



**MANAJEMEN RISIKO MUTU GULA KRISTAL PUTIH DI PABRIK
GULA PADJARAKAN KABUPATEN PROBOLINGGO**

SKRIPSI

Oleh

**Erin Nur Putriani
NIM 141710301038**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**MANAJEMEN RISIKO MUTU GULA KRISTAL PUTIH DI PABRIK
GULA PADJARAKAN KABUPATEN PROBOLINGGO**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknologi Industri Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

**Erin Nur Putriani
NIM 141710301038**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2018

PERSEMBAHAN

Penyusunan tugas akhir (Skripsi) ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, skripsi saya persembahkan untuk :

1. Allah S.W.T dan Rasul-Nya, Nabi Muhammad S.A.W, segala sesuatu yang saya hadapi di dunia adalah kehendak-Mu. Rasa syukur atas segala nikmat yang diberi;
2. Dr. Yuli Wibowo, S.TP., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Bambang Herry Purnomo, S.TP., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing tugas akhir dan telah meluangkan waktu, pikiran dalam penulisan tugas akhir ini
3. Almamater terhormat Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
4. Ayahanda Teguh Widjanarko, SH dan Ibunda Nur Fadilah, M.Pd tercinta, yang penuh rasa kasih sayang, motivasi, pengorbanan serta do'a yang tiada batasnya untuk mendoakan ananda Erin meraih cita-cita ini;
5. Kakakku Eva Wijayanti, S.Pd, Mas Ipar Achmad Minan Bayu Aji, Kakak Sepupu Mardiana Ulfa, S.Pd dan Pratu Agus Yasir Arofat, Keponakan ku Rutbatul Masruroh, Iswah Uhayla, Hadziq Dzihni, Afra Aliyah, Faldin Mu'isba Yasir Dian, Al-Ghazali Mu'isbi Yasir Dian, serta keluarga besar yang selama ini memberi dukungan serta do'a agar sukses;
6. Om Ariesta Adi, Tante Tyas dan keluarga besar yang telah memberi semangat serta dukungan buat Erin;
7. Semua jajaran Guru-guruku dari TK sampai Dosen Perguruan Tinggi yang senantiasa selalu memberikan ilmu, membuka cakrawala wawasan dengan penuh kesabaran;
8. Semua teman-teman TIP FTP '14 Universitas Jember, atas semua sharing-sharing ilmunya serta menemani kuliah selama 4 tahun;
9. Seluruh karyawan PG. Padjarakan, yang telah membantu proses penelitian saya di pabrik;

10. Angga Rustam Ahmadi, selama ini selalu memberi semangat dan menunggu aku dengan sabar;
11. Semua teman-teman kos Nias Raya No.05 yang telah memberikan dukungan serta do'anya;



MOTTO

“Hanya kepada Engkau lah kami menyembah dan hanya kepada Engkau lah kami mohon pertolongan” *)

(QS. Al-Fatihah : 5)

“Ya Tuhanku, tempatkanlah aku pada tempat yang diberkati, dan Engkau adalah sebaik-baik pemberi tempat” **)

(QS. Al-Mukminun: 29)

“Ya Tuhanku, berilah aku ilham untuk tetap mensyukuri nikmat-Mu yang telah Engkau anugerahkan kepadaku dan kedua orang tuaku serta untuk mengerjakan amal sholeh yang Engkau ridhai, serta masukkanlah aku dengan rahmat-Mu ke dalam golongan hamba-hamba-Mu yang sholeh” **)

(QS. Al-Naml: 19)

*) Kurnianto Fajar, 2015. Menyelami Makna Bacaan Shalat. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.

***) Direktorat Jenderal Bimas Islam, 2013. Kumpulan Do'a Sehari-Hari. Subdit Publikasi Dakwah dan HBI

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Erin Nur Putriani

NIM : 141710301038

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah berjudul **“MANAJEMEN RISIKO MUTU GULA KRISTAL PUTIH DI PABRIK GULA PADJARAKAN KABUPATEN PROBOLINGGO ”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 17 Juli 2018

Yang menyatakan,

Erin Nur Putriani
NIM. 141710301038

SKRIPSI

**MANAJEMEN RISIKO MUTU GULA KRISTAL PUTIH DI PABRIK
GULA PADJARAKAN KABUPATEN PROBOLINGGO**

Oleh

Erin Nur Putriani
NIM. 141710301038

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Yuli Wibowo, S.TP., M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Bambang Herry Purnomo, S.TP., M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**MANAJEMEN RISIKO MUTU GULA KRISTAL PUTIH
DI PABRIK GULA PADJARAKAN KABUPATEN PROBOLINGGO**” karya
Erin Nur Putriani telah diuji dan disahkan pada :

Hari : Senin
Tanggal : 23 Juli 2018
Tempat : Ruang Sidang 1 FTP Universitas Jember

Mengetahui,

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Yuli Wibowo, S.TP., M.Si
NIP. 197207301999031001

Dr. Bambang Herry P, S.TP. M.Si
NIP. 197505301999031002

Penguji Utama

Penguji Anggota

Dr. Ir. Herlina, M.P
NIP. 196605181993022001

Ir. Noer Novijanto, M.App.Sc
NIP. 195911301985031004

Mengesahkan,

Dekan

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP.,M.Eng
NIP. 196809231994021009

RINGKASAN

Manajemen Risiko Mutu Gula Kristal Putih Di Pabrik Gula Padjarakan Kabupaten Probolinggo; Erin Nur Putriani, 141710301038; 2018: 117 halaman; Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Indonesia sebagai Negara agraris memiliki sumber daya alam yang beraneka ragam serta memiliki potensi pertanian, salah satu hasil pertaniannya yaitu tebu. PG. Padjarakan merupakan salah satu pabrik pengolahan gula milik BUMN dibawah oleh PTPN XI yang ada di Jawa Timur. Dalam proses pengolahan yang telah dilakukan, masih cenderung menghasilkan produk yang kurang baik, dengan arti belum mampu bersaing dengan produk gula lainnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi terhadap masalah yang terjadi. Faktor serta elemen yang ada saling berkaitan sehingga saling mempengaruhi satu sama lain. Elemen-elemen yang dimiliki PG. Padjarakan sangat kompleks, adanya ketergantungan pasokan bahan baku tebu serta mengandung potensi risiko.

Semakin banyak pabrik gula yang beroperasi, kebutuhan bahan baku semakin pula bertambah, sehingga perlu dilakukan manajemen secara baik dan jelas. Hal ini mengharuskan perusahaan mampu memproduksi dengan baik. Suatu perusahaan dalam melakukan perkembangan tidak lepas dari risiko-risiko yang mungkin atau akan terjadi. Oleh karena itu, perlu adanya manajemen risiko yang baik sehingga dapat meminimalisir dan dapat mencegahnya. Penelitian yang dilakukan nantinya untuk menganalisa besarnya faktor risiko menggunakan logika *fuzzy* dan strategi pengendaliannya menggunakan *analytical hierarchy process*.

SUMMARY

Quality Risk Management White Sugar In Sugar Factory Of Padjarakan Probolinggo; Erin Nur Putriani, 141710301038; 2018: 117 pages; Faculty of Agricultural Technology, University of Jember

Indonesia is one of the agricultural countries which has the variety of natural resources and also has an agricultural potency. One of the agricultural results of this country is sugar cane. Sugar factory of Padjarakan is one of the sugar factories from BUMN under PTPN XI in East Java. In the conducted process, the production of the sugar in this factory was tended to produce a bad product which means it was not able to compete with other sugar factories. Therefore, it is needed to evaluate on the occurred problem. The factors and elements which relate each other can affect every element. The elements had by the sugar factory of Padjarakan are very complex. It was caused by addiction in the sugar cane material supplying and then it also had risk.

If more sugar factories operate, the need for raw materials will also increase, so the management needs to be done well and clearly. This requires the factory to produce sugar well. A factory in doing the development cannot be separated from the risks that may or will occur. Therefore, it is needed a good management of the risks so that it can minimize and prevent the happened risk. The research conducted later is aimed to analyze the number of risk factors by using fuzzy logic and the control strategy is using analytical hierarchy process.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat serta karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir (Skripsi) yang berjudul “Manajemen Risiko Mutu Di Pabrik Gula Padjarakan Kabupaten Probolinggo”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknologi Industri Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan tugas akhir (Skripsi) ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Bapak Andrew Setiawan Rusdianto, S.TP., M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknologi Industri Pertanian Universitas Jember;
3. Bapak Dr. Yuli Wibowo, S.TP., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama dan bapak Dr. Bambang Herry Purnomo, S.TP., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing tugas akhir dan telah meluangkan waktu, pikiran dalam penulisan tugas akhir ini;
4. Ibu Dr. Ir. Herlina, M.P. selaku Ketua Dosen Penguji dan bapak Ir. Noer Novijanto, M.App.Sc. selaku Dosen Penguji Anggota, yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyusunan skripsi ini;
5. Bapak Ir. Noer Novijanto, M.App. Sc selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa Program Studi Teknologi Industri Pertanian;
6. Dr.Ir. Sih Yuwanti, M.P, Aditya, Mujiyono, Edy Hariyono, Muh. Faris, Taufiq Hidayat, yang telah membantu saya dalam penelitian
7. Dosen serta Civitas Akademika Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;

8. Ayahanda Teguh Widjanarko, SH dan Ibunda Nur Fadilah, M.Pd tercinta, yang penuh rasa kasih sayang, motivasi, pengorbanan serta do'a yang tiada batasnya untuk mendoakan ananda Erin meraih cita-cita ini;
9. Teman-teman KKN 66 yang selalu memberi dukungan serta doa (Indah, Dewi, Amalia, Aldo, Syahrul, Evan, Razaq, Arjuna, Hafidz)
10. Sahabat-sahabat erin yang terasa seperti keluarga sendiri (Windi, Nanik, Isabella, Amalia, Widya, Qiqi, Nanda, Amrina, Ve, Aliva)
11. Keluarga besar Desa Bendoarum yang telah memberikan pengalaman baru pada saat kegiatan KKN

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN SAMPUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERNYATAAN	vi
HALAMAN PEMBIMBING	vii
HALAMAN PENGESAHAN	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penulisan	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Gula Kristal Putih	4
2.2 Risiko-Risiko Mutu PG. Padjarakan	5
2.3 Gambaran Umum PG. Padjarakan	10
2.3.1 Sejarah PG. Padjarakan	10
2.3.2 Kondisi Wilayah PG. Padjarakan	11
2.3.3 Data SDM PG. Padjarakan	13
2.3.4 Proses Produksi Gula Kristal Putih	16

2.4	Manajemen Risiko	24
2.4.1	Identifikasi Risiko	25
2.4.2	Pengukuran Risiko	25
2.4.3	Pemetaan Risiko	25
2.4.4	Model Pengelolaan Risiko	25
2.4.5	Monitor dan Pengendalian	25
2.5	Logika <i>Fuzzy</i>	26
2.5.1	Semesta Pembicaraan	26
2.5.2	Himpunan Crips	26
2.5.3	Variabel <i>Fuzzy</i>	27
2.5.4	Himpunan <i>Fuzzy</i>	27
2.5.5	Domain Himpunan <i>Fuzzy</i>	27
2.5.6	Fungsi Keanggotaan	27
2.5.7	Metode Mamdani (Max-Min)	33
2.6	<i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	38
BAB 3.	METODOLOGI PENELITIAN	45
3.1	Alat dan Bahan	45
3.1.1	Alat	45
3.1.2	Bahan	45
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	45
3.3	Kerangka Pemikiran	45
3.4	Tahapan Penelitian	47
3.5	Metode Pengumpulan Data	48
3.6	Metode Pengolahan Data	49
3.6.1	Diagnosa Risiko	49
3.6.2	Strategi Pengendalian Risiko	51
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1	Analisis Risiko Mutu	56
4.1.1	Analisis Risiko Mutu Setiap Variabel	56
4.1.2	Agregasi Variabel Risiko Mutu	60
4.2	Strategi Pengendalian Risiko	62

BAB 5. PENUTUP	83
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN	88



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 SNI Gula Kristal Putih	4
Tabel 2.2 Formasi Karyawan Berdasarkan Usia	13
Tabel 2.3 Formasi Karyawan Berdasarkan Pendidikan	14
Tabel 2.4 Sasaran Masakan A	20
Tabel 2.5 Sasaran Masakan C	21
Tabel 2.6 Sasaran Masakan D	21
Tabel 2.7 Skala Dasar Perbandingan	40
Tabel 2.8 Matrik Pendapat Individu	41
Tabel 2.9 Matrik Pendapat Gabungan	41
Tabel 2.10 <i>Random Consistency Index</i>	43
Tabel 3.1 Indikator-Indikator Risiko	49
Tabel 3.2 Nilai Label Risiko	50
Tabel 3.3 <i>Rulebase</i>	50
Tabel 3.4 Konfigurasi Pengembangan Sistem Pakar <i>Fuzzy</i>	51
Tabel 3.5 Matrik Perbandingan Berpasangan	52
Tabel 4.1 Penilaian Pakar Pada Risiko Bahan Baku	56
Tabel 4.2 Penilaian Pakar Pada Risiko Proses Pengolahan	57
Tabel 4.3 Penilaian Pakar Pada Risiko Sumber Daya Manusia	59
Tabel 4.4 Bobot dan Prioritas Unsur Faktor	67
Tabel 4.5 Pembobotan Unsur Aktor	69
Tabel 4.6 Pembobotan Unsur Tujuan	73
Tabel 4.7 Pembobotan Unsur Alternatif	77
Tabel 4.8 Susunan Bobot dan Prioritas Aktor	79
Tabel 4.9 Susunan Bobot dan Prioritas Tujuan	80
Tabel 4.10 Susunan Bobot dan Prioritas Alternatif	81

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur Organisasi PG. Padjarakan.....	12
Gambar 2.2 Diagram Alir Proses Produksi PG. Padjarakan.....	15
Gambar 2.3 Siklus Manajemen Risiko.....	24
Gambar 2.4 Representasi Linier Naik.....	28
Gambar 2.5 Representasi Linier Turun.....	29
Gambar 2.6 Kurva Segitiga.....	29
Gambar 2.7 Kurva Trapesium.....	30
Gambar 2.8 Kurva Bentuk Bahu.....	31
Gambar 2.9 Himpunan <i>Fuzzy</i> Pada Variabel Permintaan.....	31
Gambar 2.10 Himpunan <i>Fuzzy</i> Pada Variabel Persediaan.....	32
Gambar 2.11 Himpunan <i>Fuzzy</i> Pada Variabel Produksi Barang.....	33
Gambar 2.12 Daerah Hasil Komposisi Produksi Barang.....	36
Gambar 3.1 Kerangka Pemikiran.....	46
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	47
Gambar 4.1 Himpunan <i>Fuzzy</i> Pada Variabel Bahan Baku.....	57
Gambar 4.2 Himpunan <i>Fuzzy</i> Pada Variabel Proses Pengolahan.....	58
Gambar 4.3 Himpunan <i>Fuzzy</i> Pada Variabel Sumber Daya Manusia.....	60
Gambar 4.4 Daerah Hasil Komposisi.....	62
Gambar 4.5 Struktur Hirarki Pengendalian Risiko.....	66
Gambar 4.6 Hasil <i>priority synthesis</i> Biaya.....	69
Gambar 4.7 Hasil <i>priority synthesis</i> Kualitas Bahan Baku.....	70
Gambar 4.8 Hasil <i>priority synthesis</i> Kualitas SDM.....	71
Gambar 4.9 Hasil <i>priority synthesis</i> Teknologi.....	72
Gambar 4.10 Hasil <i>priority synthesis</i> Petani Supplier.....	73
Gambar 4.11 Hasil <i>priority synthesis</i> Manajer Perusahaan.....	74
Gambar 4.12 Hasil <i>priority synthesis</i> Pusat Pelatihan.....	74
Gambar 4.13 Hasil <i>priority synthesis</i> Pekerja.....	75
Gambar 4.14 Hasil <i>priority synthesis</i> Pemerintah.....	76

Gambar 4.15 Hasil <i>priority synthesis</i> Kontinuitas Produksi.....	77
Gambar 4.16 Hasil <i>priority synthesis</i> Meng. Risiko. Cat.Pro.....	78
Gambar 4.17 Hasil <i>priority synthesis</i> Men. Daya Saing Pro.....	78
Gambar 4.18 Hirarki Hasil Perhitungan Vertikal.....	82



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan <i>Fuzzy</i>	88
Lampiran 2. Himpunan <i>Fuzzy</i> dan Derajat Keanggotaan	93
Lampiran 3. <i>Rulebase</i> dan Hasil Fungsi Implikasi	96
Lampiran 4. Hasil Kuesioner AHP dan Perhitungan MPG	102
Lampiran 5. Hasil Perhitungan Data Horizontal	115
Lampiran 6. Hasil Perhitungan Data Vertikal	117

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara agraris memiliki sumber daya alam yang beraneka ragam serta memiliki potensi pertanian. Potensi pertanian merupakan penyumbang pertumbuhan ekonomi terbesar di Indonesia, salah satunya peranan penting sektor pertanian yaitu pemenuhan kebutuhan pokok. Pemenuhan kebutuhan pokok ini salah satunya adalah produk gula kristal putih (GKP). GKP dibuat dari tebu yang diolah melalui berbagai tahapan proses, untuk Indonesia mendominasi menggunakan proses sulfitasi dalam proses pengolahannya. Kriteria mutu GKP yang berlaku di Indonesia (SNI) saat ini pada dasarnya mengacu pada kriteria lama yang dikenal dengan SHS (*Superieure Hoofd Suiker*), yang perkembangannya kemudian mengalami modifikasi dan terakhir SNI 3140.3:2010 (Kuswurj, 2009).

Tanaman tebu tidak ditanam pada seluruh wilayah Indonesia, melainkan hanya di beberapa Provinsi saja yang ada di Indonesia. Produksi tebu di Indonesia pada tahun 2012-2016 yaitu 2.223 ton. Jawa Timur merupakan salah satu Provinsi di Indonesia yang memiliki 16 Pabrik Gula yang tersebar di beberapa daerah milik BUMN. Pada tahun 2012-2016, produksi tanaman tebu di Jawa Timur sebesar 1.052,80 ton. Jumlah tersebut dituntut mampu memenuhi kebutuhan bahan baku pabrik gula yang ada di Jawa Timur (BPS, 2016).

PT Perkebunan Nusantara XI mengelola 16 Pabrik Gula di Provinsi Jawa Timur, salah satu Pabrik Gula yang dikelola oleh PTPN XI adalah PG. Padjarakan. Produk gula yang dihasilkan PG. Padjarakan merupakan jenis Gula Kristal Putih (GKP 2). Berdasarkan standart kualitas dinyatakan oleh lembaga Badan Standarisasi Nasional Indonesia (BSNI) gula kristal masuk dalam kategori SNI 3140.3.2010 dengan parameter kualitas warna gula (ICUMSA) <300 IU, besar jenis butir (BJB) <1,2 mm dan kadar air 0,1%. Proses produksi GKP di PG. Padjarakan kadang-kadang masih berwarna putih kecoklatan serta belum

mencapai kategori minimal warna gula (ICUMSA) <300 dan besar jenis butir (BJB) >1,2 mm.

Pada saat ini sebagian perusahaan yang bergerak dibidang industri gula dihadapkan masalah tingkat persaingan. Hal ini mengharuskan perusahaan mampu memproduksi produk yang berkualitas dan sesuai dengan SNI yang berlaku. Suatu perusahaan dalam melakukan perkembangan tidak lepas dari risiko-risiko yang mungkin terjadi. Seperti halnya dalam penyediaan bahan baku, proses pengolahan serta sumber daya manusia yang terlibat. Oleh karena itu, perlu adanya manajemen risiko yang baik sehingga dapat meminimalisir dan dapat mencegah risiko tersebut.

Said dan Intan, (2001) menyatakan bahwa dalam mengembangkan agroindustri terdapat risiko-risiko yang mungkin terjadi. Dengan adanya potensi risiko maka perlu adanya manajemen risiko untuk mengurangi risiko tersebut. Manajemen risiko dilakukan untuk mengetahui, menganalisis serta mengendalikan risiko dalam proses pengadaan bahan baku, proses pengolahan dan sumber daya manusia yang terlibat di dalamnya. Keberhasilan proses yang ada di industri gula ini tergantung pasokan bahan baku utama yaitu tebu. Pasokan tebu perlu diperhatikan karena akan mempengaruhi ketersediaan bahan baku dari segi jumlah, kualitas, dan kontinuitas. Penelitian yang dilakukan nantinya untuk menganalisa besarnya faktor risiko menggunakan logika *fuzzy* dan strategi pengendaliannya menggunakan *analytical hierarchy process*.

1.2 Rumusan Masalah

Pabrik Gula Padjarakan merupakan pabrik yang beroperasi dibidang pengolahan gula kristal putih. Proses pengolahan maupun manajemen pabrik yang dilakukan tersebut memiliki risiko-risiko. Untuk menyelesaikan masalah tersebut dilakukan penilaian tingkat risiko menggunakan logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* dalam penelitian ini untuk menilai tingkat risiko mutu gula. Jika tingkatan risiko telah dilakukan penilaian, selanjutnya dilakukan pengendalian risiko mutu menggunakan *analytical hierarchy process*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang terdapat dalam penulisan tugas akhir ini digunakan sebagai pembatas agar tidak semakin meluas pembahasannya. Adapun batasan masalah sebagai berikut :

1. Ruang lingkup penelitian ini akan dibatasi pada risiko bahan baku, risiko proses pengolahan, risiko sumber daya manusia
2. Strategi pengendalian yang digunakan berdasarkan penilaian pakar

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi risiko-risiko pada Pabrik Gula Padjarakan.
2. Menganalisis tingkat risiko pada Pabrik Gula Padjarakan.
3. Merumuskan strategi pengendalian risiko pada Pabrik Gula Padjarakan.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat dan kontribusi bagi pihak-pihak terkait, seperti:

1. Bagi Perusahaan

Manfaat bagi perusahaan, dalam hal ini Pabrik Gula Padjarakan, sebagai memberikan informasi kepada perusahaan mengenai risiko-risiko yang mungkin terjadi pada penanganan bahan baku dan proses pengolahan serta dapat memberikan suatu strategi pengendalian untuk mengurangi risiko tersebut.

2. Bagi Mahasiswa

Manfaat bagi mahasiswa sebagai media pemberian informasi mengenai aplikasi manajemen risiko mutu terutama pengolahan produk gula kristal putih (GKP) dan mengetahui metode yang digunakan sebagai cara pengurangan risiko pada Pabrik Gula Padjarakan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gula Kristal Putih

Gula kristal putih memiliki nilai ICUMSA antara 250-450 IU. Departemen Perindustrian mengelompokkan gula kristal putih ini menjadi 2 bagian yaitu gula kristal putih 1 (GKP 1) dengan nilai ICUMSA <200, gula kristal putih 2 (GKP 2) dengan nilai ICUMSA <300. Semakin tinggi nilai ICUMSA maka semakin coklat warna dari gula tersebut serta semakin manis (Wahyudi, 2013).

