahan yang diinginkan dari suatu permasalahan. Identifikasi sistem dilakukan dengan cara mempelajari referensi dan berdiskusi dengan para pakar yang memahami permasalahan, sehingga diperoleh konsep yang relevan dengan permasalahan yang dihadapi.
2. Membuat bentuk hierarki secara keseluruhan berdasarkan sudut pandang manajerial. Penyusunan struktur hierarki diawali dengan menetapkan tujuan umum, dilanjutkan dengan menetapkan sub tujuan, kriteria dan kemungkinan alternatif-alternatif pada tingkatan kriteria paling bawah.
3. Membuat matriks perbandingan berpasangan dari masing-masing elemen terhadap elemen pada level di atasnya. Teknik perbandingan berpasangan yang digunakan dalam

AHP adalah berdasarkan *judgement* atau pendapat dari para responden yang dianggap sebagai *key person*. Pihak-pihak yang merupakan *key person* tersebut dapat terdiri atas: 1) pengambil keputusan; 2) para pakar; 3) orang yang terlibat dan memahami permasalahan yang dihadapi. Skala perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Skala Perbandingan Berpasangan

Tingkat Kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	Kedua faktor sama pentingnya	Kedua faktor mempunyai pengaruh yang sama
3	Faktor yang satu sedikit lebih penting dari yang lain	Penilaian salah satu faktor sedikit lebih memihak dibandingkan pasangannya
5	Faktor yang satu lebih penting dari yang lain	Penilaian salah satu faktor lebih kuat dibandingkan pasangannya
7	Faktor yang satu sangat penting daripada yang lain	Suatu faktor lebih kuat dan dominasinya terlihat dibanding pasangannya
9	Faktor yang satu mutlak sangat penting daripada yang lain	Sangat jelas bahwa suatu faktor amat sangat penting dibanding pasangannya.
2,4,6,8	Nilai tengah di antara dua perbandingan yang berdekatan	Diberikan jika terdapat keraguan di antara 2 penilaian

Sumber: Saaty (1980)

Perbandingan berpasangan antar elemen dalam bentuk matriks dilakukan untuk menilai elemen mana yang lebih penting atau lebih disukai di antara kedua elemen yang dibandingkan, dan seberapa elemen tersebut lebih penting atau lebih disukai. Berikut adalah perhitungan matematis untuk mencari prioritas/bobot elemen dalam AHP yang dikemukakan oleh Saaty (1980).

Diasumsikan dalam suatu sub sistem operasi terdapat  $n$  elemen operasi, yaitu  $A_1, A_2, \dots, A_n$ , maka hasil perbandingan berpasangan dari elemen-elemen tersebut akan membentuk matriks perbandingan berpasangan seperti terlihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Matriks Elemen Operasi

A	$A_1$	$A_2$	...	$A_n$
$A_1$	$a_{11}$	$a_{12}$	...	$a_{1n}$
$A_2$	$a_{21}$	$a_{22}$	...	...
...	...	...	...	...
$A_n$	$a_{n1}$	...	...	$a_{nn}$

Sumber: Saaty (1980)

Dari matriks tersebut, dapat dikatakan bahwa  $A_{n \times n}$  adalah matriks resiprokal (kebalikan) yang unsur-unsurnya adalah  $a_{ij}$ , di mana  $i, j$  adalah  $1, 2, \dots, n$ . Bobot dari masing-masing elemen dinyatakan dengan lambang  $w$ . Diasumsikan terdapat  $n$  elemen perbandingan, yaitu  $w_1, w_2, \dots, w_n$ . Adapun nilai perbandingan ( $a_{ij}$ ) secara berpasangan (antara  $w_i$  dan  $w_j$ ) dapat ditunjukkan oleh persamaan berikut:

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \text{ dimana } i \text{ dan } j = 1, 2, \dots, n \quad (2-1)$$

4. Matriks pendapat gabungan merupakan matriks baru yang elemen-elemennya berasal dari rata-rata geometrik (*geometric mean*) elemen matriks pendapat individu. Pendapat dari dua orang atau lebih dapat dirata-rata dengan menggunakan persamaan:

$$G = \left( \prod_{i=1}^n Xi \right)^{\frac{1}{n}} \text{ dimana } n \text{ adalah banyaknya responden} \quad (2-2)$$

5. Melakukan sintesis data dalam matriks perbandingan berpasangan didapatkan prioritas setiap elemen hierarki.
6. Mengevaluasi konsistensi jawaban responden. Bila diagonal dari matriks bernilai 1 (satu) dan konsisten, maka penyimpangan kecil dari  $a_{ij}$  akan menunjukkan nilai *eigen* terbesar ( $\lambda_{\max}$ ) di mana nilainya mendekati  $n$  dan nilai *eigen* sisanya akan mendekati 0 (nol).

Untuk menyatakan penyimpangan konsistensi dinyatakan melalui Indeks Konsistensi (CI) sebagai berikut:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2-3)$$

Dimana:  $\lambda_{\max}$  = nilai *eigen* maksimum

$n$  = ukuran matriks

CI = indeks konsistensi

Indeks acak (RI) adalah nilai indeks acak berdasarkan ukuran matriks ( $n$ ) yang digunakan untuk menghitung rasio konsistensi (CR). Nilai CR diperoleh dari rumus:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2-4)$$

Nilai indeks acak dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Nilai Indeks Acak (RI)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Sumber: Saaty (1980)

Rasio inkonsistensi hierarki itu harus 10% atau kurang. Jika tidak, prosesnya harus diperbaiki atau diulang.

## 2.6 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Metode yang dapat untuk mengidentifikasi kegagalan potensial dalam suatu proses atau sistem produksi adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Dengan menggunakan FMEA, efek dari kegagalan juga dapat diketahui dan tindakan untuk mengurangi kegagalan juga dapat diidentifikasi.

### 2.6.1 Definisi FMEA

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) adalah suatu metode sistematis untuk mengidentifikasi dan mencegah terjadinya masalah pada produk dan proses sebelum masalah tersebut terjadi. FMEA fokus pada pencegahan cacat (*defects*) atau masalah, meningkatkan keselamatan (*safety*) dan meningkatkan kepuasan pelanggan (*customer satisfaction*).

FMEA pertama kali digunakan pada industri penerbangan di pertengahan tahun 1960 dan secara spesifik fokus pada aspek keselamatan. Kemudian FMEA berkembang menjadi alat yang digunakan untuk meningkatkan aspek keselamatan, khususnya pada proses kimia di industri. Tujuan dari peningkatan aspek keselamatan di industri adalah untuk mencegah terjadinya kecelakaan dan insiden. Industri otomotif juga mengadaptasi FMEA untuk digunakan sebagai alat peningkatan kualitas (McDermott, Mikulak, dan Beauregard, 2009).

### 2.6.2 Prosedur FMEA

McDermott, Mikulak, dan Beauregard (2009) menjabarkan langkah-langkah atau prosedur menggunakan FMEA ke dalam 10 tahap, yaitu:

1. Mengkaji ulang proses atau produk

Melakukan *review* pada *blueprint* dari produk atau secara langsung melihat produk dan/atau *prototype* produk apabila yang dibahas adalah mengenai FMEA suatu produk. Melakukan *review* pada *flowchart* atau melihat alur proses secara langsung apabila yang dibahas adalah mengenai FMEA proses. Pengkajian ulang (*review*) akan membantu tim untuk menyamakan pemahaman mengenai produk atau proses yang akan di bahas. Akan sangat membantu apabila terdapat ahli yang memahami produk atau proses untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan seputar produk atau proses tersebut.

2. Mendiskusikan mode kegagalan potensial

Ketika proses atau produk sudah dipahami, selanjutnya dilakukan diskusi untuk membuat daftar mode kegagalan potensial yang dapat mempengaruhi proses

manufaktur atau kualitas produk. Kegagalan yang dimaksud adalah ketidakmampuan sistem dari suatu produk atau proses untuk menjalankan fungsinya sesuai dengan standar kinerja yang diharapkan oleh pemakai. Modus kegagalan adalah kejadian yang menyebabkan suatu kegagalan fungsi atau ditolaknya suatu komponen karena karakteristik komponen yang tidak sesuai dengan spesifikasi teknisnya.

3. Membuat daftar dampak potensial dari setiap mode kegagalan

Dari setiap mode kegagalan yang sudah didaftarkan sebelumnya, dilakukan *review* dan identifikasi untuk mengetahui dampak potensial yang dapat ditimbulkan oleh mode kegagalan tersebut. Setiap mode kegagalan dapat memiliki satu atau beberapa dampak potensial. Tahap ini harus dilakukan dengan teliti karena informasi yang diperoleh dari tahap ini akan berpengaruh pada pemberian peringkat risiko untuk tiap mode kegagalan.

4. Menentukan peringkat *severity*

Penentuan peringkat *severity* merupakan penilaian pada tingkat keseriusan dampak atau akibat dari mode kegagalan apabila potensi kegagalan tersebut. Contoh tabel *rating severity* dapat dilihat pada Tabel 2.7.

5. Menentukan peringkat *occurrence*

Penentuan peringkat *occurrence* merupakan penilaian mengenai intensitas penyebab potensial memicu terjadinya mode kegagalan. Metode terbaik untuk menentukan peringkat *occurrence* adalah dengan menggunakan data aktual dari proses. Apabila data tersebut tidak tersedia, maka tim harus mengira-ngira seberapa sering penyebab potensial memicu mode kegagalan tersebut terjadi. Contoh tabel *rating occurrence* dapat dilihat pada Tabel 2.8.

6. Menentukan peringkat *detection*

Penentuan peringkat *detection* merupakan penilaian mengenai kemampuan *current control* mendeteksi mode kegagalan. Bila tidak ada *current control*, maka kemungkinan deteksi akan rendah dan item tersebut akan mendapatkan peringkat yang tinggi, mungkin 9 atau 10. *Current control* untuk setiap mode kegagalan atau setiap penyebab potensial harus didaftarkan lebih dulu, kemudian peringkat deteksi dapat ditentukan. Fungsi deteksi adalah untuk melihat apakah risiko yang ada dapat diketahui sebelum terjadinya kegagalan. Contoh tabel *rating detectability* dapat dilihat pada Tabel 2.9.

7. Menghitung *Risk Priority Number* (RPN)

Menghitung RPN dengan melakukan perkalian *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D), berikut adalah persamaan matematisnya:

$$RPN = (S) \times (O) \times (D) \quad (2-5)$$

## 8. Membuat prioritas risiko untuk ditindaklanjuti

Mode kegagalan dapat diprioritaskan dengan membuat peringkat dari mode kegagalan yang memiliki RPN tertinggi hingga terendah. Mode kegagalan dengan RPN tertinggi (risiko kritis) akan ditindaklanjuti lebih dulu agar risiko tersebut tidak terulang lagi.

## 9. Mengambil tindakan untuk mengurangi atau menghilangkan modus kegagalan yang mempunyai risiko tertinggi

Dengan menggunakan prosedur *problem solving* yang terorganisir, dilakukan identifikasi dan implementasi tindakan untuk mengeliminasi atau mengurangi mode kegagalan yang berisiko tinggi. Idealnya mode kegagalan harus dapat dieliminasi, namun hal tersebut mungkin tidak dapat dilakukan pada semua kasus. Pendekatan termudah untuk melakukan *improvement* pada proses atau produk adalah dengan meningkatkan deteksi untuk menurunkan peringkat *detection*. Strategi respons risiko dapat dilakukan dengan menghindari, memindahkan, mengurangi dan menerima risiko.

10. Menghitung kembali RPN setelah menetapkan peringkat baru untuk *severity*, *occurrence* dan *detection* pada mode kegagalan risiko setelah tindakan penanganan risiko diterapkan.

Contoh tabel FMEA dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Contoh Tabel FMEA

<i>Process</i>	<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Potential Failure Effects</i>	<i>Severity</i>	<i>Potential Causes</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Current Controls</i>	<i>Detection</i>	<i>RPN</i>

Tabel 2.7 Tabel *Severity*

Peringkat	Dampak	Penjelasan
10	Kegagalan untuk memenuhi persyaratan keselamatan dan/atau peraturan.	Dapat membahayakan operator mesin atau <i>assembly</i> tanpa ada peringatan
9		Dapat membahayakan operator mesin atau <i>assembly</i> dengan ada peringatan terlebih dahulu
8	Gangguan yang bersifat mayor	Keseluruhan produk mungkin harus dibuang ( <i>scrap</i> ). Lini produksi atau pengiriman terhenti.
7	Gangguan yang signifikan	Sebagian produk mungkin harus dibuang ( <i>scrap</i> ). Penyimpangan pada proses meliputi penurunan kecepatan lini atau penambahan tenaga manusia.
6	Gangguan yang sedang	Keseluruhan produksi yang sedang berjalan mungkin harus dikerjakan ulang di luar lini dan dapat diterima.
5		Sebagian produksi yang sedang berjalan mungkin harus dikerjakan ulang di luar lini dan dapat diterima.
4	Gangguan yang sedang	Keseluruhan produksi yang sedang berjalan mungkin harus dikerjakan ulang pada <i>station</i> sebelum kembali diproses.
3		Sebagian produksi yang sedang berjalan mungkin harus dikerjakan ulang pada <i>station</i> sebelum kembali diproses.
2	Gangguan yang bersifat minor	Sedikit tidak nyaman pada proses, operasi atau operator.
1	Tanpa efek	Tidak menimbulkan dampak apa pun.

Sumber: McDermott, Mikulak, dan Beaugard (2009)

Tabel 2.8 Tabel *Occurrence*

Peringkat	Peluang Kegagalan	Intensitas Kejadian
10	Sangat Tinggi	$\geq 1$ dalam 10
9	Tinggi	1 dalam 20
8		1 dalam 50
7		1 dalam 100
6	Sedang	1 dalam 500
5		1 dalam 2.000
4		1 dalam 10.000
3	Rendah	1 dalam 100.000
2		1 dalam 1.000.000
1	Sangat rendah	Kegagalan dieliminasi melalui kontrol preventif

Sumber: McDermott, Mikulak, dan Beaugard (2009)

Tabel 2.9 Tabel *Detectability*

Peringkat	Deteksi	Kemungkinan Deteksi oleh Kontrol
10	Hampir tidak mungkin	Pengecekan hampir tidak mungkin mendeteksi kegagalan
9	Sangat sedikit kemungkinan	Sangat kecil kemungkinan untuk pengecekan bisa mendeteksi kegagalan
8	Sedikit kemungkinan	Kecil kemungkinan untuk pengecekan bisa mendeteksi kegagalan
7	Sangat rendah	Pengecekan mempunyai peluang yang sangat rendah untuk mendeteksi kegagalan
6	Rendah	Pengecekan mempunyai peluang yang rendah untuk mendeteksi kegagalan
5	Cukup	Pengecekan kemungkinan akan mendeteksi kegagalan
4	Cukup tinggi	Pengecekan kemungkinan besar akan mendeteksi kegagalan
3	Tinggi	Pengecekan mempunyai peluang besar mendeteksi kegagalan
2	Sangat tinggi	Pengecekan hampir pasti dapat mendeteksi kegagalan
1	Hampir pasti	Pengecekan pasti dapat mendeteksi kegagalan

Sumber: McDermott, Mikulak, dan Beauregard (2009)

Tabel *severity*, *occurrence* dan *detectability* dapat diubah untuk menyesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi internal perusahaan sehingga diperoleh peringkat dengan deskripsi masing-masing poin yang lebih menggambarkan keadaan di perusahaan.

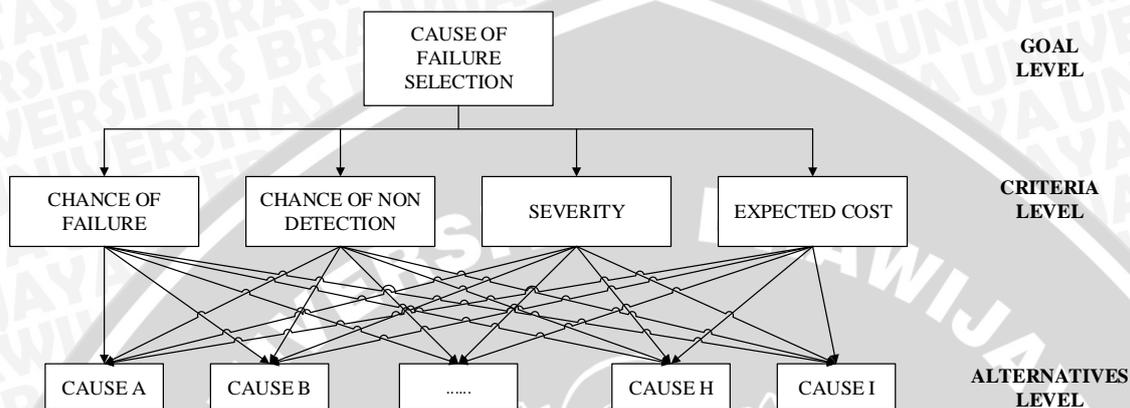
## 2.7 Multi Attribute Failure Mode Analysis (MAFMA)

Pada metode FMEA terdapat suatu kelemahan yaitu tidak diperhitungkannya faktor ekonomi atau biaya. Kelemahan ini dapat diperbaiki dengan menggunakan metode *Multi Attribute Failure Mode Analysis* (MAFMA) yang mengintegrasikan aspek-aspek konvensional pada FMEA dengan aspek ekonomi, sehingga penyebab kegagalan dapat dilihat pengaruhnya terhadap biaya (Braglia, 2000).

### 2.7.1 Definisi MAFMA

Dalam Hetharia (2009) dijelaskan bahwa metode *Multi Attribute Failure Mode Analysis* (MAFMA) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengeliminasi kegagalan. Metode ini merupakan pengembangan dari metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Dalam metode ini dilakukan identifikasi penyebab-penyebab terjadinya kegagalan, dan ditentukan pula penyebab kegagalan yang potensial. Penentuan kegagalan potensial (risiko kritis) pada metode FMEA didasarkan pada nilai *Risk Priority Number* (RPN)

tertinggi, sedangkan pada MAFMA risiko kritis tersebut didasarkan pada nilai *risk level* tertinggi. Penentuan *risk level* tersebut dilakukan dengan menggunakan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) sebagai *tool*. Pada metode MAFMA, Braglia (2000) menambahkan kriteria perkiraan biaya (*expected cost*) sebagai kriteria keempat yang jika disusun dalam hierarki maka bentuknya akan seperti *Gambar 2.2*.



*Gambar 2.2* Model MAFMA  
Sumber: Braglia (2000)

### 2.7.2 Tahapan MAFMA

Metode MAFMA yang dikembangkan oleh Braglia (2000) memiliki langkah penyelesaian sebagai berikut:

1. Pembuatan tabel FMEA
2. Penentuan bobot kriteria dengan AHP
3. AHP potensi risiko untuk kriteria *cost*

Perkiraan biaya merupakan aspek ekonomi yang dihitung dengan cara perbandingan berpasangan “kualitatif”. Hal ini disebabkan karena ketidakmampuan untuk melakukan penilaian kriteria biaya dengan nominal yang *real* oleh pihak terkait misalnya staf pemeliharaan. Hasil dari AHP untuk potensi risiko kriteria *cost* akan menghasilkan *local priority* alternatif di kriteria *expected cost*.

4. Menghitung *Local Priority*

Setelah tabel FMEA dibuat, *local priority* untuk *severity*, *occurrence* dan *detectability* dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$\bullet \text{Local Priority Severity} = \text{Nilai Severity} / \text{Total Severity} \quad (2-6)$$

$$\bullet \text{Local Priority Occurrence} = \text{Nilai Occurrence} / \text{Total Occurrence} \quad (2-7)$$

$$\bullet \text{Local Priority Detectability} = \text{Nilai Detectability} / \text{Total Detectability} \quad (2-8)$$

5. Menghitung *Global Priority*

*Global Priority* didapatkan dengan persamaan:

- $Global\ Priority\ Severity = Local\ Priority\ Severity \times\ Bobot\ Severity$  (2-9)

- $Global\ Priority\ Occurrence = Local\ Priority\ Occurrence \times\ Bobot\ Occurrence$  (2-10)

- $Global\ Priority\ Detectability = Local\ Priority\ Detectability \times\ Bobot\ Detectability$  (2-11)

- $Global\ Priority\ Expected\ Cost = Local\ Priority\ Expected\ Cost \times\ Bobot\ Expected\ cost$  (2-12)

6. Menghitung *Risk Level* untuk tiap-tiap penyebab kegagalan

$Risk\ Level = \sum\ global\ priority\ (S\ O\ D\ C)$  (2-13)

Contoh tabel MAFMA dapat dilihat pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Contoh Tabel MAFMA

<i>Potential Failure Mode</i>	<i>Local Priority</i>			<i>C</i>	<i>Global Priority</i>				<i>Risk Level</i>
	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>		<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	
	<i>Total Score</i>				<i>Bobot Kriteria</i>				

2.8 *Fishbone Diagram* (Diagram Tulang Ikan)

*Fishbone diagram* (diagram tulang ikan) sering juga disebut dengan *cause and effect diagram* atau *Ishikawa Diagram* diperkenalkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa, seorang ahli pengendalian kualitas dari Universitas Tokyo Jepang pada tahun 1953, sebagai salah satu dari tujuh alat kualitas dasar (*7 basic quality tools*). *Fishbone diagram* merupakan *tools* yang dipergunakan untuk menemukan penyebab masalah berkaitan dengan langkah *improvement* terhadap masalah tersebut.

2.8.1 Manfaat *Fishbone Diagram*

Menurut Gaspersz dan Fontana (2011) selain memberi banyak manfaat dalam dunia bisnis dan pemecahan masalah kualitas yang menjadi perhatian penting perusahaan, *fishbone diagram* juga dapat membantu menyelesaikan masalah-masalah klasik yang ada di industri manufaktur, seperti keterlambatan proses produksi, tingkat *defect* (cacat produk) yang tinggi, mesin produksi yang sering mengalami *trouble*, *output* lini produksi yang tidak stabil

yang berakibat pada kacaunya *plan* produksi, produktivitas yang tidak mencapai target dan komplain pelanggan yang terus berulang. Namun pada dasarnya *fishbone diagram* dapat digunakan untuk kebutuhan-kebutuhan berikut:

1. Membantu mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah
2. Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah
3. Membantu dalam penyelidikan atau pencarian fakta lebih lanjut
4. Mengidentifikasi tindakan (cara) untuk menciptakan hasil yang diinginkan
5. Membahas *issue* secara lengkap dan rapi
6. Menghasilkan pemikiran baru

### 2.8.2 Tahapan Pembuatan *Fishbone Diagram*

Berikut adalah tahapan dalam pembuatan *fishbone diagram*:

1. Mulai dengan pernyataan masalah-masalah utama yang penting dan mendesak untuk diselesaikan.
2. Tuliskan pernyataan masalah pada “kepala ikan” yang merupakan akibat. Kemudian gambar “tulang ikan” dari kiri ke kanan dan tempatkan pernyataan masalah itu di dalam kotak.
3. Tuliskan faktor-faktor penyebab utama yang mempengaruhi masalah kualitas sebagai “tulang ikan”, juga tempatkan dalam kotak. Faktor-faktor penyebab dapat merupakan faktor manusia (*man*), mesin (*machine*), material, metode (*method*), lingkungan kerja (*environment*), pengukuran dan lain-lain.
4. Tuliskan penyebab sekunder yang mempengaruhi penyebab utama (tulang ikan besar) pada “tulang ikan sedang”.
5. Tuliskan penyebab tersier yang mempengaruhi penyebab sekunder (tulang ikan sedang) pada “tulang ikan kecil”.
6. Tentukan item-item yang penting dari setiap faktor dan tandailah faktor-faktor penting tertentu yang kelihatannya memiliki pengaruh nyata terhadap karakteristik kualitas.
7. Catatlah informasi yang perlu di dalam diagram (judul nama produk, proses, kelompok, daftar partisipasi dan lain-lain)

Halaman ini sengaja dikosongkan



## **BAB III METODE PENELITIAN**

Metode penelitian adalah sekumpulan peraturan, kegiatan, dan prosedur yang digunakan oleh peneliti. Metodologi juga merupakan analisis teoretis mengenai suatu cara atau metode. Penelitian merupakan suatu penyelidikan yang sistematis untuk meningkatkan sejumlah pengetahuan, juga merupakan suatu usaha yang sistematis dan terorganisasi untuk menyelidiki masalah yang memerlukan jawaban. Metode penelitian merupakan suatu tahap yang harus ditetapkan terlebih dahulu sebelum melakukan penyelesaian masalah yang sedang dibahas.

### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang dilakukan dengan tujuan utama untuk memberikan gambaran atau deskripsi tentang suatu keadaan secara objektif. Menurut Sukmadinata (2011), penelitian deskriptif ditujukan untuk mendeskripsikan atau menggambarkan fenomena-fenomena yang ada, baik fenomena yang bersifat alamiah atau rekayasa manusia. Penelitian deskriptif merupakan cara untuk menemukan makna baru, menjelaskan sebuah kondisi keberadaan, menentukan frekuensi kemunculan sesuatu dan mengategorikan informasi. Penelitian deskriptif dilakukan dengan memusatkan perhatian kepada aspek-aspek tertentu dan sering menunjukkan hubungan antar berbagai variabel.

### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Pabrik Teh PTPN XII Kebun Wonosari yang bertempat di .Desa Toyomarto, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2016 hingga bulan Maret 2017.

### **3.3 Pengumpulan Data**

Data yang dikumpulkan dan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1. Data primer

Data primer merupakan data yang dikumpulkan secara langsung dari objek penelitian dari hasil wawancara, diskusi, observasi, maupun kuesioner, data yang diperoleh antara lain:

- a. Gambaran operasional perusahaan
- b. Proses produksi
- c. Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi
- d. Faktor penyebab risiko
- e. Kuesioner AHP berupa perbandingan berpasangan

### 2. Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang sudah ada sebelum penelitian ini dilakukan dan telah disediakan oleh pihak perusahaan dan berasal dari dokumentasi perusahaan serta studi literatur. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Profil perusahaan
- b. Struktur organisasi
- c. Data pencapaian target produksi
- d. Data kuantitas hasil produksi

## 3.4 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang harus dilalui untuk mencapai tujuan penelitian. Tahapan ini dilakukan mulai dari identifikasi masalah hingga diperoleh kesimpulan dan saran.

### 1. Studi lapangan

Studi lapangan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi kegiatan observasi, untuk mencari informasi kondisi objek yang diamati di Pabrik Teh Kebun Wonosari.

### 2. Studi literatur

Tahap studi literatur dilakukan untuk mempelajari teori ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan penyelesaian masalah yang ditemukan pada tahap selanjutnya. Pada penelitian ini dilakukan studi literatur dengan mencari referensi tentang metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, *Multi Attribute Failure Mode Analysis (MAFMA)* dan *Fishbone Diagram*.

### 3. Identifikasi masalah

Melakukan pengamatan lanjutan dengan melakukan wawancara, observasi dan *document review* guna mengidentifikasi risiko pada proses produksi teh hitam di Pabrik Teh Kebun Wonosari.

### 4. Perumusan masalah

Pada tahap ini masalah yang telah diidentifikasi diperinci kemudian dirumuskan agar mempermudah proses penelitian.

### 5. Penentuan tujuan

Penentuan tujuan dimaksudkan agar masalah yang akan diteliti menjadi terfokus, sehingga penelitian dapat dilakukan secara sistematis. Selain itu penentuan tujuan dimaksudkan untuk mengukur keberhasilan dari penelitian yang dilakukan.

### 6. Pengumpulan data

Pengumpulan data merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menghimpun data yang diperlukan dalam penelitian, untuk selanjutnya dilanjutkan dengan pengolahan data. Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara, diskusi, *document review* dan kuesioner.

### 7. Pengolahan data

Pengolahan data merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah dalam penelitian. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengolahan data pada penelitian ini antara lain:

#### a. Pembuatan tabel FMEA

Pembuatan tabel FMEA meliputi kegiatan identifikasi penyebab dan dampak risiko, berdasarkan potensi risiko yang telah diidentifikasi pada pengumpulan data. Kemudian dilakukan penilaian terhadap tingkat seberapa parah efek yang ditimbulkan (*severity*), penyebabnya, tingkat seberapa sering terjadi (*occurrence*), pencegahan dan deteksi yang sudah dilakukan, tingkat kemudahan pencegahan dan deteksi yang sudah dilakukan (*detectability*) untuk kemudian dihitung nilai RPN dengan rumus yang ada pada Persamaan (2-5).

