

**ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO *GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT*
PADA PROSES *PLAN, MAKE DAN ENABLE* DENGAN PENDEKATAN
MODEL *GREEN SCOR*
(STUDI KASUS: PT. MADUBARU)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Nama : Dewi Ayu Ningrum
No. Mahasiswa : 16 522 261

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2020

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah, saya akui bahwa karya yang berjudul “**Analisis dan Mitigasi Risiko Green Supply Chain Management Pada Proses Plan, Make, dan Enable Dengan Pendekatan Model Green SCOR**” ini merupakan hasil karya sendiri kecuali kutipan yang telah disertai sumber daripadanya. Jika dikemudian hari pernyataan saya terbukti tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak cipta maka saya bersedia ijazah yang saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 7 Maret 2020

Dewi Ayu Ningrum

NIM. 16522261

LEMBAR PENELITIAN

**PT MADUBARU**

PG.PS.MADUKISMO

SURAT KETERANGAN

No. : 380 /DIR/MB/III/2020

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa

Nama : Dewi Ayu Ningrum

NIM : 16522261

Adalah mahasiswa Program Studi S1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah selesai melaksanakan penelitian Tugas Akhir di SPI PT Madubaru Yogyakarta yang dilaksanakan pada tanggal 6 Januari 2020 s.d. 6 Maret 2020.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 7 Maret 2020

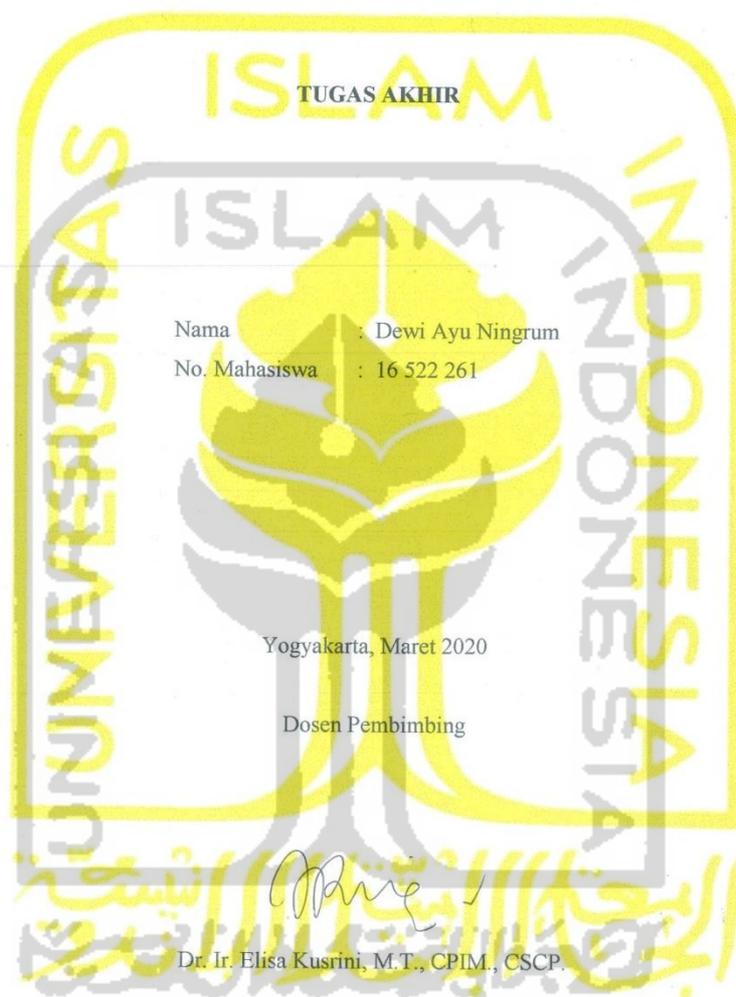
an Direktur PT Madubaru

Retna Isharsrivani

g K& Bag. SDM & Umum

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO *GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT*
PADA PROSES *PLAN, MAKE* DAN *ENABLE* DENGAN PENDEKATAN MODEL
GREEN SCOR
(STUDI KASUS: PT. MADUBARU)



LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**ANALISIS DAN MITIGASI RISIKO *GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT*
PADA PROSES *PLAN, MAKE* DAN *ENABLE* DENGAN PENDEKATAN MODEL
GREEN SCOR
(STUDI KASUS: PT. MADUBARU)**

TUGAS AKHIR

Oleh

Nama : Dewi Ayu Ningrum
NIM : 16 522 261

Telah dipertahankan di depan sidang pengujian sebagai satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri

Yogyakarta, 15 April 2020

Tim Penguji

Dr. Ir. Elisa Kusnini, M.T., CPIM., CSCP.

Ketua

Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M.

Anggota I

Abdullah 'Azzam, S.T., M.T.

Anggota II

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir Ini Saya Persembahkan

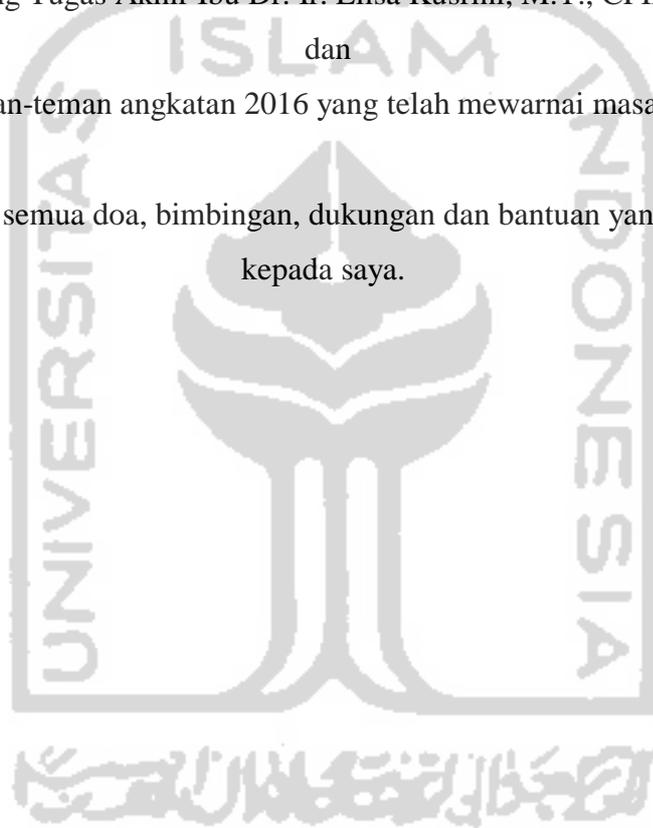
Teruntuk orang tua saya tercinta, Ibu Yati Nuryati dan kedua kakak saya Maya Asmara
Puspitasari dan Muhammad Ikhwan Agus Purnanto

Pembimbing Tugas Akhir Ibu Dr. Ir. Elisa Kusrini, M.T., CPIM., CSCP.

dan

Seluruh teman-teman angkatan 2016 yang telah mewarnai masa kuliah saya

Terimakasih atas semua doa, bimbingan, dukungan dan bantuan yang telah diberikan
kepada saya.



HALAMAN MOTTO

QS. At-Taubah : 105

وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ إِلَىٰ عَالَمِ الْغَيْبِ
وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُم بِمَا كُنتُمْ تَعْمَلُونَ

“Dan katakanlah, Bekerjalah kamu, maka Allah akan melihat pekerjaanmu, begitu juga Rasul-Nya dan orang-orang mukmin, dan kamu akan dikembalikan kepada (Allah) Yang Mengetahui yang gaib dan yang nyata, lalu diberitakan-Nya kepada kamu apa yang telah kamu kerjakan”.

QS. Yusuf : 87

يَا بَنِيَّ اذْهَبُوا فَتَحَسَّسُوا مِنْ يُوسُفَ وَأَخِيهِ وَلَا تَيَاسُوا مِنْ رَوْحِ اللَّهِ إِنَّهُ لَا يَيْئَسُ
مِنْ رَوْحِ اللَّهِ إِلَّا الْقَوْمُ الْكَافِرُونَ

“Wahai anak-anakku! Pergilah kamu, carilah (berita) tentang Yusuf dan saudaranya jangan kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya orang yang berputus asa dari rahmat Allah, hanyalah orang-orang yang kafir”.

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT berkat rahmat dan karunia-Nya yang telah dilimpah ruahkan kepada penulis sehingga penulisan Tugas Akhir dengan judul “**Analisis dan Mitigasi Risiko Green Supply Chain Management Pada Proses Plan, Make dan Enable Dengan Pendekatan Model Green SCOR**” dapat terselesaikan dengan baik. Tak lupa shalawat serta salam penulis haturkan kepada junjungan besar Nabi Muhammad SAW yang telah membawa ajaran kebenaran sehingga kini keluar dari jalan kegelapan menuju jalan terang benderang dalam rangka meraih ridho Allah SWT.

Penulisan Tugas Akhir ini tidak dapat terselesaikan melainkan berdasarkan bantuan, bimbingan serta keterangan-keterangan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, tanpa mengurangi rasa hormat, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Taufiq Immawan, S.T, M.M selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Dr. Ir. Elisa Kusriani, M.T., CPIM., CSCP., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian tugas akhir.
5. Ibu penulis tersayang, Yati Nuryati dan kedua kakak penulis Maya Asmara Puspitasari dan Ikhwan Agus Purnanto yang telah memberikan semangat dan dukungan baik secara moril, materil serta doa yang tidak pernah putus.
6. Pak Hartomo, Mas Bahana, dan Mas Aji selaku pekerja di PT. Madubaru yang telah banyak memberikan informasi untuk pemenuhan data tugas akhir.
7. Teman seperjuangan skripsi saya Ayu dan Karin yang selalu menemani, membantu dan menyemangati saya untuk mengerjakan skripsi.
8. Keempat teman-teman saya tersayang Hera, Tya, Sinta dan Adel yang selalu menjadi pendengar setia mengenai keluh kesah saya selama dimasa perkuliahan.

9. Teman-teman Teknik Industri FTI UII, dan semua pihak yang selalu memberikan doa, dukungan, serta banyak bantuan yang tidak dapat disebutkan satu-satu oleh penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan baik disengaja maupun tidak disengaja dikarenakan keterbatasan ilmu pengetahuan, wawasan serta pengalaman yang penulis miliki. Atas ketidaksempurnaan tersebut, penulis memohon maaf dan berharap akan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan bagi penelitian selanjutnya yang terkait.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Maret 2020

Dewi Ayu Ningrum



ABSTRAK

Menjamurnya perusahaan manufaktur di Indonesia saat ini telah menyebabkan banyaknya limbah hasil produksi yang dikeluarkan ke lingkungan. *Green Supply Chain Management* (GSCM) sebagai inovasi baru mengenai metode pengukuran kinerja yang mengatur keseluruhan proses dalam *supply chain* dengan mempertimbangkan aspek lingkungan. Dalam perjalanan GSCM tidak dapat dipungkiri munculnya ketidakpastian yang kerap disebut risiko. Dalam menanggulangi dan mengurangi potensi risiko diperlukan upaya pencegahan risiko. Tujuan dilakukannya penelitian kali ini adalah untuk mengidentifikasi risiko pada *green supply chain* di perusahaan gula untuk selanjutnya dilakukan mitigasi berdasarkan risiko dengan level tertinggi. Metode yang digunakan dalam analisis dan mitigasi risiko menggunakan metode *risk mapping*, sementara penentuan kriteria risiko didasarkan pada matriks kinerja risiko dengan pendekatan SCOR 12.0 yang membagi proses bisnis pada bagian *manufacturing* ke dalam proses *plan, make* dan *enable* dengan atribut *reliability, responsiveness, agility, cost* dan *asset management*. Hasil mitigasi risiko dari kejadian risiko dengan level tertinggi berupa membuat anggaran biaya *safety*, membuat aturan wajib konfirmasi/koordinasi mengenai *input-output* pada tiap stasiun kerja, mengadakan evaluasi kinerja setiap harinya sebelum pergantian *shift*, dan bekerjasama dengan bagian tanaman, pekerja tebang tebu dan pengangkut tebu untuk memaksimalkan *supply* tebu agar tidak terjadi kemunduran jadwal produksi.

Kata kunci: *Green Supply Chain Management, Risiko, Risk Mapping, SCOR 12.0*

DAFTAR ISI

<u>KATA PENGANTAR</u>	viii
<u>ABSTRAK</u>	x
<u>DAFTAR ISI</u>	xi
<u>DAFTAR TABEL</u>	xiii
<u>DAFTAR GAMBAR</u>	xv
<u>BAB I</u>	1
<u>1.1. Latar Belakang</u>	1
<u>1.2. Rumusan Masalah</u>	4
<u>1.3. Tujuan Penelitian</u>	4
<u>1.4. Batasan Masalah</u>	4
<u>1.5. Manfaat Penulisan</u>	5
<u>1.6. Sistematika Penulisan</u>	5
<u>BAB II</u>	7
<u>2.1. Kajian Deduktif</u>	7
<u>2.1.1. Supply Chain Management (SCM)</u>	7
<u>2.1.2. Green Supply Chain Management (GSCM)</u>	9
<u>2.1.3. Manajemen Risiko</u>	11
<u>2.1.4. Supply Chain Risk Management (SCRM)</u>	14
<u>2.1.5. Green Supply Chain Operation Reference (GSCOR)</u>	15
<u>2.2. Kajian Induktif</u>	17
<u>BAB III</u>	26
<u>3.1. Desain Penelitian</u>	26
<u>3.2. Objek Penelitian</u>	26
<u>3.3. Pengumpulan Data</u>	26
<u>3.3.1. Teknik Pengumpulan Data</u>	26
<u>3.3.2. Jenis Data</u>	27
<u>3.4. Pengolahan Data</u>	28
<u>3.5. Alur Penelitian</u>	30
<u>BAB IV</u>	32
<u>4.1. Pengumpulan Data</u>	32
<u>4.1.1. Deskripsi Perusahaan</u>	32
<u>4.1.2. Visi dan Misi Perusahaan</u>	33

4.1.3.	<u>Struktur Organisasi PT. Madubaru</u>	33
4.1.4.	<u>Aliran <i>Supply Chain</i> di PT. Madubaru</u>	36
4.1.5.	<u>Proses Bisnis Bagian Pabrikasi PT. Madubaru</u>	38
4.2.	<u>Pengolahan Data</u>	42
4.2.1.	<u>Penetapan Konteks Tujuan</u>	42
4.2.2.	<u>Penyusunan Matriks Kinerja Proses <i>Plan, Make, dan Enable</i></u>	43
4.2.3.	<u>Identifikasi Risiko</u>	50
4.2.4.	<u>Dampak Risiko (<i>Impact</i>) dan Kemungkinan Risiko (<i>Likelihood</i>)</u>	53
4.3.	<u>Pengukuran Risiko</u>	66
4.4.	<u>Evaluasi Risiko</u>	68
4.5.	<u>Mitigasi Risiko</u>	78
BAB V	82
5.1.	<u>Analisis Rancangan Matriks Kinerja Risiko</u>	82
5.2.	<u>Identifikasi Risiko</u>	84
5.3.	<u>Analisis Pengukuran Risiko</u>	85
5.4.	<u>Analisis Mitigasi Risiko</u>	86
5.5.	<u>Analisis <i>Green Supply Chain Management</i></u>	87
BAB VI	90
6.1.	<u>Kesimpulan</u>	90
6.2.	<u>Saran</u>	91
DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN	95

DAFTAR TABEL

<u>Tabel 2. 1 Nilai Kemungkinan Risiko</u>	12
<u>Tabel 2. 2 Nilai Dampak Risiko</u>	13
<u>Tabel 2. 3 Matriks Keputusan Penilaian Risiko</u>	13
<u>Tabel 2. 4 Deskripsi Risk Rating</u>	13
<u>Tabel 2. 4 Komponen Green SCOR</u>	15
<u>Tabel 2. 5 Kajian Induktif</u>	17
<u>Tabel 4. 1 Matriks Kinerja Proses Plan, Make dan Enable</u>	43
<u>Tabel 4. 2 Identifikasi Risiko Pada Proses Plan, Make dan Enable</u>	50
<u>Tabel 4. 3 Risk Cause dan Risk Impact</u>	53
<u>Tabel 4. 4 Kriteria Penilaian Dampak Risiko</u>	55
<u>Tabel 4. 5 Likelihood Jadwal Produksi yang Tidak Sesuai (Normal = 192 hari)</u>	57
<u>Tabel 4. 6 Likelihood Waktu Siklus Maintenance Mesin Tidak Sesuai Dengan Perencanaan (Normal = 150 hari)</u>	57
<u>Tabel 4. 7 Likelihood Adanya Biaya Diluar Perencanaan (Tahun)</u>	58
<u>Tabel 4. 8 Likelihood Terjadi Antrian Panjang Pada Penimbangan (Normal = 3 jam)</u> ..	58
<u>Tabel 4. 9 Likelihood Kekurangan Tenaga Kerja</u>	58
<u>Tabel 4. 10 Likelihood Pencemaran Udara Yang Mengandung Emisi SO2, NO2 Dan Partikel Abu</u>	59
<u>Tabel 4. 11 Likelihood Volume Penggunaan Air Besar</u>	59
<u>Tabel 4. 12 Likelihood Kesalahan Instalasi Mesin</u>	59
<u>Tabel 4. 13 Likelihood Besar Jenis Butir Tidak Sesuai Standar</u>	60
<u>Tabel 4. 14 Likelihood % Kadar Air Gula Tidak Sesuai Standar</u>	60
<u>Tabel 4. 15 Likelihood Gula Masih Berwarna Coklat dan Mengandung Strop</u>	60
<u>Tabel 4. 16 Likelihood Bahan Gula Tercampur Bahan Non Gula</u>	61
<u>Tabel 4. 17 Likelihood Produk Mengandung Bahan Berbahaya</u>	61
<u>Tabel 4. 18 Likelihood Pemrosesan Produk Ditiap Stasiun Kerja yang Lama (Normal = 3 Jam)</u>	61
<u>Tabel 4. 19 Likelihood Waktu Siklus Produksi yang Lama (Normal = 24 jam)</u>	62
<u>Tabel 4. 20 Likelihood Quality Control Memakan Waktu Lama (Normal = 3 Jam)</u>	62
<u>Tabel 4. 21 Likelihood Adanya Produk Cacat Terlewat Quality Control</u>	62
<u>Tabel 4. 22 Likelihood Kapasitas Produksi Rendah</u>	62
<u>Tabel 4. 23 Likelihood Biaya Kerusakan Mesin</u>	63
<u>Tabel 4. 24 Likelihood Presentase Penggunaan Bahan Berbahaya Tinggi</u>	63
<u>Tabel 4. 25 Likelihood Banyaknya Limbah Berbahaya yang Dikeluarkan ke Lingkungan</u>	63
<u>Tabel 4. 26 Likelihood Banyaknya Limbah Hasil Produksi yang tidak dapat digunakan kembali</u>	64
<u>Tabel 4. 27 Likelihood Kerusakan Fasilitas dan Alat Produksi</u>	64
<u>Tabel 4. 28 Likelihood Terjadinya Miskomunikasi Antar Stasiun Kerja</u>	64
<u>Tabel 4. 29 Likelihood Kurangnya Evaluasi Kinerja Produksi</u>	65
<u>Tabel 4. 30 Likelihood Biaya Tidak Langsung Tinggi</u>	65
<u>Tabel 4. 31 Likelihood Pengeluaran Gaji Besar</u>	65
<u>Tabel 4. 32 Likelihood Banyaknya Karyawan yang Tidak Mengetahui Pentingnya Aspek Lingkungan</u>	66

Tabel 4. 33 Perhitungan Level Risiko	66
Tabel 4. 34 Risk Response	69
Tabel 4. 35 Baku Mutu Limbah Cair Industri Gula	73
Tabel 4. 36 Rekap Data Pengolahan Limbah Cair Madubaru (2019)	73
Tabel 4. 37 Rekap Data Uji udara Cerobong Boiler Madubaru (2019)	74
Tabel 4. 38 Rekap Data Uji Udara 500 m dari Madubaru (2019)	74
Tabel 4. 39 Rekap Bentuk Recycle Madubaru (2019)	75
Tabel 4. 40 Urutan Prioritas Risiko	76
Tabel 4. 41 Mitigasi Risiko	79



DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar 1. 1 Grafik Proyeksi Konsumsi Gula Indonesia (2017 – 2021)</u>	3
<u>Gambar 1. 2 Grafik Perbandingan Permintaan dan Penawaran</u>	3
<u>Gambar 2. 1 Proses pada <i>Supply Chain Management</i></u>	8
<u>Gambar 2. 2 Aktivitas dalam <i>Green Supply Chain Management</i></u>	9
<u>Gambar 3. 1 Alur Penelitian</u>	30
<u>Gambar 4. 1 Struktur Organisasi PT. Madubaru</u>	33
<u>Gambar 4. 2 Aliran <i>Supply Chain</i> PT. Madubaru</u>	36
<u>Gambar 4. 3 <i>Flow</i> Proses <i>Plan</i></u>	38
<u>Gambar 4. 4 <i>Flow</i> Proses <i>Make</i></u>	39
<u>Gambar 4. 5 <i>Flow</i> Proses <i>Enable</i></u>	41
<u>Gambar 4. 6 <i>Risk Map</i> Awalan</u>	68
<u>Gambar 4. 7 Penurunan Level Risiko Pada <i>Risk Map</i></u>	72
<u>Gambar 4. 8 <i>Risk Map</i> Setelah Penerapan <i>Risk Response</i></u>	78
<u>Gambar 4. 14 Peta Level Risiko</u>	79
<u>Gambar 4. 9 <i>Risk Map</i> Setelah Tindakan Mitigasi</u>	81



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

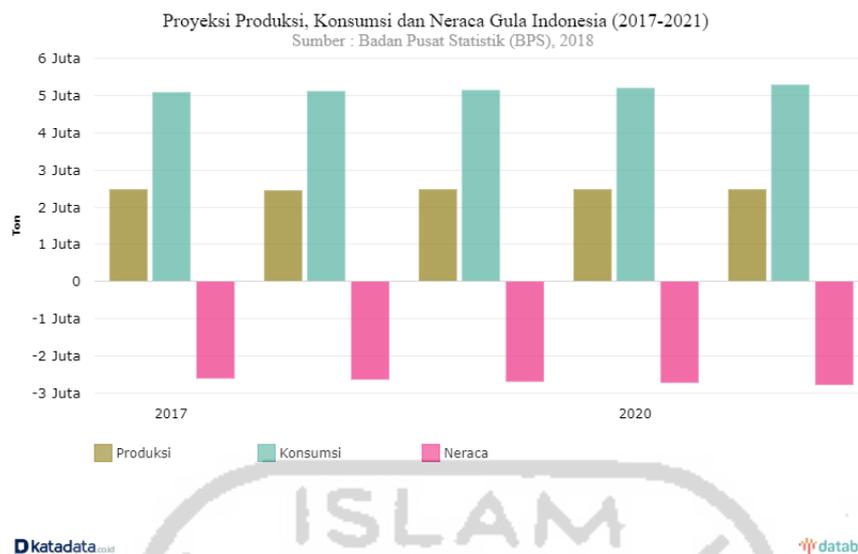
Sejalan dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi menyebabkan semakin beragamnya jumlah industri manufaktur yang ada di Indonesia. Badan Pusat Statistik (BPS) menyebutkan, perkembangan industri manufaktur berskala sedang dan besar mengalami peningkatan pada triwulan II-2019 dibandingkan triwulan-II 2018 sebesar 3,62 %. Beragamnya pertumbuhan industri manufaktur tersebut merupakan hasil dari perubahan pola dan gaya hidup masyarakat yang semakin konsumtif. Disamping itu, dampak yang ditimbulkan berupa pencemaran lingkungan akibat kesulitan dalam pengelolaan dan penanganan limbah hasil aktivitas manufaktur.

Green Supply Chain Management (GSCM) dianggap sebagai inovasi lingkungan (Chin, et. al, 2015). Dalam konsep GSCM, pengelolaan rantai pasok dilakukan dengan mengintegrasikan pemikiran lingkungan. Dengan menambahkan konsep “*green*” dalam manajemen rantai pasok, praktik GSCM mencakup serangkaian aktivitas pengelolaan yang ramah lingkungan dalam proses *procurement* (pengadaan), *manufacture* (produksi), *distribution* (pengiriman) dan *reverse logistic* (logistik berbalik) (Ninlawan, et. al, 2010). Tujuan penerapan GSCM yaitu untuk mereduksi atau meniadakan *waste* lingkungan pada aktivitas perancangan produk, pengadaan, pemisahan bahan baku, proses produksi, *delivery* dan siklus *end life product* (Srivastava, 2007). Dengan demikian, kontribusi GSCM dalam rantai pasok sebagai pengelola dampak lingkungan serta sebagai strategi untuk meningkatkan kinerja rantai pasok secara berkelanjutan.