Gula kristal putih yang diproduksi oleh pabrik gula harus memenuhi standarisasi produk agar mampu bersaing dengan produk serupa dan terjamin mutu produknya. Standar gula yang biasanya digunakan di Negara Indonesia yaitu menggunakan SNI. Berikut SNI gula dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 SNI Gula kristal putih

No	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan	
			GKP 1	GKP 2
1	Warna			
	1.1 Warna kristal	CT	4,0 - 7,5	7,6 - 10,0
	1.2 Warna larutan (ICUMSA)	IU	81 - 200	201 - 300
2	Besar jenis butir	mm	0,8 – 1,2	0,8 -1,2
3	Susut pengeringan (b/b)	%	maks 0,1	maks 0,1
4	Polarisasi (°Z, 20°C)	Z	min 99,6	min 99,5
5	Abu konduktiviti (b/b)	%	maks 0,10	maks 0,15
6	Bahan tambahan pangan			
	6.1 Belerang oksida (SO ₂)	mg/kg	maks 30	maks 30
7	Cemaran logam			
	7.1 Timbal (Pb)	mg/kg	maks 2	maks 2
	7.2 Tembaga (Cu)	mg/kg	maks 2	maks 2
	7.3 Arsen (As)	mg/kg	maks 1	maks 1

Sumber : SNI 3140.3:2010

Penjelasan mengenai kriteria parameter uji mutu gula kristal putih adalah sebagai berikut :

1. Warna Kristal

Warna kristal dapat dilihat secara langsung dengan mata, secara kualitatif dengan cara membandingkan dengan standar dapat diketahui tingkat keputihan (*whiteness*) gula. Penggunaan peralatan (spektrofotometer refleksi) diperlukan

untuk pengukuran kuantitatif yang dinyatakan dalam CT (*colour type*). Semakin tinggi nilai CT semakin putih warna gulanya. Untuk gula GKP kisaran nilai CT sekitar 5-10.

2. Warna Larutan

Warna larutan gula berkisar dari kuning muda (warna muda) sampai kuning kecoklatan (warna gelap) diukur dengan metode ICUMSA (*International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis*), dinyatakan dalam indeks warna. Semakin besar indeks semakin gelap warna larutan. Batasan maksimal indeks warna untuk GKP adalah 300 IU.

3. Besar Jenis Butir (BJB)

Besar jenis butir adalah ukuran rata-rata butir kristal gula dinyatakan dalam millimeter. Persyaratan untuk GKP adalah 0,8-1,2 mm.

4. Susut Pengeringan

Susut pengeringan adalah kadar bagian yang menguap dari suatu zat. Susut pengeringan berbeda dengan penetapan kadar air. Didalam penetapan kadar susut pengeringan dihitung adalah zat-zat yang menguap dalam simplisia termasuk air.

5. Polarisasi

Polarisasi menunjukkan kadar sukrosa dalam gula, semakin tinggi polarisasi semakin tinggi kadar gulanya. Batasan minimal kadar pol GKP 1 adalah 99,6 Z dan GKP 2 adalah 99,5 Z.

6. Kadar Belerang Oksida (SO₂)

Kadar SO₂ gula kristal putih berkisar maksimal 30 mg/kg, ini disebabkan sebagian besar pabrik gula menggunakan proses sulfitasi, sehingga terdapat residu SO₂ seperti pada kisaran tersebut.

(Kuswurj, 2009).

2.2 Risiko-Risiko Mutu PG. Padjarakan

Suatu agroindustri gula kristal putih di dalamnya terdapat berbagai elemen-elemen dari *on-farm* sampai *off-farm* saling berkaitan untuk menghasilkan produk gula kristal putih. Proses produksinya memungkinkan terjadinya risiko-risiko, oleh karena itu perlu adanya manajemen risiko untuk meminimalisir risiko. Salah satu

sebab menurunnya mutu produk gula yaitu penanganan bahan baku, proses pengolahan dan sumber daya manusia. Manajemen risiko mutu adalah proses sistematis untuk menilai, mengendalikan, serta mengkaji risiko terhadap mutu produk jadi. Adanya penanganan sebelum munculnya risiko membuat suatu agroindustri gula siap dengan permasalahan yang mungkin terjadi.

1. Risiko bahan baku

Bahan baku merupakan aspek penting dalam suatu agroindustri, karena komponen pertama dalam memulai suatu proses produksi. Berdasarkan hasil wawancara pakar yang ada di PG. Padjarakan, indikator yang digunakan untuk menentukan risiko bahan baku tebu yaitu budidaya tanaman, perawatan, jadwal tebang angkut dan waktu tunggu giling. Semua indikator untuk menentukan risiko bahan baku telah dijustifikasi oleh pakar sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk mengetahui tingkat risiko.

a. Budidaya tanaman

Budidaya tanaman merupakan salah satu kegiatan pemeliharaan sumber daya hayati yang dilakukan pada suatu areal lahan untuk diambil manfaat/hasil panennya. Budidaya tebu adalah upaya menciptakan kondisi fisik lingkungan tanaman tebu, berdasarkan ketersediaan sumberdaya lahan, alat dan tenaga yang memadai sesuai dengan kebutuhan. Budidaya yang efisien adalah pengelolaan tanaman tertentu yang diusahakan menyesuaikan dengan lingkungan (Puslitbangbun, 2010).

b. Perawatan

Perawatan atau pemeliharaan tanaman tebu dilakukan untuk pencegahan gangguan hama dan penyakit pada tanaman. Tujuan utamanya untuk rehabilitasi dari bentuk gangguan tumbuhan pengganggu dan penyulaman tanaman yang mati dengan bibit sehat. Jika pemeliharaan dilakukan dengan rutin maka kemungkinan hasil pertanian yang diperoleh akan baik.

c. Jadwal tebang angkut

Penebangan tebu harus memenuhi standar kebersihan yaitu kotoran seperti daun tebu kering, tanah dan lainnya tidak boleh lebih besar dari 5%. Untuk tanaman tebu yang hendak dikepras, tebu disisakan di dalam tanah sebatas permukaan tanah

asli agar dapat tumbuh tunas. Bagian pucuk tanaman tebu dibuang karena bagian ini kaya kandungan asam amino tetapi miskin kandungan gula. Tebu tunas juga dibuang karena kaya kandungan asam organik, gula reduksi dan asam amino. Pengaturan panen dimaksudkan agar tebu dapat dipungut secara efisien dan dapat diolah dalam keadaan optimum. Melalui pengaturan panen, penyediaan tebu di pabrik akan dapat berkesinambungan dan dalam jumlah yang sesuai dengan kapasitas pabrik sehingga pengolahan menjadi efisien.

d. Waktu tunggu giling

Waktu tunggu untuk dilakukan penggilingan sangat mempengaruhi mutu tebu yang akan digiling. Menurut Tien (1992) banyak faktor yang mempengaruhi penurunan produksi gula, antara lain turunnya produktivitas tebu dan rendemen gula. Menurut Supriyadi (1992) untuk meningkatkan rendemen tebu maka perlu diperhatikan masa tanaman yang optimal, pemakaian bibit yang bermutu, pengolahan tanah, pemeliharaan yang optimal, dan waktu penebangan yang optimal. Total waktu tunggu mulai tebang sampai giling tidak boleh melebihi 36 jam, bila penimbunan tebu lebih dari 36 jam maka tebu tidak segar lagi.

2. Risiko proses pengolahan

Proses pengolahan merupakan suatu proses yang dilakukan untuk mengubah bahan baku mentah menjadi produk jadi. Tahapan proses membuat gula sangat kompleks, oleh karena itu berdasarkan hasil wawancara pakar diperoleh beberapa indikator risiko yang paling mempengaruhi terhadap mutu gula nantinya. Semua indikator untuk menentukan risiko proses pengolahan telah dijustifikasi oleh pakar sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk mengetahui tingkat risiko.

a. *Vacuum* masakan

Proses kristalisasi dilakukan di stasiun masakan, proses ini akan terus berlangsung sampai kadar gula atau sukrosa dalam larutan nira menjadi rendah. Proses kristalisasi dimulai dengan membuat semua pan masakan menjadi *vacuum* (hampa) sekitar 60 cmHg. Tujuan dilakukan *vacuum* agar proses kristalisasi dapat dilakukan pada suhu yang tidak terlalu tinggi hanya $\pm 60^{\circ}\text{C}$ sehingga tidak akan merusak gula yang dihasilkan.

b. *Vacuum* penguapan

Proses penguapan dilakukan di stasiun penguapan, pada saat proses penguapan, suhu tidak boleh terlalu tinggi terutama di badan pemanas (BP) akhir karena dapat merusak sukrosa pada nira. Maka penguapan dilakukan dalam kondisi *vacuum* sehingga titik didih diturunkan hingga $\pm 60^{\circ}\text{C}$.

c. Proses pemurnian

Proses pemurnian dilakukan untuk memisahkan kotoran yang ada di dalam nira mentah dengan cara mengendapkan kotoran semaksimal mungkin dan meminimalisir kehilangan sukrosa yang akan menjadi kristal-kristal gula pada proses selanjutnya. Pada proses pemurnian sangat dipengaruhi oleh kondisi nira dengan pengaturan pH, suhu dan waktu tinggal.

d. *Supply* uap

Boiler sebagai sumber utama penghasil energi untuk pembangkit listrik yang menyuplai seluruh kebutuhan daya listrik dalam pabrik sekaligus sebagai sumber energi pemanas untuk memasak gula dibagian proses pengolahan. Jika *supply* uap kurang, maka akan menghambat seluruh proses yang ada di PG. Padjarakan.

3. Risiko sumber daya manusia

Tenaga kerja memiliki peran penting dalam proses pengolahan gula pasir untuk menghasilkan produk yang berkualitas baik. Tenaga kerja yang ada di PG. Padjarakan sangat banyak sesuai dengan keahlian di masing-masing stasiun. Sebelum menjadi pekerja, pada proses perekrutan dilakukan seleksi serta dilakukan pelatihan untuk menjadikan pekerja lebih kompeten. Semua indikator untuk menentukan risiko sumber daya manusia telah dijustifikasi oleh pakar sehingga dapat digunakan sebagai acuan untuk mengetahui tingkat risiko.

a. Jadwal pelatihan/*training*

Pelatihan pekerja berhubungan erat terhadap hasil pekerjaan yang dilakukan. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah penilaian untuk mengukur kinerja pekerja serta pelatihan pekerja. Pelatihan pekerja dilakukan dengan tujuan agar para pekerja memiliki pengetahuan lebih, kemampuan dan keterampilan sesuai dengan

tuntutan pekerjaan yang mereka lakukan. Pelatihan yang tepat dapat memberikan efek yang baik kepada pekerja sehingga pekerja mampu mengembangkan dirinya.

b. Kejelihan panca indera

Ketepatan panca indera kita sangat berpengaruh terhadap pekerjaan yang dilakukan. Mesin dan peralatan yang ada di PG. Padjarakan masih tergolong manual, harus menggunakan kejelihan panca indera pekerja agar dapat memperoleh hasil yang maksimal. Jika kejelihan panca indera pekerja terbatas, kemungkinan besar dapat mempengaruhi produk yang dihasilkan.

c. Kontrol rutin

Daftar perencanaan perawatan/kontrol rutin adalah suatu rencana perawatan yang akan dilakukan setiap jadwal yang telah ditentukan. Untuk melakukan perawatan pada mesin peralatan, perlu adanya daftar rencana perawatan yang disusun menurut pekerjaan yang dibutuhkan. Frekuensi perawatan ini perlu dipertimbangkan menurut efisiensi peralatan dalam fungsinya

d. Motivasi kerja

Pengembangan sumber daya manusia/pekerja yang ada dalam lingkup perusahaan merupakan suatu proses peningkatan kualitas atau kemampuan manusia dalam rangka mencapai tujuan perusahaan. Suatu perusahaan dapat meraih semaksimal mungkin apabila didukung dengan kinerja yang baik dari para pekerja. Untuk mendapatkan kinerja yang baik dari karyawan maka harus diupayakan pengarahan yang terstruktur dan efektif. Perusahaan dalam upaya menggerakkan para karyawannya agar mau bekerja lebih produktif salah satunya dengan motivasi kerja. Motivasi adalah dorongan dasar yang menggerakkan seseorang atau keinginan untuk mencurahkan segala tenaga karena adanya suatu tujuan. Seperti yang dikemukakan oleh Mangkunegara (2009) motivasi merupakan kondisi atau energi yang menggerakkan diri karyawan yang terarah atau tertuju untuk mencapai tujuan organisasi perusahaan.

2.3 Gambaran Umum PG. Padjarakan

2.3.1 Sejarah PG. Padjarakan

PG. Padjarakan didirikan oleh Anmaet & Co pada tahun 1830 sejak zaman Pemerintahan Hindia Belanda. Lokasi PG. Padjarakan terletak di Desa Sukokerto, Kecamatan Pajarakan, Kabupaten Probolinggo, Provinsi Jawa Timur. Sejak didirikan sampai kedatangan Jepang di Indonesia sekitar tahun 1942 tidak ada catatan atau dokumen yang pasti untuk dapat menceritakan riwayat dari Pabrik Gula Padjarakan. Selama Pemerintahan Jepang berlangsung di Indonesia sekitar tahun 1942 sampai dengan tahun 1945, PG. Padjarakan tidak beroperasi, bahkan kompleks perumahan PG. Padjarakan dijadikan markas tentara Jepang, sehingga masa Pemerintahan Jepang tersebut PG. Padjarakan tidak beroperasi, yang mengakibatkan sebagian besar mesin dan peralatan banyak yang rusak. PG. Padjarakan diambil alih dan dibangun kembali oleh Javanch Kultur Matchappy N. V pada tanggal 23 Desember 1948 sebagai pabrik gula swasta. PG. Padjarakan baru mulai beroperasi kembali pada tahun 1951 karena perbaikan pabrik yang dilakukan selama tiga tahun.

Berdasarkan Surat Penguasa Militer/Menteri Pertahanan No. 1063/PMT/1957 tanggal 5 Desember 1957 menyatakan bahwa perusahaan milik Belanda diambil alih oleh Pemerintah Republik Indonesia dalam rangka upaya masuknya Irian Barat ke wilayah Republik Indonesia. PG. Padjarakan merupakan salah satu perusahaan yang diambil alih oleh Pemerintah Indonesia yang kemudian diberi nama "Perusahaan Perkebunan Negara Baru (PPN Baru). Pada tahun 1960 diadakan penggabungan antara Perusahaan Perkebunan dalam lingkup PPN Lama dengan PPN Baru menjadi suatu Lembaga Badan Pimpinan Umum Urusan Perusahaan Perkebunan Negara (BMU PPN) yang berkedudukan di Jawa Timur dengan perwakilan BPU PPN Jawa Timur, Surabaya. Pada tahun 1963 diadakan reorganisasi menjadi BPU PPN Gula Jawa Timur Inspeksi Daerah VII. kemudian 1968 diadakan reorganisasi lagi atas dasar Peraturan Pemerintah No.13 tahun 1968 dari BPU PPN Gula Jawa Timur Inspeksi Daerah VII menjadi PNP XXIV (Perusahaan Negara Perkebunan XXIV) PG. Padjarakan. Pada tahun 1974 dengan Peraturan Pemerintah No.44 tahun 1974 tanggal 13 Desember 1974 direorganisasi

lagi dari PNP XXIV PG. Padjarakan menjadi PTP. XXIV (Persero) PG. Padjarakan. Pada Tahun 1975 dengan Peraturan Pemerintah No.15 tahun 1975 tanggal 28 April 1975 diadakan penggabungan antara PTP. XXIV dengan PTP. XXV menjadi PTP. XXIV-XXV (Persero) yang mana sampai dengan saat ini masih tetap dengan nama: PTP. XXIV-XXV (Persero) Pabrik Gula Padjarakan. Pada tahun 1997 diadakan reorganisasi kembali menjadi PTPN XI (Persero) yang merupakan penggabungan dari PTP XX (Persero) dengan P.T.P XXIV-XXV (Persero) sampai sekarang dengan nama : “PT Perkebunan Nusantara XI (Persero) Pabrik Gula Padjarakan “ (PTPN XI, 2016).

2.3.2 Kondisi Wilayah PG. Padjarakan

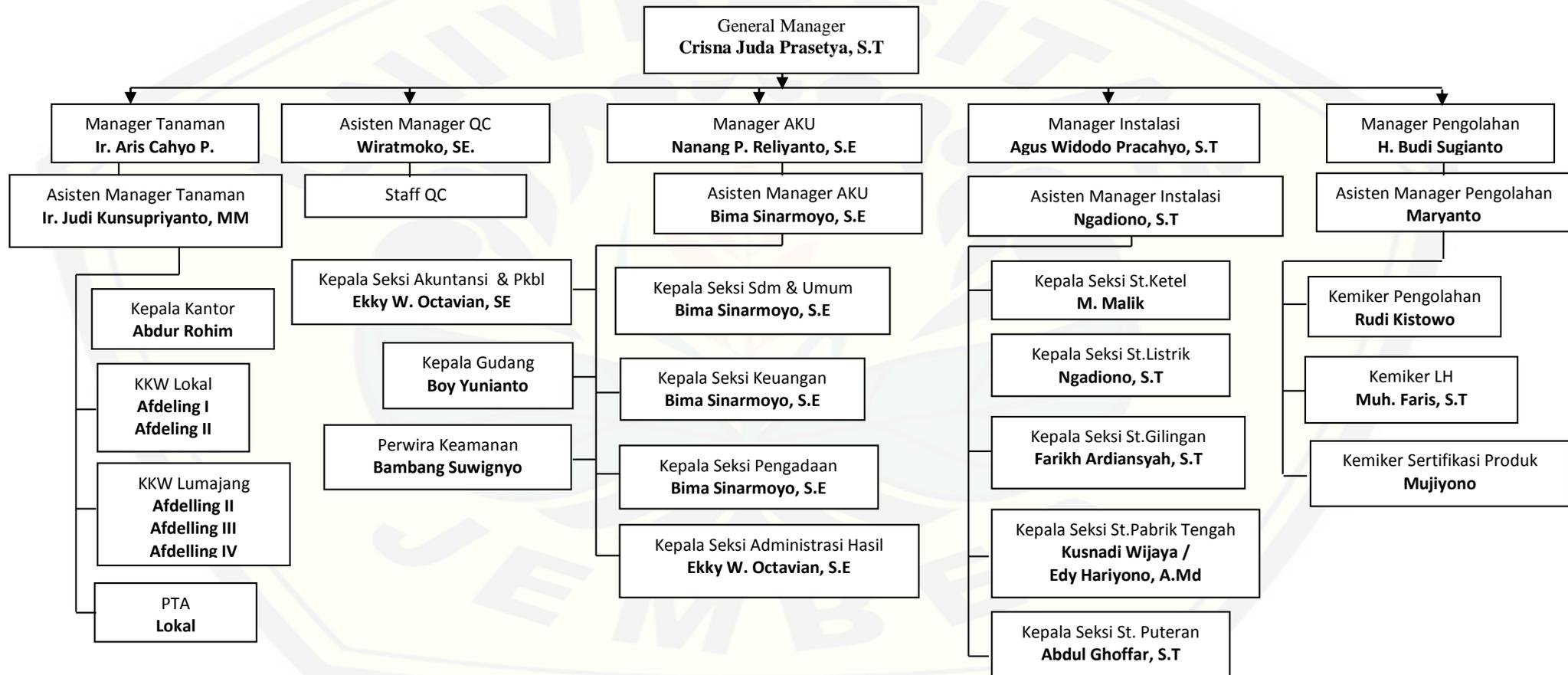
PG. Padjarakan terletak di Desa Sukokerto, Kecamatan Pajarakan, Kabupaten Probolinggo, Provinsi Jawa Timur berada diantara 7^o.45'. 23” LU sampai 7^o.45'. 35” LU dan 113^o. 14'. 46” BB sampai 113^o. 14'. 55” BT.

Batas-batas wilayah PG. Padjarakan adalah sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Desa Penambangan
- Sebelah Timur : Desa Sukomulyo
- Sebelah Selatan : Desa Rondo Kuning
- Sebelah Barat : Desa Tanjung

PG. Padjarakan terletak dijalur pantai utara Jawa Timur sehingga memiliki ketinggian permukaan yang rendah karena terletak \pm 1 km dari pantai utara Jawa Timur. PG. Padjarakan berada pada ketinggian 3–10 mdpl dan jenis tanah yang ditempati yaitu andosol. Tipe iklim di PG. Padjarakan yaitu tipe D (Smith & Furguson) dengan curah hujan rata-rata sebesar 1,158 mm dan hari hujan 52 hh. Suhu rata-rata di PG. Padjarakan yaitu sebesar 26^oC – 32^oC.