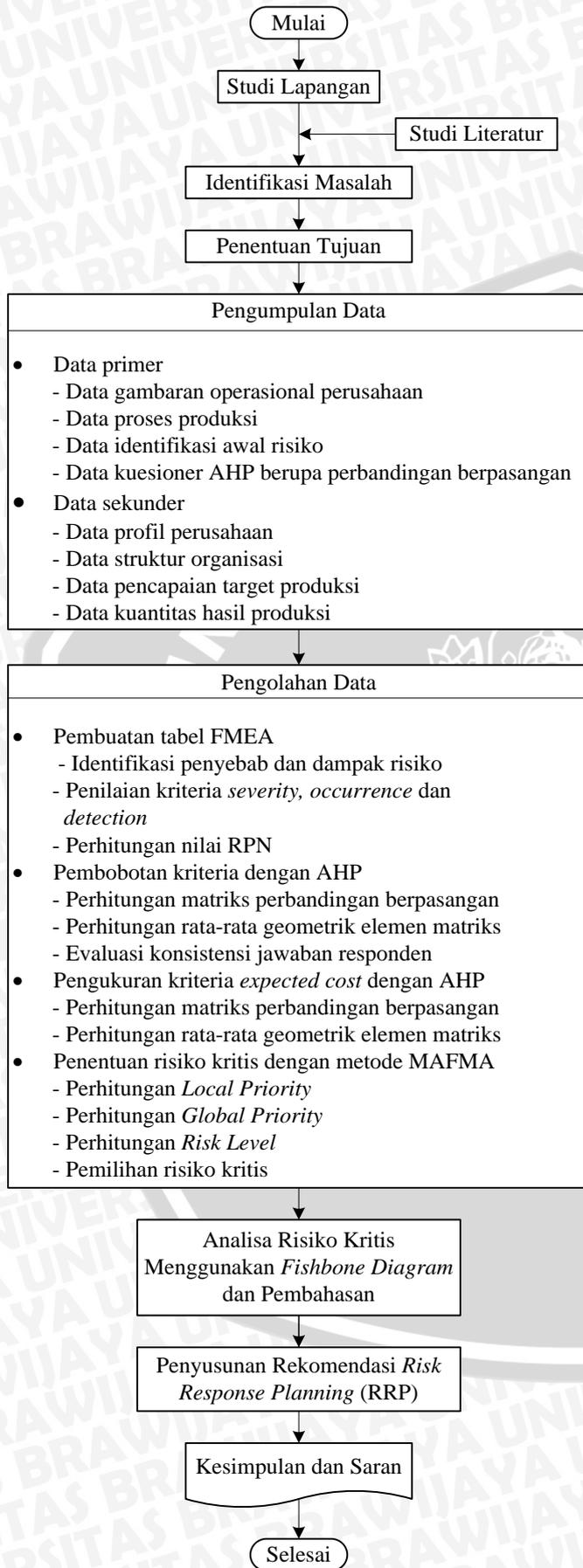
#### b. Pembobotan kriteria dengan AHP

Pembobotan kriteria dilakukan dengan melakukan perhitungan hasil penilaian responden terhadap kriteria *severity*, *occurrence*, *detectability* dan *expected cost*, menggunakan matriks perbandingan berpasangan (*comparative pairwise*), kemudian dilanjutkan dengan perhitungan rata-rata geometrik elemen matriks dan evaluasi konsistensi jawaban

- c. Penilaian kriteria *expected cost* dengan AHP  
Penilaian kriteria *expected cost* dilakukan dengan melakukan perhitungan hasil penilaian responden terhadap alternatif potensi risiko menggunakan matriks perbandingan berpasangan (*comparative pairwise*). kemudian dilanjutkan dengan perhitungan rata-rata geometrik elemen matriks.
  - d. Penentuan risiko kritis dengan metode MAFMA  
Penentuan risiko kritis didasarkan pada nilai *risk level* yang diperoleh dari perhitungan menggunakan rumus pada Persamaan (2-6) sampai (2-13). Berdasarkan hasil perhitungan akan dipilih risiko yang dianggap merupakan risiko kritis.
8. Analisa dan pembahasan  
Pada tahap ini dilakukan pengkajian terhadap hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan, yaitu berupa risiko kritis yang terjadi selama proses produksi dengan menggunakan *fishbone diagram* untuk membangkitkan ide penanganan risiko kritis.
  9. Penyusunan rekomendasi *Risk Response Planning* (RRP)  
Hasil analisis akan digunakan untuk menentukan rekomendasi *risk response planning* (RRP) yang tepat untuk menangani risiko kritis.
  10. Kesimpulan dan Saran  
Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan sehubungan dengan tujuan penelitian. Dilakukan juga pemberian saran yang diharapkan dapat diterapkan di Pabrik Teh Kebun Wonosari dan dapat berguna bagi peneliti lain yang akan melakukan penelitian yang serupa dengan penelitian ini.

### 3.5 Diagram Alir

Diagram alir penelitian dibagi dalam tiga tahap, yaitu tahap pendahuluan, tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap analisa dan kesimpulan. Diagram alir dapat dilihat pada *Gambar 3.1*.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.6 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir merupakan model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi. Kerangka pikir disusun dengan tujuan untuk membentuk pemahaman dasar dari penelitian, dan nantinya juga akan membantu untuk membentuk proses dari keseluruhan penelitian yang akan dilakukan.

#### 3.6.1 Analisa Masalah

Dari latar belakang permasalahan yang ada pada Bab I, masalah dapat diuraikan lebih rinci. Masalah terlihat dari laporan tahunan perusahaan tahun 2013 sampai dengan tahun 2015, dimana diketahui bahwa Pabrik Teh Kebun Wonosari mengalami kegagalan pencapaian target produksi dan penurunan dari segi kuantitas produksi mutu ekspor. Secara berturut-turut dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2015, pencapaian target produksi adalah sebesar 95,5%; 76,5%; 84,3%. Sedangkan penurunan kuantitas hasil produksi untuk mutu ekspor pada tahun 2014 sebesar 18,17% dan pada tahun 2015 sebesar 18,29%. Tahapan pada proses produksi teh hitam yang panjang dan rumit berpotensi menimbulkan berbagai risiko yang berkaitan dengan pencapaian standar mutu teh yang ditetapkan perusahaan untuk mutu ekspor. Perusahaan harus mengambil kebijakan untuk menurunkan hasil produksi menjadi mutu lokal apabila teh tidak sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Hal inilah yang mengakibatkan kuantitas produksi teh hitam untuk mutu ekspor tidak maksimal. Perusahaan sampai dengan saat penelitian ini dilakukan belum memerhatikan pentingnya penerapan manajemen risiko dengan serius, sehingga belum ada upaya analisis risiko pada proses produksi lebih dalam untuk meminimalkan terjadinya risiko. Hal ini juga menyebabkan penanganan risiko yang dilakukan perusahaan sejauh ini cenderung bersifat korektif.

#### 3.6.2 Penerapan Metode yang Relevan

Pada studi literatur di Bab II telah dijabarkan mengenai metode dan *tools* yang digunakan dalam penelitian ini. Pada subbab ini akan dijelaskan bagaimana penerapan metode pada permasalahan yang ada.

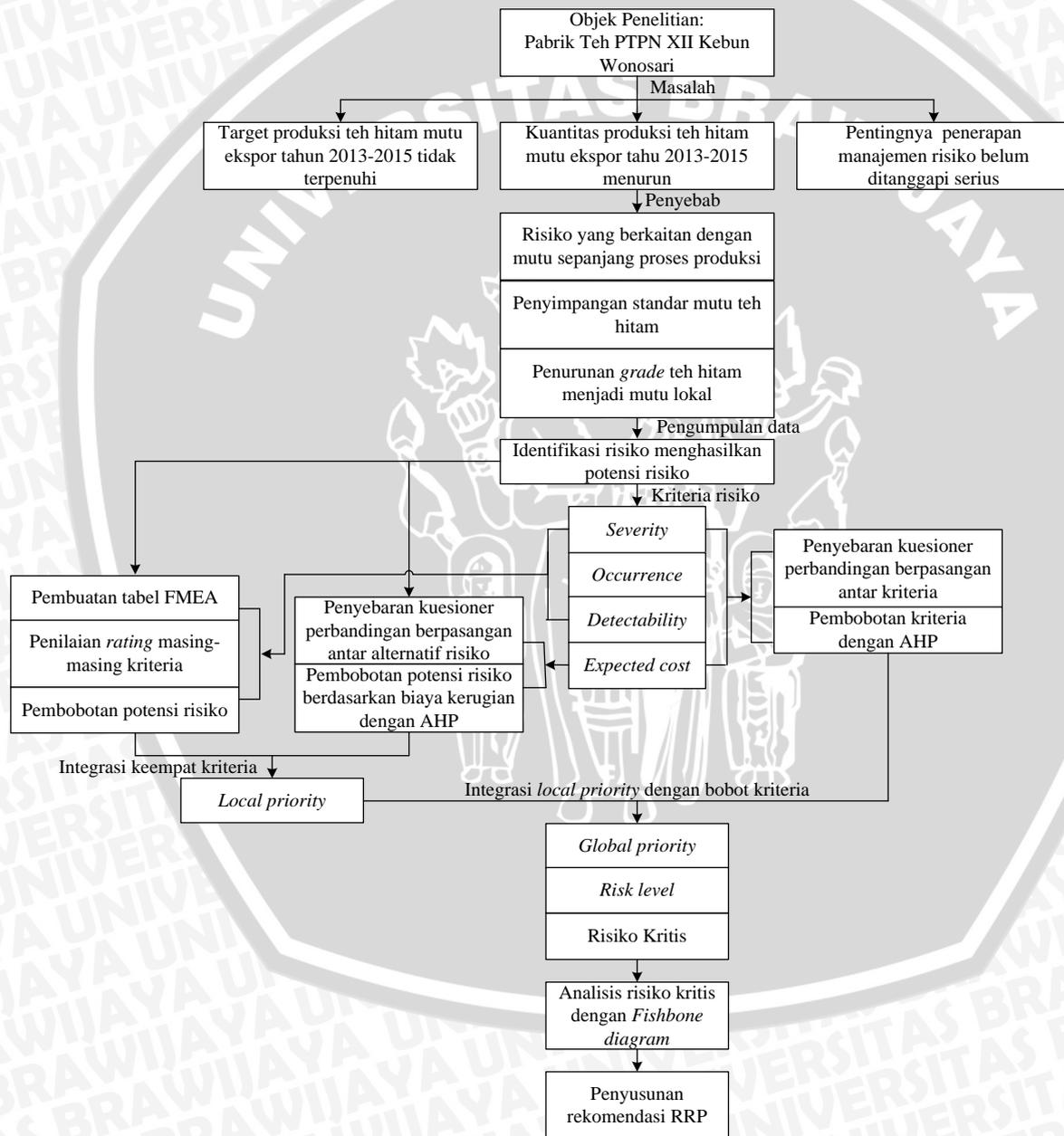
1. Pengolahan data dengan menggunakan tabel FMEA dilakukan menggunakan *Microsoft Excel* 2016 untuk menghitung nilai RPN. *Input* dari proses pengolahan data dengan membuat tabel FMEA adalah informasi mengenai apa saja risiko yang terjadi selama proses produksi teh hitam di Pabrik Teh kebun Wonosari, dampak yang ditimbulkan, penyebabnya, serta pencegahan dan deteksi yang sudah dilakukan perusahaan (*existing*)

yang diperoleh dari identifikasi awal risiko dan pendapat responden mengenai tingkat seberapa parah efek yang ditimbulkan (*severity*), tingkat seberapa sering terjadi (*occurrence*), dan tingkat kemudahan pencegahan dan deteksi yang sudah dilakukan (*detectability*). Dari pembuatan tabel FMEA akan diketahui potensi risiko mana yang paling penting jika ditinjau dari kriteria *severity*, *occurrence*, *detectability*.

2. Data yang diperoleh dari kuesioner perbandingan berpasangan antar kriteria (Lampiran 3) akan diolah menggunakan *tools* AHP dengan bantuan *Microsoft Excel 2016*. *Input* dari pengolahan data ini adalah jawaban responden pada kuesioner yang menyatakan keberpihakan responden pada kriteria yang dianggap penting. Kriteria yang saling dibandingkan adalah *severity*, *occurrence*, *detectability* dan *expected cost*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui bobot kepentingan dari masing-masing kriteria terhadap risiko yang mempengaruhi mutu produk teh hitam sepanjang proses produksi. Terlebih lagi untuk mengetahui sejauh mana faktor biaya yang merupakan kriteria tambahan selain kriteria dari FMEA menjadi hal yang penting untuk dipertimbangkan dalam analisis risiko.
3. Data yang diperoleh dari kuesioner perbandingan berpasangan antar alternatif risiko (Lampiran 4) akan diolah menggunakan *tools* AHP dengan bantuan *Microsoft Excel 2016*. *Input* dari pengolahan data ini adalah jawaban responden pada kuesioner yang menyatakan keberpihakan responden pada potensi risiko yang dianggap menimbulkan biaya kerugian lebih besar. Hal ini bertujuan untuk mengetahui bobot biaya kerugian perusahaan untuk masing-masing potensi risiko yang mempengaruhi mutu produk teh hitam sepanjang proses produksi.
4. *Output* berupa data yang diperoleh dari hasil pengolahan data sebelumnya, yaitu nilai tingkat *severity*, *occurrence*, *detectability* pada tabel FMEA, bobot kriteria risiko pada pengolahan kuesioner perbandingan berpasangan antar kriteria dan bobot biaya yang ditimbulkan potensi risiko pada pengolahan kuesioner perbandingan berpasangan antar alternatif risiko akan menjadi *input* pada proses pengolahan data menggunakan metode MAFMA dengan bantuan *Microsoft Excel 2016*. Data-data tersebut akan diintegrasikan untuk memperoleh nilai *risk level* masing-masing potensi risiko. Pada pengolahan data dengan metode MAFMA, nilai dari masing-masing kriteria dari tabel FMEA akan diubah menjadi bobot yang menunjukkan prioritas *severity*, *occurrence*, *detectability* masing-masing potensi risiko terhadap potensi risiko yang lain (*local priority*). Sedangkan *local priority* untuk kriteria *expected cost* akan langsung mengadopsi dari hasil bobot biaya yang ditimbulkan potensi risiko pada pengolahan kuesioner

perbandingan berpasangan antar alternatif risiko. Selanjutnya akan dihitung *global priority* yang menggunakan bobot kriteria hasil dari kuesioner perbandingan berpasangan antar kriteria dan nilai *local priority* sebagai *input*, dilanjutkan dengan perhitungan *risk level* untuk menentukan risiko kritis.

5. Analisis risiko kritis dilakukan dengan menggunakan *fishbone diagram* dengan bantuan *Microsoft Visio 2016*. Hasil dari analisis risiko kritis akan membantu membangkitkan ide-ide untuk penyusunan rekomendasi RRP.



Gambar 3.2 Kerangka Pikir Penelitian

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijabarkan mengenai profil Pabrik Teh Kebun Wonosari milik PT Perkebunan Nusantara XII (Persero), hasil pengumpulan data yang diperoleh dari Pabrik Teh Kebun Wonosari, pengolahan data dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Multi-Attribute Failure Mode Analysis* (MAFMA) serta *Analytic Hierarchy Process* (AHP) dan *Fishbone Diagram* sebagai *tool*.

### 4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Bagian ini berisi mengenai gambaran umum perusahaan meliputi sejarah perusahaan, visi, misi dan struktur organisasi perusahaan. Informasi pada bagian ini diperoleh melalui data sekunder dari PT Perkebunan Nusantara XII (Persero).

#### 4.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan

Kebun Wonosari didirikan pada masa penjajahan Hindia Belanda. Kebun Wonosari pertama kali dibuka oleh NV. Cultur Maatschappy untuk menjadi suatu perkebunan pada tahun 1815-1919. Pada tahun 1875, perusahaan Jepang NV Nankoku melakukan penelitian terhadap hutan di Wonosari yang bertujuan agar hutan tersebut dapat dipersiapkan untuk ditanami teh dan kina, penanaman teh terlaksana pada tahun 1910-1942. Namun pada tahun 1942 pada masa penjajahan Jepang, pemerintah Jepang memerintahkan agar sebagian tanaman teh diganti dengan tanaman pangan.

Setelah Indonesia merdeka pada tahun 1945, perkebunan diambil alih oleh pemerintah Indonesia dengan nama Pusat Perkebunan Nasional (PPN). Lima tahun kemudian, pada tahun 1950, kebun yang ditanami kina diganti dengan tanaman teh. Areal perkebunan Wonosari kemudian dibagi menjadi 2 (dua) bagian kebun, yaitu tanaman teh muda yang ditanam di Kebun Gebug Lor (1953-1962) dan tanaman teh tua yang ditanam di kebun Wonosari (1910-1916).

Perkebunan Wonosari terus berkembang, pada tahun 1957 Kebun Wonosari bergabung dengan PPN Kesatuan Jawa Timur dan pada tahun 1963 Bergabung dengan PPN Aneka Tanaman XII, Pada tahun 1968 bergabung dengan PPN XXIII yang saat itu telah berganti

nama menjadi Perusahaan Perkebunan Negara (PNP). Pada 1972 nama tersebut berganti lagi menjadi PT. Perkebunan XXIII (Persero). Kemudian pada tahun 1995 bergabung dengan PTP Group Jawa Timur dan setelah itu pada tahun 1996 Kebun Wonosari masuk PTP. Nusantara XII (Persero).

Pada tahun 1996 Kebun Wonosari masuk PTP. Nusantara XII (Persero). PT Perkebunan Nusantara XII (Persero) atau PTPN XII, dibentuk berdasarkan kebijakan Pemerintah Republik Indonesia yang melakukan restrukturisasi BUMN perkebunan dengan menggabungkan kebun-kebudan di Jawa Timur dari eks PTP XXIII, PTP XXVI dan PTP XXIX. Adapun dasar hukum penggabungan tersebut adalah Peraturan Pemerintah Negara RI Nomor 17 Tahun 1996, tanggal 14 Februari 1996, tentang pekebunan PT. Perkebunan (Persero) dalam Lembaran Negara RI Tahun 1996 Nomor 23.

PT Perkebunan Nusantara XII (Persero) mempunyai beberapa unit usaha. Unit usaha tersebut adalah usaha pabrik karet, unit usaha pabrik kopi, unit usaha pabrik teh, unit usaha pabrik kakao dan unit usaha rumah sakit yang tersebar di beberapa lokasi di Jawa Timur. PT perkebunan Nusantara XII (Persero) Kebun Wonosari bergerak di bidang pabrikasi dan jasa. Di bidang pabrikasi, perusahaan mengolah tanaman hasil utama budidaya kebun teh menjadi teh yang bermutu ekspor. Selain itu di bidang jasa, Kebun Wonosari juga mengembangkan wisata agro, yang dibudidayakan sebagai langkah diversifikasi usaha perkebunan Wonosari. Wisata agro ini diharapkan akan dapat membantu promosi komoditi hasil utama perkebunan yaitu teh. Adapun negara-negara tujuan ekspor dari teh ini adalah Amerika, Malaysia, Belanda, Kanada, Pakistan, Irak, India, Jerman, Perancis, Polandia, Korea, Swiss, Australia, Singapura, Belgia, Inggris, Rusia, Iran, Jepang, Italia, Mesir, Sri Lanka, Taiwan dan Uni Emirat Arab.



Gambar 4.1 Logo PTPN XII (Persero)

#### 4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

Berikut ini merupakan visi dan misi PT Perkebunan Nusantara XII (Persero).

## 1. Visi

Visi PT Perkebunan Nusantara XII (Persero) adalah "Menjadi perusahaan agribisnis yang berdaya saing tinggi dan mampu tumbuh kembang berkelanjutan"

## 2. Misi

Misi PT Perkebunan Nusantara XII (Persero) antara lain:

- a. Melaksanakan reformasi bisnis, strategi, struktur, dan budaya perusahaan untuk mewujudkan profesionalisme berdasarkan prinsip-prinsip *Good Corporate Governance* (GCG).
- b. Meningkatkan nilai dan daya saing perusahaan (*competitive advantage*) melalui inovasi serta peningkatan produktivitas dan efisiensi dalam penyediaan produk berkualitas dengan harga kompetitif dan pelayanan bermutu tinggi.
- c. Menghasilkan laba yang dapat membawa perusahaan tumbuh dan berkembang untuk meningkatkan nilai bagi *shareholder* dan *stakeholder* lainnya.
- d. Mengembangkan usaha agribisnis dengan tata kelola yang baik serta peduli pada kelestarian alam dan tanggung jawab sosial pada lingkungan usaha (*community development*).
- e. Meningkatkan profit yang dapat membawa perusahaan tumbuh dan berkembang.
- f. Mengembangkan usaha agribisnis sesuai prinsip *Good Corporate Governance* (GCG) dan peduli terhadap kelestarian lingkungan.
- g. Mengembangkan budaya perusahaan yang sesuai tata nilai SPIRIT (Sinergi, Profesionalitas, Integritas, *Responsibilitas*, Inovasi, dan Transparansi)

### 4.1.3 Lokasi dan Keadaan Geografis

Kebun Wonosari terletak di Desa Toyomarto Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang. Kebun Wonosari merupakan salah satu kebun yang dikelola oleh PT Perkebunan Nusantara XII (Persero). Kantor direksi PT Perkebunan Nusantara XII (Persero) sendiri beralamat di Jl. Rajawali No. 44 Surabaya. Kebun Wonosari berada di ketinggian 950-1.250 meter dari permukaan laut. Pada Kebun Wonosari luas budidaya tanaman pokok teh seluas 526,72 Ha, sedangkan luas seluruh areal kebun Wonosari adalah 1.144,31 Ha yang terbagi menjadi 3 (tiga) kebun, yaitu:

- Afd. Wonosari 370,31 Ha di Ds. Toyomarto Kec. Singosari Malang
- Afd. Gebug Lor 344,11 Ha di Ds. Wonorejo Kec. Lawang Malang
- Afd. Randuagung 429,89 Ha di Ds. Ambal-Ambil Kec. Kejayan Pasuruan

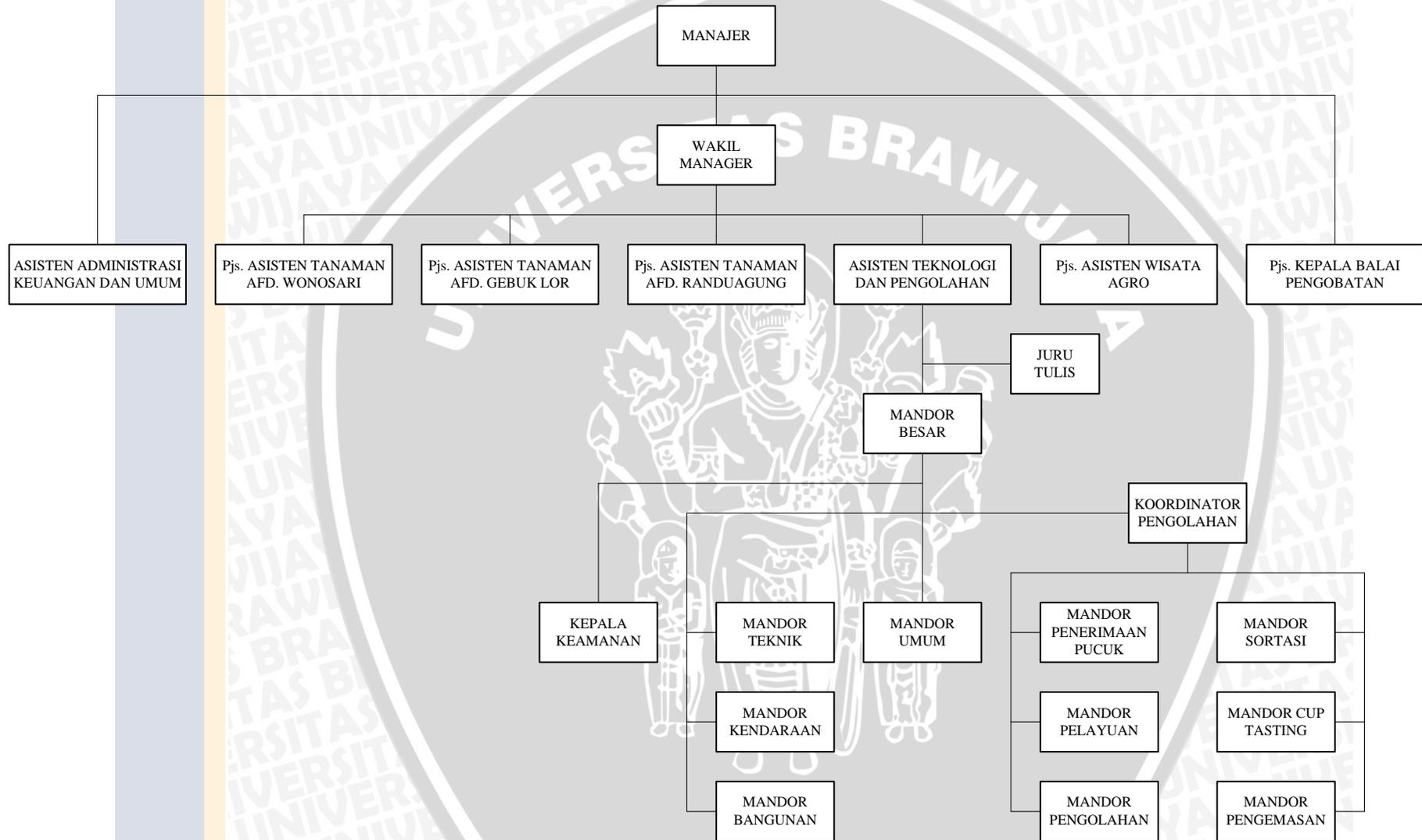
Kebun Wonosari terletak di 2 (dua) kabupaten, yaitu Kabupaten Malang untuk Afdeling Wonosari dan Kabupaten Pasuruan untuk Afdeling Randu Agung dan Afdeling Gebug Lor. Areal kebun digunakan untuk tanaman teh, tanaman randu, kayu-kayuan (misal: sengon) dan lain-lain (misal: pabrik teh, perumahan karyawan, jalan kebun dan sebagainya).

Lokasi Kebun Wonosari berada di daerah pegunungan yang memiliki suhu pada siang hari 26°C-30°C dan pada malam hari 19°C-24°C. Sedangkan kelembaban udara di Kebun Wonosari pada siang hari adalah 40%-70% dan pada malam hari adalah 70%-90%. Areal Kebun Wonosari memiliki jenis tanah yang cocok untuk budidaya teh, yaitu tanah *latosol* dan *andosol*.

#### 4.1.4 Struktur Organisasi Perusahaan

Dalam menjalankan bisnisnya, Kebun Wonosari dan Pabrik Teh milik PTPN XII (Persero) memiliki struktur organisasi seperti pada *Gambar 4.2*.





Gambar 4.2 Struktur Organisasi Kebun Wonosari dan Pabrik Teh

Berdasarkan *Gambar 4.2*, berikut adalah penjelasan mengenai beberapa jabatan beserta tugas dan fungsi masing-masing.

1. Manajer

Memiliki wewenang untuk memimpin, mengkoordinasi, mengawasi dan mempertanggungjawabkan seluruh kegiatan kerja yang berkaitan penyusunan rencana kerja, penggunaan modal, pembinaan dan pengembangan SDM, penilaian kinerja, kontrol dan pelaporan pencapaian produksi, serta aset perusahaan.

Mengamankan dan memanfaatkan aset perusahaan

2. Wakil Manajer

Bersama Manajer memimpin, mengkoordinasikan dan mengawasi kegiatan kerja bidang tanaman dan pengolahan pabrik. Melaksanakan pengawasan operasional terhadap Asisten Tanaman dan Asisten Teknik dan Pengolahan. Menghimpun dan mengevaluasi perkembangan pelaksanaan investasi tanaman dan non tanaman. Membina dan mengembangkan SDM yang menjadi tanggung jawabnya.

3. Asisten Administrasi, Keuangan dan Umum

Bertugas melaksanakan pengawasan bidang administrasi keuangan dan umum serta mengontrol laporan harian, antara lain menentukan keabsahan bukti pengeluaran dan penerimaan uang, bahan dan barang serta pembayaran upah setiap karyawan dan JAMSOSTEK.

4. Asisten Tanaman

Memimpin, mengkoordinasikan dan mengawasi seluruh kegiatan dan keamanan afdeling. Menyusun kebutuhan tenaga kerja dan mengupayakan pemenuhan untuk menyusun tugas-tugas di afdeling sesuai rasio tenaga kerja yang efektif dan efisien. Mengelola tanaman budi daya sesuai dengan prosedur

5. Asisten Teknik dan Pengolahan

Memeriksa dan melaporkan pencapaian hasil pengolahan produksi harian, bulanan dan tahunan. Memimpin pengelolaan proses produksi, keamanan dan SDM sesuai dengan prosedur.