Dalam pengelolaan *supply chain* perusahaan, tidak terkecuali *green supply chain*, ketidakpastian dapat terjadi pada keseluruhan aktivitas didalamnya. Sangkaian aktivitas dalam *green supply chain* memiliki risiko yang berbeda dengan *supply chain* biasa, sementara kejadian yang tidak pasti memiliki kecenderungan menyebabkan

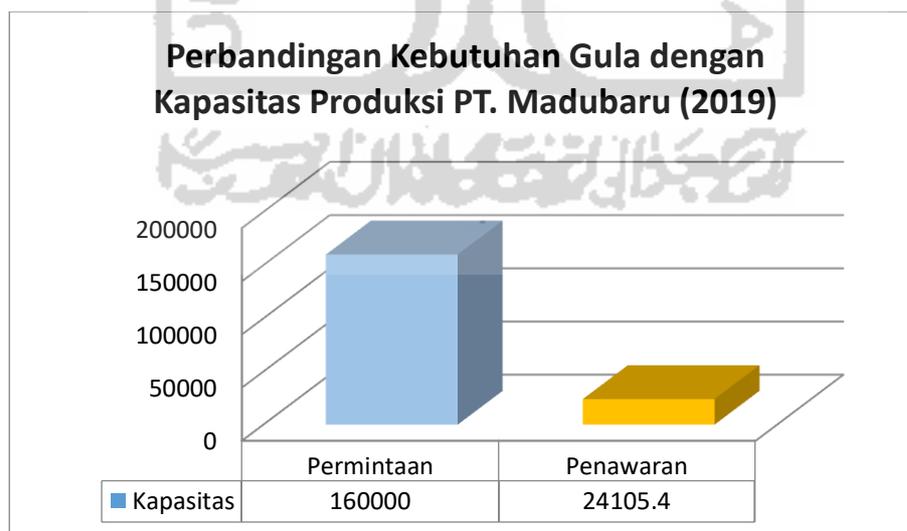
gangguan dalam fungsi *green supply chain* (Ma, et. al, 2012). Risiko dapat muncul dari berbagai sumber, diantaranya risiko terkait masalah operasional, risiko keuangan maupun risiko terkait lingkungan yang terjadi baik dalam ruang lingkup internal maupun eksternal perusahaan. Oleh karena itu, pengelolaan risiko pada *green supply chain* penting untuk dilakukan (Mangla, et. al, 2015). Manajemen risiko yang baik berhubungan erat dengan kesuksesan proyek (Hillson, 2002). Singkatnya, perusahaan harus mampu mengidentifikasi, mengevaluasi, mengurutkan dan mengelola risiko pada rantai pasoknya agar mampu bersaing dalam perekonomian saat ini (Sinha, et. al, 2004).

Supply Chain Risk Management merupakan metodologi pengelolaan risiko kualitatif dan kuantitatif untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, mitigasi dan mengawasi ketidakpastian yang memiliki dampak buruk bagi rantai pasokan (Ho, et. al, 2015). Dalam industri, terutama industri yang memiliki unsur *supply chain* yang panjang dan menghadapi permintaan yang tidak menentu, topik *supply chain risk mangement* sangat penting (Norrman, 2004). Salah satu perusahaan yang mengalami permintaan tidak menentu adalah perusahaan yang bergerak di bidang penyedia bahan pangan yaitu gula pasir. Berdasarkan data yang dikelola oleh BPS pada Gambar 1, jumlah permintaan gula diproyeksikan akan terus meningkat hingga 5,26 juta ton pada tahun 2021, sementara rata-rata produksi gula hanya mencapai 2,47 ton. Peningkatan permintaan gula ini dipengaruhi oleh faktor laju pertumbuhan jumlah penduduk serta semakin meningkatnya industri makanan dan minuman (Kurniasari dkk., 2015). Dalam rangka untuk memenuhi permintaan gula yang semakin meningkat, pabrik-pabrik gula diharapkan mampu meningkatkan produksi gula dalam negeri sehingga kebutuhan gula dapat terpenuhi tanpa adanya impor dari luar negeri.



Gambar 1. 1 Grafik Proyeksi Konsumsi Gula Indonesia (2017 – 2021)

PT. Madubaru merupakan perusahaan yang mendukung program pemerintah untuk menyukseskan pemenuhan pangan daerah, sehingga produksi gula pada PT. Madubaru memberikan peranan untuk menunjang *supply* gula kebutuhan daerah. Daerah khusus yang gulanya di *supply* oleh PT. Madubaru yaitu Daerah Istimewa Yogyakarta dan sebagian Jawa Tengah dengan total kebutuhan gula mencapai 160.000 ton/tahun. Pemenuhan kebutuhan ini sulit dilakukan dikarenakan kapasitas produksi PT. Madubaru yang rendah yaitu sebesar 24.105,4 ton dan maksimal 30.000 ton/tahunnya.



Gambar 1. 2 Grafik Perbandingan Permintaan dan Penawaran

Kapasitas produksi yang rendah pada PT. Madubaru disebabkan munculnya risiko-risiko yang dapat mengganggu proses *manufacturing* sehingga produksi gula

tidak maksimal. Di samping itu, tidak mempunya memaksimalkan penggunaan sumber daya yang ada sehingga proses produksi cenderung menghasilkan banyak *waste*. *Waste* merupakan segala aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah. *Waste* inilah yang menyebabkan pabrik tidak mampu mencapai target produksi sehingga permintaan konsumen pun tidak terpenuhi. Apabila perusahaan mampu mengelola *waste* secara efisien, maka efisiensi operasional pun dapat meningkat sehingga margin keuntungan pun meningkat. Kemampuan perusahaan untuk mengelola *waste* merupakan bagian dari *green supply chain management*, sehingga strategi pengelolaan *green supply chain* yang baik penting dijalankan untuk mampu meningkatkan produktivitas pada PT. Madubaru.

1.2. Rumusan Masalah

Beranjak dari permasalahan yang telah dijabarkan, berikut merupakan rumusan masalah yang akan diteliti:

1. Risiko apa saja yang teridentifikasi dari proses *plan*, *make* dan *enable* pada bagian pabrikasi di PT. Madubaru?
2. Bagaimana urutan prioritas risiko berdasarkan pemetaan risiko?
3. Strategi mitigasi seperti apa yang perlu dilakukan PT. Madubaru untuk menurunkan nilai risiko?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perancangan rumusan masalah, adapun tujuan yang terkandung didalamnya, sebagai berikut:

1. Mengetahui risiko potensial pada proses *plan*, *make*, dan *enable* di bagian pabrikasi PT. Madubaru.
2. Mengetahui urutan prioritas risiko pada proses *plan*, *make*, dan *enable* berdasarkan pemetaan risiko.
3. Memberi usulan mitigasi risiko untuk mencegah atau menghilangkan risiko.

1.4. Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam penelitian tidak terlalu luas, batasan-batasan yang ditetapkan agar tujuan penelitian dapat tercapai sebagai berikut:

1. Penelitian befokus pada analisis dan prioritas risiko pada bagian *manufacturing* di Pabrik Gula Madukismo.

2. Usulan perbaikan yang disarankan merupakan usulan perbaikan kualitatif yang belum diterapkan secara langsung pada perusahaan.
3. Penelitian ini tidak menampilkan data keuangan perusahaan.

1.5. Manfaat Penulisan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak, diantaranya:

1. Bagi peneliti
Memberikan pengetahuan dan kemampuan kepada peneliti untuk mengidentifikasi, mengukur, memprioritaskan dan mengusulkan mitigasi risiko bagi suatu perusahaan.
2. Bagi perusahaan
Sebagai bahan pertimbangan dalam upaya pengelolaan dan mitigasi risiko pada *green supply chain* yang diharapkan dapat meningkatkan citra perusahaan.
3. Bagi pembaca
Penelitian dapat dijadikan sumber kepustakaan sebagai acuan untuk menghasilkan penelitian lebih baik kedepannya.

1.6. Sistematika Penulisan

Agar penyusunan laporan tugas akhir ini dapat mudah dipahami dan lebih terstruktur, penulisan laporan ini disusun secara sistematis ke dalam beberapa bab yang terdiri dari:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bagian pendahuluan menguraikan latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Dalam kajian literatur membahas kajian deduktif yang berisi landasan teori dan kajian induktif yang berisi uraian mengenai penelitian terdahulu yang relevan untuk dijadikan acuan dalam pengerjaan laporan tugas akhir.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bagian metode penelitian menjelaskan kerangka alur penelitian, objek penelitian, metode pengumpulan data, bahan dan materi penelitian, tata cara pengolahan data penelitian serta metode analisis yang digunakan.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bagian ini memuat data-data penting yang digunakan untuk proses pengolahan data sehingga memperoleh hasil penelitian. Hasil pengolahan data pada bab ini dijadikan acuan dalam penyusunan bab selanjutnya.

BAB V PEMBAHASAN

Pada bagian pembahasan berisi analisis mengenai hasil pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan, sehingga dapat diperoleh kesimpulan dan saran yang menjawab tujuan penelitian.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Tahapan terakhir berupa kesimpulan dan saran memuat poin-poin penting dari keseluruhan penelitian yang menjawab tujuan penelitian serta berisi saran untuk penyusunan penelitian yang lebih baik kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Kajian Deduktif

Kajian deduktif membahas tentang teori-teori yang dijadikan dasar dalam pengerjaan penelitian. Adapun kajian teori yang dimaksud dirangkum pada penjelasan di bawah.

2.1.1. *Supply Chain Management* (SCM)

Supply chain didefinisikan sebagai jaringan yang terdiri dari beberapa entitas (perusahaan atau individu) yang memiliki kontribusi secara langsung dalam memproduksi dan mengirimkan produk atau jasa kepada konsumen akhir melalui aliran material, informasi dan finansial yang bergerak dari hulu hingga hilir (Mentzer, et al., 2001). Dalam *supply chain* terdapat beberapa tokoh utama yang memiliki andil dalam aliran material, tokoh utama tersebut diantaranya adalah para pemasok, perusahaan manufaktur, distributor, pedagang eceran, dan konsumen akhir (Hayati, 2015). Masing-masing tokoh utama yang terhubung secara langsung maupun tidak langsung dalam jaringan *supply chain* memiliki sifat saling mempengaruhi kinerja satu sama lain, sehingga diperlukan metode atau pendekatan untuk mengelola *supply chain* yang sering disebut dengan *Supply Chain Management* (SCM).

Pada tahun 1982, Olivia & Weber mengemukakan gagasan *Supply Chain Management* (SCM) untuk pertama kali. SCM didefinisikan sebagai suatu metode atau pendekatan yang mencakup aktivitas seperti perencanaan hingga pengawasan agar tercapainya efektifitas dan efisiensi pada beberapa aliran dalam rantai pasok (Pujawan & Mahendrawathi, 2017). Sementara menurut (Anatan & Ellitan, 2008), SCM merupakan sebuah pengelolaan atau manajemen organisasi dalam keseluruhan proses *supply chain* untuk menghasilkan produk atau jasa yang sesuai dengan ekspektasi pelanggan. Secara ringkas, *supply chain* dapat dikatakan sebagai jaringan fisik yang menghubungkan tiap perusahaan, sementara SCM sebagai metode atau pendekatan untuk mengelola jaringan fisik tersebut agar berjalan sebagaimana mestinya.

Menurut (Turban et al., 2004 dalam Hayati, 2015), komponen utama penyusun SCM terdiri dari:

a. *Upstream Supply Chain*

Upstream supply chain atau dengan sebutan lain yaitu hulu *supply chain*, merupakan bagian yang kegiatannya terkait dengan pengadaan bahan baku serta mengelola relasi dengan para *supplier* (pemasok).

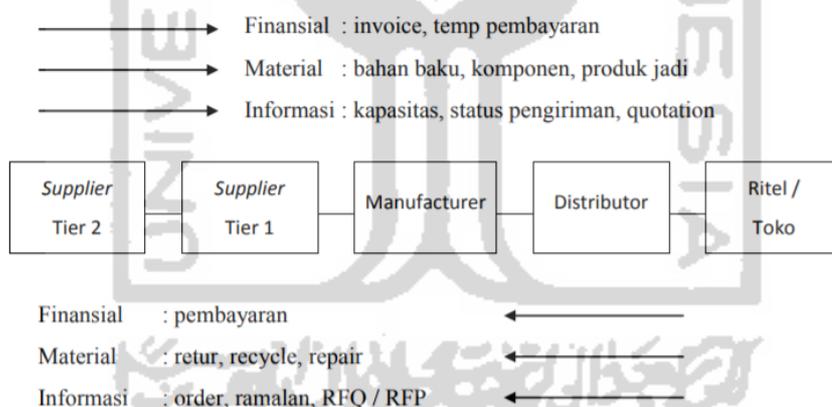
b. *Internal Supply Chain*

Internal supply chain merupakan bagian *manufacturing*, kegiatannya terdiri dari pengelolaan produksi, pembuatan barang serta *controlling* produk jadi perusahaan.

c. *Downstream Supply Chain*

Bagian *downstream* atau bagian hilir *supply chain* kegiatannya mencakup distribusi, pergudangan, transportasi serta pelayanan setelah pembelian.

Berdasarkan tiga komponen utama di atas, maka proses SCM dimulai dari penyediaan bahan baku dari *supplier*, proses *manufacturing* berupa pengolahan bahan mentah menjadi produk siap pakai yang kemudian didistribusikan kepada konsumen akhir. Apabila diterjemahkan dalam bagan dapat dilihat pada Gambar 2.1:



Gambar 2. 1 Proses pada *Supply Chain Management*

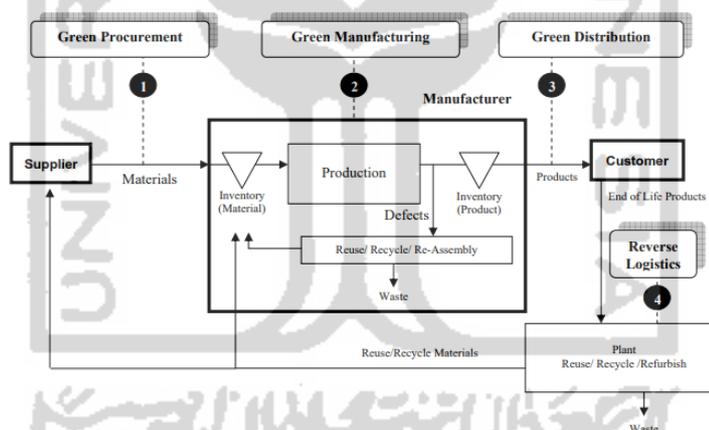
Sumber: (Pujawan & Mahendrawathi, 2017)

Pada dasarnya, ruang lingkup tugas dan tanggungjawab SCM sangat luas. SCM memiliki tanggungjawab untuk mengatur urusan internal dan eksternal perusahaan terkait relasi kepada pihak-pihak luar perusahaan. Prinsip SCM yaitu semangat kolaborasi dan transparansi informasi di sepanjang rantai pasokan. SCM dapat dikatakan baik apabila mampu meningkatkan kemampuan bersaing secara keseluruhan, tanpa menyebabkan satu dari beberapa pihak dalam *supply chain* berkorban dalam jangka panjang (Pujawan & Mahendrawathi, 2017).

2.1.2. Green Supply Chain Management (GSCM)

Praktik *Green Supply Chain Management* (GSCM) merupakan penerapan strategi untuk meminimalkan dampak lingkungan pada suatu manajemen dan kinerja operasional pada perusahaan dalam proses penghasilan produk (Tippayawong, et. al, 2015). Secara singkat, GSCM merupakan bentuk pengembangan dari SCM dengan mengintegrasikan pemikiran lingkungan ke dalamnya. Perbedaan SCM dengan GSCM yaitu tujuan utama SCM untuk mengelompokkan semua kegiatan mulai dari proses mendapatkan bahan baku hingga pengiriman produk ke konsumen akhir, sementara pada GSCM tujuan utamanya untuk melakukan pengawasan dan meminimasi limbah hasil produksi sehingga dapat menghemat energi dan mencegah pembuangan limbah berbahaya ke lingkungan (Paksoy, et. al, 2018).

Menurut (Ninlawan, et. al, 2010), aktivitas GSCM mencakup serangkaian aktivitas manajemen rantai pasok dengan penambahan konsep “green” yang diterjemahkan pada proses *procurement* (pengadaan), *manufacture* (produksi), *distribution* (pengiriman) dan *reverse logistic* (logistik berbalik). Aliran GSCM disajikan dalam Gambar 2.2:



Gambar 2. 2 Aktivitas dalam *Green Supply Chain Management*

Sumber: (Ninlawan, et. al, 2010)

- 1) *Green procurement* didefinisikan sebagai aktivitas lingkungan yang mencakup kegiatan *reduction* (pengurangan), *reuse* (penggunaan kembali) dan *recycling* (pembersihan) bahan-bahan material. *Green procurement* juga dapat diartikan sebagai sebuah konsep pembaruan ekonomi yang peduli lingkungan dengan pertimbangan pemilihan barang atau jasa untuk meminimasi atau menghilangkan dampak lingkungan. Kegiatan dalam *green procurement* diantaranya:

- a. Pemilihan *supplier*, pemilihan pembelian material hanya dari “*green partner*” atau perusahaan yang memenuhi standar mutu lingkungan, lulus audit standar, sudah memiliki ISO dan sertifikat hijau.
 - b. Penerapan 3R (*reduce, reuse, recycle*) dalam kegiatan pengadaan seperti daur ulang kertas, plastik dan melakukan pembelian lewat *e-mail* (*paperless*).
- 2) *Green manufacturing* didefinisikan sebagai kegiatan perubahan bahan baku dengan kriteria ramah lingkungan menjadi suatu produk yang efisien sehingga meminimasi atau menghilangkan limbah atau polusi akibat produksi. Manfaat *green manufacturing* yaitu penghematan ongkos bahan baku, produksi tepat guna, dan meningkatkan citra perusahaan. Adapun kegiatan di dalam *green manufacturing* mencakup:
- a. Pemeriksaan penggunaan zat berbahaya dan pengontrolan kualitas *input* sebelum diolah.
 - b. Teknologi hemat energi dengan mengurangi daya konsumsi dalam produk, meningkatkan masa hidup produk, meningkatkan kinerja mesin, desain produk dengan peningkatan fitur namun dengan lebih sedikit sumber daya.
 - c. Penerapan 3R (*reduce, reuse, recycle*) dan minimasi limbah.
- 3) *Green distribution* mencakup kegiatan *green packaging* dan *green distribution*.
- a. *Green packaging* atau kemasan hijau merupakan aktivitas menghemat penggunaan kemasan, pemilihan material kemasan yang mudah terurai, standarisasi kemasan, meminimalkan material dan waktu untuk membuka kemasan serta pelaksanaan himbauan daur ulang.
 - b. *Green logistic/transportation* atau distribusi hijau mencakup kegiatan pengiriman langsung ke konsumen dengan mempertimbangkan bahan bakar alternatif yang tidak membahayakan lingkungan dan pengiriman barang berdasarkan kuantitas sehingga meminimalkan ongkos pengiriman.
- 4) *Reverse logistic* atau logistik berbalik merupakan serangkaian kegiatan meliputi pengumpulan produk, penggabungan, penyortiran, pemrosesan ulang, redistribusi dari konsumen akhir untuk proses daur ulang produk tidak terpakai.

Penerapan GSCM memberikan banyak manfaat diantaranya sebagai usaha untuk menghindari dampak lingkungan, meningkatkan efisiensi pada keseluruhan proses perusahaan, serta pertimbangan untuk mengurangi penggunaan sumber daya baik pada proses *procurement* maupun proses *manufacturing* (Natalia & Astuario,

2015). Hal ini didukung oleh Uchida et. Al, dalam Chin, et. al, (2015), dalam penelitiannya yang menyatakan bahwa pengintegrasian perusahaan dengan lingkungan dapat menciptakan keunggulan kompetitif untuk meningkatkan profitabilitas, akses ke pasar baru, memperkuat hubungan dengan pelanggan dan mendapatkan keunggulan kompetitif.

2.1.3. Manajemen Risiko

Setiap perjalanan *supply chain* pada organisasi atau perusahaan pasti mengalami dan sulit menghindari risiko, baik risiko berupa ancaman bisnis seperti kebangkutan, cidera pekerja, pencurian maupun bencana alam. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), risiko adalah akibat yang kurang menyenangkan (merugikan, membahayakan) dari suatu perbuatan atau tindakan. Sedangkan Fahmi (2018) menjelaskan dalam bukunya, risiko merupakan ketidakpastian pengambilan keputusan suatu keadaan pada saat ini yang akan terjadi di waktu yang akan datang (*future*).

Untuk menghindari atau mencegah terjadinya risiko, perusahaan perlu memahami jenis-jenis risiko. Menurut Fahmi (2018), berikut merupakan pembagian risiko berdasarkan jenisnya:

a. Risiko murni

Risiko murni terdiri dari risiko aset fisik, risiko karyawan dan risiko legal.

b. Risiko spekulatif

Risiko spekulatif terdiri dari risiko pasar, risiko kredit, risiko likuiditas dan risiko operasional.

Sementara, penyebab risiko dapat berasal dari beberapa sumber, yang dijabarkan sebagai berikut (Lokobal, 2014):

- a. Risiko internal, berupa ketidakpastian yang muncul dari pihak internal perusahaan.
- b. Risiko eksternal, berupa ketidakpastian yang muncul dari pihak eksternal perusahaan.
- c. Risiko keuangan, ketidakpastian yang disebabkan oleh faktor ekonomi seperti perubahan nilai akibat naik atau turunnya harga, suku bunga maupun mata uang.
- d. Risiko operasional, ketidakpastian yang menyebabkan terganggunya operasional perusahaan, biasanya berasal dari faktor manusia, kemajuan teknologi maupun kejadian alam.

Dalam menghadapi risiko tersebut, perusahaan perlu memikirkan skenario terburuk sebagai tindakan preventif dalam pengelolaan risiko. Manajemen risiko adalah suatu pendekatan untuk menentukan, menilai dan menyusun risiko berdasarkan kepentingannya dengan tujuan untuk meminimasi atau menghilangkan dampaknya (Haryati, et. al, 2019). Secara singkat, program manajemen risiko harus diidentifikasi, dianalisis dan dieliminasi baik risiko aktual maupun potensial.

Langkah-langkah dalam melakukan proses manajemen risiko sebagai berikut (Fahmi, 2018):

1) Menetapkan konteks

Menetapkan konteks dalam manajemen risiko yaitu menentukan batasan atau parameter internal dan eksternal yang menjadi pertimbangan dalam pengelolaan risiko.

2) Identifikasi risiko

Identifikasi risiko merupakan proses penentuan risiko-risiko yang memungkinkan dan mengganggu pencapaian tujuan.

3) Analisis risiko

Analisis risiko dilakukan untuk mengetahui skala ukuran risiko, apakah dapat diterima atau harus dihindari. Skor risiko dihitung dengan mengalikan skor kemungkinan dengan tingkat keparahan skor dampak sebagai berikut:

$$\text{Skor risiko (R)} = \text{likelihood (L)} \times \text{impact (D)}$$

a. *Likelihood* (nilai kemungkinan)

Tabel 2. 1 Nilai Kemungkinan Risiko

Kategori Penilaian	Deskripsi
<i>Rare (1)</i>	Hanya dapat terjadi pada keadaan tertentu
<i>Unlikely (2)</i>	Mungkin terjadi sewaktu-waktu
<i>Possible (3)</i>	Dapat terjadi sewaktu-waktu
<i>Likely (4)</i>	Sangat mungkin terjadi pada semua keadaan
<i>Almost Certain (5)</i>	Terjadi hampir pada semua keadaan

b. *Impact* (nilai dampak)

Tabel 2. 2 Nilai Dampak Risiko

Kategori Penilaian	Deskripsi
<i>Insignificant</i> (1)	Kerugian finansial rendah
<i>Minor</i> (2)	Kerugian finansial sedang
<i>Moderate</i> (3)	Kerugian finansial tinggi
<i>Major</i> (4)	Kerugian finansial lebih tinggi
<i>Catastrophic</i> (5)	Kerugian finansial sangat tinggi

Tabel 2. 3 Matriks Keputusan Penilaian Risiko

<i>Likelihood</i> (kemungkinan)	<i>Impact (Dampak)</i>				
	<i>Insignificant</i> (1)	<i>Minor</i> (2)	<i>Moderate</i> (3)	<i>Major</i> (4)	<i>Catastrophic</i> (5)
<i>Almost Certain</i> (1)	1	1	2	3	4
<i>Likely</i> (2)	2	2	4	6	8
<i>Possible</i> (3)	3	3	6	9	12
<i>Unlikely</i> (4)	4	4	8	12	16
<i>Rare</i> (1)	5	5	10	15	20

Tabel 2. 4 Deskripsi *Risk Rating*

<i>Extreme</i>	Sangat tinggi/ <i>extreme</i> Menghentikan keseluruhan proses bisnis
<i>High</i>	Tinggi/ <i>Major</i> Menghentikan proses bisnis sementara
<i>Moderate</i>	Sedang/ <i>Moderate</i> Muncul biaya/proses bisnis terganggu sementara
<i>Low</i>	Rendah/ <i>Minor</i> Tidak mengganggu proses
<i>Insignificant</i>	Sangat rendah/ <i>Insignificant</i> Tidak berpengaruh pada organisasi

4) Evaluasi risiko

Tujuan evaluasi risiko untuk memprioritaskan risiko berdasarkan skor analisis risiko dan memutuskan risiko mana yang dapat diterima atau harus dikelola.