STRUKTUR ORGANISASI PG. PADJARAN



Gambar 2.1 Struktur organisasi PG. Padjarakan

2.3.3 Data SDM PG. Padjarakan

a. Formasi karyawan berdasarkan usia

Karyawan yang bekerja di PG. Padjarakan harus memenuhi kriteria usia. Adapun data karyawan PG. Padjarakan berdasarkan usia dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Formasi karyawan berdasarkan usia

URAIAN	>56	55	50-54	45-49	40-44	35-39	30-34	25-29	20-24	JUMLAH
GOL IIIA-IVD	0	0	2	1	0	1	0	0	0	4,00
GOL IA-IID	0	0	9	20	19	21	15	0	0	84,00
KAMPANYE			0	0	0	0	0	0		-
PKWT 12 BLN										-
PKWT LMG		0	0	0	0	1	5	1	0	7,00
PKWT DMG		0	0	0	0	0	0	0	0	-
HONORER	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00
BORONGAN 12 BLN										-
BORONGAN LMG				1	1	1	0	0	0	3,00
BORONGAN DMG				0	0	0	0	0	0	-
OUTSOURCHING			0	0	2	9	17	4	1	33,00
JUMLAH	1,00	-	11,00	22,00	22,00	33,00	37,00	5,00	1,00	132,00

Sumber : Data Sekunder PG. Padjarakan (2018)

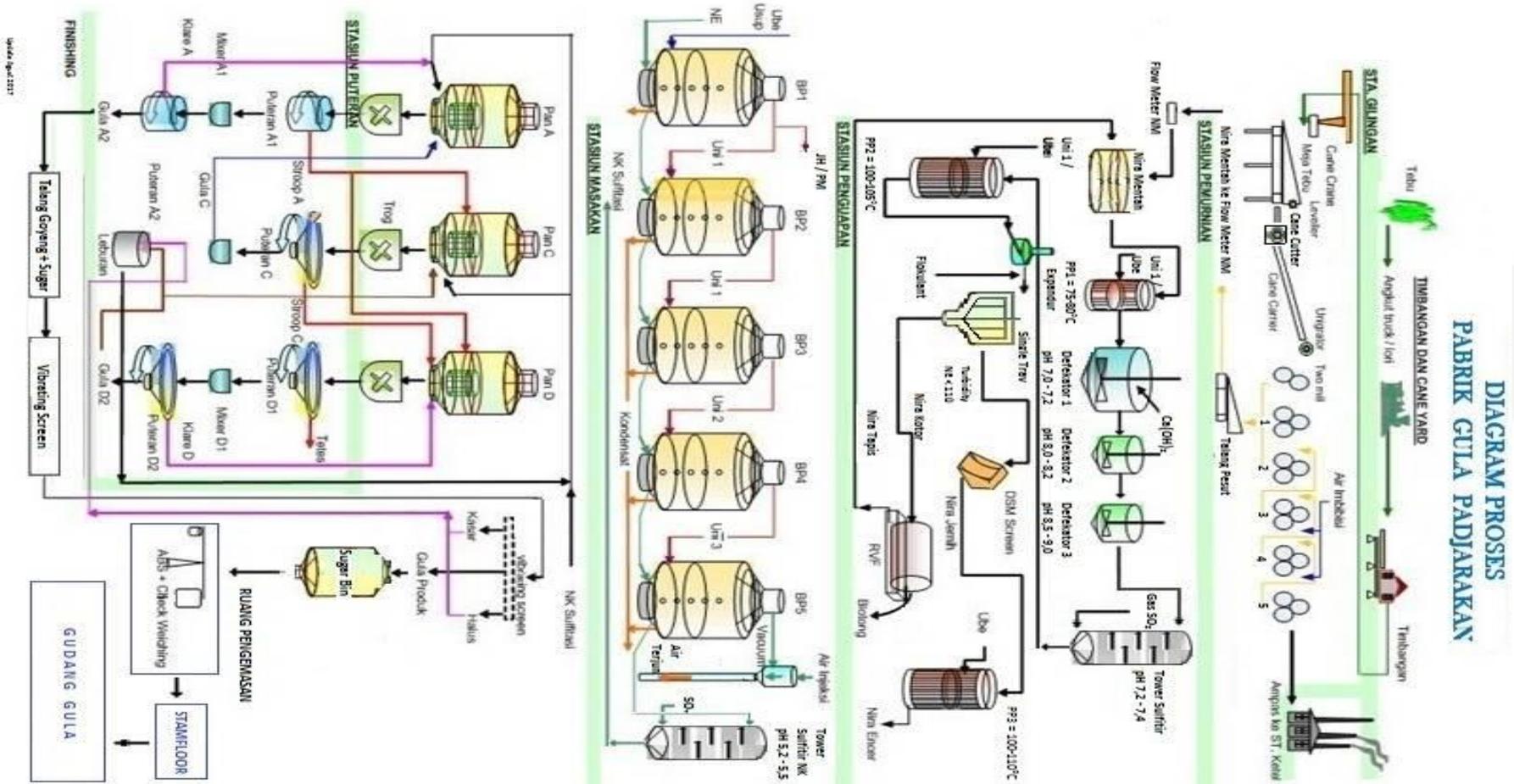
b. Formasi karyawan berdasarkan pendidikan

Karyawan yang bekerja di PG. Padjarakan harus memenuhi kriteria usia. Adapun data karyawan PG. Padjarakan berdasarkan usia dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Formasi karyawan berdasarkan pendidikan

URAIAN	KOSONG	S2	S1	D3	SLTA	SLTP	SD			JUMLAH
GOL IIIA-IVD	0	0	3	0	1	0	0			4,00
GOL IA-IID	0	0	3	0	70	7	4			84,00
KAMPANYE	0	0	0	0	0	0	0			-
PKWT 12 BLN										-
PKWT LMG	0	0	0	2	5	0	0			7,00
PKWT DMG	0	0	0	0	0	0	0			-
HONORER	0	0	1	0	0	0	0			1,00
BORONGAN 12 BLN										-
BORONGAN LMG	0	0	0	0	0	3	0			3,00
BORONGAN DMG	0	0	0	0	0	0	0			-
OUTSOURCHING	0	0	1	1	30	1	0			33,00
JUMLAH	-	-	8,00	3,00	106,00	11,00	4,00	-	-	132,00

Sumber : Data Sekunder PG. Padjarakan (2018)



Gambar 2.2 Diagram alir proses produksi PG. Padjarakan

2.3.4 Proses Produksi Gula Kristal Putih

Proses produksi gula di PG. Padjarakan meliputi 5 stasiun proses dan 4 stasiun penunjang kerja pabrik. Stasiun proses ada 5 yaitu stasiun gilingan, stasiun pemurnian, stasiun penguapan, stasiun masakan (kristalisasi) serta stasiun putaran dan penyelesaian. Sedangkan untuk stasiun penunjang kerja pabrik yaitu stasiun ketel (boiler), stasiun besali, stasiun listrik dan stasiun dok loko. Berikut ini penjabaran dari penimbangan tebu dan pos selektor 1, masing-masing stasiun proses dan stasiun penunjang :

a. Penimbangan Tebu dan Pos Selektor 1

Tebu yang telah ditebang akan dibawa ke PG. Padjarakan dengan menggunakan truk. Tebu terlebih dahulu melewati pos selektor 1 untuk dilakukan pendaftaran Surat Perintah Angkut Tebu (SPAT) dan nomor antrian timbangan. Pada pos selektor 1 dilakukan seleksi terhadap bahan baku tebu yang memenuhi kriteria layak giling yaitu manis, bersih, segar (MBS). Untuk kategori manis dilakukan uji brix pada tebu dengan batasan minimal brix 17. Untuk kategori bersih dilakukan pengamatan pada tebu yang diangkut truk bebas dari daduk, sogolan dan tanah. Sedangkan untuk kategori segar dilakukan dengan pengecekan data SPAT yang menunjukkan kapan tebu itu ditebang sampai diangkut serta digiling (maksimal 2 x 24 jam). Apabila tebu tidak memenuhi kriteria maka akan ditolak digiling di PG. Padjarakan.

Apabila tebu memenuhi kriteria MBS maka selanjutnya sopir truk menyerahkan SPAT ke petugas pos portal yang selanjutnya akan mengantri untuk ditimbang. Jika nomor antrian ada panggilan, maka truk akan melewati jembatan timbang untuk ditimbang bruto truk tebu. Kemudian truk menuju proses over liyn untuk dilakukan proses pembongkaran tebu yang akan digiling. Setelah truk tebu kosong, maka harus kembali ke jembatan timbang untuk menimbang berat kosongan truk sehingga diketahui berat bersih tebu (netto). Kemudian menyerahkan SPAT kepada petugas kapasitas penggilingan.

b. Stasiun Gilingan

Stasiun gilingan berfungsi untuk memerah tebu agar menghasilkan nira semaksimal mungkin dengan kehilangan gula dalam ampas seminimal mungkin.

Tebu yang masuk ke meja tebu diratakan dengan cane leveler dan dijatuhkan pada cane carrier untuk dilakukan proses kerja pendahuluan. Tebu di atas meja tebu juga diamati kualitasnya oleh petugas Quality Control yang menilai tingkat kebersihan dan kondisi tebu. Terdapat tiga alat kerja pendahuluan yaitu cane knife 1 (pemotong atau pencacah), cane knife 2 (penghancur) dan cane knife 3 (pemukul/penghalus). Parameter keberhasilan proses ini mempunyai nilai PI (Preparation Index) sebesar 90-94 untuk mengetahui seberapa banyak sel-sel tebu yang terbuka sehingga diperoleh kandungan sukrosa dari tebu yang semaksimal mungkin.

PG. Padjarakan memiliki 5 unit gilingan. Ampas pada gilingan I dibawa ke gilingan II dengan bantuan intermediet carrier, begitu juga seterusnya sampai gilingan V. Hasil perahan pada gilingan I dan gilingan II dijadikan satu dalam peti nira mentah, nira gilingan III digunakan untuk mengencerkan ampas yang keluar dari gilingan II dan nira gilingan V digunakan untuk mengencerkan ampas yang keluar dari gilingan III. Khusus untuk ampas yang keluar dari gilingan III dan IV diberi air panas dengan suhu sekitar 60-80°C yang sering disebut dengan pemberian imbibisi sistem majemuk sedangkan ampas gilingan V dibawa ke ketel melalui cakar ampas sebagai bahan bakar alternatif.

c. Stasiun Pemurnian

Tujuan dari proses pemurnian adalah untuk memisahkan kotoran yang ada di dalam nira mentah dengan cara mengendapkan kotoran semaksimal mungkin dan meminimalisir kehilangan sukrosa yang akan menjadi kristal-kristal gula pada proses selanjutnya. Pada proses pemurnian sangat dipengaruhi oleh kondisi nira dengan pengaturan pH, suhu dan waktu tinggal. Adapun tahapan proses yang dilakukan di stasiun pemurnian yaitu :

- 1) Nira mentah dari stasiun gilingan diukur beratnya dengan menggunakan flowmeter dan ditampung dalam peti nira.
- 2) Nira akan dialirkan menuju Juice Heater atau PP1 (Pemanas Pendahuluan 1) dan dipanaskan dengan suhu 75°C dengan tujuan membunuh mikroba patogen dan menggumpalkan zat lilin.

- 3) Selanjutnya nira akan masuk ke defecator 1 dan akan dicampur dengan susu kapur $\text{Ca}(\text{OH})_2$ untuk menaikkan pH menjadi 7-7,2 dari pH awal sebesar 5,3 dengan tujuan mengendapkan kotoran dan koloid.
- 4) Nira dialirkan ke defecator 2 dengan penambahan susu kapur $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sehingga pH nira naik kembali menjadi 7,5 dengan tujuan menyempurnakan proses pengendapan.
- 5) Selanjutnya nira dialirkan ke defecator 3 dengan pemberian susu kapur $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hingga nilai pH mencapai 8,5-10,5.
- 6) Setelah itu nira dialirkan ke dalam bejana sulfikator NM (nira mentah) untuk penambahan gas SO_2 (hasil pembakaran belerang) agar nilai pH turun menjadi 7-7,2. Kebutuhan SO_2 rata-rata di PG. Padjarakan adalah ± 450 kg karung per hari. Belerang ditambahkan dalam bentuk gas SO_2 yang diperoleh melalui pembakaran belerang padat yang dimasukkan ke dalam tobong belerang.
- 7) Setelah nira yang sudah melewati bejana sulfikator akan ditampung dalam tangki nira mentah (NM) tersulfitor.
- 8) Kemudian nira dialirkan pada Juice Heater 2 atau PP2 (Pemanas Pendahuluan 2) untuk dipanaskan mencapai suhu 105°C dengan tujuan mengeluarkan gas atau udara yang terdapat dalam nira, sehingga tidak mengganggu proses pengendapan.
- 9) Selanjutnya nira dialirkan ke dalam single tray, sebelum dialirkan ke single tray, nira akan dilewatkan alat expander untuk membuang gas-gas yang mengakibatkan adanya gelembung udara dan mengganggu proses pengendapan. Sebelum masuk single tray nira akan ditambahkan dengan zat flocculan yang berfungsi mengendapkan kotoran yang terkandung dalam nira. Nira jernih yang keluar dari single tray kemudian dilakukan proses penyaringan untuk memisahkan antara nira jernih dan kotoran nira menggunakan DSM Screen yang hasilnya akan diproses ke PP3 (Pemanas Pendahuluan 3).
- 10) Nira kotor dari single tray selanjutnya akan diproses menggunakan rotary vacuum filter (RVF) dengan tujuan mengambil sukrosa dari nira kotor

semaksimal mungkin. Kemudian ditambahkan air panas yang kemudian menghasilkan blotong dan nira tapis. Blotong yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai kompos untuk lahan sendiri dan nira tapis akan ditampung dipenampungan nira mentah serta diolah kembali.

- 11) Nira jernih akan diproses lebih lanjut di Juice Heater 3 atau PP3 (Pemanas Pendahuluan 3) untuk dipanaskan mencapai suhu 110°C dengan tujuan membantu proses penguapan karena proses yang selanjutnya dilakukan adalah evaporator (penguapan) di stasiun penguapan.

d. Stasiun Penguapan

Stasiun penguapan bertujuan untuk menguapkan kandungan air yang terdapat pada nira encer sehingga diperoleh nira kental dengan ketentuan nilainya $>32^{\circ}\text{Be}$ atau (60-64% brix). Nira encer yang berasal dari stasiun pemurnian masih mengandung air dan akan diuapkan pada stasiun penguapan. PG. Padjarakan memiliki 7 unit evaporator dengan 6 evaporator yang aktif beroperasi dan 1 evaporator untuk cadangan. Proses penguapan menggunakan 5 BP (Badan Penguapan) yang dipasang secara seri dengan tujuan penghematan dalam penggunaan uap. Nira encer masuk ke BP1 (paralel 2 unit evaporator) untuk penguapan pendahuluan dengan panas suhu 105°C . Pada saat proses penguapan, suhu tidak boleh terlalu tinggi terutama di BP akhir karena dapat merusak sukrosa pada nira. Maka penguapan dilakukan dalam kondisi vacuum sehingga titik didih diturunkan hingga $\pm 60^{\circ}\text{C}$. Nira berturut-turut dialirkan masuk ke BP1, BP2, BP3, BP4 dan BP5 (akhir).

Uap nira dari BP5 (akhir) dengan suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$ akan dialirkan menuju kondensor (alat pengembun). Selanjutnya uap nira akhir berkontak langsung dengan air yang diinjeksikan ke dalam kondensor. Karena adanya kontak dengan air tersebut maka uap nira akan terkondensasi dan akan jatuh bersama menjadi air yang disebut air jatuhan (fall water). Air jatuhan suhunya $\pm 42^{\circ}\text{C}$ melalui saluran air yang tersedia dialirkan keluar untuk didinginkan dengan alat pendingin (cooling tower) yang selanjutnya dimanfaatkan lagi sebagai air injeksi sedangkan air embun dari uap pemanas dikeluarkan melalui pipa-pipa kondensat.

Nira kental yang keluar dari unit penguapan akan dibleaching (dipucatkan) terlebih dahulu ditangki sulfitir nira kental dengan mereaksikan gas SO_2 agar nantinya dihasilkan gula yang berwarna putih. Parameter proses bleaching akan mencapai penurunan pH 5,2. Kemudian setelah proses sulfitasi (bleaching), nira dialirkan ke peti nira tersulfitir yang akan diproses pada stasiun selanjutnya.

e. Stasiun Masakan (Kristalisasi)

Proses kristalisasi adalah proses terjadinya pengkristalan pada molekul-molekul sukrosa dari bentuk cair ke bentuk kristal pada pan masakan dengan cara menguapkan air yang masih terkandung dalam nira kental. Terbentuknya kristal dari nira dipengaruhi oleh sifat komponen nira, khususnya sifat kelarutan bahan. Karena yang akan dibuat adalah kristal sukrosa, maka yang utama berpengaruh adalah sifat sukrosa yang digunakan sebagai pengendali di dalam proses kristalisasi.

Nira kental yang keluar dari stasiun penguapan mempunyai kekentalan dengan nilai $>32^\circ \text{Be}$ atau (60-64% brix), kemudian di dalam stasiun masakan akan diuapkan kembali sampai tercapai kondisi jenuh. Di stasiun masakan PG. Padjarakan terdapat 3 tingkat pan masakan yaitu masakan A, masakan C dan masakan D. Untuk masakan A lama prosesnya sekitar 3-5 jam kemudian turun ke palung pendingin A. Masakan A ini menggunakan bahan dasar nira kental (diksap) dan klare *Super High Sugar* (SHS) dipadukan dengan bibitan (leburan gula halus) serta babonan C sebagai bibitan (inti kristal). Adapun sasaran untuk masakan A dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Sasaran masakan A

Sasaran Masakan A
Kristal :
1. Kasar (0,9-1,1 mm)
2. Putih
3. Rata
4. Mengkilap
5. Kuat
Pero (Stroop Tipis)
Tidak terdapat kristal palsu
HK 83-85%
Brix 94-96%
Bibitan dari gula halus atau babonan C

Setelah mencapai sasaran yang telah ditentukan, maka masakan A turun dari pan masakan. Selanjutnya, masakan A diputar di *High Grade Centrifugal* (HGC) menghasilkan stroop A, klare dan gula SHS dengan ukuran kristal sebesar 0,9-1,1 mm.

Masakan C lama prosesnya sekitar 4-6 jam kemudian turun ke palung pendingin C dan diputar di *Low Grade Centrifugal* (LGC) menghasilkan stroop C (yang digunakan untuk bibitan di masakan D) dan gula C (yang digunakan sebagai bibitan masakan A dengan ukuran kristal yang terbentuk adalah sebesar 0,5 mm). Masakan C ini menggunakan bahan dasar nira kental (diksap), stroop A dan babonan D. Adapun sasaran untuk masakan C dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Sasaran masakan C

Sasaran Masakan C
Kristal : 1. Rata (0,5 mm) 2. Kuat
Pero (Stroop Tipis)
Tidak terdapat kristal palsu
HK 72-75%
Brix 96-97%
Bibitan dari gula D2 atau babonan D

Masakan D lama prosesnya sekitar 7-8 jam, bahan dasar masakan D yaitu stroop A, stroop C ditambah dengan bibit fondan dan klare. Hasil dari masakan D yaitu gula D1, tetes, klare D2 dan gula D2 (yang akan digunakan sebagai bibitan masakan C dengan ukuran kristal sebesar 0,3-0,4 mm). Adapun sasaran untuk pan masakan D dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Sasaran masakan D

Sasaran Masakan D
Kristal : 1. Rata (0,3-0,4 mm) 2. Kuat
Pero (Stroop Tipis)
Tidak terdapat kristal palsu
HK 60%
Brix 98-99%
Bibitan dari fondan

Seluruh pan masakan harus dalam keadaan *vacuum* yang bertujuan untuk memudahkan dan mempercepat proses pemasakan. Pada awal musim giling proses masakan dimulai dari masakan C dengan bahan nira kental tersulfitir dan penambahan fondan (bibit gula) untuk memicu terbentuknya kristal gula yang lebih besar lagi. Untuk masakan D, pemakaian fondan dilakukan secara terus menerus selama masa giling. Penggunaan fondan pada masakan C hanya dilakukan seperlunya saja tergantung kualitas gula D2.

f. Stasiun Putaran dan Penyelesaian

Stasiun putaran dan penyelesaian bertujuan untuk memisahkan kristal gula dan stroop dari larutan induknya sehingga kristal bisa tahan lama. Pemisahan gula dari larutan induknya dilakukan dengan cara pemutaran dan penyaringan menggunakan gaya *centrifugal*. Dengan gaya *centrifugal* masakan akan terlempar menjauhi titik pusat dan stroop akan keluar melalui celah saringan. Ada 2 sistem putaran yaitu LGC (*Low Grade Centrifugal*) dan HGC (*High Grade Centrifugal*). LGC digunakan untuk memutar masakan C, D1 dan D2, sedangkan HGC digunakan untuk memutar masakan A dan SHS.

1) Putaran LGC (*Low Grade Centrifugal*)

Pada LGC putaran C digunakan untuk memutar masakan C. Proses pemutaran masakan C akan diperoleh stroop C dan gula C. Stroop C dikirim ke peti stroop C yang nantinya akan digunakan sebagai bahan pembesaran kristal pada masakan D, sedangkan gula C digunakan sebagai babonan C. Babonan gula C akan ditampung dalam palung yang selanjutnya akan digunakan untuk bahan masakan A2.

Pada LGC putaran D digunakan untuk memutar masakan D. Hasil pan masakan D dimasukkan ke dalam *crystalizer* yang memiliki elemen berupa air dingin dengan tujuan untuk mempercepat proses pendinginan sehingga bentuk kristalnya tetap terjaga dan tidak meleleh. Dari *crystalizer* dimasukkan ke dalam distributor D yang berfungsi untuk menjaga kontinuitas proses putaran D1. Pada putaran D1, masakan disiram dengan air secara kontinyu, hasil siraman berupa tetes dan magma D1. Tetes merupakan hasil samping yang bisa dimanfaatkan melalui proses tersendiri, sedangkan magma D1 dimasukkan dalam putaran D2 yang prinsip

kerjanya sama dengan putaran D1. Hasil putaran D2 adalah gula D2 (babonan D) dan klare D. Gula D2 digunakan untuk masakan C sedangkan klare D ditampung dalam peti penampungan. Dalam proses pemutaran dan pencucian kristal digunakan air dingin sebagai siraman agar diperoleh kristal gula yang bersih. Putaran LGC bekerja secara kontinyu dan dijalankan secara manual.

2) Putaran HGC (*High Grade Centrifugal*)

Terdiri dari putaran A dan putaran SHS. Putaran A digunakan untuk memutar masakan A yang keluar dari pan A dan menghasilkan gula A dan stroop A. Stroop A ditampung dalam peti penampungan dan gula A diputar diputar SHS yang kemudian menghasilkan gula SHS dan klare SHS. Klare SHS ditampung pada peti penampungan yang selanjutnya digunakan untuk bahan masakan A. Putaran HGC bekerja secara otomatis dan manual. Pengoperasian secara manual dilakukan hanya jika putaran mengalami masalah. Gula SHS yang keluar dari putaran kemudian dibawa menuju pengering, pendingin dan penyaringan.

Proses selanjutnya adalah tahap penyelesaian yang berupa proses pengeringan. Produk kristal gula yang diambil hanya yang berasal dari putaran A atau gula SHS (*super high sugar*). Gula ini kemudian dilewatkan melalui talang goyang 1 dan diangkat dengan *elevator* 1 menuju alat *sugar dryer*. Alat tersebut merupakan pengering dengan menghembuskan udara bersuhu 90°C yang dilanjutkan dengan proses pendinginan dengan alat *sugar cooler* yang mempunyai suhu 40°C sehingga diperoleh gula yang kering. Pada proses tersebut, gula tebu yang terbang akibat adanya hembusan dari bawah akan dihisap oleh *blower* IDF dan dibawa menuju *cyclone* untuk dipisahkan antara gula tebu dan udara. Setelah mengalami proses pengeringan pada *sugar dryer* dan pendinginan pada *sugar cooler*, maka gula diangkat menuju *elevator* 2 untuk dibawa ke penyaringan (*vibrating screen*) sehingga diperoleh gula hasil produksi dengan ukuran kristal yang seragam yaitu antara 0,9-1,3mm. Proses selanjutnya gula masuk ke *conveyor* dan melalui *elevator* 3 sampai ditampung di *sugar bin*.

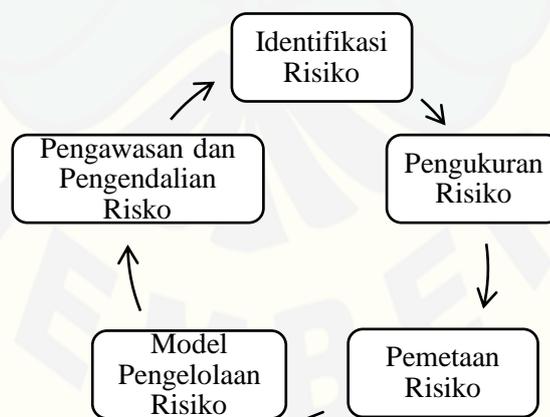
Proses selanjutnya adalah pengemasan gula. Gula yang telah ditampung di dalam *sugar bin* akan dikemas ke dalam karung dengan berat masing-masing karung sebesar 50 kg. Setelah gula produk melewati *magnet separation* untuk

menangkap unsur logam yang terikut dalam gula. Setelah melalui *magnet separation* kemudian karung yang berisi gula dijahit dan ditata di *stainfloor*. Setelah itu, karung yang berisi gula dibawa ke gudang penyimpanan.