6. Asisten Wisata Agro

Memimpin, mengkoordinasikan dan mengawasi seluruh kegiatan dan keamanan di kawasan wisata agro. Menyusun kebutuhan tenaga kerja, pengelolaan dan tugas-tugas di kawasan wisata agro.

7. Kepala Balai Pengobatan  
Memimpin penyelenggaraan kegiatan, penyediaan dan pengelolaan sarana prasarana kesehatan bagi masyarakat sekitar dan pekerja di lingkungan Kebun Wonosari.
8. Juru Tulis  
Melakukan pencatatan yang berhubungan dengan kegiatan di pabrik dan mengelola kegiatan administrasi pabrik
9. Mandor Besar  
Bertugas mengatur dan mengawasi pekerjaan mandor dan koordinator pengolahan serta melakukan penilaian kerja bawahan per semester.
10. Kepala Keamanan  
Bertanggungjawab atas keamanan pabrik.
11. Mandor Umum  
Bertanggungjawab atas kegiatan yang berkaitan dengan kebutuhan administrasi pabrik.
12. Mandor Teknik  
Bertanggungjawab melakukan pengecekan, perawatan dan perbaikan pada mesin.
13. Mandor Kendaraan  
Bertanggungjawab dalam penyediaan kendaraan untuk kegiatan operasional pabrik.
14. Mandor Bangunan  
Bertanggungjawab atas pemeliharaan yang berkaitan dengan kebersihan dan perbaikan bangunan pabrik.
15. Koordinator Pengolahan  
Bertanggungjawab atas setiap tahapan dalam proses produksi.
16. Mandor Penerimaan Pucuk  
Bertugas mengawasi penerimaan pucuk teh dari kebun dan melakukan analisa potes pada pucuk teh. Menentukan upah petik berdasarkan mutu petikan pucuk teh.
17. Mandor Pelayuan  
Bertugas mengawasi kondisi pucuk teh untuk menentukan siap tidaknya pucuk teh untuk digiling. Memantau suhu ruangan serta *heater* yang digunakan dalam pelayuan.
18. Mandor Pengolahan  
Bertugas mengawasi proses produksi pucuk teh yang meliputi proses penggilingan, oksidasi enzimatik dan pengeringan.
19. Mandor Sortasi  
Bertugas mengawasi proses sortasi dan menentukan kelayakan bubuk teh pada tiap *grade* mutu.

## 20. Mandor *Cup Tasting*

Bertugas melakukan uji mutu teh dengan kriteria *appearance* (penampakan bubuk teh kering), *liquor* (warna, rasa dan aroma air seduhan) dan *infused leaf* (ampas seduhan) berdasarkan sistem *scoring* seperti pada Lampiran 1. Penjelasan mengenai istilah-istilah dalam penilaian mutu teh dapat dilihat pada Lampiran 2.

## 21. Mandor Pengemasan

Bertugas mengawasi proses pengemasan, penyimpanan dan pengiriman teh.

### 4.1.5 Proses Produksi

Proses produksi yang dilaksanakan di Kebun Wonosari terdiri dari beberapa tahap, yaitu yang pertama kegiatan penerimaan pucuk, pelayuan, penggilingan, oksidasi enzimatik, pengeringan, sortasi dan pengemasan.

#### 1. Penerimaan Pucuk

Sebelum pucuk diterima oleh pabrik, pucuk teh diangkut menggunakan truk dari kebun. Salah satu syarat untuk memulai proses produksi adalah pucuk teh harus dalam keadaan baik, artinya keadaannya tidak mengalami perubahan selama pemetikan sampai ke lokasi pengolahan. Penerimaan pucuk meliputi kegiatan pembongkaran pucuk teh dari truk, penimbangan, penghamparan pucuk pada *Withering Trough* (pengunggaran), dan analisis potes.

Ketika masih berada di kebun, pucuk teh yang telah dipanen akan dimasukkan ke dalam rajutan (jaring) dengan kapasitas 15 kg, kemudian dikirim ke pabrik menggunakan truk, sesampainya truk di pabrik, dilakukan tahapan penerimaan pucuk yang dimulai dengan penimbangan pucuk teh. Pada saat pucuk teh ditimbang, operator memastikan apakah pucuk dalam keadaan basah atau tidak, bila pucuk dalam keadaan basah kuyup maka hasil penimbangan akan dikurangi bobotnya sebesar 2% sedangkan bila hanya basah karena embun bobot akan dikurangi sebesar 1%. Rajutan yang telah ditimbang akan dinaikkan ke dalam pabrik menggunakan *monorail*. Pada *monorail* diberi tanda yang menentukan batas isian *Withering Trough*. Kemudian pucuk teh akan hamparkan ke *Withering Trough*.

Analisis potes dilakukan dengan pengambilan sampel sebanyak 250 gram dari masing-masing *Withering Trough*, kemudian dilakukan pemisahan antara pucuk halus, daun tua dan pucuk yang tidak memenuhi standar (rusak atau merupakan tanaman selain teh), selanjutnya sampel pucuk yang telah dipilah akan ditimbang dan dihitung

persentasenya. Kegiatan yang dilakukan pada proses penerimaan pucuk bertujuan untuk mengetahui hasil produksi basah dan mutu pucuk dari afdeling serta menentukan upah pemetik.



Gambar 4.3 Penimbangan Pucuk Teh (a), Pemindahan Pucuk Teh Menggunakan *Monorail* (b), Pengambilan Sampel Analisis Potes (c), Pemilahan Pucuk Teh pada Analisis Potes

## 2. Pelayuan

Proses pelayuan dilakukan untuk menurunkan kadar air sebesar 30%-32% dan melembaskan pucuk segar secara merata agar dapat digiling dengan baik. Pucuk teh basah dihamparkan di *Withering Trough* (kapasitas 500 kg - 700 kg) dengan dimensi 14,5 m × 1,65 m. Jika cuaca panas maka waktu yang diperlukan untuk proses pelayuan berkisar antara 8-12 jam karena jika cuaca panas kondisi pucuk pada saat masuk pabrik sudah setengah layu, sedangkan untuk kondisi basah waktu pelayuan berkisar antara 12-18 jam. Pembalikan akan dilakukan 6 jam setelah pucuk dihamparkan. Pembalikan dilakukan dengan cara menyisir/mengirap hamparan pucuk teh supaya rata dan tidak menggumpal. Pembalikan dilakukan searah dengan arah angin *Fan Trough (blower)* yang terdapat pada bagian bawah *Withering Trough*. Pada saat pembalikan pucuk teh, mesin *Fan Trough* harus dalam keadaan mati dan akan dinyalakan kembali ketika pembalikan pucuk selesai

Setiap 2 jam sekali dilakukan pengamatan suhu udara dengan menggunakan termometer basah dan kering (*dry and wet*) yang terdapat dalam masing-masing *Withering Trough*. Temperatur udara dalam *Withering Trough* adalah sekitar 27°C, udara panas dari *heater* akan dialirkan apabila ada selisih antara temperatur basah dan kering sebesar  $\leq 2^\circ\text{C}$ . Pucuk teh dinyatakan sudah mencapai tingkat kelayuan yang dikehendaki apabila pucuk teh lolos kontrol secara visual oleh mandor dan bobot pucuk teh sudah berkurang kurang lebih 30%. Sebelum pucuk layu dibongkar, *Fan Trough* harus dimatikan terlebih dahulu, kemudian pucuk teh layu akan diproses pada mesin *Green Leaf Shifter* (turun layu).

Kriteria hasil pelayuan yang baik:

- Pucuk layu tetap berwarna hijau dan bila diremas menggumpal
- Pucuk tidak mudah dipatahkan, lemas dan lentur
- Pucuk mempunyai aroma yang segar dan tidak berbau asap



(a)

(b)

(c)

Gambar 4.4 Hamparan Pucuk Teh pada *Withering Trough* (a), Pembalikan Hamparan Pucuk Teh (b), Proses Turun Layu (c)

### 3. Penggilingan

Proses ini bertujuan untuk membentuk partikel dan mutu bubuk teh yang baik. Pucuk teh yang sudah mengalami pelayuan hingga kadar airnya tinggal 69-70% selanjutnya akan dipindahkan menggunakan troli menuju ke mesin ayakan pucuk layu yang dinamakan *Green Leaf Shifter* yang berkapasitas 1100-1200 kg/jam (turun layu). Pada mesin ini terdapat 4 ukuran *mesh* yang bertugas untuk memisahkan pucuk teh dari benda asing yang tidak sengaja terangkut bersama pucuk teh. Mesin ini juga dilengkapi dengan magnet yang berfungsi untuk menangkap logam agar tidak lolos ke dalam mesin penggilingan.

Setelah pucuk teh melewati *Green Leaf Shifter*, pucuk teh yang sudah dilayukan akan masuk ke mesin *Rotor Vane* (kapasitas 1100–1200 kg/jam) yang berfungsi sebagai

penggilingan awal pucuk teh agar penggilingan pucuk teh pada gilingan CTC (*Cutting, Tearing and Curling*) dapat berjalan dengan lancar. Mesin giling CTC di Kebun Wonosari memiliki 4 macam *roll*, yaitu *Roll 1* (8 TPI), *Roll 2* (10 TPI), *Roll 3* (10 TPI). dan *Roll 4* (10 TPI), kapasitas dari masing-masing *roll* adalah 1000-1100 kg/jam. Setiap *roll* diberikan tekanan dengan ketentuan yang dinyatakan dalam arus listrik dalam satuan *ampere* (A) sebesar 15-20 A.

Proses penggilingan dilakukan untuk mendapatkan partikel daun yang lebih kecil dan juga untuk memberikan kesempatan oksigen untuk bertemu dengan *polifenol* yang ada di dalam daun, sehingga diperoleh *theaflavin* dan *thearubigin* yang merupakan penting faktor penting penentu mutu teh. Kelembapan udara di penggilingan harus mencapai 90-95% dan suhu ruangnya harus 21°C–26°C, apabila kelembapan udara <90% maka harus *humidifier* yang berfungsi untuk mengatur kelembapan ruang pengolahan harus dinyalakan. Kemudian dengan bantuan konveyor, hasil dari penggilingan akan masuk ke dalam *Fermenting Machine* yang berfungsi sebagai tempat pucuk teh dalam proses oksidasi enzimatis.



Gambar 4.5 Mesin CTC

#### 4. Oksidasi Enzimatis

Proses oksidasi enzimatis bertujuan untuk menghasilkan rasa, aroma dan juga warna teh yang diinginkan. Sewaktu teh mengalami proses oksidasi enzimatis, pada bubuk teh akan terjadi proses oksidasi enzim *polifenol* sehingga terbentuk *theaflavin* dan *thearubigin* yang merupakan penting faktor penting penentu mutu teh. Proses oksidasi enzimatis menggunakan *Fermenting Machine* yang berupa *ban conveyor* berjalan (*ban conveyor food grade*) yang dilengkapi dengan alat pengatur kecepatan dan alat pemecah gumpalan bubuk teh (*ball breaker*). dengan kapasitas 1400 kg/jam. Biasanya proses oksidasi enzimatis berlangsung selama 70-90 menit pada suhu ruangan 21°C-27°C (dilihat menggunakan termometer basah dan kering). Waktu fermentasi akan

berjalan lebih lama apabila proses pelayuan teh kurang, sehingga lamanya proses oksidasi enzimatik harus diatur dan dikendalikan oleh operator agar hasil teh yang didapatkan sesuai standar. *Fermenting Machine* terdiri dari 5 tingkat (*layer*) dan satu *layer* tambahan untuk membawa bubuk teh ke mesin pengering. Penambahan *layer* ini merupakan penyesuaian terhadap *layout* lantai produksi. Lama bubuk teh berada di setiap *layer* kurang lebih sekitar 15 menit. Selama proses oksidasi enzimatik dilakukan pengamatan suhu bubuk di awal dan akhir proses oksidasi enzimatik pada *Fermenting Machine*, suhu di awal oksidasi <math><32^{\circ}\text{C}</math>, sedangkan akhir oksidasi <math><28^{\circ}\text{C}</math>. Sedangkan secara visual, oksidasi enzimatik dikatakan cukup apabila warna bubuk teh yang semula hijau menjadi kecokelatan seperti warna tembaga, bubuk teh juga sudah mulai menghasilkan aroma yang khas. Karakter bubuk teh yang terbentuk pada proses ini akan berpengaruh pada nilai *appearance*, *liquor* dan *infused leaf*.



Gambar 4.6 Sisi Kiri *Fermenting Machine* (a), Sisi Kanan *Fermenting Machine* (b),

## 5. Pengeringan

Pengeringan bertujuan untuk menghentikan proses oksidasi enzimatik senyawa *polifenol* dalam teh pada saat komposisi zat-zat pendukung kualitas teh telah mencapai keadaan optimal serta untuk menurunkan kadar air bubuk teh hingga 3%-4%. Proses pengeringan akan menyebabkan kadar air dalam teh menurun, sehingga teh akan tahan lama dalam penyimpanan. Selain itu, proses pengeringan juga dapat membunuh adanya mikroba, karena pada suhu tinggi mikroba tidak dapat bertahan hidup. Pengeringan merupakan proses pengaliran udara panas pada bubuk teh dari proses oksidasi enzimatik sehingga diperoleh bubuk yang kering. Proses pengeringan berlangsung selama 15-20 menit dengan menggunakan mesin *Vibro Fluid Bed Dryer* (VFBD) yang berkapasitas antara 300-350 kg/jam. Mesin VFBD dilengkapi dengan *heater* berbahan bakar kayu (BBK) dengan standar 2,5-3 m<sup>3</sup> per ton kering dan diameter 15cm-20 cm.

Selama proses pengeringan dilakukan kontrol kemasakan bubuk teh dengan mengendalikan suhu *inlet* antara 110°C-130°C dan suhu *outlet* antara 80°C-95°C. Udara panas akan mengenai bubuk teh dari bagian bawah VFBD dengan bantuan *blower*. Pada VFBD terdapat tiga *cyclone (dust collector)*. Dua *cyclone* pertama berfungsi untuk menyerap uap air dari bubuk teh sehingga teh menjadi kering. Kemudian uap air tersebut dibuang keluar melalui cerobong. Sedangkan *cyclone* ketiga berfungsi untuk menyerap uap air dari bubuk sebelum keluar dari VFBD, akibatnya akan ada sedikit bubuk yang terikut masuk *cyclone* ketiga. Bubuk teh ini nantinya akan menjadi teh mutu lokal.

Suhu *inlet* yang terlalu tinggi dapat menyebabkan bubuk teh terlalu kering bahkan hangus, terdapat pula kondisi butiran bubuk teh hanya kering di luar tetapi masih basah di dalam. Sedangkan suhu *inlet* terlalu rendah dapat mengakibatkan bubuk tidak kering sempurna, bubuk teh akan memiliki kadar air tinggi sehingga mudah ditumbuhi jamur dan dapat menyebabkan oksidasi enzimatis dalam bubuk teh tidak berhenti .

Hasil bubuk teh kering yang keluar dari pengeringan akan diukur kadar airnya tiap 20 menit sekali dengan menggunakan alat *Kett Infrared*. Kadar air bubuk teh yang keluar dari mesin *Vibro Fluid Bed Dryer (VFBD)* berkisar antara 3%-4%. Setiap 1 jam sekali diadakan *cup tasting* untuk menentukan nilai *appearance*, *liquor* dan *infused leaf* dari bubuk teh secara reguler. *Cup tasting* bertujuan sebagai kontrol apabila terjadi cacat mutu sehingga dapat secepatnya ditindaklanjuti. Pada *cup tasting* akan dilakukan penilaian mutu teh secara kuantitatif berdasarkan sistem *scoring* seperti yang ada pada Lampiran 1. Bubuk teh dinyatakan memenuhi standar ekspor apabila *appearance* mencapai nilai 31 sampai dengan 50 (medium), *liquor* mencapai nilai 16 sampai dengan 40 dan *infused leaf* mencapai nilai 4 sampai dengan 10. Bubuk teh hasil pengeringan yang dinyatakan cacat akan dipisahkan untuk diproses lagi dan dijadikan mutu lokal. Sedangkan bubuk teh yang tidak cacat akan menuju ditampung pada *holding tank*.



Gambar 4.7 Mesin VFBD (a), Pengukuran Kadar Air dengan *Kett Infrared* (b)

## 6. Sortasi

Teh yang berasal dari proses pengeringan masih heterogen atau masih bercampur baur, baik bentuk maupun ukurannya. Selain itu teh juga masih mengandung debu, tangkai daun, dan kotoran lain yang akan sangat berpengaruh pada mutu teh nantinya. Untuk itu sangat dibutuhkan proses penyortiran atau pemisahan yang bertujuan untuk mendapatkan suatu bentuk dan ukuran teh yang seragam sesuai dengan jenisnya sehingga layak untuk dipasarkan dengan mutu yang terjamin.

Bubuk teh dari pengeringan akan dibawa ke alat sortasi pertama yaitu *Vibro Jumbo* yang dilengkapi dengan 6 *roll*. *Roll* ini berfungsi untuk memisahkan partikel teh dengan serat yang ringan, seperti tangkai. Tangkai akan terangkat dan menempel pada *roll*, kemudian teh akan dikeluarkan dan ditampung dalam drum tersendiri.

Bubuk teh yang lolos akan menuju  *Holding Tank* yang berkapasitas 1000 kg dengan menggunakan elevator. Bubuk teh yang ditampung di  *Holding Tank* akan turun ke  *Mydleton Shifter* yang memiliki 2 macam ayakan yaitu  *mesh* 4 mm (halus) dan juga  *mesh* 5 cm (agak kasar). Bubuk teh yang lolos di  *mesh* 4 akan masuk ke  *Trinick I* dan partikel teh yang masuk ke  *mesh* 5 akan masuk ke  *Trinick II*. Setiap jenis teh mempunyai standar ukuran berdasarkan besar kecilnya partikel yang dipisahkan oleh ayakan dengan ukuran  *mesh* nomor yang berbeda-beda sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Setelah melalui proses sortasi, bubuk teh akan dimasukkan ke dalam  *Tea Bin* (peti miring) dengan menggunakan konveyor. Produk utama teh hitam yang dihasilkan di Pabrik Teh Kebun Wonosari dibagi menjadi 2 kelas mutu yaitu Mutu I dan Mutu II yang keduanya merupakan mutu ekspor. Mutu I terdiri dari BP1 ( *Broken Peko*), PF1 ( *Peko Fanning*), PD ( *Peko Dust*), dan D1 ( *Dust 1*) sedangkan Mutu II terdiri dari Fann ( *Fanning*) dan D2 ( *Dust 2*). Ada juga TW ( *Tea Waste*) dan Pluff yang merupakan mutu lokal. Teh yang sudah melalui proses sortasi akan diambil  *sample* per jenisnya untuk dilakukan  *cup tasting* keesokan harinya, hal ini bertujuan untuk mengetahui mutu produksi harian. Ukuran pada mesin  *Trinick* dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Ukuran  *Mesh* pada Mesin  *Trinick I* dan  *Trinick II*

<i> Trinick I</i>		<i> Trinick II</i>	
<i> Mesh</i>	Mutu Teh	<i> Mesh</i>	Mutu Teh
50	D3	30	D2
30	D2	24	D1
24	D1	20	PD
20	PD	16	PF1
16	PF1	12	BP1
14	BP1	10	BP1



Gambar 4.8 Mesin Vibro Jumbo (a), Mesin Trinick (b), Konveyor (c), Tea Bin (d)



Gambar 4.9 Cup Tasting

## 7. Pengemasan

Pengemasan bertujuan untuk mempertahankan kadar air serta mempermudah penyimpanan dan pengangkutan bubuk teh. Pengemasan teh hitam menggunakan *paper sack*. Bubuk teh hitam yang telah melalui proses sortasi akan dimasukkan ke dalam *tea bin* (peti miring), yang berkapasitas 1000 kg, sesuai dengan mutu masing-masing. *Tea bin* terbuat dari kayu dan di dalamnya dilapisi dengan pelat aluminium. *Tea bin* harus bersih, cukup hangat dan kering serta tertutup rapat. Di Pabrik Teh Kebun Wonosari terdapat 7 *tea bin* yang digunakan untuk masing-masing mutu ekspor. Tujuan dari

penyimpanan sementara pada *tea bin* adalah untuk menunggu pengemasan, membuat kadar air bubuk teh seragam, membentuk aroma teh yang khas, dan mempertahankan mutu teh. Bila bubuk teh hitam tertampung dalam *tea bin* dan sudah mencapai satu *chop* (20 *paper sack*) maka bubuk teh akan dikemas.

Sebelum dikemas, terlebih dahulu diukur densitas dari masing-masing mutu bubuk teh. Pengukuran densitas bertujuan untuk mengetahui volume bubuk teh per 100 gram, yang akan menjadi acuan bisa tidaknya *paper sack* memuat bubuk teh sesuai standar berat yang ditentukan. Tabel 4.2 akan menunjukkan standar densitas masing-masing jenis teh.

Tabel 4.2 Standar Densitas

Jenis Teh	Standar Densitas
BP 1	300 sampai dengan 330
PF 1	270 sampai dengan 295
PD	250 sampai dengan 280
D 1	240 sampai dengan 260
FANN	290 sampai dengan 310
D 2	235 sampai dengan 245
TW	490

Apabila densitas suatu jenis teh melebihi standar harus dilakukan sortasi ulang. Setelah melalui proses sortasi ulang, bubuk teh harus diukur lagi densitasnya, karena densitas bubuk teh masih tinggi akan menyebabkan *paper sack* menggelembung sehingga ketinggian palet melebihi standar (2,2 meter). Hal ini akan menyebabkan kendala pada saat palet dimasukkan ke dalam *container*.

Dari peti miring, kemudian bubuk teh menuju ke dalam *Tea Bulker* melalui konveyor untuk dilakukan homogenisasi/*blending* bubuk teh sejenis. Apabila telah mencukupi satu *chop*, bubuk teh dapat langsung dimasukkan ke dalam kemasan *paper sack* yang sudah diberi label jenis, berat, nomor urut dan nomor *chop* kemudian kemasan dipadatkan dan dirapikan dengan alat *Tea Packer*. Pengisian tiap jenis mutu teh dalam *paper sack* memiliki berat yang berbeda-beda. Kemudian kemasan dirapikan dan dipadatkan menggunakan alat penggetar. Setelah bubuk teh hitam dimasukkan ke dalam *paper sack* maka *paper sack* ditutup dengan menggunakan selotip. *Paper sack* yang sudah terisi kemudian disimpan secara bertumpuk di ruang penyimpanan sambil menunggu teh terjual pada lelang untuk kemudian di ekspor. Sedangkan untuk mutu lokal dikemas dengan menggunakan karung plastik dan sistem pengisiannya dilakukan secara manual.



(a)

(b)

Gambar 4.10 Konveyor menuju *Tea Bulker* (a), Pengisian *Paper Sack* (b)



(a)

(b)

Gambar 4.11 Penyimpanan Teh Mutu Ekspor (a), Penyimpanan Teh Mutu Lokal (b)

## 4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data digunakan dengan melakukan wawancara, diskusi, observasi dan menyebarkan kuesioner. Wawancara, diskusi dan observasi digunakan untuk mengidentifikasi risiko, sedangkan kuesioner digunakan untuk menentukan bobot masing-masing kriteria. Pihak-pihak yang dianggap ahli dan menjadi responden pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.3.

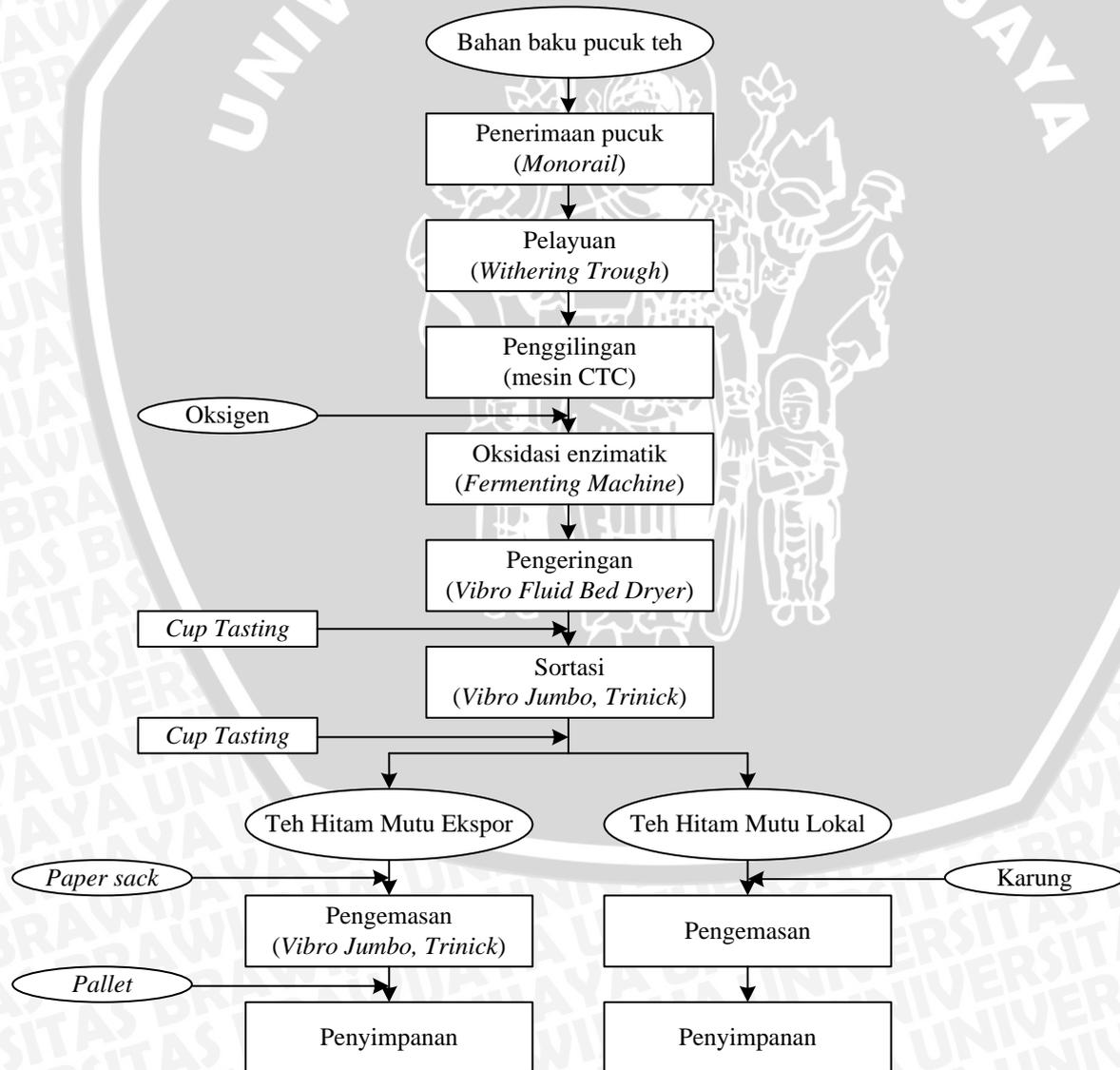
Tabel 4.3 Daftar Responden

Nama	Jabatan	Lama Bekerja
Kardimo	Mandor Besar	28 tahun
Mulyadi	Koordinator Pengolahan	24 tahun

Kedua responden pada Tabel 4.3 dipilih karena keduanya merupakan pihak-pihak yang memiliki wawasan dan memahami keseluruhan proses produksi teh hitam pada Pabrik Teh PTPN XII Kebun Wonosari. Data yang terkumpul selanjutnya diolah sesuai dengan metode yang sudah ditetapkan sebelumnya.

#### 4.2.1 Identifikasi Awal Risiko

Dalam mengidentifikasi potensi risiko pada proses produksi teh hitam di Pabrik Teh PTPTN XII Kebun Wonosari, dilakukan wawancara, diskusi dengan mandor besar dan koordinator pengolahan serta observasi langsung pada rantai produksi untuk mendata dan mendaftarkan sejumlah risiko yang berkaitan dengan mutu teh sepanjang proses produksi teh hitam. Hal ini dilakukan untuk mengetahui potensi risiko berdasarkan pengalaman yang telah dimiliki oleh mandor besar dan koordinator pengolahan. Setiap potensi risiko akan diberi kode mulai dari R1 untuk potensi risiko pertama, R2 untuk potensi risiko kedua dan seterusnya. Keterangan istilah-istilah yang digunakan dalam proses produksi teh hitam dapat dilihat pada Lampiran 2. Identifikasi awal risiko dilakukan berurutan sesuai dengan urutan proses produksi teh.