5) Pengelolaan risiko

Menurut (Hillson, 2002), berikut merupakan macam-macam langkah pengelolaan risiko:

- a. Menghindari risiko (*avoiding the risk*), yaitu memutuskan untuk tidak menjalankan kegiatan yang mengandung risiko atau memilih alternatif lain yang memiliki risiko lebih kecil.
- b. Mitigasi (*risk reduction/risk mitigation*)
Melakukan pengelolaan risiko dengan mengurangi kemungkinan timbulnya risiko.
- c. Berbagi risiko (*risk transfer/risk sharing*)
Berbagi risiko kepada pihak lain dengan kontrak, asuransi, usaha patungan dan lain-lain.
- d. Diterima (*accept the risk*)
Risiko ringan yang dapat diterima sehingga dikelola sendiri.

2.1.4. *Supply Chain Risk Management (SCRM)*

Supply Chain Risk Management diartikan sebagai metodologi pengelolaan risiko secara kualitatif dan kuantitatif untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, mitigasi dan mengawasi ketidakpastian yang memiliki dampak buruk bagi rantai pasokan (Ho, et. al, 2015). Risiko rantai pasok dapat berupa risiko terkait aliran informasi, aliran uang serta aliran material yang bergerak dari *supplier* hingga pengiriman produk kepada konsumen akhir (Juttner, et. al, 2003). Pada dasarnya, risiko rantai pasok merujuk pada kemungkinan dan dampak ketidakpastian antara penawaran dan permintaan.

Tujuan SCRM adalah untuk mempersiapkan perusahaan agar dapat menanggapi berbagai jenis risiko sedemikian rupa sehingga meminimalkan dampak pada operasinya. SCRM dibagi menjadi tiga kategori (Anggrahini, et. al, 2015):

- 1) Risiko internal, yaitu risiko yang berasal dari internal *supply chain* yang menyebabkan terhambatnya proses *manufacturing* dan *controlling* (pengendalian).
- 2) Risiko eksternal, yaitu risiko yang berasal dari eksternal *supply chain* terkait kesenjangan *demand* dan *supply* dari pelanggan terhadap perusahaan.

- 3) Risiko lainnya, yaitu risiko pencemaran lingkungan akibat dari aktivitas dalam *supply chain*.

2.1.5. *Green Supply Chain Operation Reference (GSCOR)*

Dalam penerapan pendekatan *Green Supply Chain Management (GSCM)*, perlu dilakukan evaluasi secara berkelanjutan untuk mengetahui *output* yang dihasilkan *supply chain* telah mencapai harapan pelanggan atau belum. Proses evaluasi dari penerapan konsep tersebut dapat diwujudkan dengan melakukan pengukuran kinerja *supply chain*. Berdasarkan kepentingan tersebut, kelompok perusahaan yang saling berkerjasama dalam *Supply Chain Council* akhirnya mencetuskan suatu metode pengukuran kinerja yang dikenal sebagai *Supply Chain Operation Reference (SCOR)*. SCOR merupakan suatu metode atau alat untuk mengorganisasikan dan meningkatkan kinerja jaringan *supply chain* dari *supplier* hingga pengiriman produk ke *end customer* (APICS, 2017). Seiring dengan berjalannya waktu, metode SCOR terus diperbaharui. Metode SCOR terbaru yaitu SCOR 12.0. Dalam SCOR 12.0, pendefinsian proses bisnis dibagi dalam 6 komponen yang terdiri dari *plan, source, make, deliver, return, dan enable*.

Model awal *Green SCOR* berasal dari pengintegrasian *green* ke dalam pengukuran kinerja SCOR, sehingga metode *Green SCOR* dijadikan sebagai alat untuk mengendalikan dampak lingkungan pada jaringan *supply chain*. Dengan SCOR 12.0 sebagai acuan, *Green SCOR* membagi proses bisnis ke dalam 6 komponen yang sama namun dengan pengintegrasian konsep lingkungan pada tiap-tiap komponen. Penjabaran mengenai komponen SCOR dengan pengintegrasian konsep *green* dirangkum pada Tabel 2.4:

Tabel 2. 5 Komponen *Green SCOR*

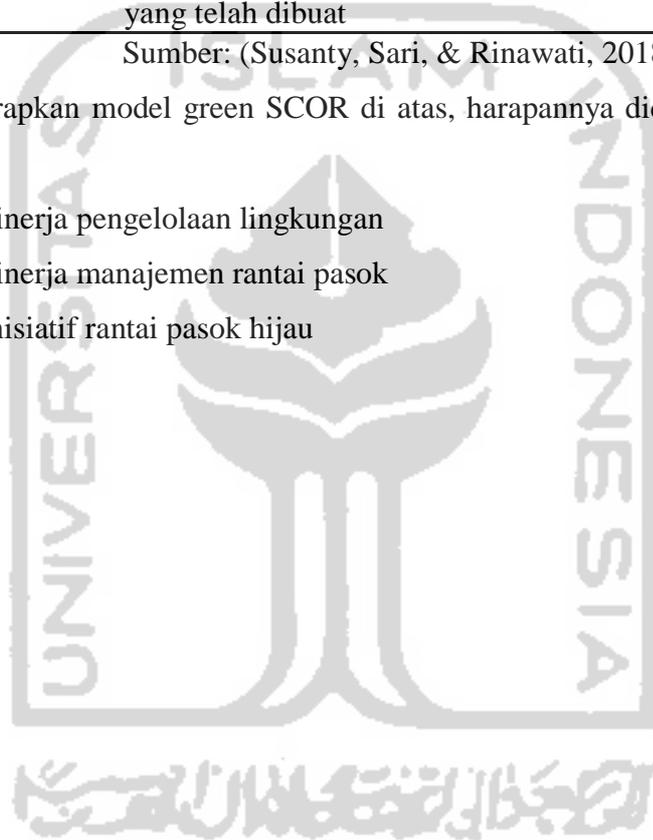
Kategori	Proses
<i>Plan</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Rencana untuk meminimalkan konsumsi energi dan penggunaan bahan berbahaya b. Rencana untuk penanganan dan penyimpanan bahan berbahaya c. Rencana untuk pembuangan limbah biasa dan berbahaya d. Rencana disegala aktivitas rantai pasok
<i>Source</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Pilih <i>supplier</i> dengan catatan lingkungan yang baik b. Pilih bahan dengan konten yang ramah lingkungan c. Tentukan persyaratan kemasan d. Tentukan persyaratan pengiriman untuk

Kategori	Proses
<i>Make</i>	meminimalkan transportasi dan persyaratan penanganan a. Jadwal produksi untuk meminimalkan konsumsi energi b. Megelola limbah yang dihasilkan selama proses make c. Mengelola emisi (air dan udara) dari proses make
<i>Deliver</i>	a. Meminimasi penggunaan bahan kemasan b. Jadwal pengiriman untuk meminimalkan konsumsi bahan bakar
<i>Return</i>	Jadwal transportasi dan pengiriman agregat untuk meminimalkan konsumsi bahan bakar
<i>Enable</i>	Pemeliharaan serta pengawasan terhadap perencanaan yang telah dibuat

Sumber: (Susanty, Sari, & Rinawati, 2018)

Dengan menerapkan model green SCOR di atas, harapannya didapatkan manfaat-manfaat berupa:

- 1) Peningkatan kinerja pengelolaan lingkungan
- 2) Peningkatan kinerja manajemen rantai pasok
- 3) Peningkatan inisiatif rantai pasok hijau



2.2. Kajian Induktif

Pada sub-bab ini, berisi kajian mengenai penelitian-penelitian terdahulu yang telah melalui observasi atau percobaan. Penelitian-penelitian terdahulu tersebut kemudian dijadikan landasan dalam mengerjakan penelitian ini. Tinjauan mengenai penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan manajemen risiko disajikan pada Tabel 2.5 di bawah:

Tabel 2. 6 Kajian Induktif

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Kajian
1.	<i>Uncertain Risk Assessment Modelling for Bus Body Manufacturing Supply Chain Using AHP and Fuzzy AHP</i>	Suthep Butdee, Puntiva Phuangsalee	2019	AHP, Fuzzy AHP, SCOR	Objek penelitian ini berupa <i>supply chain risk management</i> 6 perusahaan otomotif bus di Thailand. Penilaian risiko menggunakan konsep SCOR dengan kriteria <i>plan, source, deliver, make</i> dan <i>return</i> . Urutan prioritas risiko dengan model AHP menghasilkan perusahaan ke-6 memiliki risiko <i>plan</i> paling besar (59%), perusahaan ke-1 (57%) dan perusahaan ke-3 (56%). Sementara pada model FAHP diperoleh perusahaan ke-6 dengan risiko <i>plan</i> paling besar (57%), perusahaan ke-3 (54%) dan perusahaan ke-1 (54%). Sehingga saran yang diberikan yaitu untuk memilih <i>supplier</i> yang memiliki nilai risiko paling kecil dan mengurangi pengaruh kapasitas, waktu dan biaya kapasitas untuk

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Kajian
					meningkatkan produktivitas.
2.	<i>Supply Chain Risk Assessment and Control of Port Enterprises: Qingdao Port As Case Study</i>	Bao Jiang, Jian Li, Siyi Shen	2018	SCOR, <i>Fuzzy</i> AHP	Objek penelitian ini berupa <i>supply chain risk</i> pada perusahaan jasa, <i>Qingdao Port</i> di Tiongkok. Pendefinisian proses bisnis pada perusahaan jasa dengan metode SCOR membagi proses bisnis pada kriteria proses perencanaan, proses pelayanan, proses pengiriman, proses perjalanan relasi, proses keuangan, dan proses pengelolaan lingkungan eksternal. Hasil pembobotan menggunakan fuzzy AHP mengurutkan kriteria 1 – 6 dengan bobot nilai 0.0692, 0.3168, 0.1662, 0.1662, 0.1902, and 0.0914. Dari hasil pembobotan tersebut, usulan yang diberikan pada <i>Qingdao Port</i> merupakan peningkatan efisiensi layanan pelabuhan, peningkatan manajemen operasi pelabuhan dan peningkatan mekanisme pencegahan risiko pada <i>supply chain</i> .
3.	<i>When Risk Need Attention: Adoption of</i>	Anil Kumar, Edmundas	2018	<i>Delphi</i> AHP,	Penelitian ini dilakukan pada perusahaan farmasi. Tujuan penelitian berupa penilaian risiko pada <i>green</i>

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Kajian
	<i>Green Supply Chain Initiatives in Pharmaceutical Industry</i>	Kazimieras Zavadskas, Sachin Kumar Mangla, Varun Agrawal, Kartik Sharma, Divyanshu Gupta		<i>Fuzzy</i> AHP, analisis sensitivitas	<i>supply chain</i> perusahaan. Identifikasi risiko dari literatur menghasilkan 42 risiko dan sebanyak 7 kategori risiko terfinalisas yang mencakup: : risiko operasional, pemasok, pemulihan produk, finansial, organisasi pemerintah, lingkungan dan teknologi rantai pasok. Berdasarkan penentuan prioritas risiko menggunakan <i>Fuzzy</i> AHP menghasilkan risiko teknologi rantai pasok (CT) dengan nilai tertinggi dengan bobot skor 0,33. Sehingga usulan yang diberikan berupa investasi sumber daya dan modal secara tepat.
4.	<i>Benchmarking The Risk Assessment in Green Supply Chain Using Fuzzy Approach to FMEA</i>	Sachin Kumar Mangla, Sunil Luthra, Suresh Jakhar	2018	<i>Fuzzy logic</i> , FMEA	Penelitian ini dilakukan untuk penilaian risiko pada <i>green supply chain</i> perusahaan. Berdasarkan tinjauan literatur, 16 risiko dengan penyebab dan dampaknya telah teridentifikasi untuk selanjutnya dilakukan perhitungan RPN dan FRPN. Dengan menggunakan model FMEA, diperoleh nilai RPN tertinggi R2 (pemahaman buruk <i>supplier</i> terhadap konsep <i>green</i>) dan R3 (kurangnya audit lingkungan pada bagian

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Kajian
					<p><i>supplier</i>) dengan skor masing-masing 252. Sementara penilaian FRPN dengan <i>fuzzy</i> FMEA menghasilkan risiko R6 (prosedur operasi <i>green</i> yang tidak jelas) dan R14 (permasalahan <i>green</i> yang menghambat GSC) dengan skor masing-masing 9,14. Sehingga, rekomendasi yang diberikan berupa perlu dilakukannya upaya manajerial mengenai prosedur <i>green</i> yang tepat dan menutup lingkaran organisasi yang dapat menghambat penerapan GSC.</p>
5.	<i>Risk Magement in Lean & Green Supply Chain: A Novel Fuzzy Linguistic Risk Assessment Approach</i>	Turan Paksoy, Ahmet Calik, Abdullah Yildizbasi, Sandra Huber	2018	<i>Fuzzy</i> AHP	<p>Penelitian ini mengembangkan penilaian risiko linguistik berdasarkan metode <i>fuzzy</i> AHP untuk mengukur risiko pada <i>supplier</i> dengan pertimbangan <i>lean & green</i>. Sebanyak 9 kriteria penilaian risiko telah ditentukan. Kriteria risiko dan bobot risiko dibandingkan secara berpasangan untuk mendapatkan bobot impor satu sama lain. Penilaian dan pengambilan keputusan menggunakan angka <i>fuzzy</i> segitiga. Level risiko <i>supplier</i> terbagi menjadi 4 grup yaitu grup A untuk level risiko ≥ 8, grup B untuk</p>

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Kajian
6.	<i>A Fuzzy Multi Criteria Risk Assessment Based on Decision Matrix Technique: A Case Study for Alumunium Industry</i>	Muhammet Gul, Ali Fuat Guneri	2016	DMRA <i>technique,</i> <i>fuzzy</i> AHP, <i>fuzzy</i> TOPSIS	level risiko 5-7, grup C untuk level risio 3-5 dan grup D untuk level risiko < 3. Berdasarkan perhitungan dengan <i>fuzzy</i> AHP level risiko <i>supplier</i> 1-4 bernilai 4.56231, 6.20605, 3.07627, 8.02943, dan 7.40195, sehingga tidak ada risiko dengan kategori grup A. Namun, <i>supplier</i> 1 dan 3 masuk dalam kategori level risiko grup B. Objek yang diteliti pada penelitian ini berupa pabrik plat alumunium. Tujuan penelitian yaitu analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dengan menggunakan teknik DMRA yang membagi risiko berdasarkan kriteria <i>likelihood</i> dan <i>severity</i> . Sebanyak 23 risiko ditemukan. Ketidakpastian parameter teknik DMRA terkait faktor <i>severity</i> dan <i>likelihood</i> kemudian ditransformasikan menggunakan <i>tringular fuzzy number</i> (TFN). Selanjutnya <i>fuzzy</i> TOPSIS digunakan untuk menentukan prioritas risiko. Hasil menunjukkan tiga risiko berbahaya yaitu pada risiko kode H18 (mati

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Kajian
					lemas karna gas berbahaya), H3 (terkena kejutan listrik), dan H3 (jatuhnya benda).
7.	<i>Multi-criteria Decision Support Framework for Sustainable Implementation of Effective Green Supply Chain Management Practices</i>	Omar Boutkhoul, Mohamed Hanine, Hicham Boukhriss, Tarik Agouti, Abdessadek Tikniouine	2016	<i>Fuzzy</i> AHP, <i>fuzzy</i> TOPSIS	Penelitian ini bertujuan untuk mengukur efektifitas dan kinerja <i>green supply chain management</i> pada suatu industri di Safi. Identifikasi risiko dilakukan melalui kajian literatur yang divalidisasi oleh <i>experts</i> . Sebanyak 3 kriteria risiko telah diidentifikasi. Berdasarkan FAHP kriteria EnC1 (peningkatan kualitas produk/proses ramah lingkungan) memiliki bobot tertinggi dengan nilai 0,294. Sementara alternatif yang dipilih berdasarkan <i>fuzzy</i> TOPSIS yaitu P7 dengan skor 0,781, yaitu untuk menggunakan analisis <i>green supply chain</i> sebagai inovasi.
8.	<i>Prioritazing The Response to Manage Risk in Green Supply Chain: An Indian Plastic Manufacturer</i>	Sachin Kumar Mangla, Pradeep Kumar, Mukesh Kumar Barua	2015	<i>Fuzzy</i> AHP, <i>fuzzy</i> TOPSIS	Tujuan penelitian kali ini untuk mengidentifikasi dan prioritas risiko <i>green supply chain management</i> . Berdasarkan kajian literatur dan diskusi dengan para <i>experts</i> , telah teridentifikasi 5 kriteria risiko dan 25 sub-kriteria risiko. Dari hasil identifikasi risiko

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Kajian
	<i>Perspective</i>				tersebut diputuskan 17 alternatif untuk mengelola risiko. Penentuan prioritas risiko dilakukan menggunakan <i>fuzzy</i> AHP dan menghasilkan bagian operasional memiliki risiko paling tinggi dengan bobot 0,2507. Sementara untuk menentukan tingkatan alternatif terbaik digunakan <i>fuzzy</i> TOPSIS. Alternatif dengan bobot tertinggi yaitu pada R12 dengan bobot 0.9952, sehingga alternatif yang paling baik untuk diterapkan yaitu mengembangkan dan meningkatkan teknologi penerapan <i>green</i> pada sektor spesifik.
9.	<i>Risk Analysis in Green Supply Chain Using Fuzzy AHP approach: A Case Study</i>	Sachin Kumar Mangla, Pradeep Kumar, Mukesh Kumar Barua	2015	<i>Fuzzy</i> AHP	Objek penelitian ini berupa <i>green supply chain risk</i> di 4 industri manufaktur di India. Identifikasi risiko didapatkan dari hasil kajian literatur dan pengamatan secara langsung. Sebanyak 6 kategori risiko terbentuk yang mencakup risiko operasional, pemasok, pemulihan produk, finansial, permintaan dan organisasi pemerintah. 25 risiko spesifik telah teridentifikasi dan diprioritaskan menggunakan

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Kajian
10.	<i>Managing Quality Risk in Frozen Shrimp Supply Chain: A Case Study</i>	Dewanti Anggrahini, Putu Dana Karningsih, Martian Sulistiyono	2015	ARP, HOR 1, HOR 2, SCOR	<p>metode <i>fuzzy</i> AHP. Risiko operasional terdeteksi sebagai risiko yang memiliki bobot paling tinggi. Dari hasil prioritas risiko dengan FAHP selanjutnya dilakukan validasi menggunakan analisis sensitivitas.</p> <p>Objek penelitian ini berupa risiko kualitas pada perusahaan udang beku (industri makanan). Pemetaan menggunakan SCOR membagi aktivitas menjadi 5 kategori <i>plan, source, make deliver</i> dan <i>return</i>. Identifikasi risiko dilakukan melalui <i>brainstorming</i> dan observasi secara langsung yang kemudian divalidasi kepada pihak internal perusahaan. Sebanyak 41 kejadian risiko dan 52 agen risiko teridentifikasi. Berdasarkan risiko tersebut ditentukan <i>severity, likelihood</i> dan <i>detection</i> dari masing-masing kejadian risiko dan agen risiko. HOR 1 menentukan 11 risiko paling kritis berdasarkan <i>Aggregate Potential Risk</i> (ARP) dan sebanyak 12 usulan mitigasi risiko disusun dengan HOR 2.</p>

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu yang telah dijabarkan di atas, identifikasi risiko pada jaringan *supply chain* sangat penting untuk meningkatkan kekuatan jaringan dan kinerja *supply chain* secara berkelanjutan. Berdasarkan penelitian Butdee, dkk (2019), Jiang, dkk (2018), dan Anggrahini, dkk (2015) dalam rangka mengetahui letak kejadian risiko konsep SCOR diadopsi, sehingga risiko pada keseluruhan proses bisnis dapat teridentifikasi. Selain itu sebanyak 7 penelitian terdahulu berfokus pada penelitian risiko mengenai rantai pasok ramah lingkungan (*green supply chain management*). Berdasarkan Boutkhom, dkk (2016) dan Mangla, dkk (2015) kesimpulan dari hasil penelitian menyatakan bahwa perlu dilakukan penerapan analisis GSCM sebagai inovasi pada sektor spesifik guna meningkatkan efisiensi pada tiap proses bisnis. Oleh karena itu, pada penelitian kali ini mengangkat topik *supply chain risk management* perusahaan dengan fokus ramah lingkungan (*green*) di dalamnya.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Desain penelitian kali ini bersifat analisis deskriptif dan kuantitatif. Analisis deskriptif untuk menggambarkan proses bisnis pada bagian *manufacturing* (pabrikasi) PT. Madubaru berdasarkan kerangka SCOR 12.0. Sementara, analisis kuantitatif dilakukan untuk menentukan level risiko berdasarkan nilai kemungkinan (*likelihood*) dan dampak (*impact*) sehingga memiliki *output* urutan prioritas risiko dari level tinggi ke rendah. Identifikasi risiko potensial ditentukan dari proses *plan*, *make* dan *enable*. Masing-masing risiko yang terdeteksi akan dianalisis dan diberikan usulan mitigasi risiko yang sesuai sehingga perusahaan mampu mengurangi maupun menghilangkan risiko pada *green supply chain* perusahaan.

3.2. Objek Penelitian

Penelitian dilaksanakan di PT. Madubaru khususnya Pabrik Gula (PG) Madukismo. Objek yang diteliti mengenai pengelolaan risiko pada proses *plan*, *make* dan *enable* pada bagian *manufacturing* perusahaan dengan fokus pada konsep *green* (lingkungan).

3.3. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dibagi menjadi dua, yaitu teknik pengumpulan dan jenis data.

3.3.1. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data berupa cara yang digunakan peneliti dalam pengambilan data. Data dalam penelitian ini dikumpulkan menggunakan beberapa teknik sebagai berikut:

1) Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan melakukan peninjauan secara langsung terkait manajemen risiko pada aktivitas *manufacturing* perusahaan.

2) Wawancara

Teknik wawancara digunakan untuk melakukan tanya jawab kepada *expert* yang membidangi kegiatan produksi pada *supply chain* perusahaan. Teknik ini digunakan untuk mengumpulkan informasi mengenai risiko-risiko potensial yang mengancam perusahaan serta strategi yang telah ditetapkan perusahaan dalam menghadapi risiko tersebut. Wawancara dilakukan kepada 3 *staff* bagian pabrikasi PT. Madubaru, yaitu:

- a. Administrasi pengolahan (1 orang)
- b. Administrasi laboratorium pabrikasi (1 orang)
- c. Administrasi laboratorium SPI (1 orang)

3) Kuesioner

Kuesioner merupakan alat pengumpulan data berupa angket dalam bentuk skala *likert* yang akan diberikan kepada *expert*. Penyebaran kuesioner ini dilakukan sebanyak 3 kali. Penyebaran pertama untuk menentukan nilai risiko berdasarkan kemungkinan (*likelihood*) dan dampak (*impact*), penyebaran kedua untuk mengetahui nilai risiko setelah dilakukan *risk response* (penanganan dari perusahaan) dan penyebaran ketiga untuk mengetahui nilai risiko berdasarkan usulan mitigasi yang diberikan.

4) Studi pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk memperoleh literatur yang relevan terkait metode yang digunakan dalam penelitian ini. Sumber studi pustaka berasal dari literatur dari buku, jurnal maupun penelitian-penelitian terdahulu.

3.3.2. Jenis Data

Data yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 2 jenis, yaitu sebagai berikut:

1) Data Primer

Data primer merupakan data yang dikumpulkan melalui observasi secara langsung.

Pada penelitian ini, yang menjadi data primer berupa:

- a. Aliran *supply chain* PT. Madubaru dan proses bisnis di unit kerja pabrikasi.
- b. Data hasil wawancara kepada *expert* mengenai risiko-risiko potensial pada tiap proses *plan*, *make* dan *enable*.
- c. Penilaian subjektif *expert* mengenai level risiko berdasarkan *likelihood* dan *impact*.

2) Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung sebagai data penunjang penelitian. Data sekunder pada penelitian ini berupa kajian literatur dari buku, jurnal, maupun referensi-referensi umum yang ada di internet serta data sekunder berupa profil perusahaan.

3.4. Pengolahan Data

Untuk mengidentifikasi, mengukur, memprioritaskan dan mitigasi risiko pada *green supply chain* perusahaan, berikut dijabarkan langkah pengolahan data yang dilakukan:

1) Pendefinisian Proses Bisnis

Pada tahap ini dilakukan pendefinisian proses bisnis *manufacturing* menggunakan kerangka SCOR 12.0, yaitu dengan membagi proses menjadi *plan*, *make* dan *enable*.

2) Merancang Matriks Kinerja Risiko

Pada masing-masing proses *plan*, *make* dan *enable* ditentukan matriks risiko menggunakan atribut SCOR 12.0 berupa *reliability*, *responsiveness*, *agility*, *cost* dan *asset management* sehingga terbentuk matriks kinerja risiko sesuai dengan proses bisnis di bagian *manufacturing*.

3) Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko dilakukan dengan membuat *list* kejadian risiko (*risk event*) dari hasil penurunan rumus pada matriks kinerja risiko. Masing-masing risiko ditentukan ukuran kriteria kemungkinan (*likelihood*) dan dampak (*impact*) dari masing-masing risiko. Selanjutnya dilakukan identifikasi penyebab terjadinya risiko (*risk cause*) yang disusun dalam bentuk diagram tulang ikan (*fishbone diagram*).

4) Analisis Risiko

Berdasarkan *list* kejadian risiko yang telah teridentifikasi kemudian dibuat sebuah kuesioner dengan susunan skala *likert* 1 sampai 5 untuk menilai kedua faktor *likelihood* dan *impact* masing-masing risiko yang diberikan kepada *expert* sehingga diketahui level masing-masing risiko. Level risiko diperoleh dari hasil perkalian antara nilai kemungkinan (*likelihood*) dan dampak (*impact*). Level risiko kemudian diurutkan dan disusun dalam bentuk *risk map* untuk diketahui kategori keparahan risiko.

5) Evaluasi Risiko

Risk map yang terbentuk dievaluasi dan disesuaikan dengan *risk response* yang telah dilakukan perusahaan untuk kemudian diukur kembali level risikonya. Hasil level risiko disusun dalam bentuk pemetaan risiko kembali sehingga diperoleh *risk map* setelah penanganan dari perusahaan (*risk response*).

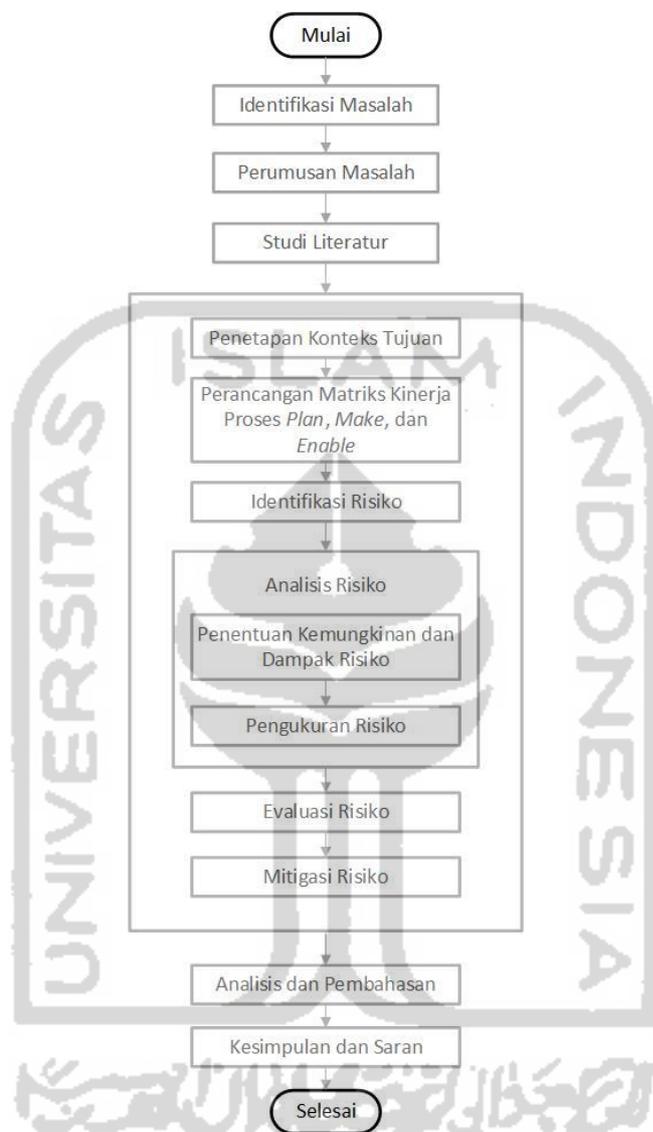
6) Mitigasi Risiko

Risiko residual yang masih dalam kategori level tinggi kemudian diberikan usulan mitigasi menggunakan kriteria peta risiko yang membagi langkah penangan risiko berdasarkan keparahan risiko yang dipetakan menjadi bentuk kuadran I, II, III dan IV.



3.5. Alur Penelitian

Alur penelitian mengenai manajemen risiko pada *green supply chain management* di PT. Madubaru digambarkan pada Gambar 3.1 berikut:



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Berikut merupakan penjelasan dari alur penelitian pada Gambar 3.1:

- 1) Penelitian dimulai dengan identifikasi masalah pada jaringan *supply chain* PT. Madubaru khususnya pada bagian *manufacturing* perusahaan (pabrikasi) dengan diskusi/wawancara kepada *expert*.
- 2) Hasil diskusi dengan *expert* kemudian dijadikan acuan untuk menentukan rumusan masalah yang akan dipecahkan dalam penelitian kali ini.
- 3) Dalam rangka menjawab rumusan masalah yang telah dirancang, dilakukan studi literatur terhadap metode yang dapat digunakan melalui buku, artikel, literatur

maupun penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan permasalahan yang diangkat.

- 4) Selanjutnya dilakukan penentuan konteks tujuan penelitian yaitu manajemen risiko pada proses *plan, make, dan enable*.
- 5) Langkah selanjutnya dilakukan penyusunan matriks kinerja risiko pada proses *plan, make dan enable* menggunakan kerangka SCOR 12.0 dengan atribut *reliability, responsiveness, agility, cost, dan asset management*.
- 6) Dari matriks kinerja risiko tiap kriteria risiko kemudian di-*breakdown* menjadi kejadian risiko (*risk event*).
- 7) Selanjutnya analisis risiko yang terdiri dari penentuan kemungkinan (*likelihood*) dan dampak (*impact*) risiko dari kejadian risiko (*risk event*). Penentuan kemungkinan dan dampak risiko dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada *expert*.
- 8) Di dalam analisis risiko terdapat tahap pengukuran risiko, dimana level risiko diketahui berdasarkan perkalian antara kemungkinan risiko (*likelihood*) dan dampak risiko (*impact*).
- 9) Hasil penilaian level risiko kemudian dibentuk *risk mapping* untuk memetakan risiko berdasarkan level *extreme, high, moderate, dan low* untuk dievaluasi risiko yang memiliki level risiko tertinggi.
- 10) Risiko dengan level risiko tertinggi kemudian diberikan usulan strategi mitigasi berdasarkan strategi penanganan menggunakan peta risiko.
- 11) Langkah terakhir yaitu melakukan analisis dan pembahasan terhadap pengolahan data dari pembuatan matriks kinerja risiko sampai mitigasi risiko.
- 12) Terakhir, dilakukan penarikan kesimpulan dengan menjawab rumusan masalah yang telah disusun pada awal penelitian dan memberikan saran kepada PT. Madubaru terkait hasil penelitian.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data mengenai informasi terkait risiko potensial pada bagian *manufacturing* (pabrikasi) di PT. Madubaru dilakukan melalui diskusi/wawancara dan penyebaran kuesioner kepada *expert*. Adapun data yang diperoleh berupa deskripsi umum perusahaan, visi dan misi, struktur organisasi, aliran *supply chain*,

4.1.1. Deskripsi Perusahaan

PT. Madubaru merupakan pabrik gula yang masih bertahan sejak jaman penjajahan Belanda di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, tepatnya di Desa Padokan Kelurahan Tirtomolo, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul. PT. Madubaru memiliki pandangan kedepan yaitu untuk memaksimalkan hasil produksinya, sehingga PT. Madubaru mengintegrasikan pabrik gula dengan pabrik spiritus. Limbah hasil produksi gula tidak dibuang dengan percuma melainkan diolah lebih lanjut untuk menghasilkan spiritus. Oleh karenanya, PT. Madubaru kini terbagi menjadi dua dan dikenal dengan sebutan PG-PS Madukismo yang merupakan singkatan dari Pabrik Gula dan Pabrik Spiritus Madukismo. PG-PS Madukismo didirikan pada tahun 1955 atas prakarsa Sri Sultan Hamengkubowono X dan diresmikan pada tanggal 29 Mei 1958 oleh Presiden RI Pertama, Ir. Soekarno. Di tahun yang sama, PG. Madukismo mulai beroperasi untuk memproduksi gula pasir, sementara satu tahun setelahnya memulai produksi sampingannya berupa spiritus yang dilakukan oleh PS. Madukismo.

Tugas yang diemban PG. Madukismo yaitu memproduksi gula pasir sebagai bentuk menyukseskan program pemerintah dalam pengadaan pangan Nasional. Produksi utama PG. Madukismo yaitu Gula Kristal Putih (GKP) jenis I atau nama pasarannya adalah gula pasir. Proses produksi gula pasir dimulai dari penanaman tebu, proses pengubahan tebu menjadi GKP, pengemasan, kemudian distribusi kepada konsumen-konsumen akhir. Proses penanaman tebu dilakukan oleh pihak ketiga yaitu

petani yang menjual tebuinya pada Madubaru atau petani yang menyewakan lahannya untuk ditanami tebu yang dikelola langsung oleh pihak Madubaru. Masa tanam tebu memakan waktu kurang lebih 6 bulan, sehingga masa giling pada PG. Madukismo terjadi 6 bulan setelahnya, yaitu pada bulan April hingga Oktober. Produk Gula Kristal Putih (GKP) PG. Madukismo adalah produk gula pasir dengan kualitas SHS 1A (*Super High Sugar*) yang dikemas dalam ukuran plastik 1 kg dan karung 50 kg. Produk gula PG. Madukismo selain dipasarkan di daerah Istimewa Yogyakarta, juga dipasarkan hingga wilayah Karisidenan Surakarta.

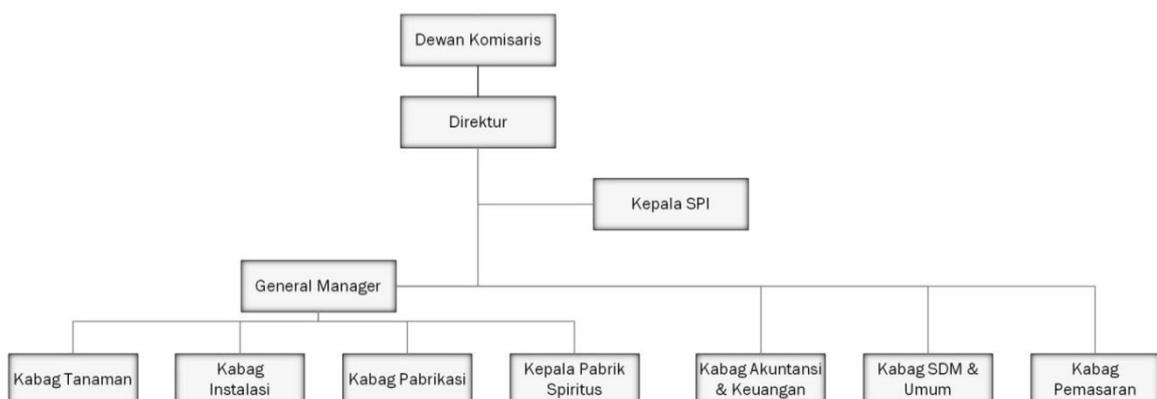
4.1.2. Visi dan Misi Perusahaan

Visi dari PG. Madukismo adalah menjadi perusahaan Agro Industri yang unggul di Indonesia dengan petani sebagai mitra sejati. Sementara, strategi yang digunakan guna mewujudkan visi tersebut dicapai melalui beberapa misi, yaitu:

1. Menghasilkan gula dan ethanol yang berkualitas untuk memenuhi permintaan masyarakat dan industri Indonesia.
2. Menghasilkan produk dengan memanfaatkan teknologi maju yang ramah lingkungan, dikelola secara profesional dan inovatif, memberikan pelayanan yang prima kepada pelanggan serta mengutamakan kemitraan petani.
3. Mengembangkan produk bisnis baru yang mendukung bisnis inti.
4. Menempatkan karyawan dan stake holders lainnya sebagai bagian terpenting perusahaan dalam proses menciptakan keunggulan perusahaan dan pencapaian *share holders values*.

4.1.3. Struktur Organisasi PT. Madubaru

Struktur organisasi PT. Madubaru direpresentasikan pada Gambar 4.1 di bawah:



Gambar 4. 1 Struktur Organisasi PT. Madubaru

PT. Madubaru merupakan perusahaan Perseroan Terbatas (PT) berbasis agro industri yang terdiri dari dua pabrik, diantaranya PG. Madukismo dan PS. Madukismo. PG. Madukismo merupakan pabrik utama yang memproduksi gula pasir, hasil limbah pengolahan tebu menjadi gula kemudian dimanfaatkan oleh PT. Madubaru untuk diolah menjadi produk sampingan berupa spiritus (alkohol) yang kemudian diproduksi secara berkala oleh PS. Madukismo. PT. Madubaru memiliki 2 unit berbeda yaitu PG Madukismo dan PS Madukismo namun secara organisasi direksi perusahaan menjadi satu. Berdasarkan struktur organisasi di atas, berikut penjelasan hierarki dari masing-masing bagian pada PT. Madubaru:

1) Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan posisi tertinggi di PT. Madubaru. Tugas utama dewan komisaris yaitu sebagai pengawas jalannya perusahaan dan sebagai pihak yang berwenang untuk mengambil keputusan dalam perjalanan operasional. Di dalam pelaksanaan tugasnya, dewan komisaris memiliki hak untuk memeriksa dan mencocokkan pembukuan yang telah disusun oleh bagian akuntansi.

2) Direktur

Direktur merupakan pimpinan di PT. Madubaru yang posisinya berada di bawah dewan komisaris. Tugas dari direktur diantaranya sebagai pihak yang mengontrol dan mengevaluasi hasil kinerja pabrik tiap tahun serta bertanggungjawab untuk menjaga efisiensi kinerja perusahaan. Direktur memiliki tugas untuk melaporkan hasil rapat umum pemegang saham kepada dewan komisaris.

3) Kepala SPI

Kepala SPI (Satuan Pengawas Intern) merupakan bagian yang bertugas untuk mengelola kegiatan internal perusahaan. Kepala SPI dibawahi oleh direktur dan bertugas untuk memeriksa kegiatan perusahaan dalam rangka mencapai tujuan perusahaan.

4) *General Manager*

General manager merupakan pimpinan yang bertanggungjawab langsung kepada direktur untuk meningkatkan efektifitas kelangsungan proses produksi perusahaan dengan mengelola koordinasi kegiatan kepala bagian dan unit-unit organisasi di bawahnya.

5) Kabag Tanaman

Kepala bagian tanaman memiliki tanggung jawab kepada *general manager* untuk melaksanakan kegiatan mengenai pengadaan bahan baku tebu yang meliputi kegiatan pengendalian bibit tanaman tebu, penentuan luas, letak dan areal penanaman tebu, teknis pemanenan tebu, rencana tebang angkut dan segala kegiatan yang berhubungan untuk menjamin ketersediaan bahan baku selama proses penggilingan.

6) Kabag Instalasi

Kepala bagian instalasi memiliki posisi sejajar dengan kepala bagian tanaman sehingga memiliki tanggung jawab yang sama kepada *general manager*. Tugas kabag instalasi yaitu mengelola otoritas bahan-bahan penolong/*sparepart* serta mengurus *supply* listrik di keseluruhan pabrik.

7) Kabag Pabrikasi

Kepala bagian pabrikasi memiliki tanggung jawab kepada *general manager* untuk menjaga efektifitas dan efisiensi di dalam proses produksi sehingga proses produksi tidak terhambat dan hasil produksi sesuai dengan standar yang telah ditentukan.

8) Kepala Pabrik Spiritus

Kepala pabrik spiritus dibawah oleh *general manager* dan bertugas untuk menjalankan dan mengelola kegiatan produksi spiritus dan alkohol di pabrik PS. Madukismo.

9) Kabag Akuntansi & Keuangan

Kepala bagian akuntansi dan keuangan memiliki posisi dibawah *general manager* dan bertugas untuk mengelola keuangan di PT. Madubaru seperti menghitung penyajian laporan keuangan, urusan piutang, penentuan harga pokok barang/bahan, menentukan gaji dan tunjangan karyawan serta mengelola anggaran serta kegiatan penjualan.

10) Kabag Sumber Daya Manusia & Umum

Kepala bagian sumber daya manusia & umum merupakan bagian dibawah *general manager* yang bertugas untuk mengurus bagian tenaga kerja.

11) Kabag Pemasaran

Kepala bagian pemasaran memiliki posisi sejajar dengan kabag sumber daya manusia & umum dan bertanggungjawab kepada *general manager* untuk

menjalankan kegiatan pembelian dan penjualan serta mengurus administrasi untuk mengajukan rencana produksi.

4.1.4. Aliran *Supply Chain* di PT. Madubaru

Aliran kegiatan dari hulu ke hilir (*supply chain*) di PT. Madubaru berawal dari pengadaan bahan baku tebu oleh bagian pengadaan dan tanaman, proses pengubahan tebu menjadi gula oleh bagian pabrikasi, pengemasan oleh bagian gudang dan pemasaran produk hingga retail maupun konsumen. Aliran *supply chain* di PT. Madubaru direpresentasikan pada Gambar 4.2:



Gambar 4. 2 Aliran *Supply Chain* PT. Madubaru

a) *Supplier* 1 dan *Supplier* 2

PT. Madubaru memiliki *supplier* tebu yang berasal dari berbagai daerah, yaitu Daerah Istimewa Yogyakarta meliputi Yogyakarta, Kulon Progo, Sleman, Gunung Kidul dan sebagian Daerah Karisidenan Surakarta. Metode pengadaan tebu yang digunakan PT. Madubaru ada dua, diantaranya metode kemitraan dan tebu rakyat mandiri. Metode kemitraan yaitu metode dimana petani menyewakan lahan untuk menanam tebu kepada PG. Madukismo, sementara metode tebu tebang rakyat yaitu metode dimana petani melakukan pengelolaan dan penanaman tebu secara mandiri namun hasilnya dikirim untuk dibeli oleh PG. Madukismo.

b) Pengadaan & tanaman

Bagian pengadaan & tanaman merupakan unit di PT. Madubaru yang bertugas menyediakan bahan baku untuk unit pabrikasi. Di dalam pengadaan & tanaman, kegiatannya mulai dari persiapan tanam, kegiatan penanaman dan pelaksanaan tebang angkut yang apabila dijabarkan aktivitasnya meliputi pencarian areal lahan tebu, pembinaan petani, budidaya tebu, pelaksanaan tebang tebu, panen tebu hingga pengangkutan tebu ke pabrik gula madukismo. Masa tanam tebu biasanya terjadi kurang lebih selama 6 bulan pada bulan Oktober hingga April.

c) Pabrikasi

Pabrikasi merupakan unit dalam PT. Madubaru yang kegiatannya mengolah tebu dari unit Pengadaan & Tanaman untuk diubah menjadi gula. Proses produksi tebu terjadi 6 bulan setelah masa tanam, yaitu pada bulan April hingga Oktober yang biasa disebut dengan masa penggilingan. Proses penggilingan ini terjadi secara *continous* selama 24 jam setiap hari Senin sampai dengan Sabtu pada masa giling. Produk hasil pengolahan berupa gula pasir dengan kualitas SHS 1 yang selanjutnya akan dikemas dibagian pergudangan. Pada bagian pabrikasi diperoleh satu unit yang bertugas khusus dalam pengolahan limbah sebagai pencegahan pencemaran lingkungan. Unit ini melakukan pengolahan lingkungan sendiri (*internal*) dan juga bekerja sama dengan pihak ke-3 dalam pengolahan limbah padat dan limbah cair.

d) Gudang

Produk gula hasil pengolahan di pabrikasi selanjutnya disimpan di gudang untuk dilakukan pengemasan sebelum dikirimkan kepada konsumen maupun *retail*. Produk gula dikemas dalam dua jenis ukuran kemasan, kemasan kecil dengan ukuran 1 kg dan kemasan karung dengan ukuran 50 kg. Gula yang dikeluarkan dari gudang menggunakan sistem *First In Last Out*.

e) Pemasaran

Kegiatan pada unit pemasaran yaitu menerima permintaan gula dari konsumen kemudian mengkoordinasikannya kepada pihak gudang terkait ketersediaan *stock* gula dengan jumlah permintaan pelanggan. Jika permintaan gula yang diminta tersedia, maka gula dapat didistribusikan kepada pelanggan.

f) *Retail*

Hasil produksi gula kristal putih milik PT. Madubaru akan dijual kepada perusahaan-perusahaan *retail* yang telah menekan kontrak dengan PT. Madubaru. Perusahaan-perusahaan *retail* tersebut tersebar di Daerah Istimewa Yogyakarta hingga kota/kabupaten yang berada di Jawa Tengah.

g) Konsumen

PT. Madubaru melayani permintaan gula kepada konsumen yang datang langsung untuk membeli gula. Umumnya, konsumen yang membeli gula langsung ke PT. Madubaru dengan ukuran kemasan gula 50 kg.

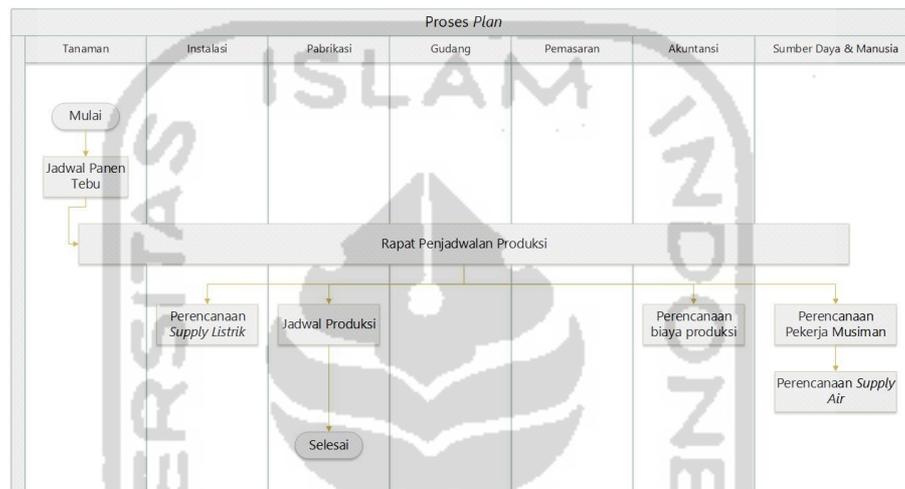
4.1.5. Proses Bisnis Bagian Pabrikasi PT. Madubaru

Proses bisnis pada bagian pabrikasi di PT. Madubaru terdiri dari tiga proses, yaitu proses *plan*, *make* dan *enable* yang dijelaskan pada penjabaran di bawah.

a. Proses *Plan*

Proses *plan* merupakan proses perencanaan segala aktivitas yang berkaitan dengan produksi gula. Proses *plan* melibatkan berbagai pihak, diantaranya bagian tanaman, instalasi, gudang, pemasaran, akuntansi serta sumber daya & manusia.