2.4 Manajemen Risiko

Manajemen risiko merupakan suatu usaha untuk mengetahui, menganalisa serta mengendalikan risiko dalam setiap kegiatan perusahaan dengan tujuan untuk memperoleh efektifitas dan efisiensi yang lebih tinggi. Risiko karena mitra transaksi gagal bayar (*default*) disebut risiko kredit (*default*). Sementara itu, risiko karena kesalahan atau kegagalan orang atau sistem, proses atau faktor eksternal disebut risiko operasional (Sunaryo, 2009).

Menurut Kountur (2004), dalam menangani risiko-risiko yang ada dalam suatu perusahaan diperlukan suatu proses pengelolaan risiko. Proses manajemen atau pengelolaan risiko dapat dilakukan dengan mengidentifikasi risiko apa saja yang dihadapi, kemudian mengukur risiko untuk mengetahui probabilitas dan dampak risiko. Selanjutnya menangani risiko dengan memberikan usulan yang akan dilakukan sehingga segala kemungkinan kerugian dapat diminimalisir. Selanjutnya dilakukan evaluasi untuk mengetahui sejauh mana manajemen risiko telah diterapkan perusahaan. Adapun siklus manajemen risiko menurut Djohanputro (2008) dalam skripsi (Bawiynda, 2011) terdiri dari lima tahap seperti pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Siklus Manajemen Risiko

2.4.1 Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko merupakan tahap awal yang dilakukan dalam penerapan manajemen risiko. Kegiatan ini dilakukan untuk mengidentifikasi seluruh risiko pada seluruh aktivitas yang dilakukan di PG. Padjarakan yang berpotensi merugikan dan menguntungkan bagi perusahaan.

Kegiatan *off-farm* maupun *on-farm* dapat menimbulkan penurunan mutu produk yang diproduksi. Identifikasi risiko dapat dilakukan dengan proses wawancara bersama pakar yang bekerja di perusahaan. Kegiatan ini dilakukan pada faktor-faktor yang mempengaruhi kegiatan produksinya. Identifikasi risiko dapat dilakukan dengan identifikasi sumber-sumber risiko dan teknik pendukung lainnya.

2.4.2 Pengukuran Risiko

Pengukuran risiko mengacu pada dua faktor yaitu kuantitatif dan kualitatif. Kuantitatif risiko menyangkut berapa banyak nilai yang rentan terhadap risiko. Sedangkan kualitatif menyangkut kemungkinan suatu risiko muncul, semakin tinggi kemungkinan risiko terjadi maka semakin tinggi pula risikonya. Pada penelitian ini, pengukuran risiko dilakukan dengan logika *fuzzy* dengan bantuan *software* MatLab R2007b.

2.4.3 Pemetaan Risiko

Prinsip pemetaan merupakan penyusunan risiko berdasarkan kelompok-kelompok tertentu sehingga manajemen dapat mengidentifikasi karakter dari masing-masing risiko sehingga menetapkan tindakan yang sesuai terhadap masing-masing risiko.

2.4.4 Model Pengelolaan Risiko

Model pengelolaan risiko yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode *analytical hierarchy process* (AHP).

2.4.5 Monitor dan Pengendalian

Tahapan monitor dan pengendalian perlu dilakukan, dengan alasan sebagai berikut :

- a. Manajemen perlu memastikan bahwa pelaksanaan pengelolaan risiko berjalan sesuai dengan rencana.

- b. Manajemen juga perlu memastikan bahwa pelaksanaan pengelolaan risiko cukup efektif.

2.5 Logika Fuzzy

Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang *output* (Kusumadewi, 2004). Bojadziew G (1997) menyatakan bahwa logika *fuzzy* adalah perluasan dari banyaknya nilai logika di dalam arti dari pembentukan *fuzzy set* dan *fuzzy relation* sebagai *tool* menjadi sistem yang banyak nilai logika.

Beberapa aplikasi yang dapat diimplementasikan menggunakan logika *fuzzy* adalah transmisi otomatis pada mobil, kereta bawah tanah sendai mengontrol pemberhentian otomatis pada area tertentu, manajemen dan pengambilan keputusan, ekonomi, ilmu kedokteran dan biologi, klasifikasi dan pencocokan pola, psikologi, ilmu lingkungan riset operasi, teknik, dan lain-lain (Kusumadewi, 2003).

2.5.1 Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Sementara pembicaraan merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi batas atasnya.

2.5.2 Himpunan Crisp

Himpunan crisp adalah himpunan yang membedakan anggota dan non anggotanya dengan batasan yang jelas (Suyanto, 2007). Himpunan ini disimbolkan dengan huruf kecil (x, y, z). Himpunan *crisp* hanya ada 2 nilai keanggotaan (μ), yaitu : satu (1), yang berarti bahwa suatu item menjadi anggota dalam suatu himpunan, atau ; nol (0), yang berarti bahwa suatu item tidak menjadi anggota dalam suatu himpunan (Kusumadewi, 2004).

2.5.3 Variabel *Fuzzy*

Variabel *fuzzy* adalah variabel-variabel yang akan dibicarakan dalam suatu sistem *fuzzy*. Contoh : variabel Permintaan, variabel Persediaan dan variabel Produksi Barang.

2.5.4 Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* adalah himpunan-himpunan yang akan dibicarakan pada suatu variabel dalam sistem *fuzzy*. Himpunan *fuzzy* mempunyai 2 atribut, yaitu :

- a. Linguistik, yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami (Bojadziev, 2007). Misalnya : Variabel Permintaan [NAIK; TURUN], Variabel Persediaan [SEDIKIT; BANYAK], Variabel Produksi Barang [BERKURANG, BERTAMBAH].
- b. Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel.

Variabel-variabel yang ada, dapat dilihat pada 2.5.3 selanjutnya untuk masing-masing variabel tersebut akan ditentukan himpunan *fuzzy*. Contoh :

- a. Permintaan terdiri dari 2 Himpunan *Fuzzy*, yaitu NAIK dan TURUN
- b. Persediaan terdiri atas 2 Himpunan *Fuzzy*, yaitu SEDIKIT dan BANYAK
- c. Produksi Barang terdiri atas 2 Himpunan *Fuzzy*, yaitu BERKURANG dan BERTAMBAH

Sumber : Kusumadewi, (2004)

2.5.5 Domain Himpunan *Fuzzy*

Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diizinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif (Kusumadewi, 2004).

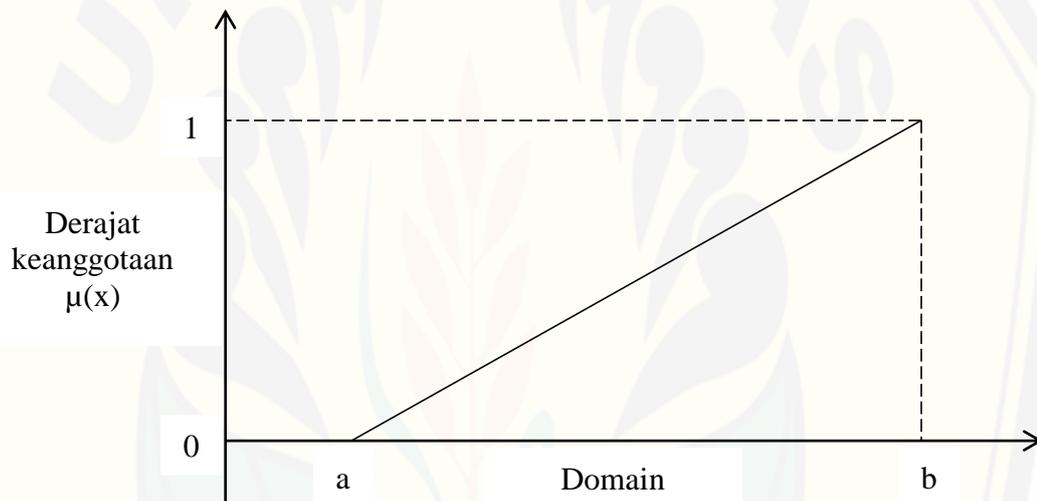
2.5.6 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan (*membership functions*) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya (sering juga disebut dengan derajat keanggotaan) yang memiliki interval dari 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah

melalui pendekatan fungsi. (Kusumadewi, 2004). Beberapa fungsi keanggotaan yang sering digunakan yaitu :

a. Representasi Linier

Pada representasi linier, pemetaan *input* ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Bentuk ini paling sederhana dan menjadi pilihan yang baik untuk mendekati suatu konsep yang kurang jelas. Ada 2 keadaan himpunan *fuzzy* yang linier. Pertama, kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol (0) bergerak ke kanan menuju ke nilai dominan yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.

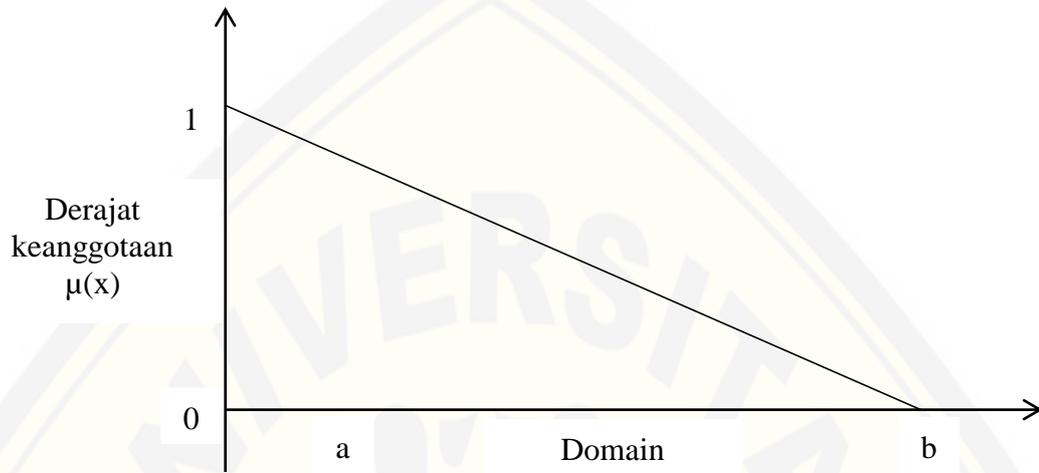


Gambar 2.4 Representasi linier naik

Fungsi keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & ; a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

Kedua, merupakan kebalikan yang pertama. Garis lurus dimulai dari nilai dominan dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai dominan yang memiliki derajat keanggotaan yang lebih rendah.



Gambar 2.5 Representasi linier turun

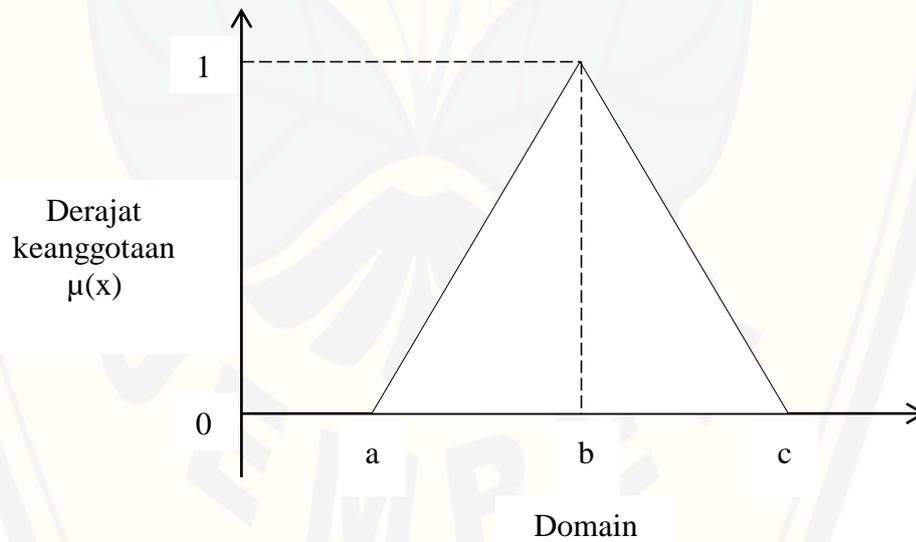
Fungsi keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$

Sumber: Kusumadewi (2004)

b. Representasi Kurva Segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linier).



Gambar 2.6 Kurva segitiga

Fungsi keanggotaan :

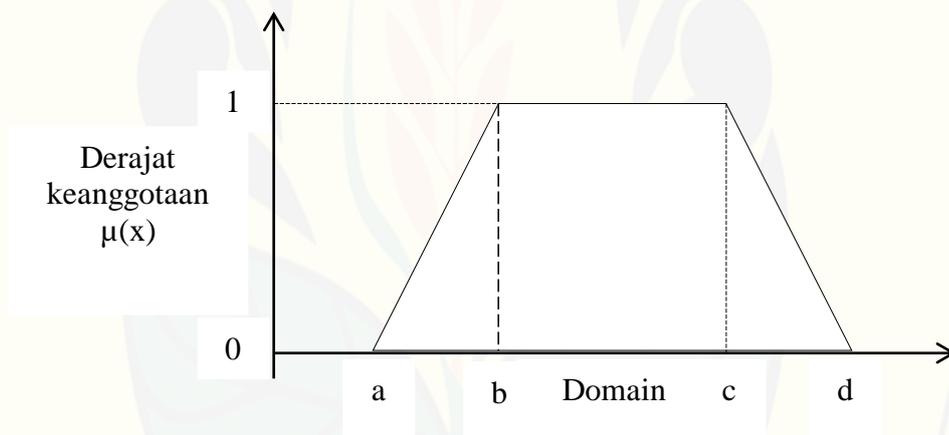
$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{b-x}{c-b}; & b \leq x \leq c \end{cases}$$

Sumber: Kusumadewi (2004)

Dimana x adalah variabel yang akan dicari, a adalah batas bawah, b adalah batas tengah, dan c adalah batas atas.

c. Representasi Kurva Trapesium

Fungsi ini terdapat beberapa nilai x yang memiliki derajat keanggotaan sama dengan 1, yaitu ketika $b \leq x \leq c$. Tetapi, derajat keanggotaan untuk $a < x < b$ dan $c < x \leq d$ memiliki karakteristik yang sama dengan fungsi segitiga.



Gambar 2.7 Kurva trapesium

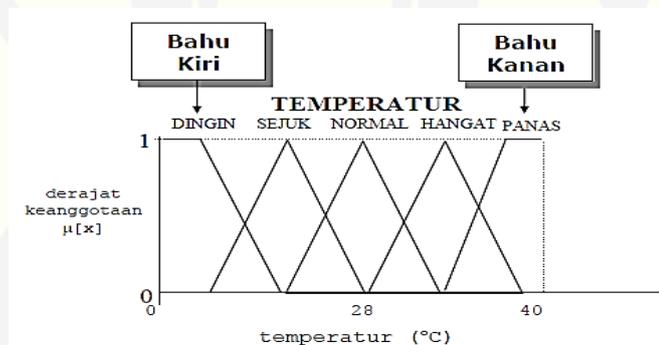
Fungsi keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & x \geq c \end{cases}$$

Sumber: Kusumadewi (2004)

d. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Daerah yang terletak di tengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga, pada sisi kanan dan kirinya akan naik dan turun (misalkan : DINGIN bergerak ke SEJUK bergerak ke HANGAT dan bergerak ke PANAS). Tetapi terkadang salah satu sisi dari variabel tersebut tidak mengalami perubahan. Sebagai contoh, apabila telah mencapai kondisi PANAS, kenaikan temperature akan tetap berada pada kondisi PANAS. Himpunan *fuzzy* “bahu”, bukan segitiga, digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah *fuzzy*. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah, demikian juga bahu kanan bergerak dari salah ke benar.

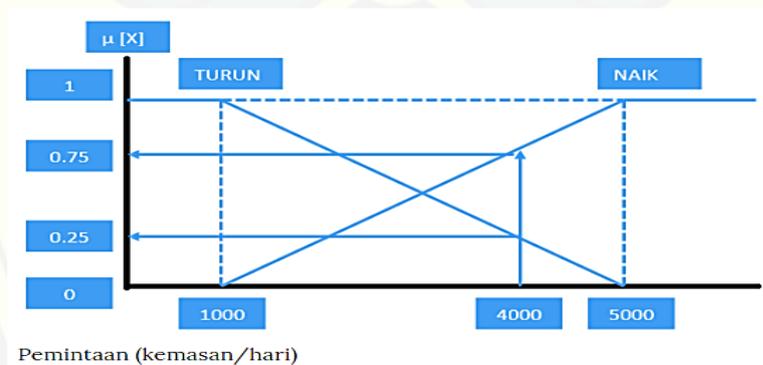


Gambar 2.8 Kurva bentuk bahu

Sumber: Kusumadewi (2004)

Fungsi Keanggotaan untuk variabel-variabel yang terdapat pada 2.4.3 adalah sebagai berikut :

a. Permintaan (x) terdiri dari 2 Himpunan *Fuzzy*, yaitu NAIK dan TURUN



Gambar 2.9 Himpunan *fuzzy* pada variabel permintaan

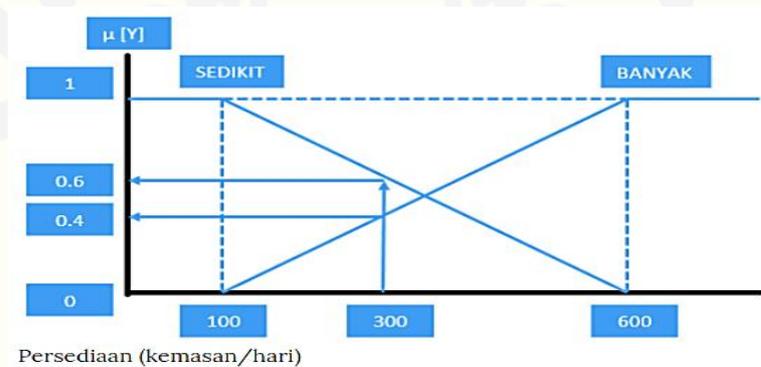
Fungsi keanggotaan Variabel Permintaan sebagai berikut :

Diketahui: Nilai $[x]= 4.000$

$$\mu_{\text{PermintaanTURUN}}[x] = \begin{cases} 1; & x \leq 1.000 \\ \frac{(5.000 - x)}{(5.000 - 1.000)}; & 1.000 \leq x \leq 5.000 \\ 0; & x \geq 5.000 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{PermintaanNAIK}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 1.000 \\ \frac{(x - 1.000)}{(5.000 - 1.000)}; & 1.000 \leq x \leq 5.000 \\ 1; & x \geq 5.000 \end{cases}$$

b. Persediaan (y) terdiri atas 2 Himpunan *Fuzzy*, yaitu SEDIKIT dan BANYAK



Gambar 2.10 Himpunan *fuzzy* pada variabel persediaan

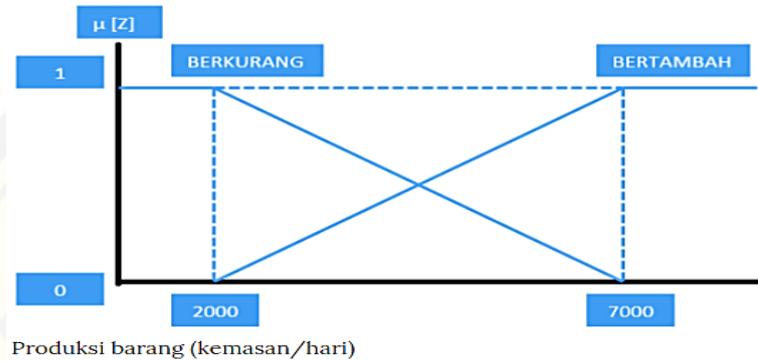
Fungsi keanggotaan Variabel Persediaan sebagai berikut :

Diketahui: Nilai $[y]= 300$

$$\mu_{\text{PersediaanSEDIKIT}}[y] = \begin{cases} 1; & y \leq 100 \\ \frac{(600 - y)}{(600 - 100)}; & 100 \leq y \leq 600 \\ 0; & y \geq 600 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{PersediaanBANYAK}}[y] = \begin{cases} 0; & y \leq 100 \\ \frac{(y - 100)}{(600 - 100)}; & 100 \leq y \leq 600 \\ 1; & y \geq 600 \end{cases}$$

- c. Produksi Barang (z) terdiri atas 2 Himpunan *Fuzzy*, yaitu BERKURANG dan BERTAMBAH



Gambar 2.11 Himpunan *fuzzy* pada variabel produksi barang

Fungsi keanggotaan Variabel Produksi Barang sebagai berikut :

$$\mu_{\text{Prod. Brg BERKURANG}}[z] = \begin{cases} 1; & z \leq 200 \\ \frac{(7.000 - z)}{(7.000 - 2.000)}; & 2.000 \leq z \leq 7.000 \\ 0; & z \geq 7.000 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Prod. Brg BERTAMBAH}}[z] = \begin{cases} 0; & z \leq 2.000 \\ \frac{(z - 2.000)}{(7.000 - 2.000)}; & 2.000 \leq z \leq 7.000 \\ 1; & z \geq 7.000 \end{cases}$$

2.5.7 Metode Mamdani (Max-Min)

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama Metode Max-Min. Menggunakan MIN pada fungsi implikasi, dan MAX pada komposisi antar fungsi implikasi. Diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975 (Kusumadewi, 2004). Ada beberapa tahapan yang diperlukan untuk mendapatkan output, adalah sebagai berikut :

- a. Pembentukan himpunan *fuzzy*

Variabel *input* maupun variabel *output* dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

b. Aplikasi fungsi implikasi

Pada metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min. Contoh dari fungsi implikasi berdasarkan variabel yang terdapat pada 2.5.3 sebagai berikut :

- [R1] IF Permintaan TURUN And Persediaan BANYAK
THEN Produksi Barang BERKURANG
 $\alpha_{\text{Predikat}_1} = \mu_{\text{PermintaanTurun}} \cap \mu_{\text{PersediaanBanyak}}$
 $= \min(0,25; 0,4)$
 $= 0,25$
- [R2] IF Permintaan TURUN And Persediaan SEDIKIT
THEN Produksi Barang BERKURANG
 $\alpha_{\text{Predikat}_2} = \mu_{\text{PermintaanTurun}} \cap \mu_{\text{PersediaanSedikit}}$
 $= \min(0,25; 0,6)$
 $= 0,25$
- [R3] IF Permintaan NAIK And Persediaan BANYAK
THEN Produksi Barang BERTAMBAH
 $\alpha_{\text{Predikat}_3} = \mu_{\text{PermintaanNaik}} \cap \mu_{\text{PersediaanBanyak}}$
 $= \min(0,75; 0,4)$
 $= 0,4$
- [R4] IF Permintaan NAIK And Persediaan SEDIKIT
THEN Produksi Barang BERTAMBAH
 $\alpha_{\text{Predikat}_4} = \mu_{\text{PermintaanNaik}} \cap \mu_{\text{PersediaanSedikit}}$
 $= \min(0,75; 0,6)$
 $= 0,6$

c. Komposisi Aturan

Tidak seperti penalaran monoton, apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan. Ada 3 metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy* yaitu max, additive dan probabilistic OR (probor).