Gambar 4.12 Urutan Proses Produksi Teh Hitam

Potensi risiko beserta keterangannya dapat dilihat pada Tabel 4.4 sampai Tabel 4.7

Tabel 4.4 Identifikasi Awal Risiko R1 sampai dengan R4

Kode	Potensi Risiko	Keterangan
	Penerimaan Pucuk	
R1	Pucuk teh rusak/memar	Pucuk teh yang rusak atau memar akibat tertekan atau terinjak berpotensi menyebabkan pucuk teh mengalami oksidasi dini. Oksidasi diperlukan untuk membuat senyawa <i>polifenol</i> dalam daun teh bertemu dengan oksigen, oksidasi akan membuat daun teh berubah warna menjadi coklat. Oksidasi dini yang terjadi berakibat <i>overfermenting</i> yang membuat warna hasil akhir bubuk teh hitam menjadi kecokelatan ( <i>brownish</i> ). Kerusakan/memar pucuk teh yang terjadi di Kebun Wonosari cukup sering ditemui, meski begitu pucuk yang baik masih lebih banyak dan dapat menutupi kekurangan pucuk yang rusak/memar, dan lagi pemisahan antara pucuk yang baik dan yang rusak tidak memungkinkan dilakukan.
R2	<i>Monorail</i> macet	Bila <i>monorail</i> yang digunakan untuk membawa pucuk teh macet, maka operator harus membawa pucuk teh secara manual, hal ini menyebabkan pucuk teh lebih lama berada di dalam rajutan dan berpotensi menyebabkan pucuk teh menjadi kemerahan dan layu berlebih karena panas. Akibatnya rasa air seduhan teh menjadi <i>soft</i> atau <i>thin</i> . Hal ini biasanya terjadi karena <i>bearing</i> laker terlepas, jarak antara pengikat yang bergeser maupun motor mesin yang terbakar. Pucuk teh kemerahan akibat terlalu lama dalam rajutan biasanya hanya sejumlah kecil dan masih dapat diterima dan diproses sesuai prosedur, dampak yang ditimbulkan juga tidak berpengaruh besar terhadap keseluruhan produksi.
Pelayuan		
R3	Asap masuk ke <i>Withering Trough</i>	Apabila pucuk teh tercemar oleh asap dari tungku pembakaran, maka pucuk teh yang tercemar harus dipisahkan dari pucuk teh lainnya, karena asap yang mencemari pucuk teh akan membuat hasil akhir bubuk teh berbau asap ( <i>smoky</i> ) dan tidak layak diekspor. Hal ini disebabkan karena kayu bakar yang basah maupun kebocoran pada <i>heater</i> . Pucuk teh yang berbau asap tidak dapat diperbaiki sehingga harus turun <i>grade</i> menjadi mutu lokal.
R4	Hampanan teh menggumpal	Hampanan teh menggumpal akan menyebabkan kelayuan pucuk teh dalam <i>Withering Trough</i> tidak merata. Udara panas akan terakumulasi pada bagian bawah hampanan namun tidak dapat mencapai hampanan bagian atas. Pada pucuk yang terlalu layu kadar air terlalu rendah dan dapat menyebabkan rasa air seduhan teh menjadi <i>thin</i> , sedangkan pucuk teh yang kurang layu dan masih tinggi kadar airnya dapat mengakibatkan <i>appearance</i> yang <i>flaky open</i> , rasa yang <i>light</i> , <i>brassy</i> dan <i>pungency</i> . Kadar air yang terlalu tinggi biasanya diatasi dengan penambahan waktu dan udara panas pelayuan, sedangkan untuk pucuk yang terlalu layu, pucuk dapat didahulukan untuk diproses. Pucuk teh yang kurang layu dapat diperbaiki dengan memperpanjang waktu pelayuan.

Tabel 4.5 Identifikasi Awal Risiko R5 sampai dengan R9

Kode	Potensi Risiko	Keterangan
Penggilingan		
R5	Hasil giling kasar	Mutu partikel bubuk teh hasil penggilingan yang kasar terlihat dari ukuran partikel bubuk teh yang berbentuk lembaran ( <i>flaky open</i> ) karena pucuk tidak menggulung dengan baik. Hal ini disebabkan karena pisau <i>roll</i> aus, setelan <i>roll</i> yang kurang rapat dan pucuk teh yang belum cukup layu serta mutu bahan baku/pucuk yang kasar karena terlalu banyak daun tua. Apabila partikel teh terindikasi kasar maka akan dilakukan pengaturan ulang pada setelan <i>roll</i> .
R6	Hasil giling terlalu halus	Mutu partikel bubuk teh hasil penggilingan yang terlalu halus terlihat dari ukuran partikel bubuk teh yang sangat kecil, bila bubuk teh ini diproses lebih lanjut akan berdampak pada banyaknya bubuk teh yang <i>powdery</i> maupun <i>dusty</i> . Potensi risiko ini terjadi disebabkan karena putaran <i>roll</i> per menit (RPM) yang terlalu besar, pucuk teh yang masuk ke mesin terlalu sedikit dan bahan baku yang kasar sehingga tidak dapat tergulung dengan baik. Pucuk teh yang kasar akan sulit tergulung dan cenderung untuk terus terkikis oleh gigi-gigi pada <i>roll</i> . Partikel teh yang terlalu halus nantinya akan terpisah secara otomatis pada stasiun sortasi dan menjadi mutu lokal.
R7	Mesin CTC macet	Apabila mesin CTC berhenti maka proses produksi akan terhambat ( <i>downtime</i> ) dan pucuk teh akan mengalami pelayuan yang lebih lama yang nantinya akan menyebabkan kondisi pucuk terlalu layu. Hal ini dapat disebabkan karena motor yang terbakar, adanya logam yang tersangkut dan mesin yang kelebihan kapasitas.
R8	Bubuk teh tercecer	Selama proses penggilingan bubuk teh kerap kali tercecer keluar dari mesin, hal ini tidak dapat dihindari karena desain mesin belum optimal. Bubuk teh yang tercecer rentan tercemar oleh kotoran berupa tetesan pelumas mesin dan debu yang banyak terdapat dilantai, selain itu bubuk teh akan mengalami oksidasi dini sebelum masuk ke <i>fermenting machine</i> , bubuk teh yang tercecer tersebut akan dikumpulkan dan dikembalikan ke dalam mesin penggiling pada akhir proses untuk kemudian dijadikan sebagai mutu lokal. Bubuk teh yang tercecer tidak dapat dipulihkan/diperbaiki sehingga keseluruhan bubuk teh harus turun <i>grade</i> menjadi mutu lokal.
Oksidasi Enzimatis		
R9	Over oksidasi	Over oksidasi atau <i>overfermenting</i> adalah kondisi di mana bubuk teh mengalami proses oksidasi enzimatis berlebihan, hal ini dapat disebabkan karena bubuk teh mengalami proses ganda akibat dimasukkan kembali ke dalam mesin, oksidasi enzimatis yang terlalu lama maupun ketebalan hamparan bubuk teh pada mesin yang terlalu tipis (<5 cm). Over oksidasi pada bubuk teh mengakibatkan air seduhan teh berpotensi mengalami kecacatan, antara lain <i>dull/dark</i> , <i>pungency</i> , <i>muddy</i> , <i>winey</i> , <i>thin</i> , <i>soft</i> kehilangan aroma ( <i>stewing</i> ). dan ampas seduhan kusam. Bubuk teh yang mengalami over oksidasi tidak dapat dipulihkan/diperbaiki sehingga keseluruhan bubuk teh harus turun <i>grade</i> menjadi mutu lokal

Tabel 4.6 Identifikasi Awal Risiko R10 sampai dengan R14

Kode	Potensi Risiko	Keterangan
Oksidasi Enzimatik		
R10	<i>Under fermented</i>	<i>Under fermented</i> adalah kondisi di mana bubuk teh belum mencapai kondisi optimal dari oksidasi enzimatik. Hal ini dapat disebabkan karena kondisi partikel bubuk teh hasil penggilingan kurang baik ( <i>flaky open</i> ), proses oksidasi enzimatik terlalu cepat dan ketebalan hamparan bubuk teh terlalu tebal (>7 cm). Bubuk teh yang <i>under fermented</i> pada akhir proses oksidasi enzimatik akan tampak kehijauan dan bila diteruskan ke proses pengeringan, air seduhan bubuk teh akan tampak <i>light</i> dan <i>greenish</i> . Bila bubuk teh yang terindikasi <i>under fermented</i> belum masuk ke mesin pengering, bubuk teh dapat diperbaiki dengan memperpanjang waktu proses oksidasi enzimatik. Bubuk teh yang telah diperbaiki secara keseluruhan dapat diterima untuk mutu ekspor.
R11	Bubuk teh tercecer	Selama proses oksidasi enzimatik terjadi risiko bubuk teh tercecer keluar dari mesin dalam jumlah yang besar. Bubuk teh ini nantinya akan dimasukkan kembali di akhir proses untuk menjadi mutu lokal. Bubuk teh yang tercecer cenderung mengalami over oksidasi dan rentan terkontaminasi kotoran yang dapat menyebabkan kecacatan pada mutu teh, contohnya <i>tainted</i> . Penyebab bubuk teh yang tercecer adalah karena desain mesin yang kurang optimal dan pada beberapa sambungan antara komponen terdapat celah yang mengakibatkan bubuk teh keluar. Bubuk teh yang tercecer tidak dapat dipulihkan/diperbaiki sehingga keseluruhan bubuk teh harus turun <i>grade</i> menjadi mutu lokal.
Pengeringan		
R12	<i>Overfired</i>	<i>Overfired</i> adalah kondisi bubuk teh yang kadar airnya terlalu rendah (<3 %), akibat temperatur <i>inlet</i> terlalu tinggi (>90° C), waktu proses terlalu lama maupun hamparan bubuk teh terlalu tipis. Bubuk teh yang <i>overfired</i> akan mengalami kecacatan mutu antara lain <i>sweaty</i> , <i>dry</i> , <i>high fired</i> , <i>bakey</i> dan <i>burnt</i> pada kondisi ini temperatur <i>heater</i> harus disesuaikan kembali. Kondisi ini dapat dideteksi dengan cepat karena dilakukan pengukuran kadar air setiap 20 menit. Bubuk teh yang terindikasi <i>overfired</i> tidak dapat dipulihkan/diperbaiki sehingga keseluruhan bubuk teh harus turun <i>grade</i> menjadi mutu lokal.
R13	Bubuk teh kurang matang	Bubuk teh yang terindikasi kurang matang diketahui dari hasil uji kadar air yang menunjukkan angka >4 % dan suhu <i>outlet</i> yang kurang dari 80° C. Kondisi ini akan menyebabkan bubuk teh kurang kering dan rentan berjamur serta mengalami fermentasi lanjut yang mengakibatkan air seduhan terasa <i>stewed</i> . Bubuk teh yang kurang matang harus dipisahkan dan diperbaiki dengan proses pengeringan ulang. Bila bubuk teh yang kurang matang diperbaiki, secara keseluruhan bubuk teh dapat diterima.
R14	Asap masuk ke mesin pengering	Apabila terjadi kebocoran pada <i>heater</i> dan bubuk teh dalam mesin pengering akan tercemar oleh asap dan mengakibatkan bubuk teh <i>smoky</i> sehingga tidak memenuhi standar mutu untuk ekspor sehingga harus dialihkan untuk mutu lokal. Potensi risiko ini menyebabkan <i>downtime</i> yang cukup lama karena pengecekan mesin harus menunggu mesin dalam keadaan dingin. Bubuk teh yang terindikasi <i>smoky</i> tidak dipulihkan/diperbaiki sehingga keseluruhan bubuk teh harus turun <i>grade</i> menjadi mutu lokal.

Tabel 4.7 Identifikasi Awal Risiko R15 sampai dengan R19

Kode	Potensi Risiko	Keterangan
	Pengeringan	
R15	Bubuk teh tercecer	Pada proses pengeringan juga ditemui risiko bubuk teh yang tercecer keluar dari mesin, bubuk teh ini merupakan bubuk teh yang belum matang. Bubuk teh keluar dari mesin dikarenakan desain mesin yang kurang optimal dan tidak dapat mencegah bubuk teh beterbangan dan tercecer di lantai sehingga rentan tercemar oleh kontaminan seperti debu, meskipun pada titik-titik ceceran telah ditempatkan alat penampung. Bubuk teh yang tercecer masih belum matang dan akan dikumpulkan, pada akhir proses akan kembali masuk ke mesin untuk diproses kembali. Pada tahap ini oksidasi enzimatik sudah berhenti dan kecil kemungkinan <i>over fermented</i> , sehingga bubuk teh tetap diproses untuk mutu ekspor. Namun pengalihan bubuk teh menjadi mutu lokal dapat terjadi apabila bubuk teh tercemar kotoran.
	Sortasi	
R16	Partikel bubuk teh terlalu kecil dan ringan	Partikel bubuk teh yang terlalu kecil dan ringan/ <i>ease</i> (banyak <i>dust/powdery</i> ) akan mengakibatkan bubuk teh tidak lolos sortasi untuk mutu ekspor, karena sebagian besar bubuk teh mutu ekspor harus memiliki ukuran partikel dan massa yang besar. Potensi risiko ini merupakan kelanjutan dari potensi risiko R6, dimana bubuk teh basah menunjukkan indikasi partikel yang sangat kecil.
R17	Bubuk teh menggumpal membentuk kerak	Di akhir proses penggilingan, oksidasi enzimatik dan pengeringan, mesin akan dibersihkan dan bubuk teh yang tertinggal pada mesin akan dikumpulkan dan dimasukkan ke mesin pada akhir proses. Bubuk teh sering kali akan menempel pada sela-sela komponen mesin, menggumpal dan membentuk kerak yang keras. Kerak tersebut tidak dapat lolos di mesin sortasi, sehingga harus dilakukan perbaikan dengan menghancurkan ulang gumpalan/kerak bubuk teh dengan mesin <i>Andrews Ball Breaker</i> . Hasil penggilingan ulang akan dimasukkan kembali ke mesin sortasi.
R18	Bubuk teh tercecer	Pada proses sortasi, bubuk teh yang keluar dari masing-masing <i>mesh</i> pada mesin akan ditampung pada tong plastik, sering kali bubuk teh tidak tertampung dengan baik dan jatuh ke lantai dikarenakan desain mesin kurang optimal, jika bubuk teh yang berbeda mutu tercampur kembali maka bubuk teh tersebut harus melalui sortasi ulang dan kemungkinan akan menyebabkan tampilan teh <i>greyish</i> karena terlalu lama melalui proses sortasi.
	Pengemasan	
R19	<i>Paper sack</i> tidak muat menampung bubuk teh sesuai kapasitas	Setiap jenis bubuk teh memiliki standar densitas masing-masing, nilai densitas ini menentukan kuantitas bubuk teh yang bisa masuk ke dalam <i>paper sack</i> , nilai densitas yang terlalu tinggi mengindikasikan volume bubuk teh yang besar, jika hal ini terjadi <i>paper sack</i> tidak akan muat menampung bubuk teh sesuai bobot yang ditentukan, sehingga <i>paper sack</i> mengembang. Hal ini disebabkan partikel bubuk teh ringan serta proses sortasi yang belum optimal. Bila densitas tinggi dan menyebabkan tinggi <i>chop</i> lebih dari 2,2 m, <i>paper sack</i> harus dipukul dengan kayu untuk memadatkan bubuk teh di dalamnya, hal ini dapat menyebabkan partikel bubuk teh hancur dan ukuran partikelnya lebih kecil dari ukuran standarnya ( <i>smaller in size</i> )

Dari proses identifikasi awal, diperoleh 19 risiko yang berpotensi terjadi pada proses produksi teh hitam di Pabrik Teh PTPN XII Kebun Wonosari. Potensi-potensi risiko yang telah teridentifikasi tersebut selanjutnya akan diidentifikasi efek dan penyebabnya dengan metode FMEA.

#### 4.2.2 Kuesioner Perbandingan Berpasangan antar Kriteria

Uji perbandingan berpasangan dilakukan dengan menyebarkan kuesioner pada responden yang dianggap ahli pada bidang pengolahan teh hitam, yang menjadi responden pada penelitian ini adalah mandor besar dan koordinator pengolahan. Keempat kriteria yang akan dibandingkan adalah *severity* (tingkat keseriusan), *occurrence* (probabilitas kejadian), *detectability* (deteksi aktual) dan *expected cost* (perkiraan biaya).

Kuesioner dapat dilihat pada Lampiran 3. Tujuan dari pengisian kuesioner ini adalah untuk mengetahui penilaian responden terhadap bobot dari 4 kriteria. Pembobotan terhadap 4 kriteria ini juga bertujuan untuk menyesuaikan dengan kondisi internal perusahaan. Dilakukannya pembobotan terhadap 4 kriteria tersebut agar perusahaan dapat menentukan kriteria mana yang lebih diprioritaskan. Skala yang digunakan dalam pembobotan ini adalah skala seperti yang terdapat pada Tabel 2.2. Berikut adalah rekapitulasi hasil perbandingan untuk setiap kriteria:

##### 1. Responden I, Mandor Besar

Hasil uji perbandingan berpasangan antar kriteria untuk Responden I, dapat dilihat pada Tabel 4.8. Angka 1, 2 dan seterusnya ke arah kanan ditujukan untuk pilihan responden apabila responden menyatakan kriteria yang berada di sebelah kanan lebih penting, sedangkan angka 1,2 dan seterusnya ke kiri ditujukan untuk pilihan responden apabila responden menyatakan kriteria yang berada di sebelah kiri lebih penting. Angka yang diarsir dengan warna merah menunjukkan skala yang dipilih oleh responden.

Tabel 4.8 Hasil Kuesioner Perbandingan Berpasangan antar Kriteria dari Responden I

<i>Severity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Occurrence</i>
<i>Severity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Detectability</i>
<i>Severity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Exp. Cost</i>
<i>Occurrence</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Detectability</i>
<i>Occurrence</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Exp. Cost</i>
<i>Detectability</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Exp. Cost</i>

Tabel 4.8 merupakan rekapitulasi kuesioner perbandingan berpasangan antar kriteria yang diisi oleh Responden I, yaitu Mandor Besar. Berdasarkan Tabel 4.8 dapat diketahui tingkat kepentingan masing-masing kriteria berdasarkan penilaian subjektif

dari responden I. Sebagai contoh, pada baris pertama, Responden I menyatakan kriteria *severity* sedikit lebih penting/lebih penting dari kriteria *occurrence*.

## 2. Responden II, Koordinator Pengolahan

Hasil uji perbandingan berpasangan antar kriteria untuk Responden II, dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil Kuesioner Perbandingan Berpasangan antar Kriteria dari Responden II

<i>Severity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Occurrence</i>
<i>Severity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Detectability</i>
<i>Severity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Exp. Cost</i>
<i>Occurrence</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Detectability</i>
<i>Occurrence</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Exp. Cost</i>
<i>Detectability</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Exp. Cost</i>

Tabel 4.9 merupakan rekapitulasi kuesioner perbandingan berpasangan antar kriteria yang diisi oleh Responden II, yaitu Koordinator Pengolahan Berdasarkan Tabel 4.9 dapat diketahui tingkat kepentingan masing-masing kriteria berdasarkan penilaian subjektif dari responden I. Sebagai contoh, pada baris pertama, Responden II menyatakan kriteria *severity* sedikit lebih penting dari kriteria *occurrence*.

## 4.3 Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini mencakup tiga bagian, yaitu:

1. Pembuatan tabel FMEA
2. Pembobotan kriteria dengan AHP
3. Pengukuran kriteria *expected cost* dengan AHP
4. Penentuan risiko kritis dengan metode MAFMA

### 4.3.1 Pembuatan Tabel FMEA

Selanjutnya dilakukan penentuan nilai RPN yang diperoleh dengan perhitungan menurut Persamaan (2-5). Dalam menentukan *rating* untuk masing-masing faktor risiko, terlebih dahulu dilakukan perbandingan antara deskripsi dari setiap *rating* kriteria yang dijadikan acuan pada tinjauan pustaka dengan kondisi internal di Pabrik Teh PTPN XII Kebun Wonosari. Berdasarkan diskusi yang dilakukan dengan responden penelitian ini, kedua responden menyatakan bahwa nilai dan deskripsi *rating* kriteria *detectability* yang ditampilkan pada Tabel 2.9 sesuai dengan kondisi internal perusahaan dan dapat digunakan pada penelitian ini. Sedangkan untuk kriteria *severity* dan *occurrence* perlu dilakukan

perbaikan untuk menyesuaikan nilai dan deskripsi *rating* agar lebih sesuai dengan kondisi internal perusahaan. Tabel penyesuaian untuk *rating* kriteria *severity* dan *occurrence* dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11.

Tabel 4.10 Penyesuaian *Rating Severity*

<b>Rating</b>	<b>Efek</b>	<b>Penjelasan</b>
10	Sangat tinggi	- Tidak dapat diperbaiki - Keseluruhan produk/bahan baku yang mengalami kegagalan harus dibuang ( <i>scrap</i> )
9		- Perbaikan hanya memisahkan mutu lokal dan <i>scrap</i> - Sebagian produk/bahan baku yang mengalami kegagalan akan menjadi mutu lokal, sebagian lagi harus dibuang.
8	Tinggi	- Tidak dapat diperbaiki - Keseluruhan produk/bahan baku yang mengalami kegagalan akan menjadi mutu lokal
7		- Perbaikan hanya memisahkan mutu ekspor dan mutu lokal - Sebagian hasil perbaikan dapat diterima, sebagian lagi akan menjadi mutu lokal
6	Sedang	- Dapat diperbaiki dengan melakukan proses di luar stasiun yang bersangkutan atau menggunakan mesin/alat bantu lain - Sebagian hasil perbaikan dapat diterima, sebagian lagi akan menjadi mutu lokal
5		- Dapat diperbaiki pada stasiun yang bersangkutan (pengulangan proses maupun pengaturan ulang mesin) - Sebagian hasil perbaikan dapat diterima, sebagian lagi akan menjadi mutu lokal
4	Rendah	- Dapat diperbaiki dengan melakukan proses di luar stasiun yang bersangkutan atau menggunakan mesin/alat bantu lain - Keseluruhan hasil perbaikan dapat diterima - Dampak yang ditimbulkan terhadap keseluruhan produksi dapat ditoleransi
3		- Dapat diperbaiki pada stasiun yang bersangkutan (pengulangan proses maupun pengaturan ulang mesin) - Keseluruhan hasil perbaikan dapat diterima - Dampak yang ditimbulkan terhadap keseluruhan produksi dapat ditoleransi
2	Sangat rendah	- Dalam jumlah kecil - Tidak dapat diperbaiki - Tidak perlu mengulang proses/diproses secara terpisah - Keseluruhan produk/bahan baku yang mengalami kegagalan dapat diterima dan diproses sesuai prosedur - Dampak yang ditimbulkan tidak berpengaruh besar terhadap keseluruhan produksi
1	Tidak ada	Tidak menimbulkan dampak apa pun.

Tabel 4.10 menunjukkan *rating* dari kriteria *severity* yang dalam penyusunannya disesuaikan dengan kondisi di Pabrik Teh PTPN XII Kebun Wonosari. Penyesuaian *rating*

dilakukan karena *rating severity* yang hendak digunakan sebelumnya (Tabel 2.7), pada beberapa poin, tidak berkaitan dengan mutu produk, sehingga perlu dilakukan penyesuaian agar penilaian *rating severity* pada FMEA secara keseluruhan berfokus pada mutu produk. Penyesuaian terhadap kondisi perusahaan dilakukan dengan cara observasi dan berdiskusi dengan responden serta pekerja yang bertugas selama proses produksi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana respons di tiap-tiap stasiun kerja saat terjadi kegagalan yang mempengaruhi mutu produk. Dari hasil observasi dan diskusi diketahui bahwa jika terjadi kegagalan, operator dan mandor akan menilai separah apa dampak yang ditimbulkan terhadap produk/bahan baku jika dilihat dari segi bisa/tidaknya produk/bahan baku yang mengalami kegagalan diperbaiki, lokasi perbaikan dilakukan dan bisa/tidaknya produk/bahan baku diterima setelah dilakukan/tidak dilakukan perbaikan.

Tabel 4.11 Penyesuaian *Rating Occurrence*

<b>Rating</b>	<b>Peluang Kegagalan</b>	<b>Intensitas Kejadian</b>
10	Sangat Tinggi	$\geq 1$ dalam 5
9	Tinggi	1 dalam 10
8		1 dalam 25
7		1 dalam 50
6	Sedang	1 dalam 100
5		1 dalam 200
4		1 dalam 500
3	Rendah	1 dalam 1.000
2		1 dalam 2.000
1	Sangat rendah	Kegagalan dieliminasi melalui kontrol preventif

Tabel 4.11 menunjukkan *rating* dari kriteria *occurrence*. Kriteria *occurrence* menunjukkan intensitas terjadinya kegagalan. Tabel ini merupakan tabel penyesuaian untuk Tabel 2.8. Penyesuaian dilakukan karena intensitas terjadinya kegagalan untuk *rating* satu dengan yang lain sangat jauh. Sedangkan pada tabel *rating detectability* tidak dilakukan penyesuaian karena sudah dianggap sesuai dengan kondisi perusahaan.

Setelah dilakukan penyusunan tabel *rating* untuk tiga kriteria (*severity*, *occurrence* dan *detectability*), selanjutnya dilakukan pemberian *rating* untuk masing-masing potensi risiko pada tabel FMEA. Pemberian *rating* dilakukan berdasarkan observasi pada rantai produksi, diskusi serta wawancara pada mandor dan operator di masing-masing stasiun pengolahan. Tabel FMEA dapat dilihat pada Tabel 4.12 sampai dengan Tabel 4.15. Pada tabel FMEA “S” menyatakan *rating* untuk kriteria *severity*, “O” menyatakan *rating* untuk kriteria *occurrence* dan “D” menyatakan *rating* untuk kriteria *detectability*. Potensi risiko yang diarsir merah merupakan potensi risiko yang memiliki nilai RPN tertinggi.