Flow proses *plan* disajikan pada Gambar 4.3 berikut:

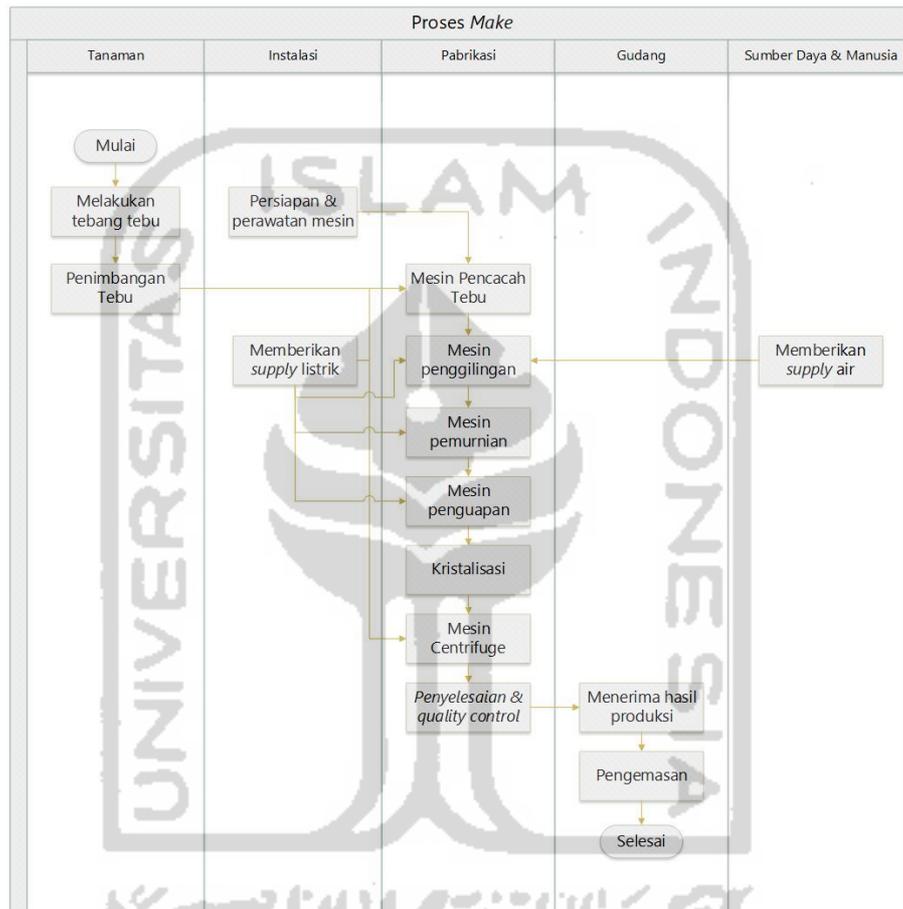


Gambar 4. 3 *Flow* Proses *Plan*

Plan dimulai ketika bagian tanaman telah menetapkan jadwal panen tebu, sehingga kepala bagian dari tiap unit kerja berkoordinasi untuk menyusun jadwal produksi secara bersama. Perencanaan jadwal produksi melibatkan pertimbangan pada waktu persiapan dan perawatan mesin dari pihak instalasi, jumlah *stock* yang tersedia di gudang, permintaan konsumen dari pihak pemasaran hingga ketersediaan sumber daya dan tenaga kerja dari pihak SDM. Disamping itu, proses *plan* juga termasuk perencanaan terkait *supply* energi listrik untuk penggerak mesin dari bagian instalasi, perencanaan biaya produksi dari bagian akuntansi, perencanaan jumlah pekerja musiman serta perencanaan volume *supply* air yang dibutuhkan untuk produksi. Perencanaan ini sebagai indikator ideal untuk mengukur efektifitas dan efisiensi produksi yang terjadi di PT. Madubaru khususnya di PG. Madukismo.

b. Proses *Make*

Proses *make* merupakan proses *manufacturing* yang mengubah *input* bahan baku tebu menjadi *output* berupa gula. Proses ini dapat berjalan dengan koordinasi antar unit kerja di dalamnya, diantaranya yaitu unit tanaman, instalasi, gudang serta sumber daya & manusia. *Flow* proses *make* disajikan pada Gambar 4.4 di bawah ini:



Gambar 4. 4 *Flow* Proses *Make*

Proses produksi pada PG. Madukismo diawali oleh *supply* bahan baku dari bagian tanaman yang telah melewati tahap penimbangan tebu untuk menyesuaikan kapasitas giling yang dimiliki PT. Madubaru. Selama proses tebang tebu hingga penimbangan, proses persiapan dan perawatan mesin yang dilakukan oleh bagian instalasi juga berjalan. Tebu yang telah melewati proses penimbangan selanjutnya diangkut menggunakan *crane* untuk dimasukkan pada mesin pencacah tebu. Pada tahap pencacahan tebu, tebu dipecah strukturnya hingga sel yang paling dalam untuk memudahkan proses pengolahan menjadi gula. Pada dasarnya, proses pembuatan gula terdiri dari 6 aktivitas pengolahan

yaitu penggilingan, pemurnian, penguapan, kristalisasi, pemisahan *centrifuge* serta penyelesaian. Berikut penjelasan kegiatan pada masing-masing stasiun pengolahan:

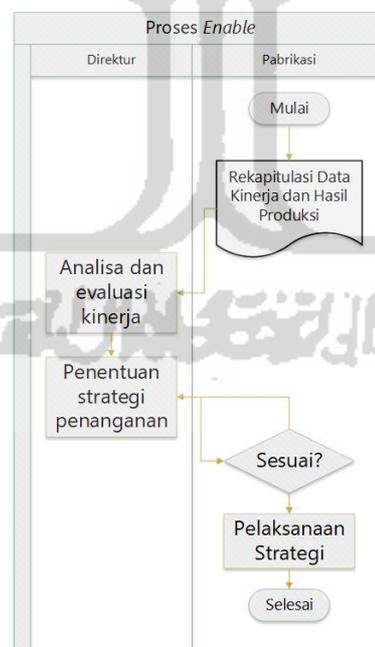
- 1) Tahap penggilingan, merupakan stasiun pengolahan pertama. Pada tahap ini tebu diekstrak secara maksimal untuk dipisahkan antara ampas tebu dengan cairannya yang mengandung gula (nira mentah). Nira merupakan kandungan tebu berupa sukrosa yang merupakan bahan untuk pembuatan gula. Pada proses penggilingan untuk memaksimalkan hasil penggilingan dilakukan penambahan air. Hasil penggilingan berupa nira kemudian dilanjutkan ke proses pemurnian
- 2) Tahap pemurnian, merupakan proses pemisahan bahan gula dengan bahan non gula yang terkandung di dalam nira hasil penggilingan. Nira hasil penggilingan biasanya masih mengandung kotoran seperti pasir atau tanah. Pemurnian ini dilakukan dengan menggunakan sistem *sulfitasi*. Kotoran yang terkandung dalam nira diendapkan dengan *dorr clone clarifier* dan disaring menggunakan *rotary vacum filter* sehingga dihasilkan nira bersih yang selanjutnya akan dikirimkan ke stasiun penguapan.
- 3) Tahap evaporasi, merupakan tahap penguapan nira bersih untuk memisahkan air bekas proses penggilingan dengan kandungan sukrosa yang ingin diambil untuk bahan pembuatan gula. Proses penguapan di PG Madubaru menggunakan 5 evaporator yang disusun secara seri dimana penguapan terjadi secara kontinyu sehingga hasil penguapan pada evaporator pertama akan digunakan pada evaporator selanjutnya. Nira encer dengan padatan terlarut 16% dinaikkan menjadi 64% sehingga disebut nira kental. Nira kental berwarna coklat gelap selanjutnya diberi gas SO₂ sebagai *bleaching* agar warnanya menjadi pucat untuk selanjutnya masuk pada stasiun pengkristalan.
- 4) Tahap kristalisasi, merupakan proses dimana nira kental hasil penguapan dimasak sehingga membentuk kristal sukrosa. Hasil kristalisasi menghasilkan *stroop* yang merupakan magma dari nira yang dipanaskan. Magma tersebut kemudian pemisahan di stasiun pemisahan *centrifuge*.

- 5) Tahap puteran (*centrifuge*), merupakan proses pemisahan kristal gula dengan magma yang terbentuk pada proses pemasakan (kristalisasi) dengan gaya *centrifugal*.
- 6) Tahap penyelesaian, merupakan stasiun pengolahan terakhir dimana kristal-kristal gula yang terbentuk disaring dengan alat penyaring gula untuk memisahkan antara gula halus, gula kasar dan gula normal. Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan pengecekan gula berdasarkan standar SHS 1A terkait besar jenis butir dan kadar air gulanya.

Setelah melewati 6 tahapan pengolahan gula, hasil produk gula dikirim ke gudang untuk dikalukan pengemasan. Kemasan gula terdiri dari dua ukuran, yaitu kemasan plastik dengan berat 1 kg dan kemasan karung dengan berat 50 kg.

c. Proses *Enable*

Proses *enable* merupakan proses pengawasan serta pemeliharaan pada proses *plan* dan *make*. *Flow* proses *enable* pada PT. Madubaru disajikan pada Gambar 4.5 di bawah:



Gambar 4.5 *Flow* Proses *Enable*

Proses *enable* dimulai dari pengumpulan rekap data terkait kinerja serta hasil produksi dalam satu kali masa giling yang dibuat oleh bagian pabrikasi.

Berdasarkan data tersebut, dapat menjadi bahan pertimbangan bagi direktur untuk menganalisis risiko-risiko yang mungkin terjadi serta dampaknya untuk selanjutnya dapat diputuskan strategi yang sesuai untuk diterapkan guna meningkatkan efektifitas produksi di PT. Madubaru.

4.2. Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini terdiri dari 4 tahap, diantaranya adalah penetapan konteks tujuan, penyusunan matriks kinerja proses *plan*, *make* dan *enable*, identifikasi risiko, dan identifikasi kemungkinan (*likelihood*) dan dampak (*impact*) risiko.

4.2.1. Penetapan Konteks Tujuan

Pada penelitian kali ini konteks tujuan dilakukannya penelitian untuk mengidentifikasi risiko yang mungkin terjadi (*inherent risk*) pada bagian *manufacturing* (pabrikasi) di PT. Madubaru. Berdasarkan hasil diskusi dengan *expert*, proses bisnis pada bagian pabrikasi terdiri dari tiga proses, yaitu *plan*, *make* dan *enable*. Untuk mengetahui kemungkinan risiko yang dapat terjadi pada masing-masing proses bisnis tersebut maka disusun matriks kinerja risiko menggunakan atribut *reability*, *responsiveness*, *agility*, *cost* dan *asset management*. Pada pembahasan 4.2.2 dilampirkan matriks kinerja yang terbentuk pada proses *plan*, *make* dan *enable* PT. Madubaru.

4.2.2. Penyusunan Matriks Kinerja Proses Plan, Make, dan Enable

Matriks kinerja risiko diakuisisi dari hierarki SCOR 12.0 yang menjabarkan kriteria risiko berdasarkan tiga level, level 1 mendefinisikan cakupan proses bisnis yang dilakukan pada sebuah *supply chain*, level 2 mendefinisikan strategi operasi pada level 1 serta level 3 mendefinisikan bentuk proses dari level 2. Masing-masing matriks didaftar berdasarkan atribut *reliability* (keandalan), *responsiveness* (kecepatan respon), *agility* (kelincahan), *cost* (biaya) dan *asset management* (manajemen aset). Setiap metrik dimulai dengan kode dua huruf yang diikuti oleh angka unik untuk identifikasi. Kode dua huruf adalah jenis atribut yang digunakan sedangkan angka menunjukkan level matriks. Susunan kerangka matriks kinerja risiko pada proses *plan*, *make* dan *enable* pada bagian *manufacturing* (pabrikasi) disajikan pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4. 1 Matriks Kinerja Proses *Plan*, *Make* dan *Enable*

No	SCOR		Metrics	Atribut
	Level 1	Level 2		
1	PLAN	Plan Make	RL 3.49 Schedule Achievement	Reliability
2			RS 3.120 Schedule Installation Cycle Time	Responsiveness
3			CO 3.3 Cost to Plan Make	Cost
4			AM 3.9 Capacity Utilization	Asset
5			AM Energy Used	
6			AM Water Used	
7	MAKE	Make to Stock	RL 3.12 % of Faultless Installations	Reliability
8			RL 3.19 % Orders/Lines Received Defect Free	
9			RL 3.23 % Orders/Lines Received Damage Free	
10			RS 3.21 Current Manufacturing Cycle Time	Responsiveness
11			RS 3.46 Install Product Cycle Time	
12			RS 3.140 Verify Product Cycle Time	

No	SCOR		Metrics	Atribut
	Level 1	Level 2		
13			AG 3.38 Current Make Volume	Agility
14			CO 3.15 Install Cost	Cost
15			AM 3.14 % Hazardous Materials Used	Asset
16			AM 3.15 Hazardous Waste as % of Total Waste	
17			AM 3.21 Rebuild or Recycleable Rate	
18	ENABLE	Manage	RS 3.65 Manage MAKE Equipment and Facilities Cycle Time	Responsiveness
19		Regulatory	RS 3.77 Manage Production Network Cycle Time	
20		Compliance	RS 3.78 Manage Production Performance Cycle Time	
21			CO 3.12 Indirect Cost Related to Production	Cost
22			CO 3.13 Direct Labor Cost	
23			AM % of Employee Trained in Enviromental Requirement	Asset

Berdasarkan kriteria matriks yang telah terdaftar pada Tabel 4.1, kemudian dilakukan penurunan rumus dari masing-masing kriteria matriks sebagai ukuran risiko pada tiap proses bisnis yang akan diidentifikasi. Berikut merupakan penurunan rumus dari masing-masing kriteria matriks sesuai dengan proses bisnisnya.

1. Plan

a. Schedule Achievement

Schedule Achivement merupakan perhitungan untuk mengetahui selisih hari dari jadwal produksi aktual dengan jadwal produksi terencana. Perhitungan ini didasarkan pada produksi terakhir yang dijadwalkan. Adapun rumus untuk *schedule achievement* sebagai berikut:

$$| \text{Jadwal aktual} - \text{Jadwal terencana} | \dots\dots\dots \text{Persamaan 1}$$

b. *Schedule Installation Cycle Time*

Schedule Installation Cycle Time merupakan perhitungan untuk mengetahui persentase ketepatan perencanaan waktu lamanya instalasi terencana dengan waktu instalasi aktual. Adapun rumus *Schedule Installation Cycle Time* adalah:

$$\frac{\text{Frekuensi instalasi aktual}}{\text{Frekuensi instalasi terencana}} \times 100 \% \dots\dots\dots \text{Persamaan 2}$$

c. *Cost to Plan Make*

Cost to Plan Make merupakan perencanaan mengenai jumlah biaya yang digunakan untuk keseluruhan proses produksi.

d. *Capacity Utilization*

Capacity Utilization merupakan ukuran seberapa intensif sumber daya digunakan untuk menghasilkan produk. Beberapa faktor yang dipertimbangkan berupa kapasitas produksi, proses *constraining*, ketersediaan tenaga kerja langsung dan ketersediaan material. Berikut merupakan rumus ketersediaan tenaga kerja:

$$\frac{\text{Jumlah tenaga kerja pada produksi}}{\text{Jumlah kebutuhan tenaga kerja}} \times 100 \% \dots\dots\dots \text{Persamaan 3}$$

e. *Energy Used*

Energy used merupakan jumlah energi listrik yang digunakan selama proses giling (produksi) gula.

f. *Water Used*

Water used merupakan jumlah penggunaan air yang dibutuhkan pada saat proses giling (produksi) gula.

2. *Make*a. *% of Faultless Installations*

% of Faultless Installations digunakan untuk mengetahui persentase instalasi mesin yang dijalankan tanpa kesalahan. Adapun rumus *% of Faultless Installations*:

$$\frac{\text{Jumlah instalasi mesin tanpa kesalahan}}{\text{Total instalasi mesin yang dipasang}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots \text{Persamaan 4}$$

b. *% Orders/Lines Received Defect Free*

% Orders/Lines Received Defect Free merupakan perhitungan yang digunakan untuk mengetahui persentase produk cacat yang dihasilkan dalam satu periode produksi. Adapun rumus *% Orders/Lines Received Defect Free* adalah:

$$\frac{\text{Jumlah produk cacat}}{\text{Total produk dalam satu periode produksi}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots \text{Persamaan 5}$$

c. *% Orders/Lines Received Damage Free*

% Orders/Lines Received Damage Free digunakan untuk mengetahui persentase hasil produksi yang tidak mengandung bahan berbahaya sehingga memunculkan komplain dari pelanggan. Adapun rumus *% Orders/Lines Received Damage Free* sebagai berikut:

$$\frac{\text{Jumlah produk tidak mengandung bahan berbahaya}}{\text{Total produk dalam satu periode produksi}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots \text{..Persamaan 6}$$

d. *Current Manufacturing Cycle Time*

Current Manufacturing Cycle Time merupakan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk melakukan produksi gula dalam satu kali masa giling (24 jam). Adapun rumus untuk menghitung *Current Manufacturing Cycle Time* yaitu:

waktu penggilingan + waktu pemurnian + waktu penguapan + waktu kristalisasi + waktu pengeringan + waktu penyelesaianPersamaan 7

e. *Install Product Cycle Time*

Install Product Cycle Time merupakan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk melakukan instalasi produk selama satu periode masa giling (per bulan).

$$\frac{\sum \text{Cycle Time}}{n} \dots\dots\dots \text{Persamaan 8}$$

f. *Verify Product Cycle Time*

Verify Product Cycle Time merupakan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk memastikan standarisasi produk akhir.

$$\frac{\sum \text{CT standarisasi produk}}{n} \dots\dots\dots \text{Persamaan 9}$$

g. *Current Make Volume*

Current Make Volume digunakan untuk mengetahui jumlah yang akan diproduksi pada satu kali masa giling (24 jam).

$$\frac{\text{output}}{\text{input}} \times 100 \% \dots\dots\dots \text{Persamaan 10}$$

h. *Install Cost*

Install Cost merupakan biaya yang timbul saat instalasi produk pada stasiun kerja.

i. *% Hazardous Materials Used*

% Hazardous Materials Used merupakan perhitungan untuk mengetahui seberapa besar persentase material berbahaya yang digunakan dalam produksi gula. Adapun rumus *% Hazardous Materials Used* adalah:

$$\frac{\text{Jumlah material berbahaya yang digunakan}}{\text{Total keseluruhan material}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots \text{Persamaan 11}$$

j. *Hazardous Waste as % of Total Waste*

Hazardous Waste as % of Total Waste merupakan perhitungan untuk mengetahui limbah berbahaya yang dihasilkan dari keseluruhan limbah. Adapun rumus *Hazardous Waste as % of Total Waste* adalah sebagai berikut:

$$\frac{\text{Jumlah limbah berbahaya}}{\text{Total keseluruhan limbah}} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots \text{Persamaan 12}$$

k. *Rebuild or Recycle Rate*

Rebuild or Recycle Rate merupakan persentase limbah yang dapat didaur ulang untuk digunakan kembali dalam proses produksi.

$$\frac{|\text{Jumlah limbah didaur ulang aktual} - \text{Total keseluruhan limbah}|}{\text{Total keseluruhan limbah}} \times 100 \%$$

.....Persamaan 13

3. *Enable*

a. *Manage MAKE Equipment and Facilities Cycle Time*

Manage MAKE Equipment and Facilities Cycle Time merupakan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk mengelola fasilitas dan peralatan yang dibutuhkan pada saat produksi.

b. *Manage Production Network Cycle Time*

Manage Production Network Cycle Time merupakan rata-rata waktu yang digunakan untuk mengelola jaringan produksi agar berjalan sebagaimana mestinya.

c. *Manage Production Performance Cycle Time*

Manage Production Performance Cycle Time merupakan rata-rata waktu yang digunakan untuk mengelola agar efektifitas dan efisiensi dari tiap pada proses produksi tetap terjaga.

d. *Indirect Cost Related to Production*

Indirect Cost Related to Production merupakan biaya selain bahan baku yang muncul dalam produksi secara tidak langsung (tidak termasuk COGS).

e. *Direct Labor Cost*

Direct Labor Cost merupakan biaya yang dihabiskan untuk memberikan gaji kepada karyawan produksi.

f. *% of Employee Trained in Enviromental Requirement*

% of Employee Trained in Enviromental Requirement merupakan perhitungan persentase jumlah karyawan pada bagian produksi yang telah diberikan *training* mengenai pengolahan limbah agar tidak mencemari lingkungan. Adapun rumus *% of Employee Trained in Enviromental Requirement*, sebagai berikut:

Karyawan yang mengikuti training lingkungan

Total karyawan pada bagian pabrikasi

× 100 %

.....Persamaan 14

4.2.3. Identifikasi Risiko

Penentuan risiko berasal dari turunan rumus masing-masing kriteria matriks kinerja risiko yang ditentukan dari hasil wawancara dengan *expert*. Berikut merupakan daftar identifikasi risiko yang disajikan pada Tabel 4.2 di bawah:

Tabel 4. 2 Identifikasi Risiko Pada Proses *Plan, Make* dan *Enable*

No	SCOR		Metrics	Atribut	Risk Identification	Risiko	
	Level 1	Level 2					
1			<i>RL 3.49 Schedule Achievement</i>	<i>Reliability</i>	Jadwal produksi yang tidak sesuai dengan penjadwalan yang ditentukan	P1	
2			<i>RS 3.120 Schedule Installation Cycle Time</i>	<i>Responsiveness</i>	Waktu siklus <i>maintenance</i> mesin tidak sesuai dengan yang direncanakan	P2	
3	<i>PLAN</i>	<i>Plan to Make</i>	<i>CO 3.3 Cost to Plan Make</i>	<i>Cost</i>	Adanya biaya yang timbul diluar perencanaan	P3	
4			<i>AM 3.9 Capacity Utilization</i>		Terjadi antrian panjang pada saat penimbangan	P4	
5						Kekurangan tenaga kerja	P5
6					<i>AM Energy Used</i>	<i>Asset</i>	Pencemaran udara yang mengandung emisi SO ₂ , NO ₂ dan partikel abu
7			<i>AM Water Used</i>		Volume penggunaan air besar	P7	
8			<i>RL. 3.12 % of Faultless Installations</i>		Kesalahan instalasi mesin	M1	
9			<i>RL 3.19 % Orders/Lines Received</i>		Besar jenis butir tidak sesuai standar	M2	
10	<i>MAKE</i>	<i>Make to Stock</i>	<i>Defect Free</i>	<i>Reliability</i>	% Kadar air gula tidak sesuai standar	M3	
11					Gula masih berwarna coklat dan	M4	

No	SCOR		Metrics	Atribut	Risk Identification	Risiko
	Level 1	Level 2				
12					mengandung <i>stroop</i> Bahan non gula tercampur dengan bahan gula	M5
13			<i>RL 3.23 % Orders/Lines Received</i>		Produk yang dihasilkan	M6
14			<i>Damage Free</i> <i>RS 3.101 Current Manufacturing Cycle Time</i>		mengandung bahan berbahaya Pemrosesan produk di tiap stasiun kerja yang lama	M7
15			<i>RS 3.46 Install Product Cycle Time</i>		Waktu siklus produksi produk yang lama	M8
16			<i>RS 3.140 Verify Product Cycle Time</i>	<i>Responsiveness</i>	<i>Quality Control</i> produk memakan waktu lama	M9
17					Adanya produk cacat yang terlewat <i>quality control</i>	M10
18			<i>AG 3.38 Current Make Volume</i>	<i>Agility</i>	Kapasitas produksi rendah	M11
19			<i>CO 3.15 Install Cost</i>	<i>Cost</i>	Biaya kerusakan instalasi mesin	M12
20			<i>AM 3.14 % Hazardous Materials Used</i>		Persentase penggunaan bahan berbahaya tinggi	M13
21			<i>AM 3.15 Hazardous Waste as % of Total Waste</i>	<i>Asset</i>	Banyaknya limbah berbahaya hasil produksi yang dikeluarkan ke lingkungan	M14
22			<i>AM 3.12 Rebuild or Recycle Rate</i>		Banyaknya limbah hasil produksi yang tidak dapat digunakan kembali	M15
23			<i>RS 3.65 Manage MAKE Equipment and Facilities Cycle Time</i>		Kerusakan fasilitas dan alat produksi	E1
24	<i>Enable</i>	<i>Manage Regulatory Compliance</i>	<i>RS 3.77 Manage Production Network Cycle Time</i>	<i>Responsiveness</i>	Terjadinya miskomunikasi antar stasiun kerja pada produksi gula	E2
25			<i>RS 3.78 Manage Production</i>		Kurangnya evaluasi kinerja produksi	E3

No	SCOR		Metrics	Atribut	Risk Identification	Risiko
	Level 1	Level 2				
26			<i>Performance Cycle Time</i> <i>CO 3.12 Indirect Cost Related to Production</i>	<i>Cost</i>	tiap harinya Biaya tidak langsung tinggi	E4
27			<i>CO 3.13 Direct Labor Cost</i>		Pengeluaran gaji besar	E5
28			<i>AM % of Employee Trained in Enviromental Requirement</i>	<i>Asset</i>	Adanya pencemaran lingkungan	E6

Berdasarkan matriks kinerja *plan, make* dan *enable* sebanyak 28 terjadi risiko (*risk event*) teridentifikasi, diantaranya pada proses *plan* sebanyak 7 risiko, *make* sebanyak 15 risiko dan *enable* sebanyak 6 risiko. Pada proses *plan* risiko yang teridentifikasi hanya terdiri dari 4 atribut SCOR, berupa *reliability, responsiveness, cost* dan *asset management*, sementara pada proses *make* risiko yang teridentifikasi mencakup ke-5 atribut SCOR, berupa *reliability, responsiveness, agility, cost* dan *asset management* dan untuk proses *enable* risiko yang teridentifikasi mencakup atribut *responsiveness, cost* dan *asset management*.