1) Metode Max (Maximum)

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy*, dan mengaplikasikannya ke *output* dengan menggunakan operator OR (*union*). Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka *output* akan berisi suatu himpunan *fuzzy*

yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan :

$$\mu_{sf}(x_i) = \max(\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(x_i))$$

Keterangan :

$\mu_{sf}(x_i)$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}(x_i)$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i

a. Metode Additive (Sum)

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan *bounded-sum* terhadap semua *output* daerah *fuzzy*. Secara umum dapat dituliskan :

$$\mu_{sf}(x_i) = \min(1, \mu_{sf}(x_i) + \mu_{kf}(x_i))$$

Keterangan :

$\mu_{sf}(x_i)$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}(x_i)$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i

b. Metode Probabilistik OR (probor)

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan *product* terhadap semua *output* daerah *fuzzy*. Secara umum dapat dituliskan :

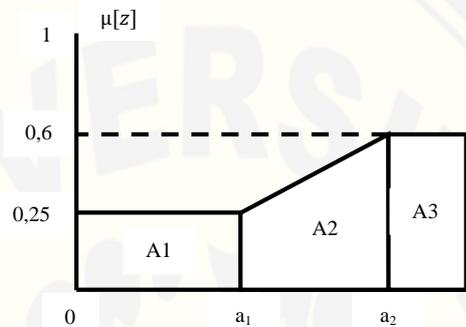
$$\mu_{sf}(x_i) = (\mu_{sf}(x_i) + \mu_{kf}(x_i)) - (\mu_{sf}(x_i) * \mu_{kf}(x_i))$$

Keterangan :

$\mu_{sf}(x_i)$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}(x_i)$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i

Hasil aplikasi fungsi implikasi dari setiap aturan, digunakan metode Max untuk melakukan komposisi antarsemua aturan. Hasil komposisi tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Daerah hasil komposisi produksi barang

Pada Gambar 2.12 tersebut, daerah hasil kita bagi menjadi 3 bagian yaitu A1, A2 dan A3. Sekarang kita cari nilai a_1 dan a_2 .

$$\frac{(a_1 - 2.000)}{5.000} = 0,25 \rightarrow a_1 = 3.250$$

$$\frac{(a_2 - 2.000)}{5.000} = 0,60 \rightarrow a_2 = 5.000$$

Dengan demikian, fungsi keanggotaan untuk hasil komposisi :

$$\mu[z] = \begin{cases} 0,25; & z \leq 3.250 \\ \frac{(x - 2.000)}{5.000}; & 3.250 \leq z \leq 5.000 \\ 0,6; & z \geq 5.000 \end{cases}$$

d. Penegasan (*defuzzy*)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Defuzzifikasi yang digunakan adalah Metode *Centroid (Composite Moment)*, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*) daerah *fuzzy*. Secara umum dirumuskan :

$$z^* = \frac{\sum_{i=0}^n z_i \mu_c(z_i)}{\sum_{i=0}^n \mu_c(z_i)}$$

Contoh proses defuzzyfikasi (Centroid) sebagai berikut :

$$M1 = \int_0^{3.250} (0,25)z \, dz$$

$$= 0,125z^2 \Big|_0^{3.250}$$

$$= 1.320.312,5$$

$$M2 = \int_{3.250}^{5.000} \frac{(z - 2.000)}{5.000} z \, dz$$

$$= \int_{3.250}^{5.000} (0,0002z^2 - 0,4z) \, dz$$

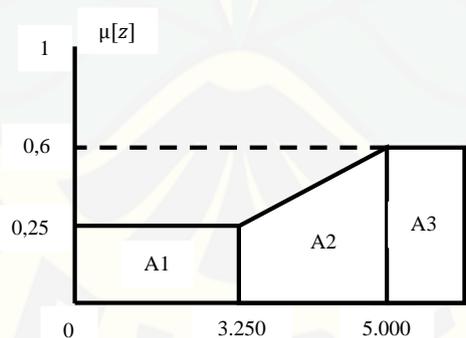
$$= 0,000067z^3 - 0,2z^2 \Big|_{3.250}^{5.000}$$

$$= 3.187.515,625$$

$$M3 = \int_{5.000}^{7.000} (0,6)z \, dz$$

$$= 0,3z^2 \Big|_{5.000}^{7.000}$$

$$= 7.200.000$$



Kemudian menghitung luas setiap daerah sebagai berikut :

$$A1 = 3.250 \times 0,25 = 812,5$$

$$A2 = (0,25 + 0,6) \times (5.000 - 3.250) / 2 = 743,75$$

$$A3 = (7.000 - 5.000) \times 0,6 = 1.200$$

Titik pusat dapat diperoleh dari perhitungan berikut ini :

$$z^* = \frac{1.320.312,5 + 3.187.515,625 + 7.200.000}{812,5 + 743,75 + 1.200}$$
$$z^* = 4.247,74$$

Sumber : Kusumadewi (2004)

2.6 Analytical Hierarchy Process (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) merupakan suatu model pendekatan yang memberikan kesempatan bagi para perencana dan pengelola program bidang untuk dapat membangun gagasan-gagasan atau ide-ide dan mendefinisikan persoalan-persoalan yang ada dengan cara membuat asumsi-asumsi dan selanjutnya mendapatkan pemecahan yang diinginkannya. Penggunaan metode AHP menerapkan dengan cerdas pendekatan matematis yang kompleks namun berdasarkan pendekatan kualitatif yang dapat diterima oleh semua *stakeholder* dan pengelola program (Kusuma dkk, 2014).

Metode AHP ini memberikan kesempatan bagi perorangan maupun kelompok untuk membangun gagasan yang mengidentifikasi persoalan dengan cara membuat asumsi dan membuat pemecahan yang diinginkan secara kuantitatif. Setiap elemen ini nantinya akan disusun ke dalam suatu struktur hierarki. Analisis dengan metode AHP ini akan menunjukkan tingkat pengaruh kriteria yang satu terhadap kriteria lainnya. Hasil dari AHP ini nantinya akan memberikan alternatif strategi pengendalian risiko mutu yang sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai oleh Pabrik Gula Padjarakan. (Saaty dkk, 1993).

AHP dikembangkan oleh Prof. Thomas L. Saaty, seorang Guru Besar Matematika dari University of Pittsburgh pada tahun 1970. Metode AHP merupakan alat bantu sistem pendukung keputusan yang dinilai luas untuk penyelesaian *problem* keputusan multi kriteria. Adapun kerangka kerjanya yaitu :

1. Identifikasi faktor penyebab

Tidak terdapat prosedur yang pasti untuk mendefinisikan elemen-elemen sistem seperti goal, kriteria, sub kriteria dan alternatif-alternatif yang dilakukan untuk suatu sistem hierarki. Fokus utama terletak pada pemilihan tujuan, kriteria

dan aktifitas yang membentuk sistem hierarki tersebut. Elemen-elemen sistem dapat diidentifikasi berdasarkan kemampuan analisis untuk menemukan unsur-unsur yang dapat dilibatkan dalam suatu sistem. Identifikasi sistem dilakukan dengan mempelajari literatur dan berdiskusi dengan para pakar untuk memperkaya ide dan konsep yang relevan dengan masalah.

2. Penyusunan hierarki

Hierarki merupakan abstraksi struktur suatu sistem yang mempelajari fungsi interaksi antar elemen-elemen dan dampaknya terhadap suatu sistem. Tidak ada aturan khusus dalam menyusun model dari suatu sistem hierarki, juga tidak terdapat batasan tertentu mengenai jumlah tingkatan struktur keputusan yang terstratifikasi dan unsur pada setiap tingkat keputusan. Hierarki pada kali ini akan terdiri dari lima tingkatan. Tingkat pertama merupakan fokus (pemilihan strategi pengendalian), tingkat kedua merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi, tingkat ketiga adalah aktor-aktor yang berperan, tingkat keempat yaitu tujuan-tujuan yang ingin dicapai, dan tingkat kelima terdiri dari pilihan alternatif strategi yang ditawarkan.

3. Menyusun matriks perbandingan berpasangan

Matriks banding berpasangan dimulai dari puncak hierarki untuk fokus G, yang merupakan dasar untuk melakukan perbandingan antar unsur yang terkait yang ada di tingkatan selanjutnya. Perbandingan berpasangan yang pertama dilakukan pada unsur tingkat kedua (F1, F2, hierarki (tingkat pertama).

4. Mengumpulkan semua pertimbangan yang diperlukan untuk mengembangkan perangkat matriks pada langkah yang ketiga.

Setelah matriks perbandingan berpasangan antar unsur dibuat, kemudian dilakukan perbandingan berpasangan antara setiap unsur pada kolom ke- i dengan setiap unsur pada baris ke- j yang berhubungan dengan fokus G. Untuk mengisi matriks banding berpasangan, digunakan skala banding yang tertera pada tabel 2.7. Angka-angka tersebut menggambarkan kepentingan relatif suatu unsur terhadap unsur lainnya sehubungan dengan sifat atau kriteria tertentu. Pengisian matriks hanya untuk bagian diatas pada garis diagonal dari kiri atas ke kanan bawah.

Tabel 2.7 Skala dasar perbandingan

Intensitas Tingkat Kepentingan	Definisi
1	Sama penting
3	Sedikit lebih penting
5	Lebih penting
7	Sangat lebih penting
9	Mutlak lebih penting
2, 4, 6, 8	Nilai diantara kedua dipertimbangkan
Nilai kebalikan	Nilai tingkat kepentingan jika dilihat dari arah yang berlawanan. Misalnya jika A sedikit lebih penting dari B (intensitas 3), maka berarti B sedikit kurang penting dibanding A (intensitas 1/3).

Sumber: Saaty (1998)

- Memasukkan nilai kebalikannya beserta nilai bilangan 1 sepanjang diagonal utama, prioritas dicari dan konsistensi diuji

Angka 1 sampai 9 digunakan bila F_i lebih mendominasi atau mempengaruhi sifat G dibandingkan dengan F_j . Sedangkan bila F_i kurang mendominasi atau kurang mempengaruhi sifat G dibandingkan F_j maka digunakan angka kebalikannya. Matriks dibawah garis diagonal utama diisi dengan nilai-nilai kebalikannya. Contoh: bila unsur F_{34} memiliki nilai 7 unsur F_{43} adalah $1/7$.

- Melaksanakan langkah 3, 4, dan 5 untuk semua tingkat dan gugusan dalam hierarki tersebut

Perbandingan dilanjutkan untuk semua unsur pada setiap tingkat keputusan yang terdapat pada suatu hierarki, berkenaan dengan kriteria unsur di atasnya. Matriks perbandingan dalam metode AHP dibedakan menjadi Matriks Pendapat Individu (MPI) dan Matriks Pendapat Gabungan (MPG). MPI adalah matriks perbandingan yang dilakukan oleh individu. MPI memiliki unsur yang disimbolkan dengan a_{ij} yaitu unsur Matriks pada baris ke- i dalam kolom ke- j (tabel 2.8). MPG adalah susunan matriks baru (tabel 2.9) yang unsurnya (g_{ij}) berasal dari rata-rata geometrik pendapat-pendapat individu/pakar yang rasio inkonsistensinya lebih kecil atau sama dengan 10%, dan setiap unsur pada baris dan kolom yang sama dari MPI yang satu dengan MPI yang lain tidak terjadi konflik. Nilai-nilai pada MPI

dapat diubah-ubah individu/pakar yang bersangkutan hingga diperoleh hasil yang memuaskan, namun jika ada MPI yang tidak memenuhi persyaratan rasio inkonsistensi maka MPI tersebut tidak diikuti dalam analisis.

Tabel 2.8 Matriks pendapat individu

G	A ₁	A ₂	A ₃		A _n
a ₁	a ₁₁	a ₁₂	a ₁₃		a _{1n}
a ₂	a ₂₁	a ₂₂	a ₂₃		a _{2n}
a ₃	a ₃₁	a ₃₂	a ₃₃		a _{3n}
A _n	a _{n1}	a _{n2}	a _{n3}		a _{nn}

Tabel 2.9 Matriks pendapat gabungan

G	G ₁	G ₂	G ₃		G _n
g ₁	g ₁₁	g ₁₂	g ₁₃		g _{1n}
g ₂	g ₂₁	g ₂₂	g ₂₃		g _{2n}
g ₃	g ₃₁	g ₃₂	g ₃₃		g _{3n}
G _n	G _{n1}	G _{n2}	G _{n3}		g _{nn}

7. Mensintesis prioritas untuk melakukan membobotkan vektor-vektor prioritas.

Menggunakan komposisi secara hierarki (sintesis) untuk membobotkan vektor-vektor prioritas dengan bobot kriteria-kriteria dan menjumlahkan semua nilai prioritas terbobot yang bersangkutan dengan nilai prioritas dari tingkat bawah berikutnya dan seterusnya. Hasilnya adalah vektor prioritas menyeluruh untuk tingkat hierarki paling bawah. Jika hasilnya ada beberapa buah, boleh diambil nilai rata-rata aritmetriknya. Pengolahan matriks pendapat terdiri dari dua tahap yaitu pengolahan horizontal dan pengolahan vertikal. Kedua jenis pengolahan tersebut dilakukan untuk MPI dan MPG. Pengolahan vertikal dilakukan setelah MPI dan MPG diolah secara horizontal, dimana MPI dan MPG harus memenuhi persyaratan inkonsistensi.

Jika responden (pakar) yang digunakan lebih dari satu orang, maka pendapat dari masing-masing pakar perlu diagregasi terlebih dahulu membentuk matriks pendapat gabungan. Matriks pendapat gabungan merupakan matriks baru yang elemen-elemennya berasal dari rata-rata gabungan matriks elemen pendapat individual. Model matematika dalam penyusunan matriks pendapat gabungan adalah sebagai berikut:

$$g(ij) = \sqrt[m]{\prod_{k=1}^m (a_{ij})^k}$$

Keterangan :

- g (ij) = elemen MPG baris ke-i kolom ke-j
 m = jumlah responden (pakar)
 (a_{ij})^k = elemen baris ke-i kolom ke-j dari MPI ke-k
 $\prod_{k=1}^m$ = perkalian dari elemen k = 1 sampai k = m

a. Pengolahan horizontal

Pengolahan secara horizontal menunjukkan prioritas suatu elemen dalam satu tingkat terhadap elemen lain pada tingkat di atasnya. Terdiri dari tiga bagian yaitu penentuan vektor prioritas (vektor eigen), uji konsistensi, dan revisi MPI dan MPG yang memiliki rasio inkonsistensi tinggi. Rumus-rumus yang digunakan adalah :

- Perkalian baris (Z),

$$Z_i = \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n a_{ij}}$$

- Perhitungan vektor prioritas (VP) atau eigen vektor,

$$VP = \frac{\sqrt[n]{\prod_{k=1}^n a_{ij}}}{\sum_{i=1}^n \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n a_{ij}}}$$

- Perhitungan nilai eigen maksimum (λ_{max}),

$$VA = (a_{ij}) \times VP \quad \text{dengan } VA = (V_{ai})$$

$$VB = \frac{VA}{VP} \quad \text{dengan } VB = (V_{bi})$$

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i \quad \text{untuk } i_n$$

- Perhitungan indeks inkonsistensi (CI),

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

- Perhitungan rasio inkonsistensi (CR),

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

RI merupakan indeks acak (*random index*) yang dikeluarkan oleh Oak Ridge Laboratory (Saaty, 1993) dari matriks yang berorde 1-15 yang menggunakan contoh yang berukuran 100 (tabel 2.10). Nilai rasio inkonsistensi (CR) yang lebih kecil atau sama dengan 0,1 merupakan nilai yang mempunyai tingkat konsistensi yang baik dan dapat dipertanggungjawabkan. Hal ini disebabkan karena CR merupakan tolak ukur bagi konsisten atau tidaknya suatu hasil perbandingan berpasangan dalam suatu matriks pendapat.

Tabel 2.10 *Random consistency index (RI)*

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,525	0,882	1,115	1,252	1,341	1,404	1,452	1,484

b. Pengolahan vertikal

Pengolahan vertikal menunjukkan prioritas setiap elemen terhadap elemen yang lainnya dalam satu tingkatan. Pengolahan vertikal dilakukan dengan menyusun prioritas pengaruh setiap unsur pada tingkat hierarki keputusan tertentu terhadap sasaran utama atau fokus. Bila C_{vij} didefinisikan sebagai nilai prioritas pengaruh unsur ke- j pada tingkat ke- i terhadap sasaran utama, maka :

$$C_{vij} = \sum C_{hij}(t; i = 1) \times VW(t; i - 1) \quad \text{untuk } i=1, 2, \dots$$

Keterangan :

$C_{hij}(t; i = 1)$ = nilai prioritas yang ke- i terhadap unsur ke- t pada tingkat di atasnya ($i=1$), yang diperoleh dari hasil pengolahan horizontal.

$VW(t; i - 1)$ = nilai prioritas pengaruh unsur ke- t pada tingkat ke ($i-t$) terhadap sasaran utama, yang diperoleh dari hasil pengolahan horizontal.

8. Mengevaluasi inkonsistensi untuk seluruh hierarki

Tahap ini dilakukan dengan mengalikan setiap indeks konsistensi dengan prioritas-prioritas kriteria yang bersangkutan dan menjumlahkan hasil kalinya. Hasil ini dibagi dengan pernyataan sejenis yang menggunakan indeks konsistensi acak, yang sesuai dengan dimensi masing-masing matriks. Dengan cara yang sama setiap indeks konsistensi acak juga dibobot berdasarkan prioritas kriteria yang

bersangkutan dan hasilnya dijumlahkan. Rasio inkonsistensi harus bernilai kurang dari atau sama dengan 10%. Rasio inkonsistensi diperoleh setelah matriks diolah secara horizontal dengan software komputer *Microsoft Excel* 2010. Jika rasio inkonsistensi mempunyai nilai yang lebih besar dari 10%, maka mutu informasi harus ditinjau kembali dan diperbaiki antara lain dengan memperbaiki cara penggunaan pertanyaan saat pengisian ulang kuesioner dan lebih mengarahkan pakar yang mengisi kuesioner. Jika tindakan ini gagal memperbaiki konsistensi, ada kemungkinan persoalan ini tak terstruktur secara tepat, yaitu elemen-elemen sejenis tidak dikelompokkan di bawah suatu kriteria yang bermakana. Maka kita perlu balik ke langkah 2, meskipun mungkin hanya bagian-bagian persoalan dari hierarki itu yang perlu diperbaiki.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah kuesioner fuzzy, kuesioner AHP, perangkat keras komputer, serta perangkat lunak utama dalam pengolahan data penelitian yaitu Microsoft Excel 2010, *software* Expert Choice 2011 dan *software* MatLab R2007b.

3.1.2 Bahan

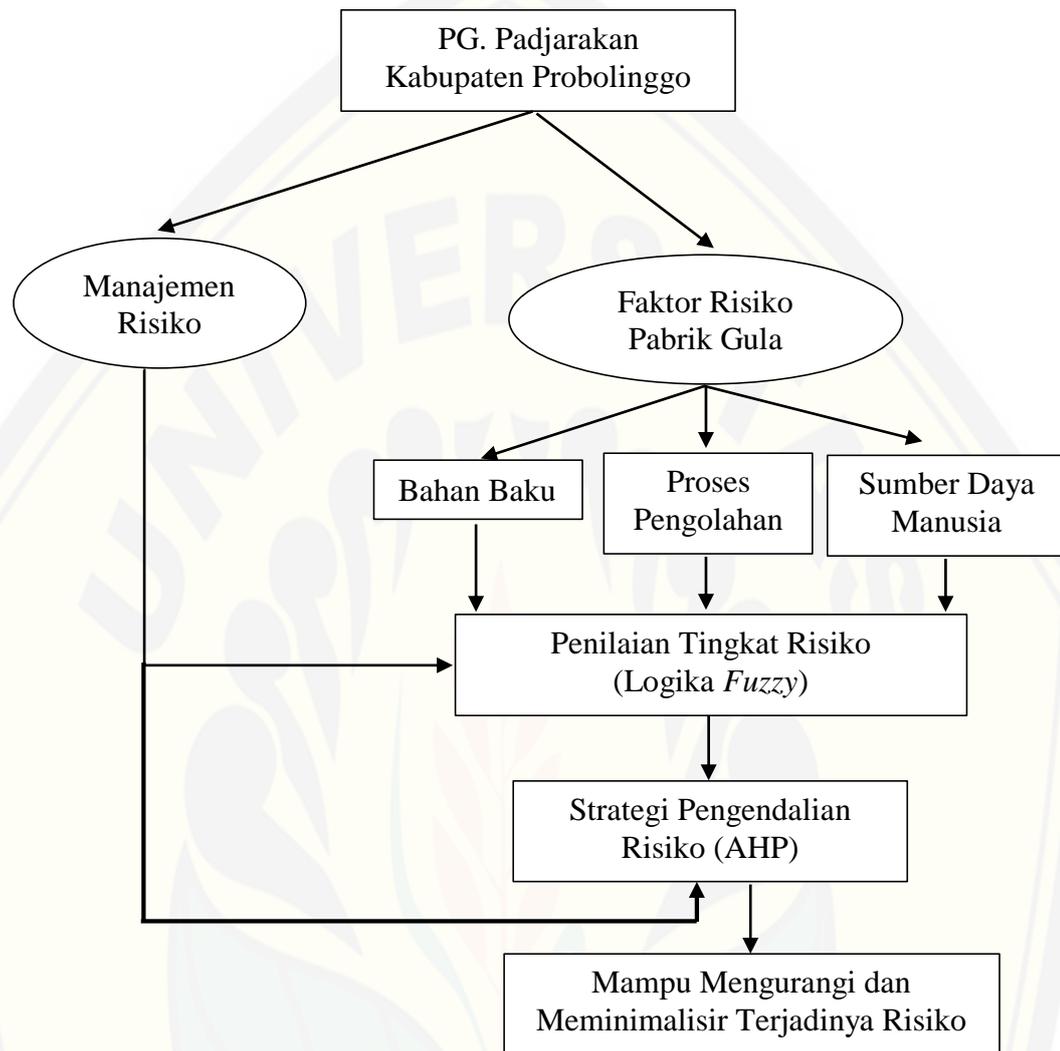
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuesioner pakar yaitu, kuesioner fuzzy, kuesioner bobot faktor, kuesioner penilaian *rulebase*, dan kuesioner AHP.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pabrik Gula Padjarakan Kabupaten Probolinggo. Waktu penelitian dilakukan pada bulan April sampai Juni 2018

3.3 Kerangka Pemikiran

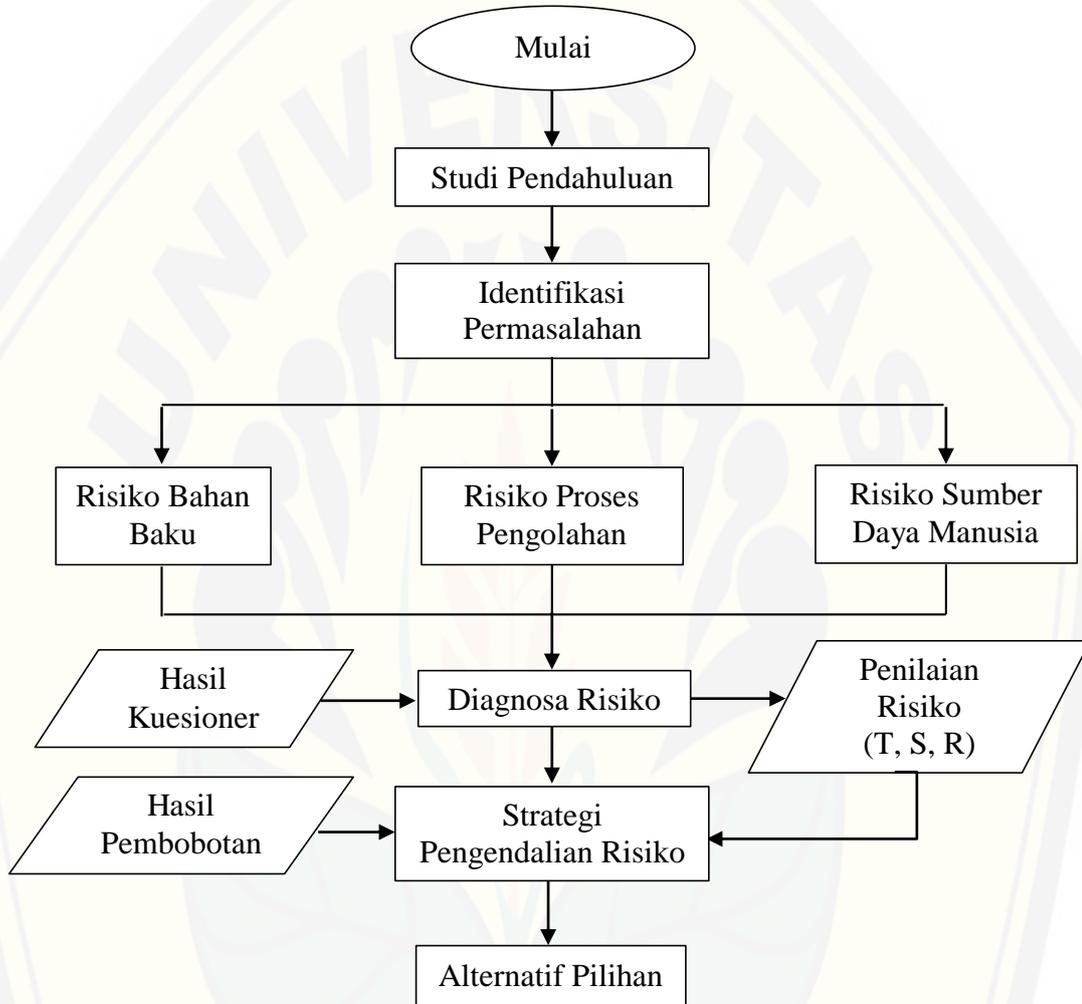
Risiko yang diperoleh berdasarkan hasil wawancara bersama pakar yang ada di Pabrik Gula Padjarakan. Logika *fuzzy* untuk penilaian tingkat risiko serta membantu menjelaskan ketidakpastian batas antar indikator setiap risiko yang disebabkan oleh penilaian manusia untuk mendukung keputusan. Hasil diagnosis penilaian faktor risiko nantinya akan dilakukan strategi pengendalian risiko mutu menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP).