Tabel 4.12 Tabel FMEA untuk Potensi Risiko R1 sampai dengan R4

Proses	Kode	Potensi Risiko	Efek	S	Penyebab	O	Kontrol Deteksi	D	RPN
Penerimaan Pucuk	R1	Pucuk teh rusak/memar	Oksidasi dini	2	Rajutan terlalu penuh	10	Pengawasan oleh mandor	7	140
				2	Truk pengangkut pucuk tidak diberi sekat	10	Pengawasan oleh mandor	7	140
				2	Pengisian truk terlalu padat	9	Hasil penimbangan	5	90
				2	Penurunan rajutan dari truk dibanting	9	Pengawasan oleh mandor	6	108
				2	Pucuk teh terinjak selama bongkar muat	8	Pengawasan oleh mandor	6	96
				2	Penurunan pucuk dari <i>monorail</i> dibanting atau dilempar	8	Pengawasan oleh mandor	6	96
	R2	<i>Monorail</i> macet	Pucuk teh kemerahan	2	<i>Bearing</i> laker lepas	6	Pengecekan mingguan	7	84
				2	Jarak antara pengikat bergeser	6	Pengecekan mingguan	7	84
				2	Motor terbakar	4	Pengecekan mingguan	7	56
Pelayuan	R3	Asap masuk ke <i>Withering Trough</i>	Pucuk teh berbau asap	8	Pembakaran kayu menimbulkan asap berlebih	7	Pengawasan oleh operator	6	336
				8	Kebocoran pada <i>heater</i>	6	Pengecekan mingguan	5	240
	R4	Hamparan teh menggumpal	Kelayuan pucuk tidak merata	5	Penghamparan kurang rata	8	Pengawasan oleh mandor	7	280

Tabel 4.13 Tabel FMEA untuk Potensi Risiko R5 sampai dengan R10

Proses	Kode.	Potensi Risiko	Efek	S	Penyebab	O	Kontrol Deteksi	D	RPN
Penggilingan	R5	Hasil giling kasar	Ukuran partikel bubuk teh terlalu besar	5	Pisau <i>roll</i> aus	7	Indikator jam kerja <i>roll</i> dan pengecekan mingguan	8	280
				5	Setelan <i>roll</i> longgar	6	Pengecekan mingguan	5	150
				5	Pucuk belum cukup layu	4	Pengawasan oleh mandor	5	100
				5	Bahan baku kasar	9	Pengawasan oleh mandor	7	315
	R6	Hasil giling terlalu halus	Ukuran partikel bubuk teh terlalu kecil	7	RPM terlalu besar	5	Indikator RPM	3	105
				7	Pucuk teh yang masuk sedikit	4	Pengawasan oleh operator	7	196
				7	Bahan baku kasar	9	Pengawasan oleh mandor	7	441
	R7	Mesin CTC macet	Sebagian pucuk teh terlalu layu	5	Motor terbakar	4	Pengecekan mingguan	7	140
				5	Ada logam tersangkut	4	Pengecekan harian	5	100
				5	Kelebihan kapasitas giling	7	Pengawasan oleh mandor	7	245
	R8	Bubuk teh tercecer	Bubuk teh menjadi teh mutu lokal	8	Desain mesin belum optimal	10	Belum ada himbauan terkait	10	800
	Oksidasi Enzimatik	R9	Over oksidasi	Penurunan mutu bubuk teh	8	Waktu proses terlalu lama	5	Pengaturan mesin	3
8					Ketebalan hampan bubuk teh <5 cm	6	Pengawasan oleh operator	6	288
R10		<i>Under fermented</i>	Penurunan mutu bubuk teh	3	Hasil penggilingan kurang baik	6	Pengaturan mesin	8	144
				3	Waktu proses terlalu lama	5	Pengaturan mesin	3	45
				3	Ketebalan hampan bubuk teh >7 cm	6	Pengawasan oleh operator	6	108

Tabel 4.14 Tabel FMEA untuk Potensi Risiko R11 sampai dengan R16

Proses	Kode.	Potensi Risiko	Efek	S	Penyebab	O	Kontrol Deteksi	D	RPN
Oksidasi Enzimatik	R11	Bubuk teh tercecer	Bubuk teh menjadi teh mutu lokal	8	Celah pada sambungan antara komponen mesin	9	Pengawasan oleh operator	9	648
				8	Desain mesin belum optimal	10	Belum ada himbauan terkait	10	800
Pengeringan	R12	<i>Overfired</i>	Kadar air bubuk teh rendah	8	Temperatur <i>heater</i> terlalu tinggi	6	Indikator temperatur <i>heater</i>	4	192
				8	Hamparan bubuk teh terlalu tipis	5	Pengawasan oleh operator	6	240
				8	Waktu proses terlalu lama	5	Pengaturan mesin	3	120
	R13	Bubuk teh kurang matang	Kadar air bubuk teh masih tinggi	3	Temperatur <i>heater</i> terlalu rendah	5	Indikator temperatur <i>heater</i>	4	60
				3	Hamparan bubuk teh terlalu tebal	5	Pengawasan oleh operator	6	90
				3	Waktu proses terlalu singkat	5	Pengaturan mesin	3	45
	R14	Asap masuk ke mesin pengering	Bubuk teh berbau asap	8	Pembakaran kayu menimbulkan asap berlebih	7	Pengawasan oleh operator	6	336
				8	Kebocoran pada <i>heater</i>	6	Pengecekan mingguan	5	240
	R15	Bubuk teh tercecer	Tercemar kontaminan	5	Desain mesin belum optimal	10	Belum ada himbauan terkait	10	500
Sortasi	R16	Partikel bubuk teh terlalu kecil dan ringan	Bubuk teh tersortasi untuk mutu lokal	7	Hasil giling terlalu halus	7	Pengawasan oleh mandor	8	392

Tabel 4.15 Tabel FMEA untuk Potensi Risiko R17 sampai dengan R19

Proses	Kode.	Potensi Risiko	Efek	S	Penyebab	O	Kontrol Deteksi	D	RPN
Sortasi	R17	Bubuk teh menggumpal membentuk kerak	Bubuk teh tidak lolos sortasi dan harus dihancurkan ulang	6	Bubuk teh basah menempel di sela-sela komponen mesin giling dan membentuk kerak	9	Pengawasan oleh operator	3	162
	R18	Bubuk teh tercecer	Bubuk teh berbeda jenis tercampur kembali	7	Desain mesin belum optimal	10	Belum ada himbauan terkait	10	700
Pengemasan	R19	<i>Paper sack</i> tidak muat menampung bubuk teh sesuai kapasitas	<i>Paper sack</i> menggelembung	6	Densitas bubuk teh tinggi	6	Pengukuran densitas	4	144
				6	Bubuk teh belum tersortasi dengan baik	5	Pengawasan oleh mandor	3	90

Penilaian suatu risiko perlu memerhatikan penyebab dan akibat dari risiko tersebut. Terdapat kemungkinan bahwa satu potensi risiko diakibatkan oleh lebih dari satu penyebab. Perhitungan RPN dilakukan pada masing-masing poin penyebab dari potensi risiko, sehingga pada satu potensi risiko bisa ditemukan lebih dari satu nilai RPN. Hal ini dilakukan agar dapat diketahui penyebab yang mana pada suatu potensi risiko, yang paling merugikan jika dilihat dari intensitas risiko tersebut muncul dan penilaian kontrol awal yang telah dilakukan.

Pemberian *rating* setiap kriteria didasarkan pada penilaian subjektif dari peneliti berdasarkan pengamatan dan wawancara dengan operator dan mandor di setiap stasiun selama proses produksi. Sebagai contoh, pada potensi risiko R11 di stasiun oksidasi enzimatis, yaitu bubuk teh tercecer, potensi risiko ini diberikan *rating severity* sebesar 8, hal ini didasarkan pada efek yang ditimbulkan oleh risiko tersebut di mana ketika bubuk teh tercecer keluar dari mesin, bubuk teh dianggap tidak dapat memenuhi kriteria ekspor karena rentan tercemar oleh kotoran dan mengalami proses oksidasi enzimatis berlebih, risiko ini dikategorikan sebagai kegagalan proses yang tidak dapat untuk diperbaiki dan keseluruhan bubuk teh yang tercecer harus turun *grade* menjadi mutu lokal.

Pada kriteria *occurrence*, potensi risiko R11 ini memiliki *rating* 9 pada penyebab risiko yang pertama yaitu celah pada sambungan antara komponen mesin, karena kejadian tercecernya bubuk teh dari celah mesin terjadi kira-kira 1 kali dalam 10 hari produksi. Terkadang kebocoran tidak terjadi karena bubuk teh menyumbat celah kebocoran. Pada penyebab risiko yang kedua yaitu desain mesin belum optimal diberi *rating* 10, karena sampai saat ini tercecernya bubuk teh tidak dapat dihindari karena belum ada perbaikan untuk desain mesin yang dapat mencegah hal tersebut, sehingga untuk penyebab ini diberi *rating* tertinggi.

Pada kriteria *detectability*, risiko ini memiliki *rating* 9 pada kontrol deteksi untuk penyebab pertama yaitu pengecekan mingguan, pengecekan mingguan memiliki kemungkinan yang sangat kecil untuk mendeteksi kegagalan karena pengecekan hanya sebatas membersihkan area sekitar mesin dan tidak dilakukan pengecekan menyeluruh pada semua bagian mesin. *Rating* 10 diberikan pada kontrol deteksi untuk penyebab risiko kedua, karena penanganan yang dilakukan oleh perusahaan yaitu dengan dilakukan pemberian wadah penampung belum dapat mengatasi potensi risiko ini dan perusahaan memaklumi tercecernya bubuk teh tanpa penanganan lebih lanjut. Sehingga kontrol pada potensi risiko dinyatakan dengan pernyataan belum ada himbauan terkait.

Perhitungan RPN suatu risiko merupakan hasil perkalian dari nilai *severity*, *occurrence* dan *detectability* dari risiko tersebut. Rumus yang digunakan untuk menghitung RPN adalah rumus yang ada pada Persamaan (2-5). Berikut ini adalah contoh perhitungan nilai RPN untuk potensi risiko R11 yang memiliki dua penyebab, perhitungan RPN<sub>1</sub> untuk menghitung nilai RPN risiko R11 yang disebabkan oleh penyebab pertama (celah pada sambungan antara komponen mesin) dan RPN<sub>2</sub> untuk menghitung nilai RPN risiko R11 yang disebabkan oleh penyebab kedua (desain mesin belum optimal).

$$RPN_1 = (S) \times (O) \times (D)$$

$$= 8 \times 9 \times 9$$

$$= 648$$

$$RPN_2 = (S) \times (O) \times (D)$$

$$= 8 \times 10 \times 10$$

$$= 800$$

Dari Tabel 4.12 sampai dengan Tabel 4.15, dapat diketahui bahwa risiko yang memiliki nilai RPN paling tinggi adalah risiko R8 dan R11, yaitu risiko bubuk teh tercecer pada stasiun penggilingan dan stasiun oksidasi enzimatik dengan nilai RPN sebesar 800. Nilai RPN merupakan nilai prioritas berdasarkan kriteria *severity*, *occurrence* dan *detectability*. Nilai RPN pada FMEA bukan merupakan nilai akhir yang digunakan dalam menentukan risiko kritis, karena perhitungan FMEA tidak memperhitungkan kriteria *expected cost*, untuk itu perhitungan akan dilanjutkan menggunakan metode MAFMA dengan memperhitungkan kriteria *expected cost* dengan menggunakan AHP untuk menentukan bobot masing-masing kriteria dan nilai *expected cost* untuk masing-masing potensi risiko. Sebelum dilakukan integrasi FMEA dengan AHP, nilai *rating* yang ada pada tabel FMEA harus diubah menjadi nilai bobot yang menyatakan prioritas suatu potensi risiko terhadap potensi risiko lainnya berdasarkan masing-masing kriteria (*local priority*).

#### 4.3.2 Pembobotan Kriteria dengan AHP

Pembobotan kriteria dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*. Bobot kriteria diperoleh dari uji perbandingan berpasangan terhadap 4 kriteria, yaitu *severity*, *occurrence*, *detectability* dan *expected cost*. Data yang digunakan diperoleh dari kuesioner yang ada pada Lampiran 3. Matriks perbandingan berpasangan antar kriteria dapat dilihat pada Tabel 4.16 dan Tabel 4.17.

Tabel 4.16 Matriks Perbandingan Berpasangan antar Kriteria dari Responden I

Kriteria	Severity	Occurrence	Detectability	Expected cost
Severity	1	4	0,5	0,5
Occurrence	0,25	1	0,333	0,25
Detectability	2	3	1	0,5
Expected cost	2	4	2	1

Tabel 4.17 Matriks Perbandingan Berpasangan antar Kriteria dari Responden II

Kriteria	Severity	Occurrence	Detectability	Expected cost
Severity	1	3	2	0,5
Occurrence	0,333	1	0,25	0,333
Detectability	0,5	4	1	1
Expected cost	2	3	1	1

Karena pada penelitian terdapat dua responden, maka sebelum menentukan bobot dari masing-masing kriteria perlu dilakukan perhitungan *geometric mean*. Hasil perhitungan *geometric mean* dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Matriks Pendapat Gabungan Hasil Perhitungan *Geometric Mean*

Kriteria	Severity	Occurrence	Detectability	Expected cost
Severity	1	3,464	1,000	0,500
Occurrence	0,289	1	0,289	0,289
Detectability	1,000	3,464	1	0,707
Expected cost	2,000	3,464	1,414	1
Total	4,289	11,392	3,703	2,496

Pada Tabel 4.18 dapat dilihat nilai *geometric mean* matriks perbandingan berpasangan dari kedua responden yang dihitung menggunakan rumus pada Persamaan (2-2), serta total nilai dari setiap kolom yang selanjutnya digunakan untuk menghitung bobot masing-masing kriteria. Contoh perhitungan *geometric mean* untuk perbandingan antara kriteria *severity* dengan kriteria *occurrence* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 G &= (\prod_{i=1}^n X_i)^{\frac{1}{n}} \\
 &= (4 \times 3)^{\frac{1}{2}} \\
 &= 3,464
 \end{aligned}$$

Dimana:

G = *geometric mean*

n = banyaknya responden

X<sub>i</sub> = nilai responden ke-i

Selanjutnya dilakukan perhitungan bobot kriteria dengan melakukan normalisasi Tabel 4.18. Hasil dari perhitungan bobot kriteria dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Perhitungan Bobot Kriteria

Kriteria	Severity	Occurrence	Detectability	Expected cost	Bobot Kriteria
Severity	0,233	0,304	0,270	0,200	0,252
Occurrence	0,067	0,088	0,078	0,116	0,087
Detectability	0,233	0,304	0,270	0,283	0,273
Expected cost	0,466	0,304	0,382	0,401	0,388
<b>Total bobot</b>					<b>1,000</b>

Berikut ini adalah contoh perhitungan nilai di baris pertama kolom keempat ( $a_{14}$ ) dan contoh perhitungan nilai bobot kriteria *severity*:

$$a_{14} = \frac{0,5}{2,496} \\ = 0,200$$

$$\text{Bobot kriteria severity} = \frac{0,233+0,304+0,270+0,200}{4} \\ = 0,252$$

Dari Tabel 4.19 dapat dilihat nilai bobot untuk masing-masing kriteria, apabila nilai-nilai tersebut dijumlahkan maka harus menghasilkan nilai 1. Kemudian dilakukan pula perhitungan *consistency ratio* (CR) untuk mengetahui konsistensi dari setiap data yang ada. Perhitungan CR disesuaikan dengan banyaknya kriteria yang dibandingkan ( $n$ ), sehingga nilai *random index* (RI) yang digunakan penelitian ini adalah 0,9 sesuai pada nilai RI pada Tabel 2.5. Tahap dalam mencari nilai *eigen* terbesar akan ditunjukkan pada Lampiran 5. Nilai *inconsistency* jawaban responden dan *geometric mean* dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Nilai *Consistency Ratio* Matriks Jawaban Responden dan *Geometric Mean*

	Responden I	Responden II	<i>Geometric Mean</i>
$\lambda_{\max}$	4,150	4,235	4,052
N	4	4	4
RI	0,9	0,9	0,9
CI	0,050	0,078	0,017
CR	0,056	0,087	0,019
<b>Keterangan</b>	Cukup konsisten	Cukup konsisten	Cukup konsisten

Berikut ini adalah contoh perhitungan nilai CI dan CR.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \\ = \frac{4,150-4}{4-1} \\ = 0,050$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \\ = \frac{0,050}{0,9} \\ = 0,059$$

Dari Tabel 4.20 diketahui bahwa semua nilai  $CR \leq 0,1$ , sehingga data dinyatakan cukup konsisten.

#### 4.3.3 Pengukuran Kriteria *Expected Cost* dengan AHP

Pengukuran ini bertujuan untuk menghitung perkiraan biaya untuk masing-masing potensi risiko dengan melakukan perbandingan berpasangan antar potensi risiko yang dilakukan oleh kedua responden, yaitu Mandor Besar dan Koordinator Pengolahan. Pengolahan data kuesioner menggunakan AHP dengan langkah perhitungan yang sama seperti pembobotan kriteria pada subbab 4.3.2. Contoh kuesioner yang digunakan untuk perbandingan berpasangan antar potensi risiko dapat dilihat pada Lampiran 4. Hasil dari pengukuran ini berupa nilai yang menunjukkan bobot perkiraan biaya untuk masing-masing risiko, bila dijumlahkan total nilai dari semua bobot ini adalah 1. Hasil dari pengukuran kriteria *expected cost* dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Hasil Pengukuran Kriteria *Expected Cost*

Potensi Risiko		<i>Expected Cost</i>
Penerimaan Pucuk		
R1	Pucuk teh rusak/memar	0,011
R2	<i>Monorail</i> macet	0,027
Pelayuan		
R3	Asap masuk ke <i>Withering Trough</i>	0,141
R4	Hamparan teh menggumpal	0,021
Penggilingan		
R5	Hasil giling kasar	0,055
R6	Hasil giling terlalu halus	0,075
R7	Mesin CTC macet	0,074
R8	Bubuk teh tercecer	0,064
Oksidasi Enzimatik		
R9	Over oksidasi	0,050
R10	<i>Under fermented</i>	0,026
R11	Bubuk teh tercecer	0,079
Pengeringan		
R12	<i>Overfired</i>	0,060
R13	Bubuk teh kurang matang	0,027
R14	Asap masuk ke mesin pengering	0,157
R15	Bubuk teh tercecer	0,012
Sortasi		
R16	Partikel bubuk teh terlalu kecil dan ringan	0,072
R17	Bubuk teh menggumpal membentuk kerak	0,017
R18	Bubuk teh tercecer	0,009
Pengemasan		
R19	<i>Paper sack</i> tidak muat menampung bubuk teh sesuai kapasitas	0,022

Berbeda dengan penilaian kriteria *severity*, *occurrence* dan *detectability*, penilaian kriteria *expected cost* tidak dilakukan menggunakan metode FMEA. Hal ini disebabkan karena selain tidak adanya sistem *rating* untuk kriteria *expected cost* dalam metode FMEA, juga sangat sulit untuk menentukan nominal kerugian dalam satuan mata uang karena tidak ada data historis dari biaya kerugian dari setiap risiko yang terjadi. Prinsip dalam penilaian kriteria *expected cost* adalah semakin tinggi nilai yang dihasilkan pada perbandingan berpasangan antar alternatif risiko, maka semakin besar pula perkiraan biaya yang ditimbulkan oleh risiko tersebut.

Dari Tabel 4.21 dapat diketahui bahwa potensi risiko yang memiliki nilai perkiraan biaya terbesar adalah potensi risiko R14 yaitu, asap masuk ke mesin pengering dengan nilai *expected cost* 0,157 (potensi risiko yang diberi arsiran merah). Hal ini menunjukkan bahwa risiko tersebut menimbulkan biaya paling besar jika dibandingkan dengan risiko lainnya.

#### 4.3.4 Penentuan risiko kritis dengan metode MAFMA

Adanya faktor biaya yang diperhitungkan dalam penentuan risiko kritis menyebabkan harus dilakukan penyesuaian dalam menentukan potensi risiko mana yang merupakan risiko kritis. Nilai RPN tertinggi dalam FMEA tidak sesuai lagi untuk menentukan risiko kritis. Sehingga metode MAFMA dipilih karena memperhitungkan faktor biaya dalam penentuan risiko kritis. Penerapan metode MAFMA dimulai dengan mencari nilai *local priority* untuk kriteria *severity*, *occurrence* dan *detectability* dengan menggunakan rumus pada Persamaan (2-6) sampai dengan Persamaan (2-8) dengan nilai tingkat *severity*, *occurrence* dan *detectability* pada tabel FMEA sebagai *input* pengolahan data. Karena setiap potensi risiko dapat disebabkan oleh lebih dari satu penyebab yang memiliki kontrol deteksi yang berbeda, maka untuk menentukan nilai *local priority* untuk masing-masing potensi risiko harus dilakukan perhitungan rata-rata nilai *severity*, *occurrence* dan *detectability*. Hasil perhitungan rata-rata nilai kriteria *severity*, *occurrence* dan *detectability* untuk masing-masing potensi risiko dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Tabel Rata-rata Nilai Kriteria *Severity*, *Occurrence* dan *Detectability*

Potensi Risiko	Rata-rata Nilai Severity	Rata-rata Nilai Occurrence	Rata-rata Nilai Detectability
R1	2	9	6,17
R2	2	5,33	7
R3	8	6,5	5,5
R4	5	8	7
R5	5	6,5	6,25
R6	7	6	5,67
R7	5	5	6,33
R8	8	10	10
R9	8	5,5	4,5
R10	3	5,67	5,67
R11	8	9,5	9,5
R12	8	5,33	4,33
R13	3	5	4,33
R14	8	6,5	5,5
R15	5	10	10
R16	7	7	8
R17	6	9	3
R18	7	10	10
R19	6	5,5	3,5
Total score	111	135,33	122,25

Rata-rata nilai setiap kriteria dihitung menggunakan *rating* kriteria yang ada pada tabel FMEA. Berikut adalah contoh perhitungan rata-rata nilai kriteria *occurrence* untuk potensi risiko R1:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata nilai kriteria occurrence} &= \frac{\sum \text{Occurrence}}{n} \\
 &= \frac{10+10+9+9+8+8}{6} \\
 &= 9
 \end{aligned}$$

Dimana  $n$  adalah banyaknya faktor penyebab.

Sedangkan nilai *local priority* untuk kriteria *expected cost* dihitung menggunakan nilai kriteria *expected cost* pada Tabel 4.21. Kemudian dicari nilai *global priority* dengan menggunakan rumus pada Persamaan (2-9) sampai dengan Persamaan (2-12). *Risk level* dihitung dengan menggunakan Persamaan (2-13). Tabel 4.23 akan menunjukkan level risiko di mana “S” menyatakan kriteria *severity*, “O” menyatakan kriteria *occurrence*, “D” menyatakan kriteria *detectability* dan “C” menunjukkan kriteria *expected cost*.

Tabel 4.23 Tabel Perhitungan MAFMA

Potential Failure Mode		Local Priority				Global Priority				Risk Level
		S	O	D	C	S	O	D	C	
		Total Score				Bobot Kriteria				
		111	135,33	122,25		0,252	0,087	0,273	0,388	
Penerimaan Pucuk										
R1	Pucuk teh rusak/memar	0,0180	0,0665	0,0504	0,011	0,005	0,006	0,003	0,020	0,033
R2	Monorail macet	0,0180	0,0394	0,0573	0,027	0,005	0,003	0,007	0,022	0,038
Pelayuan										
R3	Asap masuk ke <i>Withering Trough</i>	0,0721	0,0480	0,0450	0,141	0,018	0,004	0,038	0,017	0,078
R4	Hamparan teh menggumpal	0,0450	0,0591	0,0573	0,021	0,011	0,005	0,006	0,022	0,044
Penggilingan										
R5	Hasil giling kasar	0,0450	0,0480	0,0511	0,055	0,011	0,004	0,015	0,020	0,050
R6	Hasil giling terlalu halus	0,0631	0,0443	0,0464	0,075	0,016	0,004	0,020	0,018	0,058
R7	Mesin CTC macet	0,0450	0,0369	0,0518	0,074	0,011	0,003	0,020	0,020	0,055
R8	Bubuk teh tercecer	0,0721	0,0739	0,0818	0,064	0,018	0,006	0,018	0,032	0,074
Oksidasi Enzimatik										
R9	Over oksidasi	0,0721	0,0406	0,0368	0,050	0,018	0,004	0,014	0,014	0,050
R10	<i>Under fermented</i>	0,0270	0,0419	0,0464	0,026	0,007	0,004	0,007	0,018	0,035
R11	Bubuk teh tercecer	0,0721	0,0702	0,0777	0,079	0,018	0,006	0,022	0,030	0,076
Pengeringan										
R12	<i>Overfired</i>	0,0721	0,0394	0,0354	0,060	0,018	0,003	0,016	0,014	0,052
R13	Bubuk teh kurang matang	0,0270	0,0369	0,0354	0,027	0,007	0,003	0,007	0,014	0,031
R14	Asap masuk ke mesin pengering	0,0721	0,0480	0,0450	0,157	0,018	0,004	0,043	0,017	0,083
R15	Bubuk teh tercecer	0,0450	0,0739	0,0818	0,012	0,011	0,006	0,003	0,032	0,053
Sortasi										
R16	Partikel bubuk teh terlalu kecil dan ringan	0,0631	0,0517	0,0654	0,072	0,016	0,005	0,020	0,025	0,065
R17	Bubuk teh menggumpal membentuk kerak	0,0541	0,0665	0,0245	0,017	0,014	0,006	0,005	0,010	0,033
R18	Bubuk teh tercecer	0,0631	0,0739	0,0818	0,009	0,016	0,006	0,002	0,032	0,057
Pengemasan										
R19	<i>Paper sack</i> tidak muat menampung bubuk teh sesuai kapasitas	0,0541	0,0406	0,0286	0,022	0,014	0,004	0,006	0,011	0,034
Total Nilai Prioritas		1	1	1	1	0,252	0,087	0,273	0,388	

Nilai *local priority* untuk kriteria *severity*, *occurrence* dan *detectability* dihitung menggunakan rumus pada Persamaan (2-6) sampai dengan Persamaan (2-8), sedangkan untuk nilai *local priority expected cost* merupakan nilai *expected cost* yang dihitung menggunakan AHP pada Tabel 4.21. Nilai kriteria (*severity*, *occurrence* dan *detectability*) yang digunakan dalam perhitungan *local priority* adalah nilai *rating* yang ada pada tabel FMEA. Berikut ini adalah contoh perhitungan nilai *local priority severity* untuk potensi risiko R1 menggunakan rumus pada Persamaan (2-6).

*Local priority severity* R1=Nilai *severity* R1/Total *severity*

$$= \frac{2}{111}$$

$$= 0,018$$

Karena nilai *local priority* merupakan nilai bobot, maka bila dijumlahkan hasil yang diperoleh harus sama dengan 1 (satu).

Nilai *global priority* untuk kriteria *severity*, *occurrence*, *detectability* dan *expected cost* dihitung menggunakan rumus pada Persamaan (2-9) sampai dengan Persamaan (2-12). Bobot kriteria yang digunakan dalam perhitungan nilai *global priority* adalah nilai bobot kriteria seperti yang telah dihitung pada Tabel 4.19. Berikut ini adalah contoh perhitungan nilai *global priority severity* untuk potensi risiko R1 menggunakan rumus pada Persamaan (2-9).

*Global priority severity* R1=*Local priority severity* R1×*Bobot severity*

$$= 0,018 \times 0,252$$

$$= 0,0045 \approx 0,005$$

Nilai *risk level* dihitung menggunakan rumus pada Persamaan (2-13). Berikut ini adalah contoh perhitungan nilai *risk level* untuk potensi risiko R1 menggunakan rumus pada Persamaan (2-13).

*Risk Level* R1=  $\sum$  *global priority* R1 ( *S O D C* )

$$= 0,005 + 0,006 + 0,003 + 0,020$$

$$= 0,033$$

Dari Tabel 4.23 akan dipilih tiga potensi risiko yang memiliki nilai *risk level* tertinggi untuk dijadikan sebagai risiko kritis. Risiko kritis yang terdapat pada proses produksi teh hitam di Pabrik Teh PTPN XII Kebun Wonosari antara lain:

1. Asap mesin pengering (R14) dengan nilai *risk level* 0,083
2. Asap masuk ke *Withering Trough* (R3) dengan nilai *risk level* 0,078
3. Bubuk teh tercecer pada proses oksidasi enzimatik (R11) dengan nilai *risk level* 0,076

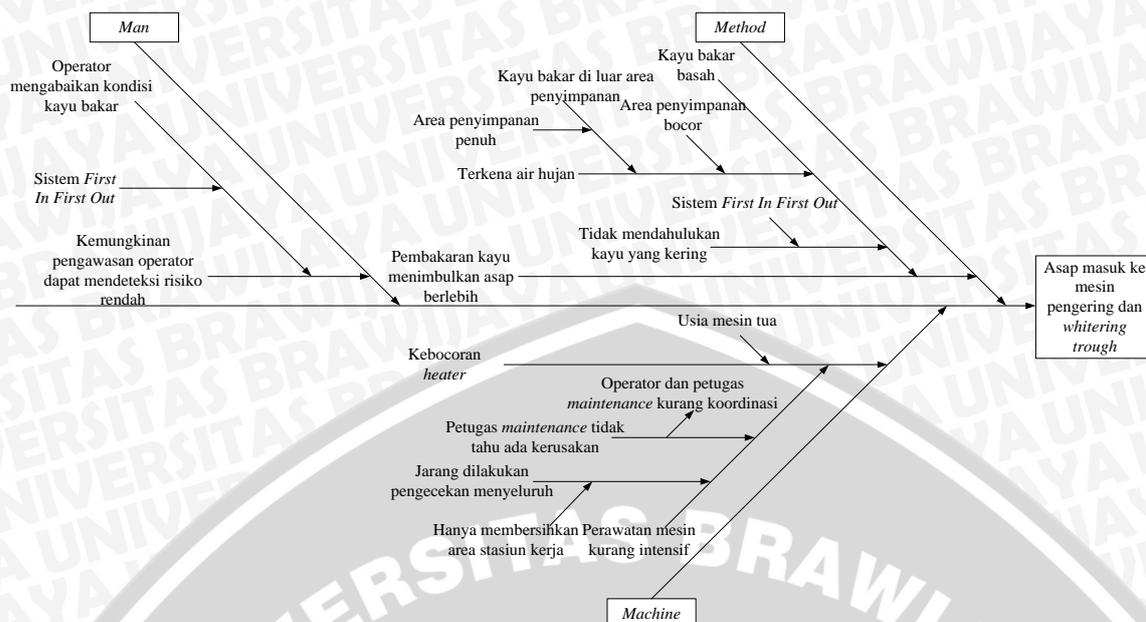
#### 4.4 Analisis Risiko Kritis Menggunakan *Fishbone Diagram* dan Pembahasan

Dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan, dipilih tiga risiko yang memiliki nilai *risk level* tertinggi, sehingga tiga risiko tersebut ditetapkan sebagai risiko kritis pada proses produksi teh hitam pada Pabrik Teh PTPN XII Kebun Wonosari. Untuk menentukan *risk response planning* (RRP), dilakukan analisa menggunakan *fishbone diagram* dan pembahasan terhadap risiko kritis. Analisa menggunakan *fishbone diagram* bertujuan untuk menemukan akar penyebab risiko kritis dan membangkitkan ide-ide untuk rekomendasi RRP dalam upaya untuk menanggapi risiko kritis. Analisis menggunakan *fishbone diagram* akan memperdalam analisis sebelumnya, yang dilakukan dengan FMEA, mengenai faktor risiko yang berpengaruh pada risiko kritis.