4.2.4. Dampak Risiko (*Impact*) dan Kemungkinan Risiko (*Likelihood*)

a. Identifikasi Dampak (*Impact*) Risiko

Setiap risiko yang terdeteksi masing-masing memiliki penyebab dan dampak yang merugikan bagi perusahaan. Penyebab dari masing-masing risiko diketahui berdasarkan wawancara dengan *expert* dan penyusunan *fishbone diagram* dari masing-masing risiko. Penyebab (*risk cause*) dan dampak (*risk impact*) dari masing-masing risiko pada bagian pabrikasi disajikan pada Tabel 4.3 di bawah ini:

Tabel 4. 3 *Risk Cause dan Risk Impact*

Kode Risiko	<i>Risk identification</i>	<i>Risk Cause</i>	<i>Risk Impact</i>
P1	Jadwal produksi yang tidak sesuai dengan penjadwalan yang ditentukan	Masa tanam tidak dapat diprediksi	Kemunduran waktu produksi
P2	Waktu siklus instalasi pada stasiun kerja tidak sesuai dengan yang direncanakan	Kemunduran waktu panen bahan baku Kesalahan instalasi mesin	Kemunduran waktu produksi
P3	Adanya biaya yang timbul diluar perencanaan	Mesin sudah tua Tidak ada anggaran untuk keperluan mendadak Proses perencanaan anggaran biaya yang tidak melibatkan bagian yang bersangkutan	<i>Overbudget</i>
P4	Terjadi antrian panjang pada saat penimbangan	Jumlah mesin penimbangan terbatas Kerusakan mesin timbangan	Produksi terhambat
P5	Kekurangan tenaga kerja	Pekerja yang <i>resign</i> , meninggal	Beban kerja pekerja tinggi
P6	Pencemaran udara yang mengandung emisi SO ₂ , NO ₂ dan partikel abu	Kerusakan mesin penangkap debu Penggunaan mesin <i>boiler</i> untuk penggerak mesin besar	Pencemaran udara
P7	Volume penggunaan air besar	Kebutuhan air pada proses penggilingan yang tidak menentu	Pemborosan Air
M1	Kesalahan instalasi mesin	Keteledoran pekerja	Produksi terhambat
M2	Besar jenis butir tidak sesuai standar	Kerusakan saringan Keteledoran pekerja	Pengolahan produk ulang

Kode Risiko	Risk identification	Risk Cause	Risk Impact
M3	% Kadar air gula tidak sesuai standar	Kadar pH, suhu dan kelembapan yang berubah-ubah Keteledoran pekerja	Pengolahan produk ulang
M4	Gula masih berwarna coklat dan mengandung <i>stroop</i>	Proses <i>bleaching</i> tidak maksimal Keteledoran pekerja	Pengolahan produk ulang
M5	Bahan non gula tercampur dengan bahan gula	Kerusakan pompa sulfitasi Keteledoran pekerja	Pengolahan produk ulang
M6	Produk yang dihasilkan mengandung bahan berbahaya	Keteledoran pekerja dalam pengecekan kadar belerang dan SO ₂	Produk tidak dapat digunakan
M7	Pemrosesan produk ditiap stasiun kerja yang lama	Kurang terampilnya pekerja	Kemunduran waktu produksi
M8	Waktu siklus produksi produk yang lama	Pemrosesan tiap stasiun kerja yang lama Mesin sudah tua	
M9	<i>Quality Control</i> produk memakan waktu lama	Jumlah produk yang harus di QC banyak Kekurangan tenaga kerja	Keterlambatan pengiriman produk ke gudang
M10	Adanya produk cacat yang terlewat <i>quality control</i>	Keteledoran pekerja	Pengolahan produk ulang
M11	Kapasitas produksi rendah	Jumlah hasil panen rendah Kekurangan tenaga kerja terbang tebu	Target produksi tidak terpenuhi
M12	Biaya kerusakan instalasi mesin	Mesin sudah tua Penggunaan mesin yang salah	<i>Overbudget</i>
M13	Persentase penggunaan bahan berbahaya tinggi	Tidak ada mesin pengecekan kadar belerang otomatis Keteledoran pekerja	Pengolahan produk ulang
M14	Banyaknya limbah berbahaya hasil produksi yang dikeluarkan ke lingkungan	Kesulitan pengolahan limbah	Pencemaran lingkungan
M15	Banyaknya <i>limbah</i> hasil produksi yang tidak dapat digunakan kembali	Limbah tidak dibutuhkan dalam proses produksi gula	Pencemaran lingkungan
E1	Kerusakan fasilitas dan alat produksi	Pemakaian kurang tanggung jawab Tidak ada perawatan fasilitas atau alat produksi	Produksi terhambat
E2	Terjadinya miskomunikasi antar stasiun kerja pada produksi gula	Kurangnya kesadaran akan pentingnya membangun komunikasi antar stasiun kerja yang	Produksi terhambat

Kode Risiko	Risk identification	Risk Cause	Risk Impact
E3	Kurangnya evaluasi kinerja produksi	baik Kurangnya kesadaran akan pentingnya evaluasi kinerja produksi	Permasalahan di lantai produksi tidak terpecahkan
E4	Biaya tidak langsung tinggi	Biaya depresiasi mesin tinggi Mesin sudah tua	<i>Overbudget</i>
E5	Pengeluaran gaji besar	Kebutuhan pegawai musiman yang besar	<i>Overbudget</i>
E6	Banyaknya karyawan yang tidak mengetahui pentingnya aspek lingkungan	<i>Training</i> yang hanya dilakukan satu kali pada awal masuk kerja	Pencemaran lingkungan

Berikut merupakan kriteria penilaian besarnya dampak risiko yang disusun berdasarkan hasil wawancara dengan *expert*. Kriteria dampak dari masing-masing risiko disajikan pada Tabel 4.4 berikut:

Tabel 4. 4 Kriteria Penilaian Dampak Risiko

Kode Risiko	Dampak	1	2	3	4	5
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
P1	Kemunduran waktu produksi	Tidak terjadi kemunduran waktu produksi	Kemunduran 1-2 hari	Kemunduran 3-4 hari	Kemunduran 5-6 hari	Kemunduran > 7 hari
P2	Kemunduran waktu produksi	Tidak terjadi kemunduran waktu produksi	Kemunduran 1-2 hari	Kemunduran 3-4 hari	Kemunduran 5-6 hari	Kemunduran > 7 hari
P3	<i>Overbudget</i>	Penambahan biaya 0-50 juta	Penambahan biaya >50-100 juta	Penambahan biaya >100-150 juta	Penambahan biaya >150-200 juta	Penambahan biaya >200 juta
P4	Produksi terhambat	Produksi terhambat 0-3 jam	Produksi terhambat >3-6 jam	Produksi terhambat >6-9 jam	Produksi terhambat >9-12 jam	Produksi terhambat >12 jam
P5	Beban kerja pekerja tinggi	Beban kerja meningkat 0 - 10 %	Beban kerja meningkat 10 - 20%	Beban kerja meningkat 20 - 30%	Beban kerja meningkat 30-60%	Beban kerja meningkat > 60%
P6	Emisi karbon SO ₂ , NO ₂ dan partikel abu	0-5% udara tercemar	>5-10% udara tercemar	Udara tercemar	>15-20% udara tercemar	>20% udara tercemar
P7	Pemborosan air	Penggunaan air meningkat 0-3% per hari	Penggunaan air meningkat 3-5% per hari	Penggunaan air meningkat 5-7% per hari	Penggunaan air meningkat 7-9% per hari	Penggunaan air meningkat >9% per hari
M1	Produksi terhambat	Produksi terhambat 0-3 jam	Produksi terhambat >3-6 jam	Produksi terhambat >6-9 jam	Produksi terhambat >9-12 jam	Produksi terhambat >12 jam

Kode Risiko	Dampak Kriteria Penilaian	1	2	3	4	5
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
M2	Pengolahan produk ulang	0-5% produk perlu diolah ulang	>5-10% produk perlu diolah ulang	>10-15% produk perlu diolah ulang	>15-20% produk perlu diolah ulang	>20% produk perlu diolah ulang
M3	Pengolahan produk ulang	0-5% produk perlu diolah ulang	>5-10% produk perlu diolah ulang	>10-15% produk perlu diolah ulang	>15-20% produk perlu diolah ulang	>20% produk perlu diolah ulang
M4	Pengolahan produk ulang	0-5% produk perlu diolah ulang	>5-10% produk perlu diolah ulang	>10-15% produk perlu diolah ulang	>15-20% produk perlu diolah ulang	>20% produk perlu diolah ulang
M5	Pengolahan produk ulang	0-5% produk perlu diolah ulang	>5-10% produk perlu diolah ulang	>10-15% produk perlu diolah ulang	>15-20% produk perlu diolah ulang	>20% produk perlu diolah ulang
M6	Produk tidak dapat digunakan	0-5% produk perlu diolah ulang	>5-10% produk perlu diolah ulang	>10-15% produk perlu diolah ulang	>15-20% produk perlu diolah ulang	>20% produk perlu diolah ulang
M7	Kemunduran waktu produksi	Tidak terjadi kemunduran waktu produksi	Kemunduran 1-2 hari	Kemunduran 3-4 hari	Kemunduran 5-6 hari	Kemunduran > 7 hari
M8	Kemunduran waktu produksi	Tidak terjadi kemunduran waktu produksi	Kemunduran 1-2 hari	Kemunduran 3-4 hari	Kemunduran 5-6 hari	Kemunduran > 7 hari
M9	Keterlambatan pengiriman produk ke konsumen	Terlambat 1-2 hari	Terlambat 3-4 hari	Terlambat 5-6 hari	Terlambat 7 hari	Terlambat > 7 hari
M10	Pengolahan produk ulang	0-5% produk perlu diolah ulang	>5-10% produk perlu diolah ulang	>10-15% produk perlu diolah ulang	>15-20% produk perlu diolah ulang	>20% produk perlu diolah ulang
M11	Hasil produksi tidak maksimal	Hasil produksi 0-5.000 ton	Hasil produksi >5.000-10.000 ton	Hasil produksi >10.000-20.000 ton	Hasil produksi >20.000-30.000 ton	Hasil produksi > 30.000 ton
M12	<i>Overbudget</i>	Penambahan biaya 0-50 juta	Penambahan biaya >50-100 juta	Penambahan biaya >100-150 juta	Penambahan biaya >150-200 juta	Penambahan biaya >200 juta
M13	Pengolahan produk ulang	0-5% produk perlu diolah ulang	>5-10% produk perlu diolah ulang	>10-15% produk perlu diolah ulang	>15-20% produk perlu diolah ulang	>20% produk perlu diolah ulang
M14	Banyak limbah hasil produksi yang dibuang ke lingkungan	0-5% limbah berbahaya dikeluarkan ke lingkungan	>5-10% limbah berbahaya dikeluarkan ke lingkungan	>10-15% limbah berbahaya dikeluarkan ke lingkungan	>15-20% limbah berbahaya dikeluarkan ke lingkungan	>20% limbah berbahaya dikeluarkan ke lingkungan
M15	Banyak limbah hasil produksi yang dibuang ke lingkungan	0-5% limbah berbahaya dikeluarkan ke lingkungan	>5-10% limbah berbahaya dikeluarkan ke lingkungan	>10-15% limbah berbahaya dikeluarkan ke lingkungan	>15-20% limbah berbahaya dikeluarkan ke lingkungan	>20% limbah berbahaya dikeluarkan ke lingkungan
E1	Produksi terhambat	Produksi terhambat 0-3 jam	Produksi terhambat >3-6 jam	Produksi terhambat >6-9 jam	Produksi terhambat >9-12 jam	Produksi terhambat >12 jam

Kode Risiko	Dampak Kriteria Penilaian	1	2	3	4	5
		Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
E2	Produksi terhambat	Produksi terhambat 0-3 jam	Produksi terhambat >3-6 jam	Produksi terhambat >6-9 jam	Produksi terhambat >9-12 jam	Produksi terhambat >12 jam
E3	Permasalahan di lantai produksi tidak terpecahkan	Permasalahan tidak menghambat proses produksi	Permasalahan menghambat sebagian kecil pada proses produksi	Permasalahan menghambat sebagian besar proses produksi	Permasalahan menyebabkan sebagian proses produksi berhenti	Permasalahan menyebabkan proses produksi tidak dapat berjalan
E4	<i>Overbudget</i>	Penambahan biaya 0-50 juta	Penambahan biaya >50-100 juta	Penambahan biaya >100-150 juta	Penambahan biaya >150-200 juta	Penambahan biaya >200 juta
E5	<i>Overbudget</i>	Penambahan biaya 0-50 juta	Penambahan biaya >50-100 juta	Penambahan biaya >100-150 juta	Penambahan biaya >150-200 juta	Penambahan biaya >200 juta
E6	Komplain masyarakat	1 - 2 masyarakat	3-4 masyarakat	5-6 masyarakat	7-8 masyarakat	>8 masyarakat

b. Identifikasi Kemungkinan (*Likelihood*) Risiko

Kemungkinan terjadinya risiko (*likelihood*) merupakan seberapa sering intensitas risiko terjadi. Penentuan *likelihood* ini berdasarkan wawancara dengan *expert* yang disajikan pada tabel 4.5 sampai 4.32 di bawah:

Tabel 4. 5 *Likelihood* Jadwal Produksi yang Tidak Sesuai (Normal = 192 hari)

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	0%	Jadwal produksi sesuai dengan waktu yang ditentukan
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$0\% < x \leq 2\%$	Jadwal produksi lebih dari 1-3 hari waktu yang ditentukan
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$2\% < x \leq 3\%$	Jadwal produksi lebih dari 4-5 hari waktu yang ditentukan
4	<i>Likely</i>	Sering Terjadi	$3\% < x \leq 4\%$	Jadwal produksi lebih dari 6-7 hari waktu yang ditentukan
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	$> 4\%$	Jadwal produksi lebih dari seminggu waktu yang ditentukan

Tabel 4. 6 *Likelihood* Waktu Siklus *Maintenance* Mesin Tidak Sesuai Dengan Perencanaan (Normal = 150 hari)

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	0%	Jadwal produksi sesuai dengan waktu yang ditentukan
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$0\% < x \leq 2\%$	Jadwal produksi lebih dari 1-3 hari waktu yang ditentukan

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$2\% < x \leq 3\%$	Jadwal produksi lebih dari 4-5 hari waktu yang ditentukan
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$3\% < x \leq 4\%$	Jadwal produksi lebih dari 6-7 hari waktu yang ditentukan
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	$> 4\%$	Jadwal produksi lebih dari seminggu waktu yang ditentukan

Tabel 4. 7 *Likelihood* Adanya Biaya Diluar Perencanaan (Tahun)

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	0%	Tidak terjadi penambahan biaya di luar perencanaan dalam setahun
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$0\% < x \leq 15\%$	Terjadi penambahan biaya di luar perencanaan 1-2 kali dalam setahun
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$15\% < x \leq 30\%$	Terjadi penambahan biaya di luar perencanaan 3-4 kali dalam setahun
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$30\% < x \leq 45\%$	Terjadi penambahan biaya di luar perencanaan 5-6 kali dalam setahun
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	$> 45\%$	Terjadi penambahan biaya di luar perencanaan >6 kali dalam setahun

Tabel 4. 8 *Likelihood* Terjadi Antrian Panjang Pada Penimbangan (Normal = 3 jam)

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	0%	Tidak terjadi antrian
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$0\% < x \leq 15\%$	Terjadi antrian selama 30 menit pada saat penimbangan
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$15\% < x \leq 30\%$	Terjadi antrian selama 1 jam pada saat penimbangan
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$30\% < x \leq 45\%$	Terjadi antrian selama 1 jam 30 menit pada saat penimbangan
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	$> 45\%$	Terjadi antrian 2 jam atau lebih pada saat penimbangan

Tabel 4. 9 *Likelihood* Kekurangan Tenaga Kerja

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	0%	Tenaga kerja mencukupi
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$0\% < x \leq 20\%$	1 bulan kekurangan tenaga kerja pada masa giling

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$20\% < x \leq 40\%$	2 bulan kekurangan tenaga kerja pada masa giling
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$40\% < x \leq 60\%$	3 bulan kekurangan tenaga kerja pada masa giling
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	$> 60\%$	> 3 bulan kekurangan tenaga kerja pada masa giling

Tabel 4. 10 *Likelihood* Pencemaran Udara Yang Mengandung Emisi SO₂, NO₂ Dan Partikel Abu

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	0%	Pencemaran udara tidak pernah terjadi
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$0\% < x \leq 20\%$	Pencemaran udara terjadi 1 kali dalam selama masa giling
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$20\% < x \leq 40\%$	Pencemaran udara terjadi 2 kali dalam selama masa giling
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$40\% < x \leq 60\%$	Pencemaran udara terjadi 3 kali dalam selama masa giling
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	$> 60\%$	Pencemaran udara terjadi >3 kali dalam selama masa giling

Tabel 4. 11 *Likelihood* Volume Penggunaan Air Besar

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	0%	Penggunaan volume air stabil
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$0\% < x \leq 20\%$	1 bulan penggunaan volume air berlebih selama masa giling
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$20\% < x \leq 40\%$	2 bulan penggunaan volume air berlebih selama masa giling
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$40\% < x \leq 60\%$	3 bulan penggunaan volume air berlebih selama masa giling
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	$> 60\%$	>3 bulan penggunaan volume air berlebih selama masa giling

Tabel 4. 12 *Likelihood* Kesalahan Instalasi Mesin

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	0%	Tidak terjadi kesalahan instalasi mesin
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$0\% < x \leq 5\%$	Terjadi 1-3 kali kesalahan instalasi mesin pada 1 kali masa giling
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$5\% < x \leq 10\%$	Terjadi 4-5 kali kesalahan instalasi mesin pada 1 kali masa giling

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$10\% < x \leq 15\%$	Terjadi 6-7 kali kesalahan instalasi mesin pada 1 kali masa giling
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	$> 15\%$	>7 kali terjadi kesalahan instalasi mesin pada 1 kali masa giling

Tabel 4. 13 *Likelihood* Besar Jenis Butir Tidak Sesuai Standar

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	$0 < x \leq 5\%$	0-5% hasil produksi besar jenis butir tidak sesuai standar
2	<i>Rare</i>	Jarang Terjadi	$5\% < x \leq 10\%$	$>5-10\%$ hasil produksi besar jenis butir tidak sesuai standar
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$10\% < x \leq 20\%$	$>10-15\%$ hasil produksi besar jenis butir tidak sesuai standar
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$20\% < x \leq 25\%$	$>15-20\%$ hasil produksi besar jenis butir tidak sesuai standar
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	$> 25\%$	$>20\%$ hasil produksi besar jenis butir tidak sesuai standar

Tabel 4. 14 *Likelihood* % Kadar Air Gula Tidak Sesuai Standar

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	$0 < x \leq 5\%$	0-5% hasil produksi kadar air gula tidak sesuai standar
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$5\% < x \leq 10\%$	$>5-10\%$ hasil produksi kadar air gula tidak sesuai standar
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$10\% < x \leq 20\%$	$>10-15\%$ hasil produksi kadar air gula tidak sesuai standar
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$20\% < x \leq 25\%$	$>15-20\%$ hasil produksi kadar air gula tidak sesuai standar
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	$> 25\%$	$>20\%$ hasil produksi kadar air gula tidak sesuai standar

Tabel 4. 15 *Likelihood* Gula Masih Berwarna Coklat dan Mengandung *Stroop*

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	$0 < x \leq 5\%$	0-5% gula masih berwarna coklat dan mengandung <i>stroop</i>
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$5\% < x \leq 10\%$	$>5-10\%$ gula masih berwarna coklat dan mengandung <i>stroop</i>
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$10\% < x \leq 20\%$	$>10-15\%$ gula masih berwarna coklat dan mengandung <i>stroop</i>
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$20\% < x \leq 25\%$	$>15-20\%$ gula masih berwarna coklat dan mengandung <i>stroop</i>

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	> 25%	>20% gula masih berwarna coklat dan mengandung <i>stroop</i>

Tabel 4. 16 *Likelihood* Bahan Gula Tercampur Bahan Non Gula

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	$0 < x \leq 5\%$	0-5% bahan gula tercampur bahan non gula
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$5\% < x \leq 10\%$	>5-10% bahan gula tercampur bahan non gula
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$10\% < x \leq 20\%$	>10-15% bahan gula tercampur bahan non gula
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$20\% < x \leq 25\%$	>15-20% bahan gula tercampur bahan non gula
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	> 25%	>20% bahan gula tercampur bahan non gula

Tabel 4. 17 *Likelihood* Produk Mengandung Bahan Berbahaya

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	$0 < x \leq 5\%$	0-5% produk mengandung bahan berbahaya
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$5\% < x \leq 10\%$	>5-10% produk mengandung bahan berbahaya
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$10\% < x \leq 20\%$	>10-15% produk mengandung bahan berbahaya
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$20\% < x \leq 25\%$	>15-20% produk mengandung bahan berbahaya
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	> 25%	>20% produk mengandung bahan berbahaya

Tabel 4. 18 *Likelihood* Pemrosesan Produk Ditiap Stasiun Kerja yang Lama (Normal = 3 Jam)

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	0%	Pemrosesan produk terjadi selama 3 jam
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$0\% < x \leq 15\%$	Pemrosesan produk lebih 0-30 menit
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$15\% < x \leq 30\%$	Pemrosesan produk lebih 30 menit sampai 1 jam
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$30\% < x \leq 45\%$	Pemrosesan produk lebih 1 jam sampai 1 jam 30 menit
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	> 45 %	Pemrosesan produk bertambah 2 jam atau lebih

Tabel 4. 19 *Likelihood* Waktu Siklus Produksi yang Lama (Normal = 24 jam)

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	0%	Waktu siklus produksi 24 jam
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$0\% < x \leq 25\%$	Waktu siklus produksi 30 jam (lebih 6 jam)
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$25\% < x \leq 50\%$	Waktu siklus produksi 36 jam (lebih 12 jam)
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$50\% < x \leq 75\%$	Waktu siklus produksi 42 jam (lebih 18 jam)
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	$> 75\%$	Waktu siklus produksi 48 jam (lebih 24 jam)

Tabel 4. 20 *Likelihood Quality Control* Memakan Waktu Lama (Normal = 3 Jam)

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	0%	<i>Quality control</i> terjadi selama 3 jam
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$0\% < x \leq 15\%$	<i>Quality control</i> lebih 0-30 menit
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$15\% < x \leq 30\%$	<i>Quality control</i> lebih 30 menit sampai 1 jam
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$30\% < x \leq 45\%$	<i>Quality control</i> 1 jam sampai 1 jam 30 menit
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	$> 45\%$	<i>Quality control</i> bertambah 2 jam atau lebih

Tabel 4. 21 *Likelihood* Adanya Produk Cacat Terlewat *Quality Control*

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	$0 < x \leq 5\%$	0-5% produk terlewat <i>quality control</i>
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$5\% < x \leq 10\%$	>5-10% produk terlewat <i>quality control</i>
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$10\% < x \leq 20\%$	>10-15% produk terlewat <i>quality control</i>
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$20\% < x \leq 25\%$	>15-20% produk terlewat <i>quality control</i>
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	$> 25\%$	>20% produk terlewat <i>quality control</i>

Tabel 4. 22 *Likelihood* Kapasitas Produksi Rendah

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	0%	Kapasitas produksi sesuai target

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$0% < x \leq 20%$	1 bulan kapasitas produksi menurun selama masa giling
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$20\% < x \leq 40\%$	2 bulan kapasitas produksi menurun selama masa giling
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$40\% < x \leq 60\%$	3 bulan kapasitas produksi menurun selama masa giling
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	$> 60\%$	>3 bulan kapasitas produksi menurun selama masa giling

Tabel 4. 23 *Likelihood* Biaya Kerusakan Mesin

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	0%	Tidak terjadi kerusakan mesin
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$0\% < x \leq 5\%$	Terjadi 1-3 kali kerusakan mesin pada 1 kali masa giling
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$5\% < x \leq 10\%$	Terjadi 4-5 kali kerusakan mesin pada 1 kali masa giling
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$10\% < x \leq 15\%$	Terjadi 6-7 kali kerusakan mesin pada 1 kali masa giling
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	$> 15\%$	>7 kali terjadi kerusakan mesin pada 1 kali masa giling

Tabel 4. 24 *Likelihood* Presentase Penggunaan Bahan Berbahaya Tinggi

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	$0 < x \leq 3\%$	0-3% menggunakan bahan berbahaya
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$3\% < x \leq 5\%$	>3-5% menggunakan bahan berbahaya
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$5\% < x \leq 7\%$	>5-7% menggunakan bahan berbahaya
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$7\% < x \leq 10\%$	>7-10% menggunakan bahan berbahaya
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	$> 10\%$	>10% menggunakan bahan berbahaya

Tabel 4. 25 *Likelihood* Banyaknya Limbah Berbahaya yang Dikeluarkan ke Lingkungan

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	0%	0 % limbah berbahaya dikeluarkan ke lingkungan
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$0 < x \leq 5\%$	0-5% limbah berbahaya dikeluarkan ke lingkungan
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$5\% < x \leq 10\%$	>5-10% limbah berbahaya dikeluarkan ke lingkungan

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$10\% < x \leq 20\%$	>10-15% limbah berbahaya dikeluarkan ke lingkungan
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	$> 20\%$	>15 limbah berbahaya dikeluarkan ke lingkungan

Tabel 4. 26 *Likelihood* Banyaknya Limbah Hasil Produksi yang tidak dapat digunakan kembali

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	0%	100 % limbah produksi didaur ulang
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$0\% < x \leq 5\%$	95 – 99% limbah produksi didaur ulang
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$5\% < x \leq 10\%$	90 – 94 % limbah produksi didaur ulang
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$10\% < x \leq 15\%$	85 – 89 % limbah produksi didaur ulang
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	$> 15\%$	< 84 % limbah produksi didaur ulang

Tabel 4. 27 *Likelihood* Kerusakan Fasilitas dan Alat Produksi

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	0%	Tidak terjadi kerusakan fasilitas dan alat produksi dalam 1 tahun
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$0\% < x \leq 5\%$	1-3 kali kerusakan fasilitas dan alat produksi dalam 1 tahun
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$5\% < x \leq 10\%$	4-5 kali kerusakan fasilitas dan alat produksi dalam 1 tahun
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$10\% < x \leq 15\%$	6-7 kali kerusakan fasilitas dan alat produksi dalam 1 tahun
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	$> 15\%$	>7 kali kerusakan fasilitas dan alat produksi dalam 1 tahun