Gambar 3.1 Kerangka pemikiran

3.4 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan penelitian yang akan dilakukan oleh peneliti untuk menyelesaikan tugas akhir, seperti gambar 3.2



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian

1. Studi Pendahuluan

Tahapan ini merupakan tahapan awal dalam pelaksanaan penelitian yang mencakup observasi lapang, survei pakar dan studi pustaka.

2. Identifikasi Permasalahan

Tahapan ini bertujuan untuk menemukan risiko-risiko yang dihadapi oleh Pabrik Gula Padjarakan, yang meliputi risiko bahan baku, proses pengolahan, dan sumber daya manusia. Tahapan ini mencakup survei serta diskusi dengan pakar.

Hasil kajian pustaka ini selanjutnya didiskusikan dengan pakar untuk mendapat justifikasi. *Output* tahapan ini adalah risiko-risiko yang dihadapi oleh Pabrik Gula Padjarakan.

3. Diagnosa Risiko

Tahapan ini bertujuan untuk menilai risiko-risiko yang telah teridentifikasi pada Pabrik Gula Padjarakan. Analisis risiko bahan baku, proses pengolahan, dan sumber daya manusia dibantu dengan kuesioner *fuzzy*. Kuesioner yang telah dibuat dan telah didiskusikan terlebih dahulu untuk mengartikan pendapat pakar yang kemudian dianalisis menggunakan *software* MatLab sebagai alat bantu. *Output* tahapan ini adalah tingkat risiko yang dihadapi oleh Pabrik Gula Padjarakan.

4. Strategi Pengendalian Risiko

Strategi pengendalian risiko disusun berdasarkan skenario yang dihasilkan dari sistem pakar yang selanjutnya dibuat manajemen risiko untuk mengatasi risiko tersebut. Perumusan strategi pengendalian risiko akan dilakukan menggunakan kuesioner AHP dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

3.5 Metode Pengumpulan Data

Data yang akan dikumpulkan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui proses wawancara dan diskusi dengan pakar menggunakan panduan pengisian kuesioner. Pakar yang dilibatkan dalam penelitian ini sebanyak 3 serta memiliki keahlian dibidang pengolahan gula dan manajemen agroindustri, khususnya bidang manajemen risiko pada Pabrik Gula Padjarakan.

Data sekunder diperoleh dari studi pustaka untuk memperoleh landasan teori dan data penunjang yang berkaitan dengan topik penelitian. Data sekunder juga bisa diperoleh melalui penelusuran data pada instansi terkait.

3.6 Metode Pengolahan Data

3.6.1 Diagnosa Risiko

a. Identifikasi Masalah atau Sistem

Identifikasi masalah atau sistem bertujuan untuk mendapatkan faktor-faktor risiko yang terdapat pada Pabrik Gula Padjarakan berdasarkan hasil wawancara dengan pakar. Adapun indikator-indikator yang digunakan pada setiap faktor risiko dapat dilihat ada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Indikator-indikator risiko

No	Faktor Risiko	Indikator
1.	Bahan Baku	a. Budidaya tanaman b. Perawatan tanaman c. Jadwal terbang angkut d. Waktu tunggu giling
2.	Proses Pengolahan	a. <i>Vacuum</i> masakan b. <i>Vacuum</i> penguapan c. Proses pemurnian d. <i>Supplay</i> uap
3.	Sumber Daya Manusia	a. Jadwal pelatihan/ <i>training</i> b. Kejelihan panca indera c. Kontrol rutin d. Motivasi kerja

Sumber: Data diolah (2018)

b. Akuisisi Pengetahuan

Metode akuisisi yang digunakan untuk membangun sistem pakar ini adalah kuesioner dan wawancara dengan pakar di bidang industri gula. Selain pakar, sumber pengetahuan yang lain berasal dari buku referensi serta hasil-hasil penelitian terkait.

c. Representasi Pengetahuan

Representasi pakar bertujuan untuk membuat basis pengetahuan dalam sistem pakar berdasarkan akuisisi pengetahuan pakar. Representasi pengetahuan pada penelitian ini menggunakan metode *fuzzy*. Dengan cara ini, menurut Marimin (2005) suatu keadaan atau kondisi serta aksi yang mengikutinya dapat direpresentasikan dengan mengikuti tingkat kemungkinan kejadian secara pasti seperti rendah/sedang/tinggi.

Berdasarkan akuisisi pengetahuan yang diperoleh dari pakar industri gula pasir, rancangan sistem menggunakan 3 input dan 1 output. Input, output dan nilai tabel yang digunakan sebagai basis pengetahuan dalam pengembangan sistem pakar ini disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Nilai label risiko

No	Variabel	Nilai Label Risiko
1	<u>Output:</u> Risiko industri pabrik gula	Tinggi/Sedang/Rendah
2	<u>Input:</u> a. Risiko bahan baku b. Risiko proses pengolahan c. Risiko sumber daya manusia	Tinggi/Sedang/Rendah Tinggi/Sedang/Rendah Tinggi/Sedang/Rendah

d. Penilaian

Penilaian masing-masing indikator menggunakan tiga skala, yaitu nilai 1 untuk “Rendah”, 3 untuk “Sedang” dan 5 digunakan untuk “Tinggi”. Penentuan skala ini dipilih untuk memudahkan dalam proses pemetaan sistem *fuzzy*. Tetapi selain menggunakan skala 1, 3, dan 5, penilaian *fuzzy* disini menggunakan pembobotan pada tiap-tiap input indikator risikonya karena tiap-tiap indikator memiliki nilai kepentingan yang berbeda. Bobot pada masing-masing indikator menggunakan skala 0-100. Jika dijumlah dalam setiap faktor risiko yaitu 100.

e. Pengembangan Aturan

Pada sistem pakar ini, representasi pengetahuan dalam bentuk basis pengetahuan dan mekanisme inferensi, pembuatan program dengan bentuk kaidah-kaidah yang mengolah data menjadi kesimpulan, dalam hal ini adalah tingkat risiko industri gula pasir menggunakan aturan *if-Then* atau metode *rulebase*. Salah satu contoh aturan (*rulebase*) dapat dilihat pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Rulebase

Aturan 1	Parameter	Nilai
IF	Risiko bahan baku	Rendah
	And Risiko proses pengolahan	Rendah
	And Risiko sumber daya manusia	Rendah
	THEN Risiko pada industri rendah	

f. Pengembangan mesin inferensi (*toolbox matlab*)

Mesin inferensi adalah komponen sistem pakar yang memanipulasi dan mengarahkan pengetahuan dari basis pengetahuan sehingga tercapai kesimpulan. Tugas utama mesin inferensi adalah menguji fakta dan kaidah serta menambahkan fakta baru jika memungkinkan serta memutuskan perintah sesuai dengan hasil penalaran yang telah dilaksanakan (Marimin, 2004). Pada pengembangan sistem pakar ini, teknik yang digunakan adalah mesin inferensi berdasarkan (*fuzzy inference system*) metode Mamdani.

Konfigurasi pengembangan sistem pakar *fuzzy* untuk analisis risiko produk gula pasir disajikan pada Tabel 3.4. Pengembangan sistem pakar ini menggunakan perangkat lunak Matlab R2007b sebagai alat bantu untuk pengolahan data.

Tabel 3.4 Konfigurasi pengembangan sistem pakar *fuzzy*

No.	Konfigurasi	Keterangan
1.	Sistem <i>fuzzy</i>	Tipe Mamdani
2.	Metode "AND"	Minimum
3.	Metode "OR"	Maksimum
4.	Metode "IMPLIKASI"	Minimum
5.	Metode "AGREGASI"	Maksimum
6.	Metode "DEFUZZIFIKASI"	Centroid
7.	Fungsi keanggotaan	Bentuk Bahu

Di sisi lain, studi tentang FIS telah banyak digunakan pada beberapa sistem pakar. FIS digunakan untuk melakukan inferensi terhadap basis pengetahuan yang dibangun dari sekumpulan aturan. FIS memang sangat cocok apabila digunakan untuk keperluan inferensi, terutama apabila variabel-variabel yang terkait dengan basis pengetahuan mengandung ketidakpastian. Kondisi ini menyebabkan nilai dari suatu variabel tidak dapat diungkapkan secara tegas dengan bilangan *crisp* tertentu.

3.6.2 Strategi Pengendalian Risiko

Strategi pengendalian risiko disusun berdasarkan skenario. Setelah dilakukan analisa risiko dengan menggunakan sistem pakar yang dibantu dengan sistem FIS (*Fuzzy Inference System*) diperoleh skenario. Skenario terbentuknya

dari hasil analisis pengukuran risiko-risiko pada bahan baku, proses pengolahan, dan sumber daya manusia. Skenario yang terbentuk yaitu:

- a. Skenario I, yaitu skenario strategi jika hasil pengukuran risiko industri gula pasir (PG. Padjarakan) adalah Tinggi.
- b. Skenario II, yaitu skenario strategi jika hasil pengukuran risiko industri gula pasir (PG. Padjarakan) adalah Tinggi.
- c. Skenario III, yaitu skenario strategi jika hasil pengukuran risiko industri gula pasir (PG. Padjarakan) adalah Tinggi.

Rumusan strategi pengendalian risiko menggunakan teknik *analytical hierarchy process* (AHP). Tahapan dalam perumusan strategi menggunakan AHP meliputi:

- a. Mengidentifikasi sistem

Mengidentifikasi komponen sistem meliputi goal, kriteria, sub kriteria dan alternatif-alternatif yang dilibatkan dalam suatu sistem hirarki. Penetapan kriteria dan alternatif didasarkan penelusuran pustaka dan justifikasi pendapat pakar.

- b. Menyusun matriks perbandingan berpasangan

Dalam matriks ini, pasangan-pasangan elemen dibandingkan berkenaan dengan kriteria strategi pengendalian risiko. Matriks ini memiliki satu tempat untuk memasukkan bilangan itu dan satu tempat lain untuk memasukkan nilai resiprokalnya. Matrik perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Matrik perbandingan berpasangan

SR	F1	F2	Fn
F1	f11	f12	fn1
F2	f21	f22	fn2
Fn	fn1	fn2	fnn

Keterangan:

SR = Kriteria strategi risiko

Fi,Fj = Elemen ke-i atau ke-j terkait dengan SR

i,j = 1, 2,, n adalah indeks elemen yang terdapat pada tingkat yang sama dan secara bersama-sama terkait dengan SR

f_{ij} = Angka yang diberikan dengan membandingkan elemen ke-i dengan elemen ke-j sehubungan dengan sifat SR, didasarkan aturan skala banding berpasangan pada Tabel 3.6

c. Melakukan perbandingan berpasangan (*Comparative Judgement*)

Prinsip ini membuat penilaian perbandingan tentang kepentingan relatif dua elemen untuk menghasilkan bobot dan prioritas. Menetapkan prioritas (*Synthesis of Priority*)

Penetapan prioritas didasarkan pada vektor eigen yang merepresentasikan bobot atau tingkat kepentingan pada masing-masing bauran pemasaran produk. Model matematika yang digunakan mengacu pada Marimin (2004), yaitu:

$$VP = \frac{\sqrt[n]{\prod_{k=1}^n a_{ij}}}{\sum_{i=1}^n \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n a_{ij}}}$$

Keterangan :

VP = vektor prioritas

a_{ij} = penilaian berpasangan elemen ke-i terhadap elemen ke-j

Jika responden (pakar) yang digunakan lebih dari satu orang, maka pendapat dari masing-masing pakar perlu diagregasi terlebih dahulu membentuk matriks pendapat gabungan. Matriks pendapat gabungan merupakan matriks baru yang elemen-elemennya berasal dari rata-rata gabungan matriks elemen pendapat individual. Model matematika dalam penyusunan matriks pendapat gabungan adalah sebagai berikut:

$$g(ij) = \sqrt[m]{\prod_{k=1}^m (a_{ij})_k}$$

Keterangan :

$g(ij)$ = elemen MPG baris ke-i kolom ke-j

m = jumlah responden (pakar)

$(a_{ij})_k$ = elemen baris ke-i kolom ke-j dari MPI ke-k

$$\prod_{k=1}^m$$

= perkalian dari elemen $k = 1$ sampai $k = m$

d. Konsistensi logis (*Logical Consistency*)

Konsistensi logis menjamin bahwa semua elemen yang dikelompokkan secara logis dan diperingkatkan secara konsisten sesuai dengan suatu kriteria logis. Indikator konsistensi diukur melalui *Consistency Index (CI)*. Metode ini mengukur seluruh konsistensi penilaian menggunakan *Consistency Ratio (CR)* yang merupakan perbandingan antara CI dengan *Random Inconsistency Index (RI)*. Jika nilai CR adalah kurang dari 0,1 ($CR < 0,1$), dikatakan bahwa elemen-elemen telah dikelompokkan secara konsisten. Model matematika yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Perkalian baris (Z),

$$Z_i = \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n a_{ij}}$$

- Perhitungan vektor prioritas (VP) atau eigen vektor,

$$VP = \frac{\sqrt[n]{\prod_{k=1}^n a_{ij}}}{\sum_{i=1}^n \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n a_{ij}}}$$

- Perhitungan nilai eigen maksimum (λ_{max}),

$$VA = (a_{ij}) \times VP \quad \text{dengan } VA = (V_{ai})$$

$$VB = \frac{VA}{VP} \quad \text{dengan } VB = (V_{bi})$$

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=k}^n V_i \quad \text{untuk } i_n$$

- Perhitungan indeks inkonsistensi (CI),

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

- Perhitungan rasio inkonsistensi (CR),

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Keterangan :

CI = *Consistency Index*

C = *Consistency Ratio*

RI = *Random Index*



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil dan pembahasan yaitu sebagai berikut :

- a. Faktor risiko yang mempengaruhi mutu produk gula kristal putih di PG. Padjarakan meliputi risiko bahan baku, risiko proses pengolahan dan risiko sumber daya manusia.
- b. Berdasarkan analisis hasil perhitungan, nilai risiko Bahan Baku tergolong tinggi dengan derajat keanggotaan μ_{Tinggi} (0,65), nilai risiko Proses Pengolahan tergolong sedang dengan derajat keanggotaan μ_{Sedang} (0,61) dan nilai risiko Sumber Daya Manusia tergolong tinggi dengan derajat keanggotaan μ_{Tinggi} (0,88). Secara keseluruhan untuk nilai agregasi ketiga risiko, PG. Padjarakan mendapat nilai 423, sehingga tergolong faktor risiko tinggi.
- c. Terdapat empat faktor yang diidentifikasi sebagai faktor penyusun strategi pengendalian risiko mutu meliputi Biaya, Kualitas Bahan Baku, Kualitas SDM dan Teknologi. Sedangkan aktor yang berpengaruh terhadap formulasi strategi pengendalian risiko mutu meliputi Petani Supplier, Manajer Perusahaan, Pusat Pelatihan, Pekerja dan Pemerintah. Tujuan yang ingin dicapai meliputi Kontinuitas Produksi, Mengurangi Risiko Cacat Produk dan Meningkatkan Daya Saing Produk. Alternatif-alternatif strategi pengendalian risiko mutu meliputi Melakukan Kontrol Kualitas, Memperbaiki Teknologi Proses yang Produktif dan Efisien, Mengembangkan Sistem Informasi Sumber Daya dan Operasi Perusahaan, dan Pelatihan SDM. Berdasarkan perhitungan pakar, alternatif terpilih yaitu Pelatihan SDM dengan nilai bobot tertinggi (0,317). Pelatihan SDM yang seharusnya dilakukan meliputi pelatihan penjadwalan tebu giling, pelatihan untuk proses pemurnian, dan pelatihan pekerja dalam hal penglihatan (uji coba penglihatan pekerja).

5.2 Saran

Saran penelitian lebih lanjut untuk PG. Padjarakan sebaiknya pada saat proses perekrutan karyawan dilakukan secara rinci dan jelas, sehingga nantinya akan memperoleh pekerja yang kompetitif dalam bekerja. Kemungkinan besar dapat meminimalisir semua risiko yang akan terjadi di pabrik.



DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, B. D. 2013. *Aplikasi Manajemen Risiko Pada Industri Kecil Nata De Coco (Studi Kasus Di Ud. Citra Mandiri Margo Mulyo Muktisari-Jember)*. Jember: Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember.
- Andani, S, Retno. 2013. Fuzzy mamdani dalam menentukan tingkat keberhasilan dosen mengajar. *Seminar Nasional Informatika: UPN Veteran Yogyakarta*. 57-65
- Badan Pusat Statistika, 2016. *Produksi Tanaman Perkebunan*. 2012-2016. Surabaya: BPS Jawa Timur.
- Badan Standardisasi Nasional. 2010. *SNI 3140.3:2010 tentang Gula Kristal Putih*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bojadziev, G. dan M. Bojadziev. 2007. *Fuzzy Logic for Business, Finance and Management*. Singapore: World Scientific.
- Dewan Gula Indonesia. 2009. *Hasil Perhitungan Biaya Pokok Produksi (BPP) Gula Petani Tahun 2009*. Jakarta: Dewan Gula Indonesia.
- Hapsari., P. Kusuma dan Suparno. 2014. *Integrasi fuzzy analytic network process dan goal programming dalam pemilihan supplier dan alokasi order*.
- Kountur, R. 2004. *Manajemen Risiko Operasional*. Jakarta: PPM.
- Kusumadewi, S. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S. dan H. Purnomo. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Edisi 1. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- Kuswurj, R., 2009. *Sugar Technology and Research: Kualitas Mutu Gula Kristal Putih*. Institut Teknologi Surabaya, Surabaya. <http://www.risvank.com> [26 Juli 2018].
- Lahay, R. 2009. *Pemuliaan Tanaman Tebu*. Medan: Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Loto, C.A., dan A. Olofinjana. 2012. Effect of *Saccharum officinarum* juice extract additive on the electrodeposition of zinc on mild steel in acid chloride solution. *International Journal of Electrochemical Science*. 9795-9811.
- Marimin. 2002. *Teori dan Aplikasi Sistem Pakar Dalam Teknologi Manajerial*. Bogor: IPB Press.
- Marimin. 2005. *Teknik dan Aplikasi Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk*. Jakarta: Grasindo.
- Muchtadi Tien R., dan Sugiono. 1992. *Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. PAU Pangan dan Gizi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Mulyadi, 2005. *Akuntansi Biaya*. Edisi Kelima. Yogyakarta: UPPAMP YKPN Universitas Gajah Mada
- Naba, A. 2009. *Belajar Cepat Fuzzy Logic Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: ANDI.
- Prabu, M.A. 2009. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Perusahaan Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Saaty, L.Thomas. 1993. *Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin, Proses Hirarki Analitik Untuk Pengambilan Keputusan*. Decision Making for Leaders The Analytical Hierarchy Process for Decisions in Complex World. Setiono, L. Peniwati K. Jakarta: PT Pustaka Binaman Pressindo.

Saaty, T.L. 1988. *Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process*. Pittsburgh: University of Pittsburgh, RWS Publication.

Sawit. 2004. *Kajian Komparasi dari Perspektif Indonesia*. Jakarta: Sekretariat Dewan Ketahanan Pangan.

Sunaryo, T. 2009. *Manajemen Risiko Finansial*. Jakarta: Salemba Empat.

Supriyadi, A. 1992. *Rendemen Tebu*. Yogyakarta: Kanisius.

Suyanto. 2007. *Artificial Intelligence: Searching, Reasoning, Planning and Learning*. Bandung: Informatika.