Risiko kritis R14 dan R3 akan dianalisis dan dibahas secara bersamaan karena penyebab utama risiko ini berasal dari stasiun yang sama yaitu tungku pemanas. Berikut adalah pembahasan terhadap risiko kritis yang terjadi pada Pabrik Teh PTPN XII Kebun Wonosari.

##### 1. Asap masuk ke mesin pengering (R14) dan asap masuk ke *Withering Trough* (R3)

Kedua risiko ini merupakan risiko yang dinilai memberikan dampak yang paling besar terhadap proses produksi teh hitam. Risiko ini mengakibatkan asap dari tungku pembakaran mencemari pucuk teh pada pelayuan maupun bubuk teh pada mesin pengering. Akibat dari pencemaran bubuk teh oleh asap ini adalah pucuk teh dan bubuk teh yang berbau asap (*smoky*) dan tidak layak untuk dijadikan sebagai mutu ekspor, sehingga harus turun ke mutu lokal. Pucuk teh dan bubuk teh yang terindikasi *smoky* akan dikeluarkan dari proses dan dipisahkan dari pucuk dan bubuk teh yang belum tercemar, karena apabila pucuk teh dan bubuk teh yang *smoky* bercampur dengan pucuk teh dan bubuk teh yang baik, aroma asap juga akan mencemari pucuk teh serta terasa pada bubuk teh yang baik. Apabila risiko ini terjadi, maka mesin pengering harus dimatikan (*downtime*) dan dilakukan pengecekan pada tungku dan saluran pemanas setelah tungku dingin, hal ini akan menyebabkan keseluruhan proses produksi terhenti. *Downtime* yang terjadi juga dapat menyebabkan penurunan mutu pada pucuk teh maupun bubuk teh yang sudah terlanjur diproses pada stasiun lain.



Gambar 4.13 Fishbone Diagram Risiko Kritis R14 dan R3

Berikut ini penjelasan dari faktor-faktor penyebab risiko berdasarkan Gambar 4.13:

a. *Method*

Dilihat dari faktor metode, risiko kritis R13 dan R4 disebabkan oleh pembakaran kayu yang menimbulkan asap berlebih. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi kayu bakar yang basah saat dilakukan pembakaran, sehingga menyebabkan asap yang lebih banyak dari pada pembakaran dengan kayu kering, asap yang banyak ini dapat masuk ke mesin pengering dan *Withering Trough* kemudian mencemari pucuk teh atau bubuk teh yang sedang diproses pada stasiun pelayuan atau pengeringan.

Kayu bakar yang basah saat digunakan dapat disebabkan oleh operator yang mendahulukan kayu yang pertama datang (*first in first out*) dan tidak menggunakan kayu lain yang lebih kering. Penyebab lainnya adalah kayu bakar terkena air hujan karena area penyimpanan bocor atau karena diletakkan di luar area penyimpanan akibat dari area penyimpanan yang penuh.



Gambar 4.14 Area Penyimpanan Kayu Bakar

b. *Man*

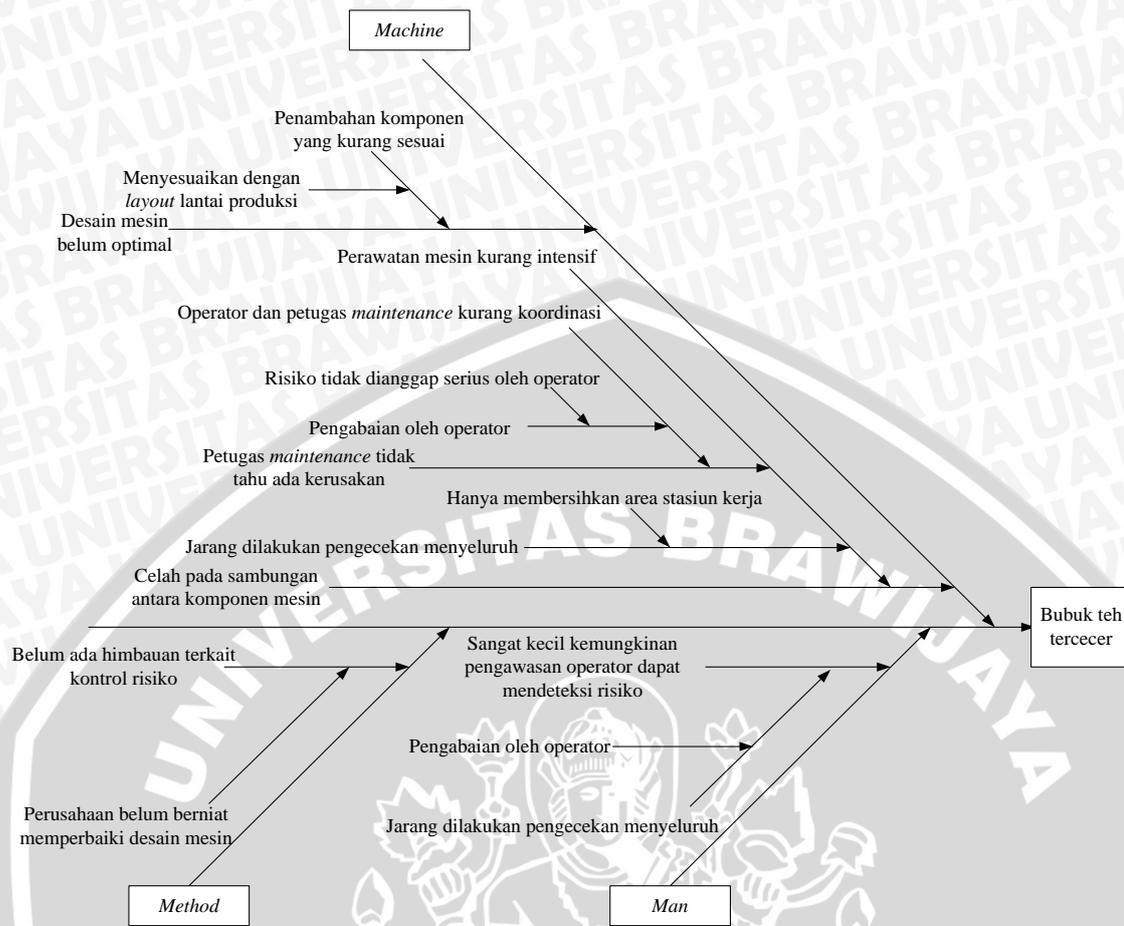
Dilihat dari faktor manusia (*man*), risiko kritis ini dipengaruhi oleh kemungkinan pengawasan operator mendeteksi risiko yang rendah. Hal ini dikarenakan operator cenderung mengabaikan kondisi kayu bakar yang akan digunakan karena sudah terbiasa dengan sistem *first in first out*.

c. *Machine*

Dilihat dari faktor mesin, risiko kritis R13 dan R14 disebabkan oleh kebocoran pada *heater* yang menyebabkan asap pembakaran masuk ke stasiun pelayuan dan pengeringan. Kebocoran pada *heater* sendiri disebabkan oleh usia mesin yang sudah tua sehingga mesin mengalami penurunan performa dan perawatan mesin yang kurang intensif. Perawatan mesin yang kurang intensif berlawanan dengan SOP perusahaan yang mengharuskan dilakukannya *maintenance* satu minggu sekali saat hari libur produksi yaitu hari Senin. Perawatan mesin dikatakan kurang intensif karena petugas perawatan jarang melakukan pengecekan keseluruhan bagian mesin dan cenderung hanya melakukan pembersihan di area stasiun pengeringan dan tungku saja. Penyebab lain kurang intensifnya perawatan adalah karena petugas *maintenance* tidak mengetahui informasi kerusakan atau penurunan performa mesin akibat dari tidak adanya informasi dari operator, dalam hal ini dapat dikatakan bahwa antara operator dan petugas *maintenance* kurang berkoordinasi.

2. Bubuk teh tercecer pada proses oksidasi enzimatis (R11)

Bubuk teh yang tercecer pada proses oksidasi enzimatis akan turun *grade* menjadi mutu lokal. Hal ini harus dilakukan karena bubuk teh yang tercecer cenderung mengalami over oksidasi dan mengalami kontaminasi dengan kotoran. Bubuk teh yang mengalami over oksidasi akan mengalami cacat mutu di antaranya *dull/dark, pungency, muddy, winey, thin, soft*, kehilangan aroma (*stewing*). dan ampas seduhan kusam, sedangkan kontaminasi dengan kotoran dapat menyebabkan teh menjadi *tainted*. Bubuk teh yang tercecer pada proses ini setiap kali produksi dapat dikatakan cukup banyak, namun penanganannya kurang optimal. Bubuk teh yang tercecer hanya akan ditampung pada nampan dan diolah pada akhir proses, meski begitu nampan yang digunakan untuk menampung bubuk teh tidak dapat mencegah semua bubuk teh yang tercecer jatuh ke lantai dan tidak dapat menghindari risiko penurunan *grade* mutu teh. Risiko ini disebabkan karena adanya celah pada sambungan antara komponen mesin dan juga desain mesin yang belum optimal untuk mencegah bubuk teh tercecer.



Gambar 4.15 Fishbone Diagram Risiko Kritis R11

Berikut ini adalah penjelasan dari faktor-faktor penyebab risiko berdasarkan Gambar 4.15:

a. *Method*

Salah satu faktor yang mempengaruhi risiko kritis ini adalah faktor metode (*method*), berkaitan dengan penanganan bubuk teh yang tercecer karena desain mesin belum optimal, perusahaan belum memberikan himbauan lebih lanjut mengenai penanganan risiko ini, karena dari perusahaan belum ada niat untuk melakukan perbaikan desain mesin.

b. *Man*

Faktor lain yang mempengaruhi risiko kritis ini adalah faktor manusia (*man*), pengawasan yang dilakukan oleh operator sangat kecil kemungkinannya untuk dapat mendeteksi risiko akibat jarang dilakukan pengecekan menyeluruh oleh operator karena operator kurang memerhatikan masalah yang dianggap tidak berbahaya.

c. *Machine*

Faktor mesin yang menjadi penyebab risiko kritis ini adalah akibat dari desain mesin yang belum optimal dan adanya celah pada sambungan antara komponen mesin. Desain yang kurang optimal dipengaruhi karena adanya penambahan komponen yang tidak sesuai dengan mesin. Penambahan komponen ini berupa *layer* tambahan pada mesin yang berfungsi membawa bubuk teh ke konveyor yang menuju mesin pengering. Bubuk teh yang telah melewati *layer* terakhir (*layer 5*) tidak dapat langsung menuju konveyor karena *layout* lantai produksi yang tidak memungkinkan, di mana stasiun pengering berada tepat di belakang stasiun oksidasi enzimatis dan terpisah oleh dinding. Karenanya perusahaan menambahkan satu *layer* tambahan di bawah *layer* kelima, yang membantu membawa bubuk teh ke konveyor yang ujungnya berada tepat di bawah *Fermenting Machine*, konveyor tersebut kemudian membawa bubuk teh ke mesin pengering melalui celah (jendela) yang dibuat oleh perusahaan. Namun *layer* yang ditambahkan oleh perusahaan ini memiliki dimensi lebar yang lebih kecil dari pada lima *layer* lainnya, sehingga saat bubuk teh turun menuju *layer* tambahan, bubuk teh akan jatuh dari tepi-tepi *layer* kelima. Sejauh ini perusahaan telah berupaya menambahkan corong untuk membantu bubuk teh agar jatuh tepat pada *layer* tambahan. Namun penambahan corong ini kurang efektif karena corong tidak melekat dengan baik pada mesin dan tidak dapat mengarahkan bubuk teh pada *layer* tambahan, sehingga bubuk teh tetap jatuh ke lantai.



Gambar 4.16 Posisi *Fermenting Machine* pada Lantai Produksi

Penyebab lain dari tercecernya bubuk teh berdasarkan faktor mesin adalah karena adanya celah pada sambungan antara komponen mesin. Perawatan secara

menyeluruh jarang dilakukan dan perawatan yang dilakukan biasanya hanya sebatas membersihkan area stasiun kerja dan pelumasan mesin. Celah ini tidak disadari oleh petugas *maintenance* karena hanya terdeteksi saat mesin sedang beroperasi, kurang koordinasi atau pemberian informasi dari operator ke petugas *maintenance* menjadi penyebab celah ini tidak terdeteksi oleh petugas *maintenance*. Operator sendiri kurang memperhatikan hal ini dan cenderung mengabaikan karena tidak dianggap sebagai risiko yang serius.

#### 4.5 Penyusunan Rekomendasi *Risk Response Planning* (RRP)

Pada subbab ini akan memberikan upaya penanganan yang dapat dijadikan pertimbangan oleh perusahaan dalam menangani risiko pada proses produksi teh hitam. Untuk penanganan risiko kritis yang berkaitan dengan perawatan mesin dan kinerja karyawan, yaitu kebocoran *heater* (pada R14 dan R3) dan celah pada sambungan antara komponen mesin (pada R11) akan diberikan rekomendasi yang serupa. Hal ini disebabkan karena seperti terlihat pada *fishbone diagram* di *Gambar 4.13* dan *Gambar 4.15*, penyebab risiko kritis yang berkaitan dengan perawatan mesin berkaitan erat dengan kinerja karyawan, baik operator maupun petugas *maintenance*, sehingga perlu adanya perbaikan sistem kerja untuk meningkatkan kesadaran pekerja akan pentingnya perawatan mesin. Rekomendasi RRP yang diberikan antara lain:

1. Memberlakukan *rolling* pekerja yang dilakukan dengan saling menukar pekerja pada suatu stasiun dengan stasiun lain secara berkala. agar setiap pekerja memahami kebutuhan informasi di masing-masing stasiun kerja dan dapat berkoordinasi dengan baik.
2. Membuat pedoman standar-standar dalam bekerja yang disepakati dan dipahami semua pihak.
3. Memberikan *reward and punishment* untuk memotivasi pekerja agar bekerja dengan optimal.
4. Membuat *checklist* untuk perawatan mesin setiap minggunya yang memuat daftar perawatan yang telah dilakukan, penanggung jawab, dan melakukan pelaporan rutin kepada mandor yang terkait pasca dilakukan perawatan. Rekomendasi *checklist* dapat dilihat pada *Gambar 4.17*.

### CHECKLIST SHEET MESIN X

Tanggal:

No.	Komponen	Performa		Keterangan	Tindak Lanjut	Kebersihan		Keterangan	Tindak Lanjut
		Baik	Buruk			Bersih	Kotor		

Mengetahui,  
Mandor

Petugas Perawatan

(Nama)

(Nama)

Gambar 4.17 Rekomendasi Checklist

Untuk risiko kritis asap masuk ke mesin pengering (R14) dan asap masuk ke *Withering Trough* (R3), diberikan rekomendasi RRP yang khusus berkaitan dengan pembakaran kayu yang menimbulkan asap berlebih. Rekomendasi RRP khusus untuk risiko kritis R14 dan R3 adalah sebagai berikut:

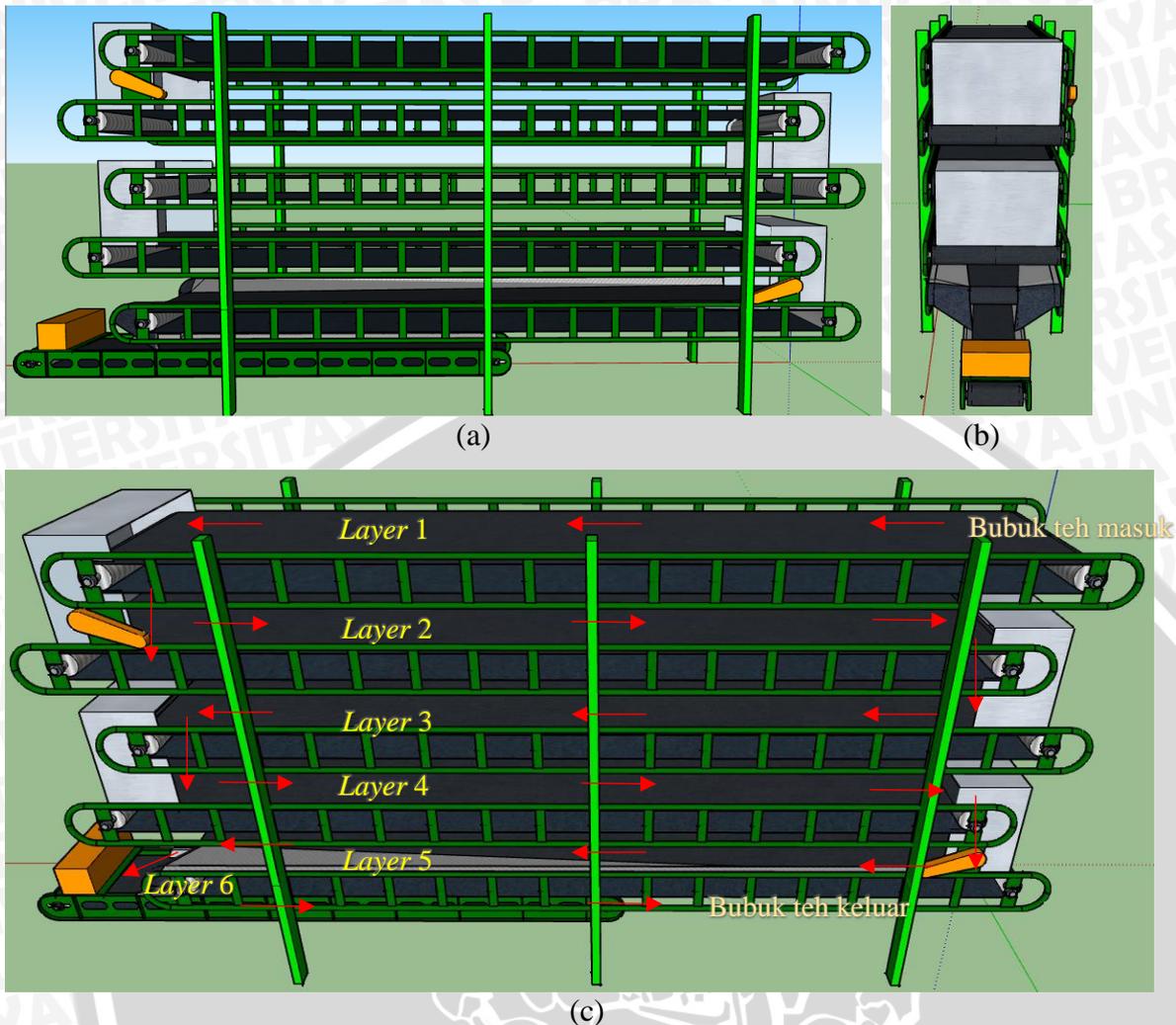
1. Memasang pelindung pada sisi area penyimpanan kayu bakar dan area penyimpanan sementara kayu bakar (saat area penyimpanan penuh) untuk mencegah kayu bakar terkena air hujan.
2. Meninggikan dan melakukan penyemenan pada area penyimpanan kayu bakar untuk mencegah air hujan membasahi kayu bakar yang ada di bagian bawah tumpukan.
3. Meningkatkan pengawasan terhadap kondisi kayu bakar yang akan digunakan dan memilih kayu bakar yang akan digunakan berdasarkan kondisi kayu bakar, yaitu dengan mendahulukan kayu bakar yang dalam kondisi kering dari pada kayu yang datang lebih dulu.

Untuk risiko kritis bubuk teh tercecer pada proses oksidasi enzimatik (R11), rekomendasi RRP khusus diberikan berkaitan dengan desain mesin. Rekomendasi RRP khusus untuk risiko kritis R11 adalah dengan melakukan perbaikan pada desain mesin agar dapat mencegah bubuk teh tercecer. Salah satu penyebab risiko kritis ini adalah desain mesin yang belum optimal, sehingga dibutuhkan perbaikan pada desain mesin untuk mencegah bubuk teh tercecer. *Gambar 4.18* akan menunjukkan kondisi mesin dan bagian mesin perlu diperbaiki.



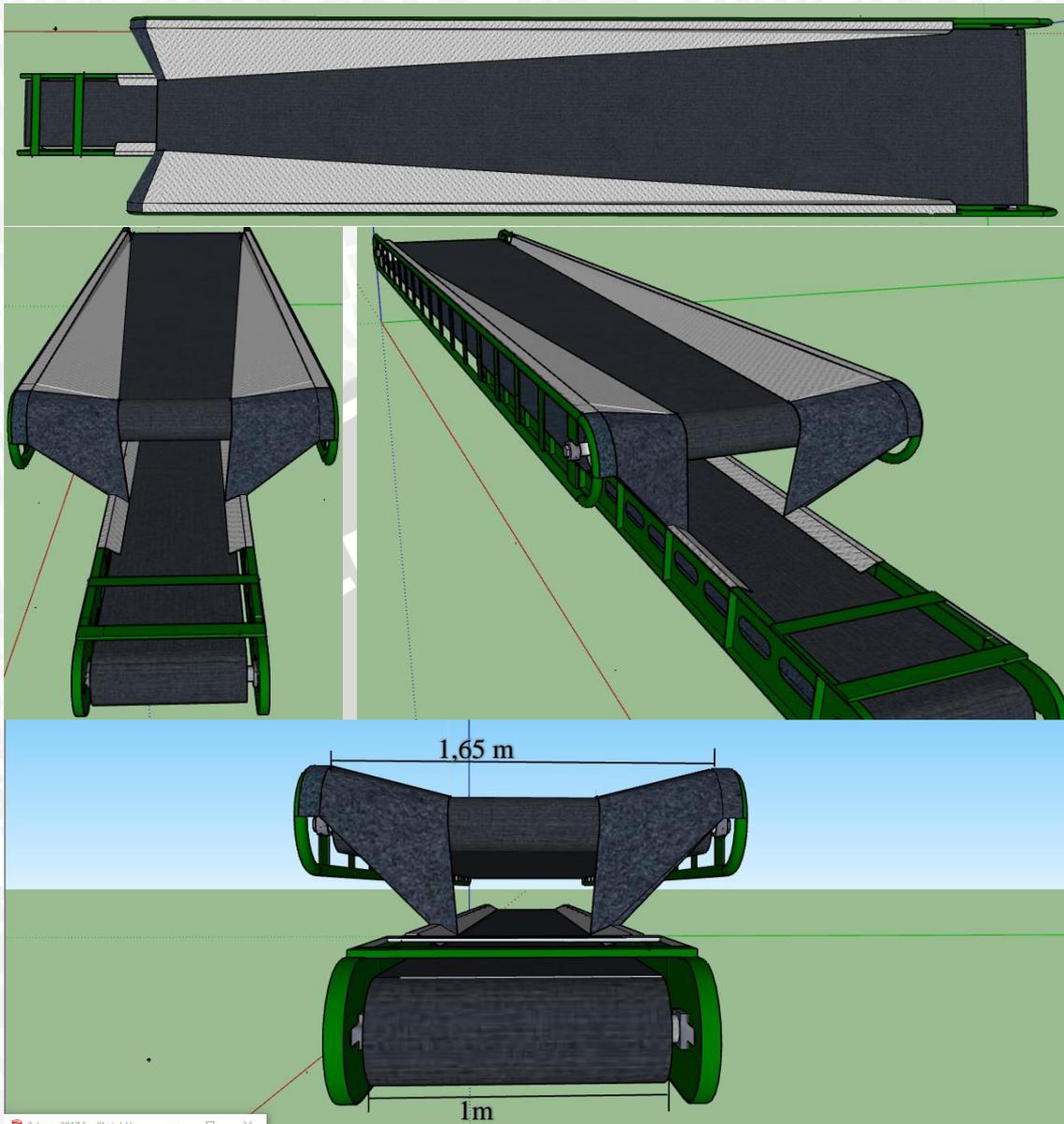
*Gambar 4.18* Bubuk Teh yang Tercecer pada *Fermenting Machine* dan Perbaikan yang Diterapkan Perusahaan

Tampilan *Fermenting Machine* dan rute proses oksidasi enzimatik bubuk teh dalam *Fermenting Machine* dapat dilihat pada *Gambar 4.19*.



Gambar 4.19 Tampilan Depan *Fermenting Machine* (a), Tampilan Samping *Fermenting Machine* (b), Rute Proses Oksidasi Enzimatis Bubuk Teh pada *Fermenting Machine* (c)

Perbaikan desain dilakukan dengan menambahkan penahan bubuk teh yang terbuat dari pelat logam pada sisi kanan dan kiri *belt* pada *layer* ke lima dan ke enam, lebar pelat penahan pada *layer* ke lima dibuat semakin sempit pada ujung mesin untuk menyesuaikan dengan dimensi lebar *layer* ke enam yang lebih sempit. Kemudian diujung mesin juga ditambahkan penahan lain yang dibuat dari bahan karet yang sama dengan *belt* pada mesin, pemilihan bahan penahan ini berdasarkan tekstur *belt* yang lentur dan dapat menyesuaikan bentuk mesin, sehingga bubuk teh tidak terjatuh di tepi-tepi mesin. Rekomendasi desain perbaikan *Fermenting Machine* dapat dilihat pada Gambar 4.20. Berkaitan dengan rekomendasi perbaikan desain *Fermenting Machine*, diberikan pula rekomendasi untuk menambah kecepatan *conveyor belt* pada *layer* ke enam agar volume bubuk teh pada *layer* ke enam tidak berlebihan.



Gambar 4.20 Rekomendasi Perbaikan Desain *Fermenting Machine*

Halaman ini sengaja dikosongkan



## BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang ditujukan untuk menjawab rumusan masalah, serta saran-saran untuk Pabrik Teh PTPN XII Kebun Wonosari dan penelitian selanjutnya yang merupakan masukan-masukan yang mengacu pada metode penelitian, analisis hasil dan pembahasan.

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang dilakukan terhadap hasil pengumpulan dan pengolahan data, dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu:

1. Berdasarkan identifikasi risiko dengan menggunakan metode wawancara, observasi dan *document review*, diketahui terdapat 19 potensi risiko yang mengganggu proses produksi di Pabrik Teh Kebun Wonosari dan berpengaruh terhadap mutu dari teh hitam yang dihasilkan. Pada stasiun penerimaan pucuk terdapat potensi risiko pucuk teh rusak/memar dan *monorail* macet. Pada stasiun pelayuan terdapat risiko masuk ke *Withering Trough* dan hamparan teh menggumpal. Pada stasiun penggilingan terdapat potensi risiko hasil giling kasar, hasil giling terlalu halus mesin CTC macet dan bubuk teh tercecer. Pada stasiun oksidasi enzimatis terdapat risiko over oksidasi, *under fermented* dan bubuk teh tercecer. Pada stasiun pengeringan terdapat potensi risiko *overfired*, bubuk teh kurang matang, asap masuk ke mesin pengering dan bubuk teh tercecer. Pada stasiun sortasi terdapat potensi risiko partikel bubuk teh terlalu kecil dan ringan, bubuk teh menggumpal membentuk kerak dan bubuk teh tercecer. Pada stasiun pengemasan terdapat potensi risiko *paper sack* tidak muat menampung bubuk teh sesuai kapasitas.
2. Dari hasil perhitungan bobot kriteria yang dilakukan dengan menggunakan AHP, diperoleh nilai bobot untuk masing-masing kriteria yang berpengaruh terhadap proses produksi teh hitam di Pabrik Teh Kebun Wonosari, kriteria *severity* memiliki bobot 0,252, kriteria *occurrence* memiliki bobot 0,087, kriteria *detectability* memiliki bobot 0,273 dan kriteria *expected cost* memiliki bobot 0,388. Bobot tertinggi adalah bobot kriteria *expected cost*, sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam penanganan risiko, faktor biaya merupakan faktor yang penting untuk diperhitungkan dalam upaya

penanganan risiko dan penggunaan metode MAFMA yang memperhitungkan faktor biaya tepat untuk dilakukan.

3. Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan metode MAFMA, dipilih tiga potensi risiko yang memiliki *risk level* paling tinggi, yaitu asap masuk ke mesin pengering (R14) dengan nilai *risk level* sebesar 0,083, asap masuk ke *Withering Trough* (R3) dengan nilai *risk level* sebesar 0,078, dan bubuk teh tercecer pada proses oksidasi enzimatik (R11) dengan nilai *risk level* sebesar 0,076. Ketiga potensi risiko inilah yang menjadi risiko kritis dalam proses produksi teh hitam di Pabrik Teh Kebun Wonosari. Pada risiko kritis asap dari tungku pembakaran (R14) dan asap masuk ke *Withering Trough* (R3) pemberian rekomendasi RRP akan dilakukan bersamaan karena penyebab utama risiko ini berasal dari stasiun yang sama yaitu tungku pemanas. Secara umum, rekomendasi RRP yang diberikan untuk risiko kritis asap dari tungku pembakaran (R14), asap masuk ke *Withering Trough* (R3) dan bubuk teh tercecer pada proses oksidasi enzimatik (R11) adalah dengan memberlakukan *rolling operator*, pembuatan pedoman standar-standar dalam bekerja yang disepakati dan dipahami semua pihak, pemberlakuan sistem *reward and punishment*, penggunaan *checklist* perawatan mesin dan pelaporan rutin pasca perawatan, ketiga risiko kritis diberikan rekomendasi RRP yang sama karena mesin-mesin yang digunakan secara umum membutuhkan perawatan yang sama. Rekomendasi RRP khusus untuk risiko kritis R14 dan R3 adalah dengan mengondisikan tempat penyimpanan kayu bakar baik area penyimpanan tetap maupun area penyimpanan sementara agar terhindar dari air hujan, meninggikan dan melakukan penyemenan pada area penyimpanan untuk mencegah air hujan membasahi kayu bakar yang ada di bagian bawah tumpukan, meningkatkan pengawasan terhadap kondisi kayu bakar dan selektif dalam penggunaan kayu bakar dengan mendahulukan kayu yang kering. Rekomendasi RRP khusus untuk risiko kritis R11 dengan melakukan perbaikan pada desain *Fermenting Machine* dan menambah kecepatan *conveyor belt* pada *layer* ke enam..

## 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari hasil analisis untuk perbaikan pada perusahaan ditujukan untuk perusahaan dan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Diharapkan pihak Pabrik Teh PTPN XII kebun Wonosari melakukan penerapan manajemen risiko secara berkesinambungan agar dapat mengidentifikasi risiko-risiko

baru yang mungkin muncul seiring dengan perkembangan teknologi yang digunakan dalam proses produksi teh hitam.

2. Diharapkan pihak perusahaan dapat mempertimbangkan hasil penelitian ini yang berupa rekomendasi *risk response planning* untuk dijadikan acuan dalam pembuatan kebijakan berkaitan dengan pengendalian risiko di rantai produksi.
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan adanya rekomendasi penanganan terhadap potensi risiko lain, karena pada penelitian ini hanya membahas *risk response planning* risiko kritis saja.
4. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambahkan metode atau mengombinasikan metode yang ada pada penelitian ini dengan metode pengendalian kualitas.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Halaman ini sengaja dikosongkan



## DAFTAR PUSTAKA

- Adisewojo, R. (1982). *Bercocok Tanam Teh (Cammellia Sinensis)*. Bandung: PT Sumur.
- American National Standard. (2004). *A Guide to The Project Management Body of Knowledge (3<sup>rd</sup> ed.)*. Newton Square: Project Management Institute.
- Badan Pusat Statistik. (2016). *Statistik Teh Indonesia (Indonesian Tea Statistic) 2015 Katalog 5504001*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). *Teh Hitam SNI 1902:2016*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Braglia, Marcell. (2000). MAFMA: *Multi-Attribute Failure Mode Analysis*. Internasional Journal of Quality & Reliability Management. 17 (9): 1017-1033.
- Frame, J. Davidson. (2003). *Managing Risk in Organizations: A Guide for Manager*. San Fransisco: Jossey-Bass.
- Gaspersz, V., (2001). *Metode Analisis untuk Peningkatan Kualitas*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V., dan Fontana, A., (2011). *Integrated Management Problem Solving Panduan bagi Praktisi Bisnis dan Industri*. Jakarta: Vinchristo Publication.
- Hetharia, Dorina. (2009). Penerapan *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* dalam Metode *Multi Attribute Failure Mode Analysis* untuk Mengidentifikasi Penyebab Kegagalan Potensial Pada Proses Produksi. *J@TI Undip*. IV (2): 91-98.
- Jimmy. (2012). Manajemen Risiko dengan Metode *Multi Attribute Failure Mode Analysis* (MAFMA), Studi kasus pada Perusahaan Kontraktor Telekomunikasi. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Depok: Universitas Indonesia.
- Kountur, R. (2008). *Manajemen Risiko Operasional Perusahaan*. Jakarta: Pendidikan Pembinaan Manajemen.
- Krityanto, Raka; Sugiono; dan Yuniarti, Rahmi. (2015). *Analisis Risiko Operasional pada Proses Produksi Gula dengan Menggunakan Metode Multi-Attribute Failure Mode Analysis (MAFMA) (Studi Kasus: PG. Kebon Agung Malang)*. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri. 3 (3): 592-601.
- McDermott, R.E., Mikulak, J.E., Beauregard, MR, (2009). *The Basics of FMEA* (2<sup>nd</sup> ed.), New York: Productivity Press.
- Mustafa, Jia-Pei, Siaw-Pen dan Abd Hami. (2005). *The Evaluation of Airline Service Quality Using the Analytic Hierarchy Process (AHP)*. Penang: International Conference on Tourism Development.
- Nasution, M. N., (2005). *Manajemen Mutu Terpadu*. Bogor: Ghalia Indonesia.

- PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero). (2015). *Laporan Produksi Tahunan PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero) Kebun Wonosari*. Malang: PTPN XII Kebun Wonosari.
- Rohdiana, Dadan. (2015). Teh: Proses, Karakteristik & Komponen Fungsionalnya. *Food Review Indonesia*. X (8): 34
- Rucitra, Andan Linggar. (2011). Penerapan *Multi Attribute Failure Mode Analysis* Kegagalan Produksi Susu dengan Menggunakan Metode *Analytic Hierarchy Process*. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. (1993). *Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin, Proses Hierarki Analitik untuk Pengambilan Keputusan dalam Situasi yang Kompleks*. Jakarta: Pustaka Binama Pressindo.
- Setyamidjaja, D. (2000). *Teh: Budidaya dan Pengolahan Pasca Panen*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sriwidadi, Teguh dan Kristiani, Meivi. (2014). Risiko Operasional Stasiun Pengisian dan Pengangkutan Bulk Elpiji pada PT Surya Artha Chanya. *Jurnal Binus Business Review*. 5 (2): 447-455.
- Stevenson, A., Bailey, C., dan Siefring, J. (2002). *A Shorter Oxford Dictionary of The English Language*. Oxford: Oxford University Press.
- Stoneburner, G., Goguen, A., dan Feringa, A. (2002). *Risk Management Guide for Information Technology System*, Gaithersburg, MD: National Institute of Standard and Technology.
- Sukmadinata, N. S. (2011). *Metode Penelitian Pendidikan*, Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Sutedja. (1987). *Pengantar Pengemasan*. Bogor: Jurusan Teknologi Industri Pertanian. IPB.
- Tampubolon, P. Manahan. (2004). *Manajemen Operasi, edisi pertama*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Yumaida. (2011). Analisis Risiko Kegagalan Pemeliharaan pada Pabrik Pengolahan Pupuk NPK Granular (Studi Kasus: PT. Pupuk Kujang Cikampek). *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Depok: Universitas Indonesia.

Lampiran 1. Scoring pada Uji Mutu Teh

CTC (BROKEN GRADE: BP 1, PF 1, dan FANN)

Quality	Appearance		Liquor		Infused Leaf		Total Score
	Score	Items	Score	Items	Score	Items	
<b>Best Quality</b>	41 s/d 50	<b>Sangat baik (well made)</b> Blackish, bentuk bulat (butiran/granular), clean, even, tekstur tidak rapuh	32 s/d 40	<b>Sangat enak (very good)</b> Good strength, nice quality, flavory	8 s/d 10	<b>Very bright &amp; coppery</b>	79 s/d 100
<b>Best Medium</b>	31 s/d 40	<b>Baik (good)</b> Neat black (kehitam-hitaman), tekstur bulat (granular), clean, even, tekstur tidak rapuh	24 s/d 31 28 s/d 31 24 s/d 27	<b>Enak (good)</b> Some strength, color & flavory Strength & color	6 s/d 7	<b>Bright &amp; coppery</b>	61 s/d 76
<b>Medium</b>	21 s/d 30	<b>Sedang (fair made)</b> Fairly black, granular, few fiber, even, tekstur tidak rapuh	16 s/d 23 18 s/d 23 16 s/d 17	<b>Sedang (fairly good)</b> Fair strength Lack in strength, light in cup	4 s/d 5	<b>Fairly bright</b>	41 s/d 60
<b>Low Medium</b>	10 s/d 20	<b>Kurang baik (unsatisfactory)</b> Brownish, greyish, bentuk kurang granular, few fiber, uneven	8 s/d 15 15 13 s/d 14 11 s/d 12 10 8 s/d 9	<b>Kurang enak (unsatisfactory)</b> Plain Bitter taste Soft, dark in cup Dry Overfired	2 s/d 3	<b>Bid dull, greenish, uneven</b>	21 s/d 40
<b>Plainest</b>	0 s/d 9	<b>Tidak baik (bad)</b> Warna brownish, greyish, bentuk tidak beraturan, banyak serat, tekstur rapuh, powdery	0 s/d 7	<b>Tidak enak (bad)</b> Hars, raw, greenish, tainted, smoky, spicy, fruity gone off, bakey, burnt sour	1	<b>Dull/dark</b>	0 s/d 20

CTC (SMALL GRADE: PD, D 1, D 2, D 3)

Quality	Appearance		Liquor		Infused Leaf		Total Score
	Score	Items	Score	Items	Score	Items	
<b>Best Quality</b>	41 s/d 50	<b>Sangat baik (well made)</b> Blackish, bentuk bulat (butiran/granular), clean, even, tekstur tidak rapuh	32 s/d 40	<b>Sangat enak (very good)</b> Good strength, nice quality, flavory	8 s/d 10	<b>Very bright &amp; coppersy</b>	79 s/d 100
<b>Best Medium</b>	31 s/d 40	<b>Baik (good)</b> Neat black (kehitam-hitaman), tekstur bulat (granular), clean, even, tekstur tidak rapuh	26 s/d 33 30 s/d 33 26 s/d 29	<b>Enak (good)</b> Some strength, colory & flavory Strength & colory	6 s/d 7	<b>Bright &amp; coppersy</b>	61 s/d 76
<b>Medium</b>	21 s/d 30	<b>Sedang (fair made)</b> Fairly black, granular, few fiber, even, tekstur tidak rapuh	16 s/d 25 20 s/d 25 16 s/d 19	<b>Sedang (fairly good)</b> Fair strength Lack in strength, light in cup	4 s/d 5	<b>Fairly bright</b>	41 s/d 60
<b>Low Medium</b>	10 s/d 20	<b>Kurang baik (unsatisfactory)</b> Brownish, greyish, bentuk kurang granular, few fiber, uneven	8 s/d 15 15 13 s/d 14 11 s/d 12 10 8 s/d 9	<b>Kurang enak (unsatisfactory)</b> Plain Bitter taste Soft, dark in cup Dry Overfired	2 s/d 3	<b>Bid dull, greenish, uneven</b>	21 s/d 40
<b>Plainest</b>	0 s/d 9	<b>Tidak baik (bad)</b> Warna brownish, greyish, bentuk tidak beraturan, banyak serat, tekstur rapuh, powdery	0 s/d 7	<b>Tidak enak (bad)</b> Hars, raw, greenish, tainted, smoky, spicy, fruity gone off, bakey, burnt sour	1	<b>Dull/dark</b>	0 s/d 20

## Lampiran 2. Daftar Istilah dalam Penilaian Mutu Teh

### DAFTAR ISTILAH

Istilah-istilah dalam dunia perdagangan teh digunakan untuk menilai mutu teh yang meliputi penilaian penampakan teh kering (*appearance*), warna, rasa dan bau air seduhan (*liquor*), dan penampakan ampas seduhan (*infused leaf*)

- *A few fibers* : Teh yang mengandung serat sedikit.
- *A few stalks* : Teh yang mengandung tulang daun sedikit.
- *Adhesive* : Teh yang tergulung dengan baik khususnya OP dan bila diangkat. partikel satu sama lain saling terikat.
- *Aroma* : Bau yang menarik dari teh kering
- *Attractive* : Teh yang benar-benar menarik penampakannya.
- *Autumnal/seasonal quality*: Rasa teh yang paling enak pada musim tertentu
- *Baggy* : Rasa yang tidak enak akibat disimpan dalam karung
- *Bakey/malty* : Air seduhan yang berasa seperti bahan organik yang terbakar, disebabkan oleh temperatur pengeringan terlalu tinggi atau hamparan pada *dryer* terlalu tipis. *Bakey* lebih jelek dari *dry* tetapi lebih baik dari *burnt* atau *overfired tea* yang hampir hangus.
- *Bisquity* : Rasa khas dari teh Assam India
- *Bitter* : Air seduhan yang rasanya pahit tetapi tidak sepet
- *Blackish* : Teh yang warnanya kehitaman, menunjukkan sifat-sifat teh yang baik. Partikel dan pengolahan yang baik menghasilkan teh yang kehitaman warnanya
- *Body/thick/strength* : Air seduhan yang berwarna cerah dan ada kesan hidup (*live*). Kebalikannya ialah seduhan yang *thin* (encer).
- *Body fullness/ creamy* : Rasa air seduhan yang lengkap disertai warna *cream* pada *liquor*
- *Bold/Coarse* : Teh yang ukurannya lebih besar dari pada standar sortasinya.
- *Bouquet* : Rasa teh yang mempunyai *flavor* yang sangat menonjol
- *Brassy* : Air seduhan yang rasanya pahit (*bitter*). Umumnya disebabkan oleh daun kurang layu dan terlalu banyak daun tua

- *Bright (liquor)* : Air seduhan yang berwarna merah cerah. Kebalikannya ialah *dull*. Air seduhan yang *bright* diperoleh bila proses produksi baik, fermentasi sempurna. Istilah ini dipakai juga untuk ampas yang berwarna cerah. Sifat demikian sangat diinginkan dan menunjukkan pengolahan yang baik
- *Bright red* : Air seduhan yang berwarna merah cerah
- *Brisk/point* : Air seduhan yang segar, fermentasi dan pengeringannya tepat. Kebalikannya ialah *sort*.
- *Brownish* : Teh yang warnanya kecokelatan, menunjukkan kesalahan pelayuan, penggilingan terlalu besar, terlalu banyak gencetan dalam proses sortasi. Teh dataran tinggi yang sifatnya baik pun kadang-kadang *brownish*.
- *Burnt* : Air seduhan yang berasa seperti bahan organik, yang terbakar dengan tingkatan rasa yang lebih keras dari *bakey*
- *Case hardening* : Air seduhan yang rasanya asam yang terjadi akibat pengeringan yang terlalu cepat
- *Character* : Air seduhan yang mempunyai rasa, *quality* dan aroma
- *Chesty* : Air seduhan yang berbau resin disebabkan oleh kayu yang baru untuk peti
- *Cheesy* : istilah yang jarang dipakai. Umumnya untuk teh yang *tainted* karena infeksi bakteri atau obat-obatan yang berbau keju.
- *Choppy* : Partikel teh yang berbentuk silinder ini umumnya terjadi karena banyak tergencet pada mesin pemotong. Istilah ini dipakai juga untuk air seduhan yang cerah dan berwarna *cream* (teh India/Assam)
- *Clean/neat* : Teh yang bersih tidak tercampur jenis lain. Istilah ini dipakai juga untuk ampas seduhan yang bersih dan seragam
- *Cleanliness* : Teh mengandung benda asing
- *Coarse* : Air seduhan yang mempunyai kepekatan rasa (*strength*) tetapi kurang dari *quality* Teh dataran rendah umumnya mempunyai sifat seduhan ini

- *Coloury* : Air seduhan yang berwarna merah cerah dan hidup. Warna air seduhan dapat menjadi lebih tua (*dark*) bila digiling terlalu kuat, pelayuan terlalu panjang dan fermentasi terlalu lama.
- *Common tea* : Air seduhan yang sangat jelek karena dari kebun dataran rendah.
- *Coppery* : Ampas berwarna seperti tembaga. Umumnya teh dataran tinggi di mana pengolahannya baik, akan menghasilkan ampas yang *coppery*.
- *Cream* : Endapan yang timbul bila seduhan pekat didinginkan dan pada umumnya ditandai dengan warna keruh. *Creaming down* ini merupakan petunjuk bahwa tersebut diolah secara baik.
- *Creppy* : Teh yang partikelnya berkerut
- *Curly* : Bentuk daun teh yang menggulung dengan baik.
- *Dry* : Air seduhan yang rasanya kering, akibat suhu yang tinggi dalam *dryer*
- *Dull/dark/thicker color* : Air seduhan yang mempunyai warna keruh. Kebalikannya ialah *bright*. Warna air seduhan seperti ini tidak diinginkan. Penyebabnya ialah infeksi bakteri atau terlalu panas pada pelayuan, juga waktu fermentasi yang terlalu panjang. Istilah ini digunakan juga untuk ampas berwarna tidak cerah, hitam kecokelatan dan hijau suram yang disebabkan oleh pengolahan yang terlalu panas, terlalu lama fermentasi dan infeksi bakteri.
- *Dusty* : Teh yang kandungan partikel kecil seperti debu.
- *Ease* : Partikel teh yang enteng/ringan
- *Even/Regular* : Teh yang seragam dan sesuai dengan jenis sortasinya, yang terdiri bagian-bagian yang sama ukurannya. Istilah ini dipakai pula untuk ampas teh yang rata warnanya.
- *Fail bright* : Air seduhan yang berwarna cukup cerah
- *Fair strength* : Rasa air seduhan cukup kuat *pungent*-nya
- *Fairly bright* : Warna ampas seduhan yang cukup cerah.
- *Few tips* : Teh yang mengandung sedikit *tip*

- *Fibrous* : Teh yang mengandung banyak serat.
- *Fine* : Teh yang bagus penampaknya.
- *Flaky open* : Teh yang tidak menggulung tetapi merupakan lembaran yang rata/terbuka. Disebabkan pelayuan yang kurang baik atau berasal dari daun tua. Kebalikannya ialah *curly* atau *well twisted*.
- *Flat/gone off* : Air seduhan yang sangat hambar, tidak ada kesegaran. Kebalikannya ialah *brisk*. Hal ini umumnya disebabkan oleh terlalu lama disimpan di luar dengan udara yang lembap
- *Flavory* : Air seduhan yang menunjukkan aroma yang kuat dan khas (harum bunga atau buah) dari teh dataran tinggi, umumnya teh yang diproduksi pada musim kering
- *Fluff/fluffy* : Teh yang terlalu banyak mengandung *fluff* (*powder* kecil).
- *Fruity* : Air seduhan dengan rasa yang agak asam (suatu keganjilan atau cacat pada teh). Penyebabnya ialah infeksi bakteri, pucuk terlalu lama dibiarkan dalam keadaan basah
- *Golden tip* : Teh yang mengandung *tip* berwarna keemasan.
- *Good Strength* : Rasa air seduhan yang sangat kuat *pungent*-nya
- *Grainy* : Partikel teh berbentuk butiran. Biasanya digunakan untuk *fanning* dan *dust*.
- *Green/greenish* : Air seduhan yang rasanya mentah, sepet. Penyebabnya ialah waktu gilingan yang terlalu lama, kurang layu, *under fermented*. Istilah ini digunakan juga untuk ampas yang berwarna kehijauan, disebabkan oleh *under fermented* dan gilingan yang kurang lama sehingga rasanya menjadi *hars* (pahang)
- *Greyish* : Teh yang berwarna keabu-abuan yang tidak disenangi, sebagai akibat terlalu banyak gencetan atau *handling* dalam proses sortasi. Menunjukkan hilangnya epidermis pada permukaan daun.
- *Harsh/raw/rasping* : Air seduhan teh yang rasanya mentah (pahang) setingkat di bawah *greenish*
- *Hight fired* : Rasa air seduhan terasa tinggi api akibat terlalu lama dalam *dryer*

- *Hollowed* : Teh yang partikelnya berbentuk cekungan.
- *Hungry* : Teh yang mempunyai rasa karakter yang rendah
- *Irregular/uneven/mixed* : Teh yang ukurannya tidak seragam. Istilah ini digunakan juga untuk ampas yang berbeda warna karena seri gilingan dan/atau fermentasi yang tercampur.
- *Juicy* : Air seduhan yang berwarna baik secara keseluruhan
- *Knobby* : Teh yang partikelnya berbentuk seperti *knob*, merupakan indikator teh yang baik dalam pengolahannya.
- *Large* : Teh yang terlalu besar dari ukuran standarnya.
- *Leafy* : Partikel teh yang terdiri dari lembaran daun yang menggulung dengan baik.
- *Light* : Air seduhan yang berwarna pucat, tapi tidak sama dengan *weak/thin*. Warna yang pucat pada seduhan belum tentu tidak baik. Beberapa teh dataran tinggi yang baik kadang-kadang mempunyai seduhan yang *light*. Dapat juga disebabkan oleh kuncup-kuncup daun burung tua, juga mungkin disebabkan karena kesalahan dalam pengolahan, misalnya kurang layu, kurang giling dan waktu fermentasi yang pendek.
- *Make* : Suatu petunjuk apabila teh tersebut diolah dengan baik mengenai *grade* maupun penampakannya
- *Malty* : Air seduhan dengan rasa asam yang tingkatnya rendah
- *Mature* : Air seduhan dengan rasa enak dari teh yang mengalami proses fermentasi lanjutan yang terjadi selama penyimpanan
- *Mellow* : Air seduhan yang *mature* tetapi warnanya agak gelap dan warna ampasnya agak tua. Kebalikannya ialah *hars/rasping/raw*
- *Muddy* : Air seduhan yang berwarna gelap akibat *over fermented*
- *Mushy* : Rasa yang kurang rasa air seduhan yang lemah kurang kesegaran dan tidak cerah
- *Normal* : Teh yang ukurannya sesuai dengan standar sortasinya.
- *Nice/nose* : Aroma teh yang baik yang timbul dari bau air seduhan / ampas seduhan

- *Oily* : Teh yang terkena minyak pelumas atau *dryer* yang kurang sempurna.
- *Oranges* : Air seduhan yang berwarna cerah, pada umumnya berasal dari dataran tinggi
- *Overfired* : Air seduhan dengan rasa setingkat di atas *dry*
- *Papery* : Rasa bau kertas akibat teh tersebut dibungkus dengan kantong kertas/karton
- *Plain* : Air seduhan yang kurang *quality brisk* maupun *flavor*. Kadang-kadang masih mempunyai *strength*. Penyebabnya adalah perubahan musim, pertumbuhan yang cepat atau karena pengolahannya memang kurang baik.
- *Powdery* : Partikel teh yang berbentuk seperti tepung dan berwarna merah.
- *Pungency* : Air seduhan yang mempunyai rasa sepet tetapi tidak terlalu pahit. Dapat berarti teh yang lebih *point*. Suatu sifat musiman yang dapat dirusak oleh pelayuan dan fermentasi yang terlalu lama
- *Quality* : Air seduhan yang mempunyai tingkat rasa yang baik sekali. Sering dipakai pada teh yang betul-betul memenuhi keinginan konsumen.
- *Ragged* : Teh yang sortasinya kurang baik, ukuran dan warnanya tidak seragam.
- *Red/reddish* : Teh yang berwarna kemerahan karena mengandung banyak tulang daun. Istilah ini digunakan juga untuk air seduhan yang berwarna merah.
- *Rich* : Sama dengan *roundness/full*
- *Roundness/Full* : Rasa yang penuh (komplit seperti, *strength*, aroma dan *flavor*)
- *Shelly* : Teh yang partikelnya berbentuk seperti rumah kerang.
- *Shotty* : Partikel teh yang tergulung dengan baik.
- *Silver tip* : Teh yang mengandung *tip* berwarna keperakan.
- *Slight brown* : Air seduhan yang berwarna kecokelatan
- *Smaller in size* : Teh yang ukurannya lebih kecil dari pada sortasinya.
- *Smoky* : Air seduhan yang berasa asap

- *Smooth* : Rasa air seduhan lembut
- *Soft* : Air seduhan yang sangat tidak *point*/tidak *brisk*. Meskipun kesegaran kurang tetapi tidak sejelek *flat*. Disebabkan oleh over fermentasi dan kadar air yang tinggi
- *Soggy* : Warna air seduhan yang tidak disukai, berat
- *Some brisk* : Kesegaran rasa yang cukup
- *Some fibers* : Teh yang mengandung serat dalam sedang.
- *Some flavor* : Aroma khas dari kebun tertentu
- *Some stalks* : Teh yang mengandung tulang daun dalam jumlah sedang
- *Some tips* : Teh yang mengandung *tip* dalam jumlah sedang.
- *Sour* : Air seduhan dengan rasa masam. Penyebabnya ialah infeksi bakteri, lambatnya penguapan air pada daun basah, dapat juga oleh gilingan, *roll breaker* dan tempat fermentasi tidak bersih
- *Stale* : Rasa tidak enak yang disebabkan oleh penyimpanan yang tidak baik
- *Stalky* : Teh yang mengandung banyak tulang daun berwarna merah. *Stalky* terjadi akibat pemetikan kasar dan proses sortasi yang tidak teliti.
- *Stewed* : Air seduhan yang aromanya kurang, wangi teh hampir tidak ada, dengan sifat-sifat yang tidak baik. Penyebabnya ialah fermentasi lanjutan di dalam *dryer* karena temperatur terlalu rendah. Kebalikan proses ini mengakibatkan *case hardening*, secara umum air seduhan terasa seperti basi
- *Stylish* : Teh kering yang bagus penampakannya (*well made*)
- *Sweaty* : Air seduhan yang tidak enak. Penyebabnya belum dapat diketahui secara pasti, mungkin karena *tainted* atau juga dapat disebabkan pada waktu pengeringan tehnya terlalu, kemudian teh tersebut ditumpuk dalam keadaan masih panas tanpa didinginkan terlebih dahulu
- *Sweet* : Air seduhan yang bening pada mutu teh yang kurang baik
- *Tainted* : Bau air seduhan yang tidak enak karena ada bau cemaran yang berasal dari luar. Dapat terjadi karena terkontaminasi bahan lain.

- *Tarry* : Rasa air seduhan terasa tembakau yang gosong
- *Thickness* : Air seduhan yang berwarna merah pekat
- *Thin* : Air seduhan yang rasanya kurang kuat (tidak ada *strength*) dan warnanya tipis. Penyebabnya ialah daun terlalu layu, gilingan kurang kuat atau kurang lama, waktu fermentasi terlalu lama, kebalikannya ialah *thick*.
- *Tippy* : Teh yang mengandung banyak *tip*
- *Very bright (liquor)* : Air seduhan yang berwarna sangat cerah. Istilah ini digunakan juga untuk warna ampas seduhan yang sangat cerah dan berwarna seperti tembaga and *coppery*
- *Washy/weak* : Air seduhan yang sangat *thin*, kurangnya kepekatan rasanya
- *Weathery* : Air seduhan yang rasanya kurang enak dan hal ini sering terjadi pada musim hujan yang sangat basah
- *Weedy* : Rasa *weed*/rumput dalam air seduhan
- *Well made* : Teh yang diolah dengan benar sehingga menghasilkan *grade* yang baik.
- *Well twisted* : Teh yang partikelnya tergulung dengan baik.
- *Winey* : Rasa seperti anggur akibat *over fermented*
- *Wiry* : Istilah yang digunakan untuk jenis OP yang tergiling dengan baik sehingga berbentuk seperti kawat dan berasal dari tulang daun muda. Kebalikannya ialah *open*.
- *Woody* : Rasa yang kurang enak yang terjadi panen di akhir musim semi (subtropis)
- *Yellow bright* : Air seduhan yang berwarna kekuning-kuningan

### Lampiran 3. Contoh Kuesioner Perbandingan Berpasangan antar Kriteria

#### KUESIONER PERBANDINGAN BERPASANGAN ANTAR KRITERIA

Nama:

Lama bekerja:

Jabatan:

Kuesioner ini bertujuan untuk menentukan bobot kriteria yang akan digunakan dalam penelitian. Kriteria yang dipakai dalam mengidentifikasi potensi risiko pada proses produksi ada 4, yaitu:

1. *Severity* (efek yang ditimbulkan dari suatu kegagalan)
2. *Occurrence* (intensitas suatu penyebab kegagalan terjadi)
3. *Detectability* (kontrol awal yang dilakukan untuk mendeteksi kegagalan)
4. *Expected cost* (perkiraan biaya yang harus dikeluarkan jika terjadi kegagalan)

Skala yang digunakan adalah seperti di bawah ini:

Tingkat Kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	Kedua faktor sama pentingnya	Kedua faktor mempunyai pengaruh yang sama
3	Faktor yang satu sedikit lebih penting dari yang lain	Penilaian salah satu faktor sedikit lebih memihak dibandingkan pasangannya
5	Faktor yang satu lebih penting dari yang lain	Penilaian salah satu faktor lebih kuat dibandingkan pasangannya
7	Faktor yang satu sangat penting daripada yang lain	Suatu faktor lebih kuat dan dominasinya terlihat dibanding pasangannya
9	Faktor yang satu mutlak sangat penting daripada yang lain	Sangat jelas bahwa suatu faktor amat sangat penting dibanding pasangannya.
2,4,6,8	Nilai tengah di antara dua perbandingan yang berdekatan	Diberikan jika terdapat keraguan di antara 2 penilaian

Contohnya:

<i>Severity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Occurrence</i>
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------------

Angka 2 menunjukkan bahwa kriteria *severity* sedikit lebih penting dari kriteria *occurrence*

Pengisian:

Di bawah ini terdapat 4 kriteria yang akan saling dibandingkan. Silanglah bobot skala kepentingan menurut pendapat Anda.