Tabel 4. 28 *Likelihood* Terjadinya Miskomunikasi Antar Stasiun Kerja

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	0%	Tidak pernah terjadi miskomunikasi antar stasiun kerja
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$0\% < x \leq 5\%$	1 - 2 kali miskomunikasi antar stasiun kerja dalam setahun
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$5\% < x \leq 10\%$	3 - 4 kali miskomunikasi antar stasiun kerja dalam setahun
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$10\% < x \leq 15\%$	5 - 6 kali miskomunikasi antar stasiun kerja dalam setahun
5	<i>Almost</i>	Hampir	$> 15\%$	> 6 kali miskomunikasi antar

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
	<i>Certain</i>	sering terjadi		stasiun kerja dalam setahun

Tabel 4. 29 *Likelihood* Kurangnya Evaluasi Kinerja Produksi

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	0%	Tidak pernah terjadi evaluasi kinerja
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$0% < x \leq 25%$	Evaluasi kinerja rutin tiap sebulan sekali
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$25% < x \leq 50%$	Evaluasi kinerja rutin tiap 2 minggu sekali dalam 1 bulan
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$50% < x \leq 100%$	Evaluasi kinerja rutin tiap seminggu sekali dalam 1 bulan
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	100%	Evaluasi kinerja rutin setiap hari dalam 1 bulan

Tabel 4. 30 *Likelihood* Biaya Tidak Langsung Tinggi

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	0%	Tidak terjadi peningkatan biaya tidak langsung dalam setahun
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$0% < x \leq 5%$	1-2 kali peningkatan biaya tidak langsung dalam setahun
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$5% < x \leq 10%$	3-4 kali peningkatan biaya tidak langsung dalam setahun
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$10% < x \leq 15%$	5-6 kali peningkatan biaya tidak langsung dalam setahun
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	$> 15%$	>7 kali peningkatan biaya tidak langsung dalam setahun

Tabel 4. 31 *Likelihood* Pengeluaran Gaji Besar

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	0%	Tidak terjadi penambahan pengeluaran gaji dalam setahun
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$0 < x \leq 5%$	Terjadi penambahan pengeluaran gaji 1-2 kali dalam setahun
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$5% < x \leq 10%$	Terjadi penambahan pengeluaran gaji 3-4 kali dalam setahun
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$10% < x \leq 15%$	Terjadi penambahan pengeluaran gaji 5-6 kali dalam setahun
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	$>15%$	Terjadi penambahan pengeluaran gaji >7 kali dalam setahun

Tabel 4. 32 *Likelihood* Banyaknya Karyawan yang Tidak Mengetahui Pentingnya Aspek Lingkungan

Skala	Kategori	Deskripsi	Range	Kejadian
1	<i>Unlikely</i>	Hampir tidak pernah terjadi	$0 < x \leq 2\%$	1-10 pekerja tidak mengikuti <i>training</i> mengenai lingkungan
2	<i>Rare</i>	Jarang terjadi	$2 < x \leq 4\%$	10-20 pekerja tidak mengikuti <i>training</i> mengenai lingkungan
3	<i>Moderate</i>	Bisa terjadi	$6\% < x \leq 8\%$	20-25 pekerja tidak mengikuti <i>training</i> mengenai lingkungan
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi	$8\% < x \leq 10\%$	25-30 pekerja tidak mengikuti <i>training</i> mengenai lingkungan
5	<i>Almost Certain</i>	Hampir sering terjadi	$>10\%$	>30 pekerja tidak mengikuti <i>training</i> mengenai lingkungan

4.3. Pengukuran Risiko

Pengukuran risiko terhadap risiko potensial dilakukan untuk menentukan tingkat eksposur risiko (*level of risk*). Pengukuran risiko dilakukan dengan penyebaran kuesioner terkait daftar kemungkinan risiko (*inherent risk*) berdasarkan kriteria *likelihood* dan *impact*. Berdasarkan penilaian subjektif dari masing-masing *expert* pada bagian pabrikasi terkait tingkat kemungkinan serta dampak risiko, nilai level risiko masing-masing kejadian risiko disajikan pada Tabel 4.33 di bawah:

Tabel 4. 33 Perhitungan Level Risiko

Kode Risiko	<i>Inherent Risk</i>	Score (Risiko Inheren)		
		<i>Likelihood</i>	<i>Impact</i>	<i>Risk Level</i>
P1	Jadwal produksi yang tidak sesuai dengan penjadwalan yang ditentukan	3	2	6
P2	Waktu siklus instalasi pada stasiun kerja tidak sesuai dengan yang direncanakan	3	2	6
P3	Adanya biaya yang timbul diluar perencanaan	3	4	12
P4	Terjadi antrian panjang pada saat penimbangan	4	2	8
P5	Kekurangan tenaga Terja	3	2	6
P6	Pencemaran udara yang mengandung emisi SO ₂ , NO ₂ dan partikel abu	4	4	16
P7	Volume penggunaan air Besar	4	3	12
M1	Kesalahan instalasi Mesin	3	2	6
M2	Besar jenis butir tidak sesuai Standar	2	1	2

Kode Risiko	Inherent Risk	Score (Risiko Inheren)		
		Likelihood	Impact	Risk Level
M3	% Kadar air gula tidak sesuai Standar	3	2	6
M4	Gula masih berwarna coklat dan mengandung <i>stroop</i>	3	1	3
M5	Bahan non gula tercampur dengan bahan gula	3	2	6
M6	Produk yang dihasilkan mengandung bahan berbahaya	2	2	4
M7	Pemrosesan produk di tiap stasiun kerja yang lama	3	4	12
M8	Waktu siklus produksi produk yang Lama	4	3	12
M9	<i>Quality Control</i> produk memakan waktu lama	2	1	2
M10	Adanya produk cacat yang terlewat <i>quality control</i>	2	2	4
M11	Kapasitas produksi Rendah	2	2	4
M12	Biaya kerusakan instalasi Mesin	3	3	9
M13	Persentase penggunaan bahan berbahaya tinggi	2	2	4
M14	Banyaknya limbah berbahaya hasil produksi yang dikeluarkan ke lingkungan	1	2	2
M15	Banyaknya <i>limbah</i> hasil produksi yang tidak dapat digunakan kembali	2	2	4
E1	Kerusakan fasilitas dan alat produksi	3	3	9
E2	Terjadinya miskomunikasi antar stasiun kerja pada produksi gula	4	3	12
E3	Kurangnya evaluasi kinerja produksi tiap harinya	3	3	9
E4	Biaya tidak langsung Tinggi	2	2	4
E5	Pengeluaran gaji besar	2	2	4
E6	Banyaknya karyawan yang tidak mengetahui pentingnya aspek lingkungan	2	2	4

4.4. Evaluasi Risiko

Pada tahap evaluasi risiko dilakukan dengan membuat *risk map* yang bertujuan untuk mengetahui posisi risiko. Status risiko dipetakan menjadi 5 kategori dengan warna yang berbeda-beda. Risiko dengan warna merah berstatus *cathastropic* (ekstrem), *major* (tinggi), *moderate* (sedang), *minor* (rendah) dan *significant* (sangat rendah). Pada Gambar 4.6 merupakan *risk map* dari kemungkinan kejadian risiko (*inherent risk*) yang teridentifikasi pada PT. Madubaru:

Risk Map		Insignificant	Minor	Moderate	Major	Cathastropic
		1	2	3	4	5
Almost Certain	5					
Likely	4	M4	P4	P7, M8	P6	
Possible	3	M2, M9	P1, P2, P5, M1, M3, M5	M12, E1, E3	P3, M7, E2	
Unlikely	2		M6, M10, M11, M13, M15, E4, E5, E6			
Rare	1		M14			

Gambar 4. 6 *Risk Map* Awalan

Berdasarkan pemetaan risiko dengan *risk map* seperti Gambar 4.6, pengukuran risiko menghasilkan risiko dengan status risiko yang berbeda-beda. Sebanyak 6 risiko tergolong pada status risiko *major*, diantaranya risiko P3, P6, P7, M7, M8 dan E2. Sementara 11 risiko tergolong pada status risiko *moderate*, yaitu risiko P1, P2, P4, P5, M1, M3, M5, M12, E1, dan E3. Sisa risiko lainnya, sebanyak 12 pada status risiko

minor yang terdiri dari risiko M2, M4, M6, M9, M10, M11, M13, M14, M15, E4, E5, dan E6. Berdasarkan data prioritas level risiko, pada bagian pabrikasi PT. Madubaru risiko yang teridentifikasi tidak ada yang tergolong dalam status risiko *cathastropic*, risiko tertinggi masih masuk dalam status risiko *major*.

PT. Madubaru telah melakukan penanganan terhadap beberapa risiko. Daftar *risk response* dari masing-masing risiko di PT. Madubaru dirangkum pada Tabel 4.34 di bawah:

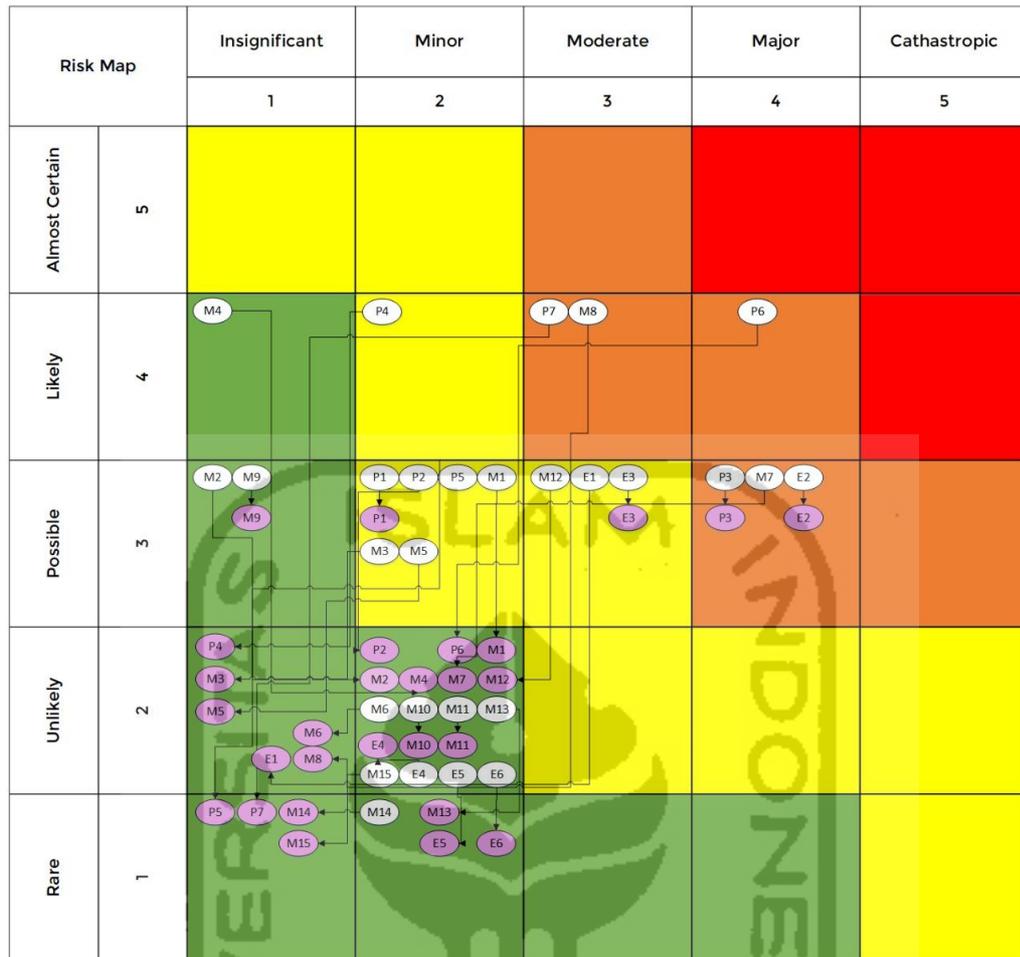
Tabel 4. 34 *Risk Response*

Kode Risiko	Risk Response	Keterangan	Nilai Risiko Residual		Risk Level
			Impact	Likelihood	
P1	Membuat lebih dari 1 <i>plan</i> penjadwalan produksi	Belum dilakukan	3	2	6
P2	Melakukan perawatan mesin rutin sebelum masa giling	Sudah dilakukan	2	2	4
P3	Membuat anggaran biaya <i>safety</i>	Belum dilakukan	4	3	12
P4	Melakukan pengajuan pembelian mesin timbangan ke direktur	Sudah dilakukan	2	1	2
P5	Membuat perjanjian kontrak masa kerja	Sudah dilakukan	1	1	1
P6	Menggunakan <i>dust collector</i> pada cerobong <i>boiler</i>	Sudah dilakukan	2	2	4
P7	<i>Monitoring</i> dan evaluasi penggunaan air secara berkala	Sudah dilakukan	1	1	1
M1	Memberikan pelatihan dan SOP instalasi mesin	Sudah dilakukan	2	2	4
M2	Melakukan <i>monitoring</i>	Sudah	2	2	4

Kode Risiko	Risk Response	Keterangan	Nilai Risiko Residual		
			Impact	Likelihood	Risk Level
	serta perawatan kondisi saringan	dilakukan			
M3	Melakukan <i>monitoring</i> terhadap kadar suhu, pH dan kelembapan	Sudah dilakukan	2	1	2
M4	Melakukan <i>controlling bleaching</i> gula	Sudah dilakukan	2	2	4
M5	Melakukan <i>controlling</i> kualitas nira bersih dari proses pemurnian	Sudah dilakukan	2	1	2
M6	Melakukan <i>controlling</i> kadar belerang dan SO ₂ dalam produk	Sudah dilakukan	2	1	2
M7	Melakukan <i>monitoring</i> di tiap stasiun kerja	Sudah dilakukan	2	2	4
M8	Memberikan pelatihan dan SOP instalasi mesin	Sudah dilakukan	2	1	2
M9	Transfer pekerja <i>idle</i> ke bagian <i>quality control</i>	Sudah dilakukan	3	1	3
M10	Melakukan <i>quality control</i> lebih dari 1 kali	Sudah dilakukan	2	2	4
M11	Penambahan jumlah lahan penanaman tebu	Belum dilakukan	2	2	4
M12	Membuat anggaran biaya khusus perawatan mesin	Sudah dilakukan	2	2	4
M13	Pengecekan ulang takaran belerang dan SO ₂	Sudah dilakukan	1	2	2
M14	Melakukan kerja sama dengan pihak ketiga untuk memastikan pengolahan	Sudah dilakukan	1	1	1

Kode Risiko	Risk Response	Keterangan	Nilai Risiko Residual		
			Impact	Likelihood	Risk Level
	limbah dilakukan >95%				
M15	Menggunakan limbah padat untuk bahan bakar /pembangkit listrik dan limbah cair untuk diolah kembali menjadi spiritus	Sudah dilakukan	1	1	1
E1	Membuat SOP penggunaan alat dan fasilitas produksi	Sudah dilakukan	2	1	2
E2	Melakukan diskusi dan koordinasi secara rutin antar stasiun kerja	Belum dilakukan	3	4	12
E3	Mengadakan evaluasi kerja tiap hari	Belum dilakukan	3	3	9
E4	Membuat anggaran biaya safety	Belum dilakukan	2	2	4
E5	Membuat perjanjian kontrak masa kerja	Sudah dilakukan	1	1	1
E6	Bekerjasama dengan pihak ketiga untuk memberikan edukasi terkait pengolahan lingkungan	Sudah dilakukan	2	2	4

Penanganan risiko (*risk response*) dapat menggeser/mengurangi eksposur risiko yang dimiliki perusahaan. Penerapan *risk response* ini dapat mengurangi baik kemungkinan terjadinya risiko (*likelihood*) dan dampak risiko (*impact*) sehingga dapat menggeser level risiko menjadi lebih rendah. Setelah penerapan *risk response* pada masing-masing risiko sesuai dengan Tabel 4.34, diperoleh *risk map* setelah penanganan yang disajikan pada Gambar 4.7 berikut:



Gambar 4. 7 Penurunan Level Risiko Pada Risk Map

Berdasarkan Gambar 4.7 dapat diketahui, sebanyak 20 risiko telah menurun level risikonya menjadi *minor* (rendah). Risiko-risiko yang mengalami penurunan level terdiri dari 12 risiko terkait operasional, 3 risiko terkait finansial dan 6 risiko terkait lingkungan (*green*).

Parameter terkait pengolahan limbah pada PT. Madubaru sehingga terjadi penurunan level risiko sebagai berikut:

a. Limbah cair

Debit limbah cair PG. Madukismo ± 10 liter/detik.

- i. Kandungan BOD = 500 – 1.000 ppm
- ii. Kandungan COD = 1.000 – 1.500 ppm
- iii. Suhu = ± 34 °C
- iv. pH = 6.5

Setelah dilakukan *risk response* dengan pembuatan Instalasi Pengolahan Limbah Cair, berikut merupakan perbandingan antara standar baku mutu limbah cair dengan hasil pengolahan limbah cair di PT. Madubaru.

Tabel 4. 35 Baku Mutu Limbah Cair Industri Gula

No.	Parameter	Kadar maksimum (mg/L)	Beban Pencemaran (kg/ton)
1.	BOD	60	6
2.	COD	100	15
3.	TSS	50	5
4.	Sulfida (H ₂ S)	0	0.03
5.	Minyak lemak	3.0	0.3
6.	pH	6.0 – 9.0	
Volume limbah maksimum		5 m³ / ton produk	

(Sumber: Perda DIY No. 7 Tahun 2016)

Tabel 4. 36 Rekap Data Pengolahan Limbah Cair Madubaru (2019)

No	Macam Uji	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September
1	COD (mg/L)	19,4	39,6	10,4	24,8	26,4	43,0
2	BOD (mg/L)	5,8	6,3	6,9	9,6	15,4	6,2
3	pH	6,98	6,98	7,86	7,34	7,18	7,6
4	TSS (mg/L)	2,8	2,7	3,1	2,7	2,9	3,1
5	Sulfida (mg/L)	<0,006	<0,06	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
6	Minyak/lemak (mg/L)	4,2	3,2	2,6	4,0	<2,1	3,8
7	TDS (mg/L)	287,5	288,0	281,5	341,5	260,0	377,0
8	Suhu °C	28,4	27,6	28,0	24,6	27,4	28,6

Keterangan:

COD : *Chemical Oxygen Demand*

BOD : *Biochemical Oxygen Demand*

TSS : *Total Suspended Solid*

TDS : *Total Dissolved Solid*

Berdasarkan data pada Tabel 4.36, pengolahan limbah cair sudah dilakukan oleh pihak Madubaru dengan baik sehingga pada bulan April – September (masa giling) jumlah kandungan polutan berbahaya berkurang hingga dibawah standar baku mutu.

b. Limbah Padat

Pengolahan limbah padat pada PT. Madubaru dilakukan bersama pihak ketiga. Berikut kegiatan pengolahan limbah padat hasil produksi Madubaru, diantaranya:

1) Pasir/lumpur

Limbah pasir/lumpur, limbah tersebut dipindahkan menggunakan alat *dorclone* untuk digunakan sebagai tanah/lahan.

2) Blotong

Blotong atau limbah hasil endapan pemurnian nira sebagian digunakan sebagai bahan bakar *boiler* untuk penggerak mesin-mesin produksi di Madubaru dan sebagian lagi diolah bersama pihak ketiga untuk pembuatan pupuk organik yang dapat dimanfaatkan untuk lahan Madubaru maupun dijual kepada petani komoditi lain.

3) Abu ketel

Abu ketel sisa pembakaran goreng dapur ketel dimanfaatkan sebagai urug tanah untuk lingkungan Madubaru sendiri, namun pemanfaatan secara komersial belum dilakukan.

c. Limbah Gas

PT. Madubaru menggunakan mesin *boiler* yang berbahan bakar kayu/blotong yang menghasilkan emisi gas berbahaya apabila dikeluarkan langsung ke lingkungan. Berikut merupakan perbandingan antara jumlah kandungan polutan berbahaya pada cerobong *boiler* Madubaru.

Tabel 4. 37 Rekap Data Uji udara Cerobong *Boiler* Madubaru (2019)

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji		Baku Mutu Emisi SK.Gub.DIY No. 169 Th. 2005
			5459 G jam : 10.50	5460 G jam : 12.00	
Kimia					
1.	Sulfur dioksida (SO ₂)	Mg/m ³	0.14	0.18	800
2.	Nitrogen dioksida (NO ₂)	Mg/m ³	0.64	0.69	1000
3.	Partikel	Mg/m³	20.61	28.41	350

Keterangan:

5459 G: Contoh uji udara emisi diambil di cerobong *Boiler* I

5460 G: Contoh uji udara emisi diambil di cerobong *Boiler* II

Tabel 4. 38 Rekap Data Uji Udara 500 m dari Madubaru (2019)

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	
			4514.G Jam : 11.10	Baku Mutu
I. FISIKA				
1.	Suhu udara	°C	30	-
2.	Kelembaban	% RH	66	-
3.	Arah angin	X°	Selatan (180°)	-
4.	Kecepatan angin	km/jam	2.4	-
5.	Cuaca	-	Cerah	-
Kep.Gub.DIY no. 176 Tahun 2003				
6.	Kebisingan	dB (A)	48,9	55
II. KIMIA				
Kep.Gub.DIY no. 153 Tahun 2002				
7.	Sulfur dioksida (SO ₂)	µg/m ³	1.42	900.0
8.	Karbon monoksida (CO)	µg/m ³	3460,00	30.000.0
9.	Nitrogen dioksida (NO ₂)	µg/m ³	14.62	400.0
10.	Ozon (O ₃)	µg/m ³	30.12	235.0
11.	Debu (TSP)	µg/m ³	93.22	230.0
12.	Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	ppm	0.0060	0.01
13.	Ammonia	ppm	0.1550	1.5

Keterangan:

4515 G: Contoh uji udara diambil ± 500 m dari PG. Madukismo

Berdasarkan data pada Tabel 4.37 dan Tabel 4.38, pengolahan limbah gas sudah dilakukan oleh pihak Madubaru dengan baik sehingga jumlah kandungan polutan berbahaya pada gas yang akan dikeluarkan ke lingkungan berkurang hingga dibawah standar baku mutu dan tidak berbahaya bagi masyarakat.

d. Recycle

PT. Madubaru berusaha untuk memaksimalkan pengelolaan limbah agar tidak mencemari lingkungan. Beberapa langkah yang dilakukan pihak Madubaru dalam pengelolaan limbah tersebut yaitu dengan *recycle* (pengolahan kembali). Tujuan kegiatan *recycle* ini tidak lain adalah untuk mengurangi jumlah limbah yang dikeluarkan ke lingkungan. Beberapa limbah hasil produksi yang diolah kembali oleh Madubaru yaitu dijabarkan pada Tabel 4.39 sebagai berikut:

Tabel 4. 39 Rekap Bentuk *Recycle* Madubaru (2019)

No.	Stasiun	Jenis Pencemar	Pengelolaan
1.	Pemurnian	a. Air pendingin tobong belerang, suhu 40 – 60 °C b. Tumpahan nira dan bocoran pompa c. Air sekrapan Juice heater	a. Untuk air imbibisi gilingan b. Dikembalikan ke proses c. Di treatment di IPAL
2.	Penguapan	a. Air sekrapan evaporator b. Tumpahan nira kental dari bak dan bocoran nira kental dari pompa c. Air jatuhan kondensor Evaporator	a. Di treatment di IPAL b. Dikembalikan ke proses c. Ditreatment di spray pond kemudian dipakai lagi untuk pendingin kondensor
3.	Masakan	a. Tumpahan tetes, stroop, klare, nira kental, dan bocoran pompa b. Air jatuhan kondensor Pan Masakan	a. Dikembalikan ke proses b. Ditreatment di spray pond kemudian dipakai lagi untuk pendingin kondensor
4.	Puteran	a. Tumpahan / ceceran massecuite	a. Dikembalikan ke proses
5.	Kendaraan, Remise	b. Olie bekas dan accu bekas	b. Disimpan dalam gudang penyimpanan sementara olie bekas dan accu bekas sebelum dijual

Risk response yang telah diterapkan pada PT. Madubaru tidak sekaligus menurunkan seluruh risiko hingga pada tahap yang diterima perusahaan. Pengukuran level risiko setelah penerapan *risk response* masih menghasilkan sebanyak 8 risiko residual yang tidak mengalami penurunan risiko. Berdasarkan Gambar 4.7, kemudian dilakukan pengurutan prioritas risiko yang disajikan pada Tabel 4.40 di bawah:

Tabel 4. 40 Urutan Prioritas Risiko

No	Kode Risiko	Inherent Risk	Risk Level
1	P3	Adanya biaya yang timbul diluar perencanaan	12
2	E2	Terjadinya miskomunikasi antar stasiun kerja pada produksi gula	12
3	E3	Kurangnya evaluasi kinerja produksi tiap	9

No	Kode Risiko	Inherent Risk	Risk Level
4	P1	harinya Jadwal produksi yang tidak sesuai dengan penjadwalan yang ditentukan	6
5	P2	Waktu siklus instalasi pada unit pengolahan tidak sesuai dengan yang direncanakan	4
6	P6	Penggunaan energi listrik tinggi	4
7	M1	Kesalahan instalasi mesin	4
8	M2	Besar jenis butir tidak sesuai standar	4
9	M4	Gula masih berwarna coklat	4
10	M7	Waktu siklus produksi produk yang lama	4
11	M10	Adanya produk cacat yang terlewat <i>quality control</i>	4
12	M11	Kapasitas produksi rendah	4
13	M12	Biaya kerusakan instalasi mesin	4
14	E4	Biaya tidak langsung tinggi	4
15	E6	Adanya pencemaran lingkungan	4
16	M9	<i>Quality Control</i> produk memakan waktu lama	3
17	P4	Terjadi antrian panjang pada saat penimbangan	2
18	M3	% Kadar air gula tidak sesuai standar	2
19	M5	Bahan non gula tercampur dengan bahan gula	2
20	M6	Produk yang dihasilkan mengandung bahan berbahaya	2
21	M8	Pemrosesan produk ditiap stasiun kerja yang lama	2
22	M13	Persentase penggunaan bahan berbahaya tinggi	2
23	E1	Kerusakan fasilitas dan alat produksi	1
24	P5	Kekurangan tenaga kerja	1
25	P7	Volume penggunaan air besar	1
26	M14	Banyaknya limbah berbahaya hasil produksi yang dikeluarkan ke lingkungan	1

No	Kode Risiko	Inherent Risk	Risk Level
27	M15	Banyaknya limbah hasil produksi yang tidak dapat digunakan kembali	1
28	E5	Pengeluaran gaji besar	1

Dari hasil *risk response* pada tahap sebelumnya, terdapat 4 risiko residual yang menjadi prioritas, diantaranya adanya biaya yang timbul diluar perencanaan (P3) dan terjadinya miskomunikasi antar stasiun kerja pada produksi gula (E3) dengan nilai *risk level* 12, dan kurangnya evaluasi kinerja produksi tiap harinya (E4) dengan nilai *risk level* 9, serta jadwal produksi yang tidak sesuai dengan penjadwalan yang ditentukan (P1) dengan nilai *risk level* 6. Sehingga, peta risiko setelah dilakukan penerapan *risk response* direpresentasikan pada Gambar 4.8 di bawah ini:

Risk Map		Insignificant	Minor	Moderate	Major	Cathastropic
		1	2	3	4	5
Almost Certain	5					
Likely	4					
Possible	3	M9	P1	E3	P3	E2
Unlikely	2	P4 M3 M5 M6 E1 M8	P2 M2 M4 M7 M12 E4 M10 M11			
Rare	1	P5 P7 M14 M15	M13 E5 E6			

Gambar 4. 8 *Risk Map* Setelah Penerapan *Risk Response*

4.5. Mitigasi Risiko

Langkah mitigasi dilakukan berdasarkan letak kuadran pada peta level risiko. Peta level risiko membagi keparahan dampak dan langkah mitigasi risiko ke dalam 4 kuadran. Kuadran I berupa risiko yang memiliki dampak dapat mengancam pencapaian tujuan perusahaan dengan langkah mitigasi berupa *avoid* yang artinya menghindari atau menghilangkan kegiatan yang memiliki risiko tersebut. Sementara, kuadran II merupakan kelompok resiko berbahaya yang jarang terjadi dengan langkah mitigasi berupa *share* atau membagi risiko dengan pihak lain sehingga dapat mengurangi risiko. Kuadran III untuk kelompok risiko yang terjadi secara rutin dengan langkah mitigasi berupa *reduce* atau mengurangi risiko dengan bentuk manajemen *monitoring* rutin sehingga risiko dapat berkurang. Kuadran terakhir yaitu kuadran IV untuk kelompok risiko yang tidak berbahaya sehingga langkah mitigasi berupa *accept* atau menerima risiko. Pada Gambar 4.14 merupakan peta level risiko yang menunjukkan kuadran beserta keparahan dampak.