Wahyudi, R. 2013. *Budidaya Tanaman Tebu*. Dikutip dari <http://mentari-dunia.blogspot.com/2013/06/budidaya-tanaman-tebu.html>. [26 Juli 2018]. 5 hal.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Fuzzy

A. Risiko Bahan Baku

1. Perhitungan Bobot: $\frac{\text{pakar1} + \text{pakar2} + \text{pakar3}}{3}$

- Budidaya tanaman = $\frac{20+15+20}{3}$
= 18,33
- Perawatan = $\frac{20+15+20}{3}$
= 18,33
- Jadwal tebang angkut = $\frac{25+25+20}{3}$
= 23,34
- Waktu tunggu giling = $\frac{35+45+40}{3}$
= 40,00

2. Perhitungan Agregasi: $\sqrt[3]{\text{pakar1} \times \text{pakar2} \times \text{pakar3}}$

- Budidaya tanaman = $\sqrt[3]{5 \times 5 \times 3}$
= 4,16
- Perawatan = $\sqrt[3]{3 \times 5 \times 3}$
= 3,51
- Jadwal tebang angkut = $\sqrt[3]{3 \times 5 \times 5}$
= 4,16
- Waktu tunggu giling = $\sqrt[3]{3 \times 5 \times 5}$
= 4,16

3. Perhitungan Indeks: bobot x agregasi

- Budidaya tanaman = $18,33 \times 4,16$
= 76
- Perawatan = $18,33 \times 3,51$
= 64
- Jadwal tebang angkut = $23,34 \times 4,16$
= 97
- Waktu tunggu giling = $40,00 \times 4,16$

$$= 166$$

$$\begin{aligned} \text{Total Indeks} &= 76 + 64 + 97 + 166 \\ &= 404 \end{aligned}$$

4. Perhitungan Derajat Keanggotaan

Nilai $x = (404)$

$$\begin{aligned} \text{➤ } \mu_{\text{Sedang}} &= \frac{433-x}{433-350}; \quad 350 \leq x \leq 433 \\ &= \frac{433-404}{433-350} \\ &= \frac{29}{83} \\ &= 0,34 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } \mu_{\text{Tinggi}} &= \frac{x-350}{433-350}; \quad 350 \leq x \leq 433 \\ &= \frac{404-350}{433-350} \\ &= \frac{54}{83} \\ &= 0,65 \end{aligned}$$

B. Risiko Proses Pengolahan

1. Perhitungan Bobot: $\frac{\text{pakar1} + \text{pakar2} + \text{pakar3}}{3}$

$$\begin{aligned} \text{➤ } \textit{Vacuum} \text{ masakan} &= \frac{20+25+25}{3} \\ &= 23,33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } \textit{Vacuum} \text{ penguapan} &= \frac{20+25+25}{3} \\ &= 23,33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } \textit{Proses Pemurnian} &= \frac{30+25+25}{3} \\ &= 26,67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } \textit{Supply} \text{ uap} &= \frac{30+25+25}{3} \\ &= 26,67 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Agregasi: $\sqrt[3]{\text{pakar1} \times \text{pakar2} \times \text{pakar3}}$

$$\begin{aligned} \text{➤ } \textit{Vacuum} \text{ masakan} &= \sqrt[3]{3 \times 5 \times 5} \\ &= 4,16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } \textit{Vacuum} \text{ penguapan} &= \sqrt[3]{3 \times 5 \times 5} \\ &= 4,16 \end{aligned}$$

$$\text{➤ } \textit{Proses pemurnian} = \sqrt[3]{3 \times 5 \times 5}$$

$$= 4,16$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Supply uap} &= \sqrt[3]{1 \times 5 \times 5} \\ &= 2,89 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Indeks: bobot x agregasi

$$\begin{aligned} \text{➤ Vacuum masakan} &= 23,33 \times 4,16 \\ &= 96,98 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Vacuum penguapan} &= 23,33 \times 4,16 \\ &= 96,98 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Proses pemurnian} &= 26,67 \times 4,16 \\ &= 110,86 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Supply uap} &= 26,67 \times 2,89 \\ &= 77,15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Indeks} &= 96,98 + 96,98 + 110,86 + 77,15 \\ &= 381,98 \end{aligned}$$

4. Perhitungan Derajat Keanggotaan

Nilai x = (381,98)

$$\begin{aligned} \text{➤ } \mu_{\text{Sedang}} &= \frac{433-x}{433-350}; && \boxed{350 \leq x \leq 433} \\ &= \frac{433-381,98}{433-350} \\ &= \frac{51,02}{83} \\ &= 0,61 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } \mu_{\text{Tinggi}} &= \frac{x-350}{433-350}; && \boxed{350 \leq x \leq 433} \\ &= \frac{381,98-350}{433-350} \\ &= \frac{31,98}{83} \\ &= 0,38 \end{aligned}$$

C. Risiko Sumber Daya Manusia

1. Perhitungan Bobot: $\frac{\text{pakar1} + \text{pakar2} + \text{pakar3}}{3}$

$$\begin{aligned} \text{➤ Jadwal pelatihan/training} &= \frac{25+15+10}{3} \\ &= 16,67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Kejelihan panca indera} &= \frac{30+30+30}{3} \\ &= 30,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Kontrol rutin} &= \frac{30+30+30}{3} \\ &= 30,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Motivasi kerja} &= \frac{15+25+30}{3} \\ &= 23,33 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Agregasi: $\sqrt[3]{\text{pakar1} \times \text{pakar2} \times \text{pakar3}}$

$$\begin{aligned} \text{➤ Jadwal pelatihan/training} &= \sqrt[3]{5 \times 3 \times 5} \\ &= 4,16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Kejelihan panca indera} &= \sqrt[3]{5 \times 5 \times 5} \\ &= 4,92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Kontrol rutin} &= \sqrt[3]{3 \times 5 \times 5} \\ &= 4,16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Motivasi kerja} &= \sqrt[3]{3 \times 5 \times 3} \\ &= 3,51 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Indeks: bobot x agregasi

$$\begin{aligned} \text{➤ Jadwal pelatihan/training} &= 16,67 \times 4,16 \\ &= 69,30 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Kejelihan panca indera} &= 30,00 \times 4,92 \\ &= 147,61 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Kontrol rutin} &= 30,00 \times 4,16 \\ &= 124,71 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Motivasi kerja} &= 23,33 \times 3,51 \\ &= 81,94 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Indeks} &= 69,30 + 147,61 + 124,71 + 81,94 \\ &= 423,54 \end{aligned}$$

4. Perhitungan Derajat Keanggotaan

Nilai $x = (423,54)$

$$\begin{aligned} \text{➤ } \mu_{\text{Sedang}} &= \frac{433-x}{433-350} ; \quad 350 \leq x \leq 433 \\ &= \frac{433-423,54}{433-350} \\ &= \frac{9,46}{83} \\ &= 0,11 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\blacktriangleright \mu_{\text{Tinggi}} &= \frac{x-350}{433-350} ; \boxed{350 \leq x \leq 433} \\ &= \frac{423,54-350}{433-350} \\ &= \frac{73,54}{83} \\ &= 0,88\end{aligned}$$



Lampiran 2. Himpunan Fuzzy dan Derajat Keanggotaan

1. Himpunan Fuzzy untuk Variabel Bahan Baku

$$\mu_{\text{Sedang}} \begin{cases} 0; & x \leq 267 \text{ atau } x \geq 433 \\ \frac{x-267}{350-267}; & 267 \leq x \leq 350 \\ \frac{433-x}{433-350}; & 350 \leq x \leq 433 \end{cases} \quad \mu_{\text{Tinggi}} \begin{cases} 0; & x \leq 350 \\ \frac{x-350}{433-350}; & 350 \leq x \leq 433 \\ 1; & x \geq 433 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Rendah}} \begin{cases} 1; & x \leq 267 \\ \frac{350-x}{350-267}; & 267 \leq x \leq 350 \\ 0; & x \geq 350 \end{cases}$$

Perhitungan Derajat Keanggotaan

Nilai $x = (404)$

$$\mu_{\text{Rendah}}[404] = 0; \quad x \geq 350$$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Sedang}}[404] &= \frac{433-x}{433-350}; \quad 350 \leq x \leq 433 \\ &= \frac{433-404}{433-350} \\ &= 0,34 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Tinggi}}[404] &= \frac{x-350}{433-350}; \quad 350 \leq x \leq 433 \\ &= \frac{404-350}{433-350} \\ &= 0,65 \end{aligned}$$

2. Himpunan Fuzzy untuk Variabel Proses Pengolahan

$$\mu_{\text{Sedang}} \begin{cases} 0; & x \leq 267 \text{ atau } x \geq 433 \\ \frac{x-267}{350-267}; & 267 \leq x \leq 350 \\ \frac{433-x}{433-350}; & 350 \leq x \leq 433 \end{cases} \quad \mu_{\text{Tinggi}} \begin{cases} 0; & x \leq 350 \\ \frac{x-350}{433-350}; & 350 \leq x \leq 433 \\ 1; & x \geq 433 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Rendah}} \begin{cases} 1; & x \leq 267 \\ \frac{350-x}{350-267}; & 267 \leq x \leq 350 \\ 0; & x \geq 350 \end{cases}$$

Perhitungan Derajat Keanggotaan

Nilai $x = (381,98)$

$$\mu_{\text{Rendah}}[381,98] = 0; \quad x \geq 350$$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Sedang}}[381,98] &= \frac{433-x}{433-350}; \quad 350 \leq x \leq 433 \\ &= \frac{433-381,98}{433-350} \\ &= 0,61 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{\text{Tinggi}}[381,98] &= \frac{x-350}{433-350}; \quad 350 \leq x \leq 433 \\ &= \frac{381,98-350}{433-350} \\ &= 0,38 \end{aligned}$$

3. Himpunan Fuzzy untuk Variabel Sumber Daya Manusia

$$\begin{array}{l}
 \mu_{\text{Sedang}} \left\{ \begin{array}{l} 0; \quad x \leq 267 \text{ atau } x \geq 433 \\ \frac{x-267}{350-267}; \quad 267 \leq x \leq 350 \\ \frac{433-x}{433-350}; \quad 350 \leq x \leq 433 \end{array} \right. \\
 \mu_{\text{Tinggi}} \left\{ \begin{array}{l} 0; \quad x \leq 350 \\ \frac{x-350}{433-350}; \quad 350 \leq x \leq 433 \\ 1; \quad x \geq 433 \end{array} \right. \\
 \mu_{\text{Rendah}} \left\{ \begin{array}{l} 1; \quad x \leq 267 \\ \frac{350-x}{350-267}; \quad 267 \leq x \leq 350 \\ 0; \quad x \geq 350 \end{array} \right.
 \end{array}$$

Perhitungan Derajat Keanggotaan

Nilai $x = (423,54)$

$$\rightarrow \mu_{\text{Rendah}}[423,54] = 0; \quad x \geq 350$$

$$\begin{aligned}
 \rightarrow \mu_{\text{Sedang}}[423,54] &= \frac{433-x}{433-350}; \quad 350 \leq x \leq 433 \\
 &= \frac{433-423,54}{433-350} \\
 &= 0,11
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rightarrow \mu_{\text{Tinggi}}[423,54] &= \frac{x-350}{433-350}; \quad 350 \leq x \leq 433 \\
 &= \frac{423,54-350}{433-350} \\
 &= 0,88
 \end{aligned}$$

Lampiran 3. Rulebase dan Hasil Fungsi Implikasi

Pada metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah harga min. Berikut ini merupakan hasil fungsi implikasi :

[R1] IF Risiko Bahan Baku **RENDAH** And Risiko Proses Pengolahan **RENDAH**
And Risiko Sumber Daya Manusia **RENDAH**
THEN tingkat risiko **RENDAH**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{Predikat}_1} &= \mu_{\text{RBBRENDAH}} \cap \mu_{\text{RPPRENDAH}} \cap \mu_{\text{RSDMRENDAH}} \\ &= \min [(0);(0);(0)] \\ &= 0\end{aligned}$$

[R2] IF Risiko Bahan Baku **RENDAH** And Risiko Proses Pengolahan **RENDAH**
And Risiko Sumber Daya Manusia **SEDANG**
THEN tingkat risiko **SEDANG**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{Predikat}_2} &= \mu_{\text{RBBRENDAH}} \cap \mu_{\text{RPPRENDAH}} \cap \mu_{\text{RSDMSEDANG}} \\ &= \min [(0);(0);(0,11)] \\ &= 0\end{aligned}$$

[R3] IF Risiko Bahan Baku **RENDAH** And Risiko Proses Pengolahan **RENDAH**
And Risiko Sumber Daya Manusia **TINGGI**
THEN tingkat risiko **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{Predikat}_3} &= \mu_{\text{RBBRENDAH}} \cap \mu_{\text{RPPRENDAH}} \cap \mu_{\text{RSDMTINGGI}} \\ &= \min [(0);(0);(0,88)] \\ &= 0\end{aligned}$$

[R4] IF Risiko Bahan Baku **RENDAH** And Risiko Proses Pengolahan **SEDANG**
And Risiko Sumber Daya Manusia **RENDAH**
THEN tingkat risiko **RENDAH**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{Predikat}_4} &= \mu_{\text{RBBRENDAH}} \cap \mu_{\text{RPPSEDANG}} \cap \mu_{\text{RSDMRENDAH}} \\ &= \min [(0);(0,61);(0)] \\ &= 0\end{aligned}$$

[R5] IF Risiko Bahan Baku **RENDAH** And Risiko Proses Pengolahan **SEDANG**
And Risiko Sumber Daya Manusia **SEDANG**
THEN tingkat risiko **SEDANG**

$$\alpha_{\text{Predikat}_5} = \mu_{\text{RBBRENDAH}} \cap \mu_{\text{RPPSEDANG}} \cap \mu_{\text{RSDMSEDANG}}$$

$$= \min [(0);(0,61);(0,11)] \\ = 0$$

[R6] IF Risiko Bahan Baku **RENDAH** And Risiko Proses Pengolahan **SEDANG**
And Risiko Sumber Daya Manusia **TINGGI**
THEN tingkat risiko **TINGGI**

$$\alpha_{\text{Predikat}_6} = \mu_{\text{RBBRENDAH}} \cap \mu_{\text{RPPSEDANG}} \cap \mu_{\text{RSDMTINGGI}} \\ = \min [(0);(0,61);(0,88)] \\ = 0$$

[R7] IF Risiko Bahan Baku **RENDAH** And Risiko Proses Pengolahan **TINGGI**
And Risiko Sumber Daya Manusia **RENDAH**
THEN tingkat risiko **TINGGI**

$$\alpha_{\text{Predikat}_7} = \mu_{\text{RBBRENDAH}} \cap \mu_{\text{RPPTINGGI}} \cap \mu_{\text{RSDMRENDAH}} \\ = \min [(0);(0,38);(0)] \\ = 0$$

[R8] IF Risiko Bahan Baku **RENDAH** And Risiko Proses Pengolahan **TINGGI**
And Risiko Sumber Daya Manusia **SEDANG**
THEN tingkat risiko **TINGGI**

$$\alpha_{\text{Predikat}_8} = \mu_{\text{RBBRENDAH}} \cap \mu_{\text{RPPTINGGI}} \cap \mu_{\text{RSDMSEDANG}} \\ = \min [(0);(0,38);(0,11)] \\ = 0$$

[R9] IF Risiko Bahan Baku **RENDAH** And Risiko Proses Pengolahan **TINGGI**
And Risiko Sumber Daya Manusia **TINGGI**
THEN tingkat risiko **TINGGI**

$$\alpha_{\text{Predikat}_9} = \mu_{\text{RBBRENDAH}} \cap \mu_{\text{RPPTINGGI}} \cap \mu_{\text{RSDMTINGGI}} \\ = \min [(0);(0,38);(0,88)] \\ = 0$$

[R10] IF Risiko Bahan Baku **SEDANG** And Risiko Proses Pengolahan **RENDAH**
And Risiko Sumber Daya Manusia **RENDAH**
THEN tingkat risiko **RENDAH**

$$\alpha_{\text{Predikat}_{10}} = \mu_{\text{RBBSEDANG}} \cap \mu_{\text{RPPRENDAH}} \cap \mu_{\text{RSDMRENDAH}} \\ = \min [(0,34);(0);(0)]$$

= 0

[R11] IF Risiko Bahan Baku **SEDANG** And Risiko Proses Pengolahan **RENDAH**
And Risiko Sumber Daya Manusia **SEDANG**
THEN tingkat risiko **SEDANG**

$$\begin{aligned}\alpha\text{Predikat}_{11} &= \mu_{\text{RBBSEDANG}} \cap \mu_{\text{RPPRENDAH}} \cap \mu_{\text{RSDMSEDANG}} \\ &= \min [(0,34);(0);(0,11)] \\ &= 0\end{aligned}$$

[R12] IF Risiko Bahan Baku **SEDANG** And Risiko Proses Pengolahan **RENDAH**
And Risiko Sumber Daya Manusia **TINGGI**
THEN tingkat risiko **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha\text{Predikat}_{12} &= \mu_{\text{RBBSEDANG}} \cap \mu_{\text{RPPRENDAH}} \cap \mu_{\text{RSDMTINGGI}} \\ &= \min [(0,34);(0);(0,88)] \\ &= 0\end{aligned}$$

[R13] IF Risiko Bahan Baku **SEDANG** And Risiko Proses Pengolahan **SEDANG**
And Risiko Sumber Daya Manusia **RENDAH**
THEN tingkat risiko **SEDANG**

$$\begin{aligned}\alpha\text{Predikat}_{13} &= \mu_{\text{RBBSEDANG}} \cap \mu_{\text{RPPSEDANG}} \cap \mu_{\text{RSDMRENDAH}} \\ &= \min [(0,34);(0,61);(0)] \\ &= 0\end{aligned}$$

[R14] IF Risiko Bahan Baku **SEDANG** And Risiko Proses Pengolahan **SEDANG**
And Risiko Sumber Daya Manusia **SEDANG**
THEN tingkat risiko **SEDANG**

$$\begin{aligned}\alpha\text{Predikat}_{14} &= \mu_{\text{RBBSEDANG}} \cap \mu_{\text{RPPSEDANG}} \cap \mu_{\text{RSDMSEDANG}} \\ &= \min [(0,34);(0,61);(0,11)] \\ &= 0,11\end{aligned}$$

[R15] IF Risiko Bahan Baku **SEDANG** And Risiko Proses Pengolahan **SEDANG**
And Risiko Sumber Daya Manusia **TINGGI**
THEN tingkat risiko **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha\text{Predikat}_{15} &= \mu_{\text{RBBSEDANG}} \cap \mu_{\text{RPPSEDANG}} \cap \mu_{\text{RSDMTINGGI}} \\ &= \min [(0,34);(0,61);(0,88)] \\ &= 0,34\end{aligned}$$

[R16] IF Risiko Bahan Baku **SEDANG** And Risiko Proses Pengolahan **TINGGI**

And Risiko Sumber Daya Manusia **RENDAH**

THEN tingkat risiko **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{Predikat}_{16}} &= \mu_{\text{RBBSEDANG}} \cap \mu_{\text{RPPTINGGI}} \cap \mu_{\text{RSDMRENDAH}} \\ &= \min [(0,34);(0,38);(0)] \\ &= 0\end{aligned}$$

[R17] IF Risiko Bahan Baku **SEDANG** And Risiko Proses Pengolahan **TINGGI**

And Risiko Sumber Daya Manusia **SEDANG**

THEN tingkat risiko **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{Predikat}_{17}} &= \mu_{\text{RBBSEDANG}} \cap \mu_{\text{RPPTINGGI}} \cap \mu_{\text{RSDMSEDANG}} \\ &= \min [(0,34);(0,38);(0,11)] \\ &= 0,11\end{aligned}$$

[R18] IF Risiko Bahan Baku **SEDANG** And Risiko Proses Pengolahan **TINGGI**

And Risiko Sumber Daya Manusia **TINGGI**

THEN tingkat risiko **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{Predikat}_{18}} &= \mu_{\text{RBBSEDANG}} \cap \mu_{\text{RPPTINGGI}} \cap \mu_{\text{RSDMTINGGI}} \\ &= \min [(0,34);(0,38);(0,88)] \\ &= 0,34\end{aligned}$$

[R19] IF Risiko Bahan Baku **TINGGI** And Risiko Proses Pengolahan **RENDAH**

And Risiko Sumber Daya Manusia **RENDAH**

THEN tingkat risiko **SEDANG**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{Predikat}_{19}} &= \mu_{\text{RBBTINGGI}} \cap \mu_{\text{RPPRENDAH}} \cap \mu_{\text{RSDMRENDAH}} \\ &= \min [(0,65);(0);(0)] \\ &= 0\end{aligned}$$

[R20] IF Risiko Bahan Baku **TINGGI** And Risiko Proses Pengolahan **RENDAH**

And Risiko Sumber Daya Manusia **SEDANG**

THEN tingkat risiko **SEDANG**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{Predikat}_{20}} &= \mu_{\text{RBBTINGGI}} \cap \mu_{\text{RPPRENDAH}} \cap \mu_{\text{RSDMSEDANG}} \\ &= \min [(0,65);(0);(0,11)] \\ &= 0\end{aligned}$$

[R21] IF Risiko Bahan Baku **TINGGI** And Risiko Proses Pengolahan **RENDAH**
And Risiko Sumber Daya Manusia **TINGGI**
THEN tingkat risiko **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{Predikat}_{21}} &= \mu_{\text{RBBTINGGI}} \cap \mu_{\text{RPPRENDAH}} \cap \mu_{\text{RSDMTINGGI}} \\ &= \min [(0,65);(0);(0,88)] \\ &= 0\end{aligned}$$

[R22] IF Risiko Bahan Baku **TINGGI** And Risiko Proses Pengolahan **SEDANG**
And Risiko Sumber Daya Manusia **RENDAH**
THEN tingkat risiko **SEDANG**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{Predikat}_{22}} &= \mu_{\text{RBBTINGGI}} \cap \mu_{\text{RPPSEDANG}} \cap \mu_{\text{RSDMRENDAH}} \\ &= \min [(0,65);(0,61);(0)] \\ &= 0\end{aligned}$$

[R23] IF Risiko Bahan Baku **TINGGI** And Risiko Proses Pengolahan **SEDANG**
And Risiko Sumber Daya Manusia **SEDANG**
THEN tingkat risiko **SEDANG**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{Predikat}_{23}} &= \mu_{\text{RBBTINGGI}} \cap \mu_{\text{RPPSEDANG}} \cap \mu_{\text{RSDMSEDANG}} \\ &= \min [(0,65);(0,61);(0,11)] \\ &= 0,11\end{aligned}$$

[R24] IF Risiko Bahan Baku **TINGGI** And Risiko Proses Pengolahan **SEDANG**
And Risiko Sumber Daya Manusia **TINGGI**
THEN tingkat risiko **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{Predikat}_{24}} &= \mu_{\text{RBBTINGGI}} \cap \mu_{\text{RPPSEDANG}} \cap \mu_{\text{RSDMTINGGI}} \\ &= \min [(0,65);(0,61);(0,88)] \\ &= 0,61\end{aligned}$$

[R25] IF Risiko Bahan Baku **TINGGI** And Risiko Proses Pengolahan **TINGGI**
And Risiko Sumber Daya Manusia **RENDAH**
THEN tingkat risiko **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha_{\text{Predikat}_{25}} &= \mu_{\text{RBBTINGGI}} \cap \mu_{\text{RPPTINGGI}} \cap \mu_{\text{RSDMRENDAH}} \\ &= \min [(0,65);(0,38);(0)] \\ &= 0\end{aligned}$$

[R26] IF Risiko Bahan Baku **TINGGI** And Risiko Proses Pengolahan **TINGGI**
And Risiko Sumber Daya Manusia **SEDANG**
THEN tingkat risiko **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha\text{Predikat}_{26} &= \mu_{\text{RBBTINGGI}} \cap \mu_{\text{RPPTINGGI}} \cap \mu_{\text{RSDMSEDANG}} \\ &= \min [(0,65);(0,38);(0,11)] \\ &= 0,11\end{aligned}$$