<i>Severity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Occurrence</i>
<i>Severity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Detectability</i>
<i>Severity</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Exp. Cost</i>
<i>Occurrence</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Detectability</i>
<i>Occurrence</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Exp. Cost</i>
<i>Detectability</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Exp. Cost</i>



## Lampiran 4. Contoh Kuesioner Perbandingan Berpasangan antar Alternatif Risiko

### KUESIONER PERBANDINGAN BERPASANGAN ANTAR ALTERNATIF RISIKO

Nama: \_\_\_\_\_ Lama bekerja: \_\_\_\_\_  
Jabatan: \_\_\_\_\_

Kuesioner ini bertujuan untuk menentukan bobot biaya pada masing-masing alternatif risiko yang akan digunakan dalam penelitian. Alternatif risiko yang dipakai dalam mengidentifikasi bobot biaya ada sebanyak 19 alternatif risiko, yaitu:

- |   |  |
|---|--|
| <p>A. Penerimaan Pucuk</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pucuk teh rusak/memar</li> <li>2. <i>Monorail</i> macet</li> </ol> <p>B. Pelayuan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Asap masuk ke <i>Withering Trough</i></li> <li>4. Hamparan teh menggumpal.</li> </ol> <p>C. Penggilingan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Hasil giling kasar</li> <li>6. Hasil giling terlalu halus</li> <li>7. Mesin CTC macet</li> <li>8. Bubuk teh tercecer</li> </ol> <p>D. Oksidasi Enzimatik</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>9. Over oksidasi</li> <li>10. <i>Under fermented</i></li> <li>11. Bubuk teh tercecer</li> </ol> | <p>E. Pengeringan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>12. <i>Overfired</i></li> <li>13. Bubuk teh kurang matang</li> <li>14. Asap masuk ke mesin pengering</li> <li>15. Bubuk teh tercecer</li> </ol> <p>F. Sortasi</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>16. Partikel bubuk teh terlalu kecil dan ringan</li> <li>17. Bubuk teh yang menggumpal membentuk kerak</li> <li>18. Bubuk teh tercecer</li> </ol> <p>G. Pengemasan</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>19. <i>Paper sack</i> tidak muat menampung bubuk teh sesuai kapasitas</li> </ol> |
|---|--|

Skala yang digunakan adalah seperti di bawah ini:

Tingkat Kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	Kedua faktor sama pentingnya	Kedua faktor mempunyai pengaruh yang sama
3	Faktor yang satu sedikit lebih penting dari yang lain	Penilaian salah satu faktor sedikit lebih memihak dibandingkan pasangannya
5	Faktor yang satu lebih penting dari yang lain	Penilaian salah satu faktor lebih kuat dibandingkan pasangannya
7	Faktor yang satu sangat penting daripada yang lain	Suatu faktor lebih kuat dan dominasinya terlihat dibanding pasangannya
9	Faktor yang satu mutlak sangat penting daripada yang lain	Sangat jelas bahwa suatu faktor amat sangat penting dibanding pasangannya.
2,4,6,8	Nilai tengah di antara dua perbandingan yang berdekatan	Diberikan jika terdapat keraguan di antara 2 penilaian

Contohnya:

1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Angka 2 menunjukkan bahwa alternatif risiko pucuk teh rusak atau memar sedikit lebih penting (menimbulkan biaya kerugian sedikit lebih banyak) dari alternatif risiko *monorail* macet.

Pengisian:

Di bawah ini terdapat 19 alternatif risiko yang akan saling dibandingkan. Silanglah bobot skala kepentingan menurut pendapat Anda.

R1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R2
R1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R3
R1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R4
R1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R5
R1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R6
R1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R7
R1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R8
R1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R9
R1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R10
R1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R11
R1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R12
R1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R13
R1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R14
R1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R15
R1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R16
R1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R17
R1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R18
R1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R19

R2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R3
R2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R4
R2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R5
R2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R6
R2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R7
R2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R8
R2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R9
R2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R10
R2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R11
R2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R12
R2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R13
R2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R14
R2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R15
R2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R16
R2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R17
R2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R18
R2	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R19

R3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R4
R3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R5
R3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R6
R3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R7
R3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R8
R3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R9
R3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R10
R3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R11
R3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R12
R3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R13
R3	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R14

<b>R3</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R15</b>
<b>R3</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R16</b>
<b>R3</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R17</b>
<b>R3</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R18</b>
<b>R3</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R19</b>

<b>R4</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R5</b>
<b>R4</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R6</b>
<b>R4</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R7</b>
<b>R4</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R8</b>
<b>R4</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R9</b>
<b>R4</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R10</b>
<b>R4</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R11</b>
<b>R4</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R12</b>
<b>R4</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R13</b>
<b>R4</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R14</b>
<b>R4</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R15</b>
<b>R4</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R16</b>
<b>R4</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R17</b>
<b>R4</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R18</b>
<b>R4</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R19</b>

<b>R5</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R6</b>
<b>R5</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R7</b>
<b>R5</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R8</b>
<b>R5</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R9</b>
<b>R5</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R10</b>
<b>R5</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R11</b>
<b>R5</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R12</b>
<b>R5</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R13</b>
<b>R5</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R14</b>
<b>R5</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R15</b>
<b>R5</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R16</b>
<b>R5</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R17</b>
<b>R5</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R18</b>
<b>R5</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R19</b>

<b>R6</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R7</b>
<b>R6</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R8</b>
<b>R6</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R9</b>
<b>R6</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R10</b>
<b>R6</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R11</b>
<b>R6</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R12</b>
<b>R6</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R13</b>
<b>R6</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R14</b>
<b>R6</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R15</b>
<b>R6</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R16</b>
<b>R6</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R17</b>
<b>R6</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R18</b>
<b>R6</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R19</b>

<b>R7</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R8</b>
<b>R7</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R9</b>

R7	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R10
R7	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R11
R7	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R12
R7	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R13
R7	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R14
R7	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R15
R7	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R16
R7	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R17
R7	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R18
R7	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R19

R8	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R9
R8	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R10
R8	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R11
R8	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R12
R8	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R13
R8	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R14
R8	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R15
R8	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R16
R8	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R17
R8	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R18
R8	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R19

R9	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R10
R9	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R11
R9	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R12
R9	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R13
R9	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R14
R9	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R15
R9	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R16
R9	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R17
R9	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R18
R9	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R19

R10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R11
R10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R12
R10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R13
R10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R14
R10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R15
R10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R16
R10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R17
R10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R18
R10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R19
R10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R20

R11	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R12
R11	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R13
R11	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R14
R11	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R15
R11	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R16
R11	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R17
R11	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R18
R11	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	R19



<b>R12</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R13</b>
<b>R12</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R14</b>
<b>R12</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R15</b>
<b>R12</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R16</b>
<b>R12</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R17</b>
<b>R12</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R18</b>
<b>R12</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R19</b>

<b>R13</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R14</b>
<b>R13</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R15</b>
<b>R13</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R16</b>
<b>R13</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R17</b>
<b>R13</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R18</b>
<b>R13</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R19</b>

<b>R14</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R15</b>
<b>R14</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R16</b>
<b>R14</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R17</b>
<b>R14</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R18</b>
<b>R14</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R19</b>

<b>R15</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R16</b>
<b>R15</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R17</b>
<b>R15</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R18</b>
<b>R15</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R19</b>

<b>R16</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R17</b>
<b>R16</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R18</b>
<b>R16</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R19</b>

<b>R17</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R18</b>
<b>R17</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R19</b>

<b>R18</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<b>R19</b>
------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	------------



Halaman ini sengaja dikosongkan



Lampiran 5. Tahapan Mencari Nilai *Eigen* Terbesar untuk Matriks Perbandingan Perpasangan antar Kriteria

Matriks Jawaban Responden I (A)				
Kriteria	Severity	Occurrence	Detectability	Expected cost
Severity	1	4	0,500	0,5
Occurrence	0,25	1	0,333	0,25
Detectability	2	3	1	0,5
Expected cost	2	4	2	1
Total	5,25	12	3,833	2,25

Normalisasi Matriks Jawaban Responden I (B)					
Kriteria	Severity	Occurrence	Detectability	Expected cost	Eigen Vector
Severity	0,190	0,333	0,130	0,222	0,219
Occurrence	0,048	0,083	0,087	0,111	0,082
Detectability	0,381	0,250	0,261	0,222	0,279
Expected cost	0,381	0,333	0,522	0,444	0,420

Contoh perhitungan normalisasi matriks

$$\begin{aligned}
 B_{11} &= \frac{A_{11}}{A_{51}} \\
 &= \frac{1}{5,25} \\
 &= 0,190
 \end{aligned}$$

Contoh perhitungan *eigen vector*

$$\begin{aligned}
 B_{15} &= \frac{B_{11}+B_{12}+B_{13}+B_{14}}{4} \\
 &= \frac{0,190+0,333+0,130+0,222}{4} \\
 &= 0,219
 \end{aligned}$$

Perhitungan mencari nilai *eigen max* ( $\lambda_{\max}$ ) untuk matriks jawaban Responden I

$$\begin{aligned}
 \lambda_{\max} &= (B_{15} \times A_{51}) + (B_{25} \times A_{52}) + (B_{35} \times A_{53}) + (B_{45} \times A_{54}) \\
 &= (0,219 \times 5,25) + (0,082 \times 12) + (0,279 \times 3,833) + (0,420 \times 2,25) \\
 &= 1,150 + 0,984 + 1,069 + 0,945 \\
 &= 4,148 \sim 4,150
 \end{aligned}$$

**Matriks Jawaban Responden II  
(A)**

Kriteria	Severity	Occurrence	Detectability	Expected cost
Severity	1	3	2	0,5
Occurrence	0,333	1	0,250	0,333
Detectability	0,5	4	1	1
Expected cost	2	3	1	1
<b>Total</b>	3,833	11	4,250	2,833

**Normalisasi Matriks Jawaban Responden II  
(B)**

Kriteria	Severity	Occurrence	Detectability	Expected cost	Eigen Vector
Severity	0,261	0,273	0,471	0,176	0,295
Occurrence	0,087	0,091	0,059	0,118	0,089
Detectability	0,130	0,364	0,235	0,353	0,271
Expected cost	0,522	0,273	0,235	0,353	0,346

Perhitungan mencari nilai *eigen max* ( $\lambda_{\max}$ ) untuk matriks jawaban Responden II

$$\begin{aligned}
 \lambda_{\max} &= (B_{15} \times A_{51}) + (B_{25} \times A_{52}) + (B_{35} \times A_{53}) + (B_{45} \times A_{54}) \\
 &= (0,295 \times 3,833) + (0,089 \times 11) + (0,271 \times 4,250) + (0,346 \times 2,833) \\
 &= 1,130 + 0,979 + 1,151 + 0,980 \\
 &= 4,235
 \end{aligned}$$

**Matriks Geometric Mean  
(A)**

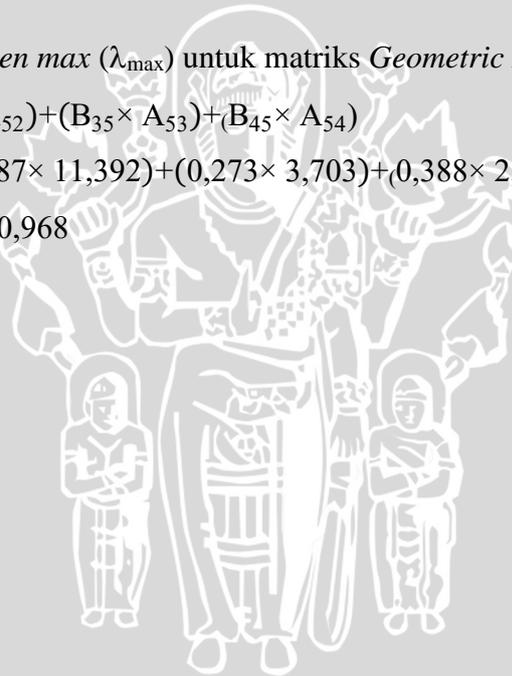
Kriteria	Severity	Occurrence	Detectability	Expected cost
Severity	1	3,464	1,000	0,500
Occurrence	0,289	1	0,289	0,289
Detectability	1,000	3,464	1	0,707
Expected cost	2,000	3,464	1,414	1
<b>Total</b>	4,289	11,392	3,703	2,496

**Normalisasi Geometric Mean  
(B)**

Kriteria	Severity	Occurrence	Detectability	Expected cost	Eigen Vector
Severity	0,233	0,304	0,270	0,200	0,252
Occurrence	0,067	0,088	0,078	0,116	0,087
Detectability	0,233	0,304	0,270	0,283	0,273
Expected cost	0,466	0,304	0,382	0,401	0,388

Perhitungan mencari nilai *eigen max* ( $\lambda_{\max}$ ) untuk matriks *Geometric Mean*

$$\begin{aligned}
 \lambda_{\max} &= (B_{15} \times A_{51}) + (B_{25} \times A_{52}) + (B_{35} \times A_{53}) + (B_{45} \times A_{54}) \\
 &= (0,252 \times 4,289) + (0,087 \times 11,392) + (0,273 \times 3,703) + (0,388 \times 2,496) \\
 &= 1,081 + 0,991 + 1,011 + 0,968 \\
 &= 4,052
 \end{aligned}$$



Halaman ini sengaja dikosongkan



Lampiran 6. Tabel Pengukuran Kriteria *Expected Cost*

Matriks Perbandingan Berpasangan untuk Jawaban dari Responden I																			
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19
R1	1	0,5	0,125	0,2	0,2	0,167	0,125	0,2	0,25	2	0,2	0,167	0,333	0,143	2	0,2	0,5	3	0,25
R2	2	1	0,2	0,333	0,2	0,167	0,25	0,2	0,2	2	0,2	0,167	2	0,2	2	0,2	4	4	2
R3	8	5	1	6	4	4	0,5	5	0,333	5	4	4	5	1	7	3	7	7	5
R4	5	3	0,167	1	0,25	0,167	0,25	0,25	0,333	0,333	0,2	0,167	0,5	0,2	6	0,25	5	5	4
R5	5	5	0,25	4	1	0,333	2	3	3	6	0,5	0,333	3	0,25	6	0,333	5	7	4
R6	6	6	0,25	6	3	1	1	0,333	4	4	0,333	0,25	2	0,25	7	1	7	7	5
R7	8	4	2	4	0,5	1	1	3	3	2	3	0,2	3	0,333	7	0,5	6	6	5
R8	5	5	0,2	4	0,333	3	0,333	1	3	3	2	2	4	0,2	5	4	6	7	6
R9	4	5	3	3	0,333	0,25	0,333	0,333	1	3	0,25	0,25	4	0,25	4	0,333	5	4	3
R10	0,5	0,5	0,2	3	0,167	0,25	0,5	0,333	0,333	1	0,333	0,143	0,25	0,143	3	0,5	5	5	3
R11	5	5	0,25	5	2	3	0,333	0,5	4	3	1	3	4	0,167	5	0,333	6	5	4
R12	6	6	0,25	6	3	4	5	0,5	4	7	0,333	1	0,167	0,167	4	2	7	8	5
R13	3	0,5	0,2	2	0,333	0,5	0,333	0,25	0,25	4	0,25	6	1	0,143	3	0,333	4	4	2
R14	7	5	1	5	4	4	3	5	4	7	6	6	7	1	5	1	7	8	5
R15	0,5	0,5	0,143	0,167	0,167	0,143	0,143	0,2	0,25	0,333	0,2	0,25	0,333	0,2	1	0,25	0,5	4	0,25
R16	5	5	0,333	4	3	1	2	0,25	3	2	3	0,5	3	1	4	1	6	8	5
R17	2	0,25	0,143	0,2	0,2	0,143	0,167	0,167	0,2	0,2	0,167	0,143	0,25	0,143	2	0,167	1	4	0,25
R18	0,333	0,25	0,143	0,2	0,143	0,143	0,167	0,143	0,25	0,2	0,2	0,125	0,25	0,125	0,25	0,125	0,25	1	0,25
R19	4	0,5	0,2	0,25	0,25	0,2	0,2	0,167	0,333	0,333	0,25	0,2	0,5	0,2	4	0,2	4	4	1

Matriks Perbandingan Berpasangan untuk Jawaban dari Responden II

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19
R1	1	0,2	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,167	0,25	0,2	0,2	0,25	0,167	2	0,167	0,25	0,5	0,2
R2	5	1	0,143	5	3	0,25	0,2	2	0,25	3	0,333	0,25	3	0,25	3	0,143	3	3	0,333
R3	7	7	1	7	5	4	6	4	7	5	6	6	5	1	6	5	6	6	7
R4	7	0,2	0,143	1	0,167	0,125	0,2	0,143	0,167	0,2	0,167	0,25	0,333	0,143	3	0,2	0,333	4	0,333
R5	7	0,333	0,2	6	1	0,25	0,2	3	2	5	0,25	4	4	0,167	5	0,333	2	5	0,5
R6	7	4	0,25	8	4	1	2	6	4	6	0,2	5	5	0,2	6	0,5	4	6	3
R7	7	5	0,167	5	5	0,5	1	4	4	6	0,333	3	4	0,2	5	2	3	5	4
R8	7	0,5	0,25	7	0,333	0,167	0,25	1	0,333	4	4	4	5	0,25	6	0,333	4	6	5
R9	6	4	0,143	6	0,5	0,25	0,25	3	1	4	0,333	0,333	4	0,167	5	0,5	5	5	5
R10	4	0,333	0,2	5	0,2	0,167	0,167	0,25	0,25	1	0,25	0,2	0,333	0,167	3	0,25	3	4	4
R11	5	3	0,167	6	4	5	3	0,25	3	4	1	4	6	0,2	4	4	5	6	3
R12	5	4	0,167	4	0,25	0,2	0,333	0,25	3	5	0,25	1	5	0,143	5	0,333	5	5	4
R13	4	0,333	0,2	3	0,25	0,2	0,25	0,2	0,25	3	0,167	0,2	1	0,167	2	0,25	0,333	4	3
R14	6	4	1	7	6	5	5	4	6	6	5	7	6	1	6	6	7	7	6
R15	0,5	0,333	0,167	0,333	0,2	0,167	0,2	0,167	0,2	0,333	0,25	0,2	0,5	0,167	1	0,2	0,5	3	0,333
R16	6	7	0,2	5	3	2	0,5	3	2	4	0,25	3	4	0,167	5	1	5	6	6
R17	4	0,333	0,167	3	0,5	0,25	0,333	0,25	0,2	0,333	0,2	0,2	3	0,143	2	0,2	1	5	3
R18	2	0,333	0,167	0,25	0,2	0,167	0,2	0,167	0,2	0,25	0,167	0,2	0,25	0,143	0,333	0,167	0,2	1	0,333
R19	5	3	0,143	3	2	0,333	0,25	0,2	0,2	0,25	3	0,25	0,333	0,167	3	0,167	0,333	3	1

**Matriks Pendapat Gabungan Hasil Perhitungan Geometric Mean**

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19
R1	1	0,316	0,134	0,169	0,169	0,154	0,134	0,169	0,204	0,707	0,2	0,183	0,289	0,154	2	0,183	0,354	1,225	0,224
R2	3,162	1	0,169	1,291	0,775	0,204	0,224	0,632	0,224	2,449	0,258	0,204	2,449	0,224	2,449	0,169	3,464	3,464	0,816
R3	7,483	5,916	1	6,481	4,472	4	1,732	4,472	1,527	5	4,899	4,899	5	1	6,481	3,873	6,481	6,481	5,916
R4	5,916	0,775	0,154	1	0,204	0,144	0,224	0,189	0,236	0,258	0,183	0,204	0,408	0,169	4,243	0,224	1,291	4,472	1,155
R5	5,916	1,291	0,224	4,899	1	0,289	0,6325	3	2,449	5,477	0,354	1,155	3,464	0,204	5,477	0,333	3,162	5,916	1,414
R6	6,481	4,899	0,25	6,928	3,464	1	1,414	1,414	4	4,899	0,258	1,118	3,162	0,224	6,481	0,707	5,291	6,481	3,873
R7	7,483	4,472	0,577	4,472	1,581	0,707	1	3,464	3,464	3,464	1	0,775	3,464	0,258	5,916	1	4,245	5,477	4,472
R8	5,916	1,581	0,224	5,292	0,333	0,707	0,289	1	1	3,464	2,828	2,828	4,472	0,224	5,477	1,155	4,899	6,481	5,477
R9	4,899	4,472	0,655	4,243	0,408	0,25	0,289	1	1	3,464	0,289	0,289	4	0,204	4,472	0,408	5	4,472	3,873
R10	1,414	0,408	0,2	3,873	0,183	0,204	0,289	0,289	0,289	1	0,289	0,169	0,289	0,154	3	0,354	3,873	4,472	3,464
R11	5	3,873	0,204	5,477	2,828	3,873	1	0,354	3,464	3,464	1	3,464	4,899	0,183	4,472	1,155	5,477	5,477	3,464
R12	5,477	4,899	0,204	4,899	0,866	0,894	1,291	0,354	3,464	5,916	0,289	1	0,913	0,154	4,472	0,816	5,916	6,325	4,472
R13	3,464	0,408	0,2	2,449	0,289	0,316	0,289	0,224	0,25	3,464	0,204	1,095	1	0,154	2,449	0,289	1,155	4	2,449
R14	6,481	4,472	1	5,916	4,899	4,472	3,873	4,472	4,899	6,481	5,4772	6,481	6,481	1	5,477	2,449	7	7,483	5,477
R15	0,5	0,408	0,154	0,236	0,183	0,154	0,169	0,183	0,224	0,333	0,224	0,224	0,408	0,183	1	0,224	0,5	3,464	0,289
R16	5,477	5,916	0,258	4,472	3	1,414	1	0,866	2,449	2,828	0,866	1,225	3,464	0,408	4,472	1	5,477	6,928	5,477
R17	2,828	0,289	0,154	0,775	0,316	0,189	0,236	0,204	0,2	0,258	0,183	0,169	0,866	0,143	2	0,183	1	4,472	0,866
R18	0,816	0,289	0,154	0,224	0,169	0,154	0,183	0,154	0,224	0,224	0,183	0,158	0,25	0,134	0,289	0,144	0,224	1	0,289
R19	4,472	1,225	0,169	0,866	0,707	0,258	0,224	0,183	0,258	0,289	0,866	0,224	0,408	0,183	3,464	0,183	1,155	3,464	1
Total	<b>84,19</b>	<b>46,91</b>	<b>6,085</b>	<b>63,96</b>	<b>25,85</b>	<b>19,39</b>	<b>14,49</b>	<b>22,62</b>	<b>29,82</b>	<b>53,44</b>	<b>19,85</b>	<b>25,86</b>	<b>45,69</b>	<b>5,36</b>	<b>74,09</b>	<b>14,85</b>	<b>65,96</b>	<b>91,55</b>	<b>54,47</b>



Matriks Perhitungan Bobot Masing-masing Kriteria (Nilai *Expected Cost*)

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	Bobot
<b>R1</b>	0,012	0,007	0,022	0,003	0,007	0,008	0,009	0,007	0,007	0,013	0,01	0,007	0,006	0,029	0,027	0,012	0,005	0,013	0,004	<b>0,011</b>
<b>R2</b>	0,038	0,021	0,028	0,021	0,03	0,011	0,015	0,028	0,007	0,046	0,013	0,008	0,054	0,042	0,033	0,011	0,053	0,038	0,015	<b>0,027</b>
<b>R3</b>	0,089	0,126	0,164	0,101	0,173	0,206	0,12	0,198	0,051	0,094	0,247	0,189	0,109	0,187	0,087	0,261	0,098	0,071	0,109	<b>0,141</b>
<b>R4</b>	0,070	0,017	0,025	0,016	0,008	0,007	0,015	0,008	0,008	0,005	0,009	0,008	0,009	0,032	0,057	0,015	0,02	0,049	0,021	<b>0,021</b>
<b>R5</b>	0,070	0,028	0,037	0,077	0,039	0,015	0,044	0,133	0,082	0,102	0,018	0,045	0,076	0,038	0,074	0,022	0,048	0,065	0,026	<b>0,055</b>
<b>R6</b>	0,077	0,104	0,041	0,108	0,134	0,052	0,098	0,063	0,134	0,092	0,013	0,045	0,069	0,042	0,087	0,048	0,08	0,071	0,071	<b>0,075</b>
<b>R7</b>	0,089	0,095	0,095	0,070	0,061	0,036	0,069	0,153	0,116	0,065	0,050	0,03	0,076	0,048	0,08	0,067	0,064	0,06	0,082	<b>0,074</b>
<b>R8</b>	0,070	0,034	0,037	0,083	0,013	0,036	0,02	0,044	0,034	0,065	0,143	0,109	0,098	0,042	0,074	0,078	0,074	0,071	0,101	<b>0,064</b>
<b>R9</b>	0,058	0,095	0,108	0,066	0,016	0,013	0,02	0,044	0,034	0,065	0,015	0,011	0,088	0,038	0,06	0,027	0,076	0,049	0,071	<b>0,050</b>
<b>R10</b>	0,017	0,009	0,033	0,061	0,007	0,011	0,02	0,013	0,008	0,019	0,015	0,007	0,006	0,029	0,041	0,024	0,059	0,049	0,064	<b>0,026</b>
<b>R11</b>	0,059	0,083	0,034	0,086	0,109	0,2	0,069	0,016	0,116	0,065	0,05	0,134	0,107	0,034	0,06	0,078	0,083	0,06	0,064	<b>0,079</b>
<b>R12</b>	0,065	0,104	0,034	0,077	0,034	0,046	0,089	0,016	0,116	0,111	0,015	0,039	0,02	0,029	0,06	0,055	0,09	0,069	0,082	<b>0,060</b>
<b>R13</b>	0,041	0,009	0,033	0,038	0,011	0,016	0,02	0,01	0,008	0,065	0,01	0,042	0,022	0,029	0,033	0,019	0,018	0,044	0,045	<b>0,027</b>
<b>R14</b>	0,077	0,095	0,164	0,092	0,190	0,231	0,267	0,198	0,164	0,121	0,276	0,251	0,142	0,187	0,074	0,165	0,106	0,082	0,101	<b>0,157</b>
<b>R15</b>	0,006	0,009	0,025	0,004	0,007	0,008	0,012	0,008	0,007	0,006	0,011	0,009	0,009	0,034	0,013	0,015	0,008	0,038	0,005	<b>0,012</b>
<b>R16</b>	0,065	0,126	0,042	0,070	0,116	0,073	0,069	0,038	0,082	0,053	0,044	0,047	0,076	0,076	0,06	0,067	0,083	0,076	0,101	<b>0,072</b>
<b>R17</b>	0,034	0,006	0,025	0,012	0,012	0,01	0,016	0,009	0,007	0,005	0,009	0,007	0,019	0,027	0,027	0,012	0,015	0,049	0,016	<b>0,017</b>
<b>R18</b>	0,001	0,006	0,025	0,003	0,007	0,008	0,013	0,007	0,007	0,004	0,009	0,006	0,005	0,025	0,004	0,001	0,003	0,011	0,005	<b>0,009</b>
<b>R19</b>	0,053	0,026	0,028	0,014	0,027	0,013	0,015	0,008	0,009	0,005	0,044	0,009	0,009	0,034	0,047	0,012	0,018	0,038	0,018	<b>0,022</b>
<b>Total</b>																				1,000