[R27] IF Risiko Bahan Baku **TINGGI** And Risiko Proses Pengolahan **TINGGI**
And Risiko Sumber Daya Manusia **TINGGI**
THEN tingkat risiko **TINGGI**

$$\begin{aligned}\alpha\text{Predikat}_{27} &= \mu_{\text{RBBTINGGI}} \cap \mu_{\text{RPPTINGGI}} \cap \mu_{\text{RSDMTINGGI}} \\ &= \min [(0,65);(0,38);(0,88)] \\ &= 0,38\end{aligned}$$

Lampiran 4. Hasil Kuesioner AHP Dan Perhitungan Pendapat Gabungan

A. Data Faktor/Kriteria

Pakar 1

Kriteria	B	KBB	KSDM	T
B	1	1/5	1	1
KBB		1	2	2
KSDM			1	1
T				1

Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P (Dosen FTP)

Pakar 2

Kriteria	B	KBB	KSDM	T
B	1	1/5	1/3	1/3
KBB		1	3	3
KSDM			1	2
T				1

Mujiyono (Kasi. Sertifikasi Produk)

Pakar 3

Kriteria	B	KBB	KSDM	T
B	1	1	1	1/2
KBB		1	1/2	1
KSDM			1	1
T				1

Edy Hariyono (Kasi. Pabrik Tengah)

Matrik Pendapat Gabungan (Faktor/Kriteria)

Faktor Kriteria	B	KBB	KSDM	T	Jumlah Norm	VP	VA	VB
B	1	0,342	0,694	0,551	0,567	0,142	0,569	4,013
KBB	2,924	1	1,442	1,816	1,553	0,388	1,563	4,025
KSDM	1,441	0,693	1	1,260	0,996	0,249	1,001	4,021
T	1,815	0,551	0,794	1	0,884	0,221	0,890	4,027
					4,000	1,000		16,087

$$\lambda_{\max} = \frac{16,087}{4} = 4,022$$

$$CI = \frac{4,022 - 4}{4 - 1} = 0,007$$

RI = 0,882 (Tabel Random Index)

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0,01 \text{ (konsisten)}$$

B. Data Aktor terhadap Faktor/Kriteria (Biaya)

Pakar 1

Aktor	PS	MP	PP	PK	PM
PS	1	1	3	1	2
MP		1	3	2	1
PP			1	1/2	1/2
PK				1	2
PM					1

Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P (Dosen FTP)

Pakar 2

Aktor	PS	MP	PP	PK	PM
PS	1	1	3	1	2
MP		1	3	2	1/2
PP			1	1/2	1/2
PK				1	2
PM					1

Mujiyono (Kasi. Sertifikasi Produk)

Pakar 3

Aktor	PS	MP	PP	PK	PM
PS	1	1	3	1	2
MP		1	2	2	1
PP			1	1/3	1
PK				1	2
PM					1

Edy Hariyono (Kasi. Pabrik Tengah)

Matrik Pendapat Gabungan Aktor terhadap Faktor/Kriteria (Biaya)

Aktor	PS	MP	PP	PK	PM	Jumlah Norm	VP	VA	VB
PS	1	1	2,997	1	1,999	1,302	0,260	1,353	5,195
MP	1	1	2,618	1,999	0,794	1,280	0,256	1,337	5,221
PP	0,334	0,382	1	0,437	0,63	0,461	0,092	0,480	5,209
PK	1	0,500	2,288	1	1,999	1,114	0,223	1,159	5,205
PM	0,500	1	1,587	0,500	1	4,157	0,169	0,879	5,215
						8,314	1,000		26,045

$$\lambda_{\max} = \frac{26,045}{5} = 5,209$$

$$CI = \frac{5,209 - 5}{5 - 1} = 0,052$$

RI = 1,115 (Tabel Random Index)

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0,05 \text{ (konsisten)}$$

C. Data Aktor terhadap Faktor/Kriteria (Kualitas Bahan Baku)

Pakar 1

Aktor	PS	MP	PP	PK	PM
PS	1	1	1	2	2
MP		1	2	1	2
1PP			1	1	2
PK				1	2
PM					1

Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P (Dosen FTP)

Pakar 2

Aktor	PS	MP	PP	PK	PM
PS	1	1/2	1	1/2	1/3
MP		1	3	1/2	2
PP			1	1/5	1
PK				1	2
PM					1

Mujiyono (Kasi. Sertifikasi Produk)

Pakar 3

Aktor	PS	MP	PP	PK	PM
PS	1	1/2	2	1/2	1
MP		1	1	1/2	1
PP			1	1/2	1/2
PK				1	2
PM					1

Edy Hariyono (Kasi. Pabrik Tengah)

Matrik Pendapat Gabungan Aktor terhadap Faktor/Kriteria (Kualitas Bahan Baku)

Aktor	PS	MP	PP	PK	PM	Jumlah Norm	VP	VA	VB
PS	1	0,630	1,260	0,794	0,874	0,860	0,172	0,868	5,044
MP	1,587	1	1,816	0,630	1,587	1,185	0,237	1,196	5,049
PP	0,794	0,551	1	0,465	1	0,693	0,139	0,700	5,049
PK	1,259	1,587	2,151	1	1,999	1,481	0,296	1,499	5,063
PM	1,144	0,630	1	0,500	1	4,218	0,156	0,789	5,047
						8,436	1,000		25,253

$$\lambda_{\max} = \frac{25,253}{5} = 5,051$$

$$CI = \frac{5,051 - 5}{5 - 1} = 0,013$$

RI = 1,115 (Tabel Random Index)

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0,01 \text{ (konsisten)}$$

D. Data Aktor terhadap Faktor/Kriteria (Kualitas SDM)

Pakar 1

Aktor	PS	MP	PP	PK	PM
PS	1	1/5	1/5	1/3	1/3
MP		1	1	1	2
1PP			1	1	1
PK				1	2
PM					1

Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P (Dosen FTP)

Pakar 2

Aktor	PS	MP	PP	PK	PM
PS	1	1/5	1/5	1/5	1/5
MP		1	2	2	2
PP			1	2	3
PK				1	3
PM					1

Mujiyono (Kasi. Sertifikasi Produk)

Pakar 3

Aktor	PS	MP	PP	PK	PM
PS	1	1/5	1/5	1/3	1/3
MP		1	1	1	3
PP			1	2	3
PK				1	2
PM					1

Edy Hariyono (Kasi. Pabrik Tengah)

Matrik Pendapat Gabungan Aktor terhadap Faktor/Kriteria (Kualitas SDM)

Aktor	PS	MP	PP	PK	PM	Jumlah Norm	VP	VA	VB
PS	1	0,200	0,200	0,282	0,282	0,271	0,054	0,273	5,045
MP	5	1	1,260	1,260	2,288	1,504	0,301	1,526	5,074
PP	5	0,794	1	1,587	2,079	1,412	0,282	1,435	5,082
PK	3,546	0,794	0,630	1	2,288	1,126	0,225	1,149	5,101
PM	3,546	0,437	0,481	0,437	1	4,312	0,138	0,695	5,053
						8,624	1,000		25,353

$$\lambda_{\max} = \frac{25,353}{5} = 5,071$$

$$CI = \frac{5,071 - 5}{5 - 1} = 0,018$$

RI = 1,115 (Tabel Random Index)

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0,02 \text{ (konsisten)}$$

E. Data Aktor terhadap Faktor/Kriteria (Teknologi)

Pakar 1

Aktor	PS	MP	PP	PK	PM
PS	1	1/3	1/3	1/2	1/2
MP		1	1	1	1
1PP			1	1	2
PK				1	2
PM					1

Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P (Dosen FTP)

Pakar 2

Aktor	PS	MP	PP	PK	PM
PS	1	1/2	1/3	1/2	1/2
MP		1	1/2	1/2	1/3
PP			1	1/3	1/2
PK				1	1/2
PM					1

Mujiyono (Kasi. Sertifikasi Produk)

Pakar 3

Aktor	PS	MP	PP	PK	PM
PS	1	1/2	1	1/2	1/2
MP		1	1/2	1	1/3
PP			1	1/3	1/2
PK				1	1/2
PM					1

Edy Hariyono (Kasi. Pabrik Tengah)

Matrik Pendapat Gabungan Aktor terhadap Faktor/Kriteria (Teknologi)

Aktor	PS	MP	PP	PK	PM	Jumlah Norm	VP	VA	VB
PS	1	0,437	0,481	0,500	0,500	0,528	0,106	0,538	5,100
MP	2,288	1	0,630	0,794	0,481	0,849	0,170	0,869	5,118
PP	2,079	1,587	1	0,481	0,794	0,997	0,199	1,026	5,149
PK	2	1,259	2,079	1	0,794	1,263	0,253	1,308	5,179
PM	2	2,079	1,259	1,259	1	3,636	0,273	1,406	5,155
						7,273	1,000		25,700

$$\lambda_{\max} = \frac{25,700}{5} = 5,140$$

$$CI = \frac{5,140 - 5}{5 - 1} = 0,035$$

RI = 1,115 (Tabel Random Index)

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0,03 \text{ (konsisten)}$$

F. Data Tujuan terhadap Aktor (Petani Supplier)

Pakar 1

Tujuan	KP	MRC	MDS
KP	1	1/2	2
MRC		1	2
MDS			1

Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P (Dosen FTP)

Pakar 2

Tujuan	KP	MRC	MDS
KP	1	1	3
MRC		1	2
MDS			1

Mujiyono (Kasi. Sertifikasi Produk)

Pakar 3

Tujuan	KP	MRC	MDS
KP	1	2	1
MRC		1	1/3
MDS			1

Edy Hariyono (Kasi. Pabrik Tengah)

Matrik Pendapat Gabungan Tujuan terhadap Aktor (Petani Supplier)

Tujuan	KP	MRC	MDS	Jumlah Norm	VP	VA	VB
KP	1	1	1,816	1,200	0,400	1,213	3,034
MRC	1	1	1,101	1,017	0,339	1,026	3,028
MDS	0,551	0,908	1	0,783	0,261	0,789	3,022
				3,000	1,000		9,084

$$\lambda_{\max} = \frac{9,084}{3} = 3,028$$

$$CI = \frac{3,028 - 3}{3 - 1} = 0,014$$

RI = 0,525 (Tabel Random Index)

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0,03 \text{ (konsisten)}$$

G. Data Tujuan terhadap Aktor (Manajer Perusahaan)

Pakar 1

Tujuan	KP	MRC	MDS
KP	1	1	1/2
MRC		1	1
MDS			1

Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P (Dosen FTP)

Pakar 2

Tujuan	KP	MRC	MDS
KP	1	2	3
MRC		1	1
MDS			1

Mujiyono (Kasi. Sertifikasi Produk)

Pakar 3

Tujuan	KP	MRC	MDS
KP	1	1	1/2
MRC		1	1/3
MDS			1

Edy Hariyono (Kasi. Pabrik Tengah)

Matrik Pendapat Gabungan Tujuan terhadap Aktor (Manajer Perusahaan)

Tujuan	KP	MRC	MDS	Jumlah Norm	VP	VA	VB
KP	1	1,260	0,909	1,035	0,345	1,035	3,000
MRC	0,794	1	0,694	0,811	0,270	0,811	3,000
MDS	1,100	1,441	1	1,154	0,385	1,154	3,000
				3,000	1,000		9,001

$$\lambda_{\max} = \frac{9,001}{3} = 3,000$$

$$CI = \frac{3,000 - 3}{3 - 1} = 0,000$$

RI = 0,525 (Tabel Random Index)

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0,00 \text{ (konsisten)}$$

H. Data Tujuan terhadap Aktor (Pusat Pelatihan)

Pakar 1

Tujuan	KP	MRC	MDS
KP	1	1/2	1
MRC		1	1
MDS			1

Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P (Dosen FTP)

Pakar 2

Tujuan	KP	MRC	MDS
KP	1	1/2	1/2
MRC		1	2
MDS			1

Mujiyono (Kasi. Sertifikasi Produk)

Pakar 3

Tujuan	KP	MRC	MDS
KP	1	1	1/3
MRC		1	1/2
MDS			1

Edy Hariyono (Kasi. Pabrik Tengah)

Matrik Pendapat Gabungan Tujuan terhadap Aktor (Pusat Pelatihan)

Tujuan	KP	MRC	MDS	Jumlah Norm	VP	VA	VB
KP	1	0,630	0,551	0,683	0,228	0,683	3,001
MRC	1,587	1	1	1,133	0,378	1,134	3,002
MDS	1,815	1	1	1,184	0,395	1,185	3,002
				3,000	1,000		9,006

$$\lambda_{\max} = \frac{9,006}{3} = 3,002$$

$$CI = \frac{3,002 - 3}{3 - 1} = 0,001$$

RI = 0,525 (Tabel Random Index)

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0,00 \text{ (konsisten)}$$

I. Data Tujuan terhadap Aktor (Pekerja)

Pakar 1

Tujuan	KP	MRC	MDS
KP	1	1	1/2
MRC		1	1
MDS			1

Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P (Dosen FTP)

Pakar 2

Tujuan	KP	MRC	MDS
KP	1	1	1/2
MRC		1	1
MDS			1

Mujiyono (Kasi. Sertifikasi Produk)

Pakar 3

Tujuan	KP	MRC	MDS
KP	1	1/5	1
MRC		1	1
MDS			1

Edy Hariyono (Kasi. Pabrik Tengah)

Matrik Pendapat Gabungan Tujuan terhadap Aktor (Pekerja)

Tujuan	KP	MRC	MDS	Jumlah Norm	VP	VA	VB
KP	1	0,585	0,630	0,695	0,232	0,696	3,007
MRC	1,709	1	1,442	1,306	0,435	1,311	3,012
MDS	1,587	0,693	1	0,999	0,333	1,003	3,010
				3,000	1,000		9,028

$$\lambda_{\max} = \frac{9,028}{3} = 3,009$$

$$CI = \frac{3,009 - 3}{3 - 1} = 0,005$$

RI = 0,525 (Tabel Random Index)

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0,01 \text{ (konsisten)}$$

J. Data Tujuan terhadap Aktor (Pemerintah)

Pakar 1

Tujuan	KP	MRC	MDS
KP	1	1	1/2
MRC		1	1
MDS			1

Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P (Dosen FTP)

Pakar 2

Tujuan	KP	MRC	MDS
KP	1	2	2
MRC		1	2
MDS			1

Mujiyono (Kasi. Sertifikasi Produk)

Pakar 3

Tujuan	KP	MRC	MDS
KP	1	1/2	1
MRC		1	1
MDS			1

Edy Hariyono (Kasi. Pabrik Tengah)

Matrik Pendapat Gabungan Tujuan terhadap Aktor (Pemerintah)

Tujuan	KP	MRC	MDS	Jumlah Norm	VP	VA	VB
KP	1	1	1	0,998	0,333	1,000	3,006
MRC	1	1	1,260	1,078	0,359	1,080	3,006
MDS	1	0,794	1	0,924	0,308	0,926	3,005
				3,000	1,000		9,018

$$\lambda_{\max} = \frac{9,018}{3} = 3,006$$

$$CI = \frac{3,006 - 3}{3 - 1} = 0,003$$

RI = 0,525 (Tabel Random Index)

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0,01 \text{ (konsisten)}$$

K. Data Alternatif terhadap Tujuan (Kontinuitas Produksi)

Pakar 1

Alternatif	MKK	MTP	MSI	PSDM
MKK	1	1	1	1
MTP		1	1	2
MSI			1	2
PSDM				1

Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P (Dosen FTP)

Pakar 2

Alternatif	MKK	MTP	MSI	PSDM
MKK	1	1/2	2	1/5
MTP		1	2	1/5
MSI			1	1/5
PSDM				1

Mujiyono (Kasi. Sertifikasi Produk)

Pakar 3

Alternatif	MKK	MTP	MSI	PSDM
MKK	1	1/2	1/3	1/2
MTP		1	1/3	1/3
MSI			1	1
PSDM				1

Edy Hariyono (Kasi. Pabrik Tengah)

Matrik Pendapat Gabungan Data Alternatif terhadap Tujuan (Kontinuitas Produksi)

Alternatif	MKK	MTP	MSI	PSDM	Jumlah Norm	VP	VA	VB
MKK	1	0,630	0,874	0,465	0,687	0,172	0,691	4,018
MTP	1,587	1	0,874	0,511	0,882	0,221	0,890	4,035
MSI	1,144	1,144	1	0,737	0,952	0,238	0,959	4,033
PSDM	2,151	1,957	1,357	1	1,478	0,370	1,494	4,042
					4,000	1,000		16,128

$$\lambda_{\max} = \frac{16,128}{4} = 4,032$$

$$CI = \frac{4,032 - 4}{4 - 1} = 0,011$$

RI = 0,882 (Tabel Random Index)

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0,01 \text{ (konsisten)}$$

L. Data Alternatif terhadap Tujuan (Mengurangi Cacat Produk)

Pakar 1

Alternatif	MKK	MTP	MSI	PSDM
MKK	1	2	2	1
MTP		1	1	1/2
MSI			1	1
PSDM				1

Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P (Dosen FTP)

Pakar 2

Alternatif	MKK	MTP	MSI	PSDM
MKK	1	1	2	1/5
MTP		1	2	1/3
MSI			1	1/5
PSDM				1

Mujiyono (Kasi. Sertifikasi Produk)

Pakar 3

Alternatif	MKK	MTP	MSI	PSDM
MKK	1	1	1/3	1/3
MTP		1	1/5	1/3
MSI			1	1/2
PSDM				1

Edy Hariyono (Kasi. Pabrik Tengah)

Matrik Pendapat Gabungan Data Alternatif terhadap Tujuan (Mengurangi Cacat Produk)

Alternatif	MKK	MTP	MSI	PSDM	Jumlah Norm	VP	VA	VB
MKK	1	1,260	1,101	0,406	0,797	0,199	0,798	4,008
MTP	0,794	1	0,737	0,382	0,631	0,158	0,633	4,008
MSI	0,908	1,357	1	0,465	0,800	0,200	0,801	4,004
PSDM	2,463	2,618	2,151	1	1,772	0,443	1,777	4,012
					4,000	1,000		16,031

$$\lambda_{\max} = \frac{16,031}{4} = 4,008$$

$$CI = \frac{4,008 - 4}{4 - 1} = 0,003$$

RI = 0,882 (Tabel Random Index)

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0,00 \text{ (konsisten)}$$

M. Data Alternatif terhadap Tujuan (Meningkatkan Daya Saing Produk)

Pakar 1

Alternatif	MKK	MTP	MSI	PSDM
MKK	1	1	2	1
MTP		1	1	1
MSI			1	1/2
PSDM				1

Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P (Dosen FTP)

Pakar 2

Alternatif	MKK	MTP	MSI	PSDM
MKK	1	1	3	2
MTP		1	3	2
MSI			1	1/3
PSDM				1

Mujiyono (Kasi. Sertifikasi Produk)

Pakar 3

Alternatif	MKK	MTP	MSI	PSDM
MKK	1	1	2	2
MTP		1	2	1
MSI			1	1/2
PSDM				1

Edy Hariyono (Kasi. Pabrik Tengah)

Matrik Pendapat Gabungan Data Alternatif terhadap Tujuan (Meningkatkan Daya Saing Produk)

Alternatif	MKK	MTP	MSI	PSDM	Jumlah Norm	VP	VA	VB
MKK	1	1	2,288	1,587	1,305	0,326	1,320	4,046
MTP	1	1	1,816	1,260	1,165	0,291	1,175	4,035
MSI	0,437	0,551	1	0,437	0,544	0,136	0,547	4,017
PSDM	0,630	0,794	2,288	1	0,986	0,246	0,995	4,036
					4,000	1,000		16,134

$$\lambda_{\max} = \frac{16,134}{4} = 4,034$$

$$CI = \frac{4,034 - 4}{4 - 1} = 0,011$$

RI = 0,882 (Tabel Random Index)

$$CR = \frac{CI}{RI} = 0,01 \text{ (konsisten)}$$

Lampiran 5. Hasil Perhitungan Data Secara Horizontal

Bobot Faktor/Kriteria

Unsur Faktor/Kriteria	Bobot	Prioritas
Biaya (B)	0,142	4
Kualitas Bahan Baku (KBB)	0,388	1
Kualitas SDM (KSDM)	0,249	2
Teknologi (T)	0,221	3

Bobot Aktor Terhadap Faktor

Aktor	Faktor/Kriteria			
	Biaya (B)	Kualitas Bahan Baku (KBB)	Kualitas SDM (KSDM)	Teknologi (T)
Petani Supplier (PS)	0,260	0,172	0,054	0,106
Manajer Perusahaan (MP)	0,256	0,237	0,301	0,170
Pusat Pelatihan (PP)	0,092	0,139	0,282	0,199
Pekerja (PK)	0,223	0,296	0,225	0,253
Pemerintah (PM)	0,169	0,156	0,138	0,273

Bobot Tujuan Terhadap Aktor

Tujuan	Aktor				
	Petani Supplier (PS)	Manajer Perusahaan (MP)	Pusat Pelatihan (PP)	Pekerja (PK)	Pemerintah (PM)
Kontinuitas Produksi (KP)	0,400	0,345	0,228	0,232	0,333
Mengurangi Risiko Cacat Produk (MRC)	0,339	0,270	0,378	0,435	0,359
Meningkatkan Daya Saing Produk (MDS)	0,261	0,385	0,395	0,333	0,308

Bobot Alternatif Terhadap Tujuan

Alternatif	Tujuan		
	Kontinuitas Produksi (KP)	Mengurangi Risiko Cacat Produk (MRC)	Meningkatkan Daya Saing Produk (MDS)
Melakukan Kontrol Kualitas (MKK)	0,172	0,199	0,326
Memperbaiki Teknologi Proses yang Produktif dan Efisien (MTP)	0,221	0,158	0,291
Mengembangkan Sistem Informasi Sumber Daya dan Operasi Perusahaan (MSI)	0,238	0,200	0,136
Pelatihan SDM (PSDM)	0,370	0,443	0,246

Lampiran 6. Hasil Perhitungan Data Secara Vertikal**Bobot Vertikal Faktor Dan Aktor**

Aktor	Bobot	Prioritas
Petani Supplier (PS)	0,141	5
Manajer Perusahaan (MP)	0,241	2
Pusat Pelatihan (PP)	0,181	3
Pekerja (PK)	0,258	1
Pemerintah (PM)	0,179	4

Bobot Vertikal Aktor Dan Tujuan

Tujuan	Bobot	Prioritas
Kontinuitas Produksi (KP)	0,300	2
Mengurangi Risiko Cacat Produk (MRC)	0,323	1
Meningkatkan Daya Saing Produk (MDS)	0,256	3

Bobot Vertikal Tujuan Dan Alternatif

Alternatif	Bobot	Prioritas
Melakukan Kontrol Kualitas (MKK)	0,199	2
Memperbaiki Teknologi Proses yang Produktif dan Efisien (MTP)	0,192	3
Mengembangkan Sistem Informasi Sumber Daya dan Operasi Perusahaan (MSI)	0,171	4
Pelatihan SDM (PSDM)	0,317	1