Likelihood	<i>Almost Certain</i>	Kuadran II Risiko berbahaya yang jarang terjadi <i>Share</i>	Kuadran I Mengancam pencapaian tujuan perusahaan <i>Avoid</i>			
	<i>Likely</i>					
	<i>Possible</i>	Kuadran IV Risiko yang tidak berbahaya <i>Accept</i>	Kuadran III Risiko yang terjadi secara rutin <i>Reduce</i>			
	<i>Unlikely</i>					
	<i>Rare</i>					
		<i>Minor</i>	<i>Moderate</i>	<i>Severe</i>	<i>Major</i>	<i>Catastrophic</i>
		<i>Impact</i>				

Gambar 4. 9 Peta Level Risiko

Berdasarkan pengukuran level risiko, risiko P3, E2, dan E3 masuk dalam kuadran I, sementara risiko P1 masuk dalam kuadran II, sehingga langkah mitigasi yang diusulkan dirangkum pada Tabel 4.41 berikut:

Tabel 4. 41 Mitigasi Risiko

Kode Risiko	Risk Event	Mitigasi Risiko		Nilai Risiko Setelah Mitigasi		
		Perlakuan	Deskripsi Tindakan	Likelihood	Impact	Risk Level
P3	Adanya biaya yang timbul diluar perencanaan	<i>Avoid</i>	Membuat anggaran biaya <i>safety</i> .	3	1	3
E3	Terjadinya miskomunikasi antar stasiun kerja pada produksi gula	<i>Avoid</i>	Membuat aturan wajib konfirmasi/koordinasi mengenai <i>input-output</i> pada tiap stasiun kerja di proses pengolahan	3	1	3
E4	Kurangnya evaluasi kinerja produksi tiap harinya	<i>Avoid</i>	Membuat aturan untuk mengadakan evaluasi kinerja tiap hari sebelum pergantian <i>shift</i>	3	1	3
P1	Jadwal produksi yang tidak sesuai dengan penjadwalan yang ditentukan	<i>Share</i>	Melakukan koordinasi antar bagian tanaman, pekerja tebang tebu, dan pengangkut tebu untuk memaksimalkan <i>supply</i> tebu agar jadwal produksi tidak mundur	2	2	4

Setelah dilakukan tindakan mitigasi pada risiko dengan level paling tinggi, selanjutnya diperoleh *risk map* setelah tindakan mitigasi risiko yang ditunjukkan pada Gambar 4.9 di bawah ini:

Risk Map		Insignificant	Minor	Moderate	Major	Cathastropic
		1	2	3	4	5
Almost Certain	5					
Likely	4					
Possible	3					
Unlikely	2					
Rare	1					

Gambar 4. 10 *Risk Map* Setelah Tindakan Mitigasi

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis Rancangan Matriks Kinerja Risiko

Aktivitas bisnis dalam *internal supply chain* melibatkan beberapa departemen yang saling berkoordinasi untuk mencapai tujuan perusahaan. Tiap aktivitas dalam proses bisnis tersebut memiliki peluang terjadi risiko atau ketidakpastian yang dapat mengganggu pencapaian tujuan perusahaan. Dari serangkaian aktivitas yang terjadi di dalam *internal supply chain* dilakukan pembagian proses bisnis menggunakan SCOR 12.0 dan penyusunan matriks kinerja risiko. Matriks kinerja risiko ini menjadi tolok ukur dimana risiko dapat terjadi berdasarkan cakupan proses bisnis dan karakteristik strategi bisnisnya.

Hasil identifikasi proses bisnis pada bagian *manufacturing* (pabrikasi) PT. Madubaru membagi proses bisnis menjadi tiga, yaitu proses *plan*, *make* dan *enable*. Hal ini disebabkan karena bagian *manufacturing* PT. Madubaru tidak menangani kegiatan pengadaan bahan baku, pengiriman dan pengembalian produk melainkan hanya berfokus pada aktivitas produksi gula dimulai dari *input* tebu hingga *output* berupa Gula Kristal Putih (GKP). Sementara itu, untuk proses *source* pada PT. Madubaru dilakukan oleh departemen lain yaitu unit pengadaan dan tanaman serta proses *deliver* maupun *return* dilakukan oleh unit gudang dan pemasaran.

Proses awalan dalam kegiatan di pabrikasi dimulai dengan *plan*. Pada proses *plan* terdapat kriteria risiko dengan atribut *reability* berupa *schedule achievement*, kriteria ini digunakan untuk mengetahui ketepatan pemenuhan jadwal yang telah disusun oleh perusahaan. Kriteria selanjutnya mengenai atribut *responsiveness* berupa *schedule installation cycle time*, hal ini menyangkut seberapa cepat perusahaan dalam menyelesaikan persiapan dan *maintenance* mesin. Kriteria lainnya terkait atribut *cost* dengan kriteria *cost to plan make* yang berarti anggaran biaya yang direncanakan untuk kegiatan pembuatan produk. Kriteria terakhir pada proses *plan* mengenai atribut *asset management* dengan kriteria *capacity utilization*, artinya segala pemanfaatan baik

sumber daya maupun manusia yang akan digunakan pada kegiatan produksi perusahaan.

Proses *make* merupakan inti dari kegiatan yang dilakukan pada bagian pabrikasi, yaitu proses perubahan *input* bahan baku tebu menjadi *output* gula kristal putih (GKS). Kriteria risiko pada proses *make* berkaitan dengan atribut *reliability* adalah *% of faultless instalations, orders/lines received defect free, % of orders/lines received damage free. % of faultless instalations* artinya ketiga matriks ini membahas mengenai keandalan perusahaan dalam melaksanakan proses produksi secara efektif dan menghasilkan *output* sesuai dengan standar gula SHS 1 atau standar yang sudah ditentukan. Atribut *responsiveness* pada proses *make* terdiri dari kriteria *current manufacturing cycle time, install product cycle time, verify product cycle time*. Pada atribut *responsiveness* dimana ketiga matriks ini membahas mengenai kecepatan perusahaan dalam menyelesaikan tugas *install* produk hingga *quality control*. Atribut *agility* terdiri dari kriteria *current make volume* yang diartikan respon perusahaan dalam memproduksi gula sesuai dengan jumlah permintaan konsumen saat ini. Sementara untuk atribut *cost* berupa kriteria *install cost*, yaitu biaya-biaya yang dikeluarkan untuk instalasi mesin/produk. Terakhir atribut *asset management* terdiri dari kriteria *%, hazardous waste as % of total waste dan rebuild or recycleable rate*. Kedua matriks ini menjadi aset perusahaan dimana perusahaan dapat memanfaatkan kembali limbah hasil produksi sehingga produksi dapat dilakukan dengan biaya yang lebih minim.

Proses terakhir dalam pabrikasi berupa *enable*. Proses *enable* merupakan aktivitas yang dilakukan perusahaan guna melakukan pengawasan berupa evaluasi hasil kinerja pada keseluruhan proses pada pabrikasi mulai dari *plan* hingga *make*. Atribut *responsiveness* dengan kriteria *manage make equipment and facilities cycle time, manage production network cycle time, dan manage production performance cycle time*, merupakan proses pengelolaan kecepatan perusahaan untuk menyediakan keperluan dan fasilitas produksi, hubungan antar internal maupun inter-eksternal pabrikasi serta performansi produksi pabrik. Di samping itu, atribut *cost* terdiri dari kriteria *direct material cost, indirect cost related to production, dan direct labor cost*, sehingga pada matriks ini hal yang difokuskan berupa pengelolaan agar anggaran biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan material produksi, biaya tidak langsung dan biaya tenaga kerja produksi dapat sesuai dengan perencanaan. Sementara untuk atribut *asset management* terdiri dari kriteria *% of employee trained in enviromental requirement,*

yang artinya berupa persentase pekerja pada bagian pabrikasi yang telah dilakukan pemberian edukasi mengenai lingkungan yang menjadi aset perusahaan.

5.2. Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko pada PT. Madubaru merupakan hasil *breakdown* dari matriks kinerja risiko melalui rumus yang mewakili tiap-tiap matriks. Dari satu kriteria matriks dapat di-*breakdown* menjadi dua atau lebih kejadian risiko (*risk event*). Sementara satu kejadian risiko (*risk event*) disebabkan lebih dari satu sumber risiko (*risk cause*). Risiko yang teridentifikasi sebanyak 28 kejadian risiko yang terbagi ke dalam 7 risiko pada proses *plan*, 15 risiko pada proses *make* dan 6 risiko pada proses *enable*.

Proses identifikasi risiko pada penelitian ini dilakukan dengan cara mentransformasikan hasil pembagian proses bisnis dengan SCOR yang terjadi pada bagian *manufacturing* dalam bentuk matriks kinerja risiko. Dari matriks kinerja risiko kemudian ditentukan pada proses dan strategi bisnis bagian mana risiko dapat terjadi. Hal ini didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Ulfah, dkk (2016) dan Butde, dkk (2019) yang melakukan penentuan risiko melalui wawancara dan *brainstorming* bersama manajer (*expert*) mengenai risiko pada proses bisnis yang terbagi dalam proses *plan*, *source*, *make*, *deliver* dan *return*. Namun, hal yang membedakan antara penelitian milik Ulfah, dkk (2016) dengan penelitian ini yaitu pada penelitian Ulfah, dkk (2016) masih menggunakan SCOR 11.0 sementara pada penelitian ini menggunakan konsep terbaru yaitu SCOR 12.0 dengan penambahan proses *enable* serta fokus karakteristik strategi bisnis menggunakan atribut berupa *reliability*, *responsiveness*, *agility*, *cost* dan *asset management* sehingga identifikasi bisnis lebih terperinci pada tujuan perusahaan untuk mencapai karakteristik andal, cepat, tangkas, serta pengelolaan biaya dan aset perusahaan secara efektif dan efisien.

Hasil identifikasi risiko pada PT. Madubaru menunjukkan bahwa PT. Madubaru masih mengalami ketidakpastian dalam menetapkan strategi manajemen baik yang berhubungan langsung dengan kegiatan produksi, segi finansial maupun pengelolaan limbah yang mencemari lingkungan. Risiko-risiko ini kerap terjadi disebabkan karena pihak Madubaru masih mengabaikan kesalahan-kesalahan kecil seperti keteledoran pekerja maupun kesalahan-kesalahan dalam pengoperasian mesin. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.3 yang menunjukkan mayoritas penyebab risiko dari masing-masing kejadian risiko yang berulang seperti keteledoran pekerja. Sementara itu, kesadaran

pekerja juga masih kurang atas pentingnya koordinasi maupun evaluasi pada tiap stasiun kerja secara rutin sehingga perjalanan produksi masih sering luput dari aturan *Standard Operational Procedure* (SOP) yang sudah dibuat sebelumnya. Oleh karena itu, identifikasi risiko ini pada keseluruhan proses bisnis di bagian *manufacturing* sangat penting guna mengetahui risiko-risiko yang dapat menurunkan produktivitas Madubaru.

5.3. Analisis Pengukuran Risiko

Pengukuran risiko dilakukan dengan menghitung masing-masing level risiko dengan mengkalikan kriteria kemungkinan (*likelihood*) dengan dampak (*impact*). Nilai *likelihood* dan *impact* ditarik secara tegak lurus sehingga menunjukkan letak risiko yang digambarkan dengan warna yang berbeda pada *risk map*.

Pengukuran risiko pada penelitian ini dilakukan sebanyak dua kali, yaitu pengukuran level risiko awalan dan pengukuran risiko setelah pemberian *risk response*. Pengukuran pertama disajikan pada Tabel 4.33, dimana risiko yang teridentifikasi pada status risiko *major* sebanyak 6 risiko, sementara risiko tergolong pada status *moderate* sebanyak 11 risiko, dan risiko pada status *minor* sebanyak 12 risiko.

Berdasarkan pengukuran pertama, risiko dengan status *major* yang pertama yaitu pencemaran udara yang mengandung emisi NO₂, SO₂ dan partikel abu. Risiko ini disebabkan oleh PT. Madubaru memanfaatkan mesin *boiler* untuk menggerakkan mesin-mesin besar untuk produksi, sementara mesin *boiler* sendiri menggunakan bahan bakar kayu maupun blotong (ampas tebu) yang apabila dibakar akan menghasilkan asap dan partikel abu yang mencemari udara. Kondisi tersebut ditangani oleh pihak Madubaru dengan pemasangan *dust collector* pada cerobong asap sehingga udara yang dikeluarkan ke lingkungan sudah melalui tahap pengumpulan abu dan tidak berbahaya bagi manusia. Penanganan ini telah menggeser letak risiko pada *risk map* hingga pada status *minor* dengan parameter penurunan mencapai 5 m³/ton produk. Risiko status *major* kedua yaitu volume penggunaan air yang besar. Kapasitas penggunaan air yang besar ini digunakan pada proses penggilingan dimana tebu yang digiling diberi tambahan air sehingga mempermudah proses ekstraksi tebu. Besarnya kebutuhan air ini ditanggulangi dengan menggunakan air bekas kondensasi yang sudah diberikan diolah sehingga *waste* dapat dimanfaatkan kembali untuk proses produksi dan menghasilkan *output* yang lebih banyak. *Risk response* ini mampu menggeser level risiko hingga pada tahap *minor*. Risiko status *major* ketiga yaitu adanya biaya yang muncul diluar

perencanaan, biaya ini muncul apabila terjadi retur produk cacat sehingga diperlukan pengolahan kembali. Risiko ini belum dilakukan penanganan karena pihak Madubaru biasanya menjual produk retur karena cacat kepada konsumen lain berdasarkan kesepakatan bersama dengan harga yang lebih miring. Risiko status *major* keempat dan kelima yaitu berhubungan dengan waktu siklus dalam pembuatan produk. Lamanya waktu siklus pembuatan produk disebabkan karena pengolahan bahan baku dalam jumlah besar dan membutuhkan *monitoring* rutin sehingga pengolahan dapat lebih cepat. Risiko ini ditanggulangi oleh Madubaru dalam bentuk *monitoring* dari *top management* sehingga keteledoran pekerja dalam *monitoring* proses dapat diminimalisir. Perlakuan ini menurunkan level risiko menjadi status *minor*. Risiko status *major* terakhir yaitu miskomunikasi antar stasiun kerja pada produksi gula. Pada PT. Madubaru koordinasi antar stasiun kerja memang tidak dilakukan, pekerja cenderung bekerja sesuai dengan *job desc* masing-masing. Hasil *output-input* dari tiap stasiun kerja tidak dipastikan sehingga sering terjadi antrian pengolahan. Hasil penangan risiko pada risiko status *major* menghasilkan sebanyak 2 risiko residual yang perlu dilakukan mitigasi risiko untuk mengurangi risiko.

Risiko status *moderate* terdiri dari 11 risiko operasional dimana mayoritas penyebabnya didominasi oleh pekerja sehingga *risk response* yang diberikan berupa *controlling* maupun *monitoring* pelaksanaan SOP, sementara risiko terkait mesin berupa perawatan dan pengajuan pergantian mesin. Pemberian *risk response* pada 11 risiko status *moderate* menghasilkan 2 risiko residual berupa jadwal produksi yang tidak sesuai dengan penjadwalan yang ditentukan dan kurangnya evaluasi kinerja produksi tiap harinya, sehingga terhadap 2 risiko residual ini dibutuhkan tindakan mitigasi untuk mengurangi risiko.

5.4. Analisis Mitigasi Risiko

Penentuan langkah mitigasi risiko didasari oleh peta risiko yang membagi kategori risiko menjadi empat kuadran. Kuadran I untuk risiko yang dapat mengganggu pencapaian tujuan perusahaan sehingga langkah mitigasinya berupa *avoid* atau menghindari/menghilangkan risiko, kuadran II untuk risiko berbahaya namun jarang terjadi dengan langkah mitigasi *share* atau membagi risiko, kuadran III berupa risiko yang terjadi secara rutin dengan langkah mitigasi *reduce* atau mengurangi risiko, dan

kuadran IV berupa risiko yang tidak berbahaya dengan langkah mitigasi *accept* atau menerima risiko.

Penanganan risiko dilakukan secara bertahap untuk mampu mengurangi tingkat kemungkinan (*likelihood*) dan dampak (*impact*) sampai menggeser risiko hingga status yang dapat diterima perusahaan. Risiko residual dari hasil *risk response* yang telah dilakukan menghasilkan 2 risiko pada status *major* dan 2 risiko pada status *moderate*. Berdasarkan *risk map*, letak 1 risiko *moderate* masuk dalam kuadran II, maka langkah mitigasi yang perlu dilakukan berupa *share* yaitu dengan tindakan membagi risiko pada bagian tanaman, pekerja tebang tebu, dan pengangkut tebu untuk saling berkoordinasi dan memaksimalkan *supply* tebu sehingga jadwal produksi dapat berjalan sesuai dengan penjadwalan. Sisa risiko residual lainnya yaitu 2 risiko pada status *major* dan 1 risiko pada status *moderate* (P3, E2, dan E3) masuk dalam kuadran I sehingga strategi mitigasi yang diberikan berupa *avoid* (menghindari). Berdasarkan teori mitigasi risiko dengan peta risiko, langkah mitigasi *avoid* merupakan langkah dimana risiko tersebut dihilangkan dengan tidak melakukan aktivitas berisiko tersebut. Namun, secara realita konsep menghilangkan risiko tidak bisa diterapkan oleh pihak Madubaru. Hal ini disebabkan risiko tersebut berkaitan dengan beberapa pihak baik internal maupun eksternal yang apabila dihilangkan justru dapat merugikan perusahaan. Oleh karena itu, berdasarkan diskusi dengan pihak Madubaru penanganan risiko pada kuadran I dilakukan dengan perbaikan manajemen perusahaan yang dilakukan secara *continous* mengikuti kondisi perusahaan setiap waktu.

5.5. Analisis Green Supply Chain Management

Berdasarkan produksi yang dilakukan PT. Madubaru menghasilkan *output* berupa Gula Kristal Putih dan limbah hasil produksi (*waste*). Limbah hasil produksi terdiri dari limbah cair, limbah padat dan limbah gas. PT. Madubaru melestarikan lingkungan dengan pembuatan Dokumen Studi Evaluasi Lingkungan (SEL), Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL), dan Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL), yang kemudian dilanjutkan pembuatan IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah), dan kemudian melakukan penyempurnaan dokumen yang disesuaikan pada peraturan/undang-undang tentang lingkungan sehingga dapat mengikuti peraturan/undang-undang lingkungan yang berlaku saat ini.

Pengelolaan limbah cair dari Madubaru dilakukan dengan pembuatan IPAL sehingga kandungan polutan-polutan berbahaya seperti *Biochemical Oxygen Dioxide* (BOD), *Chemical Oxygen Dioxide* (COD), dan Sulfida dapat sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan pemerintah sehingga kategori limbah tidak lagi berbahaya. Dalam rangka mengurangi jumlah limbah yang dikeluarkan ke lingkungan, PT. Madubaru melakukan pengolahan limbah cair dengan memberikan *spray ponds* pada air kondensat sehingga air tersebut dapat dimanfaatkan kembali untuk proses pembentukan uap di stasiun ketel (*boiler*). Hal lainnya, limbah cair yang tidak dapat dimanfaatkan kembali seperti cairan endapan nira yang tidak bisa dipadatkan dimanfaatkan kembali untuk membuat spiritus yang diproduksi pabrik ke-2 Madubaru yaitu PS. Madukismo.

Pengelolaan limbah lain Madubaru yaitu limbah padat. Limbah padat dari hasil produksi gula berupa lumpur/tanah dan blotong. Masing-masing limbah ini dimanfaatkan kembali. Untuk lumpur/tanah dimanfaatkan kembali sebagai tanah/lahan, sedangkan blotong dimanfaatkan untuk bahan bakar mesin *boiler* dan bekerjasama dengan pihak ke-3 untuk diolah menjadi pupuk. Langkah pengelolaan limbah padat ini dapat mengurangi jumlah limbah padat yang dikeluarkan ke lingkungan.

Pengolahan limbah gas hasil produksi Madubaru dilakukan dengan pemberian *dust collector* pada cerobong *boiler* sehingga partikel abu tidak keluar ke lingkungan secara langsung. Disamping itu, pengolahan limbah dilakukan guna menurunkan kandungan polutan berbahaya sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan pemerintah.

PT. Madubaru memaksimalkan kegiatan *recycle* limbah hasil produksi sehingga dapat dimanfaatkan kembali. Kegiatan *recycle* ini dapat memaksimalkan sumber daya yang dimiliki Madubaru untuk kegiatan produksi sehingga mengurangi biaya produksi dan dapat menghasilkan *output* sesuai target dengan sumber daya yang lebih minim.

Berdasarkan penelitian mengenai manajemen risiko pada *green supply chain* Madubaru, dapat ditarik kesimpulan bahwa pengelolaan risiko tidak dapat dilakukan hanya satu kali, melainkan perlu dilakukan pengelolaan risiko secara rutin mengikuti kondisi perusahaan tiap waktunya. Pemberian penanganan risiko perlu dilakukan secara setahap demi setahap untuk mengurangi kemungkinan dan dampak risiko sehingga tingkat eksposur (*level of risk*) dapat tergeser hingga tahap yang dapat diterima oleh perusahaan. Penanganan risiko terkait lingkungan memberikan manfaat selain mengurangi pencemaran lingkungan juga dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam produksi. Oleh karena itu, manajemen risiko pada *green supply chain* perusahaan

perlu dilakukan secara rutin guna meningkatkan kinerja rantai pasok perusahaan, meningkatkan produktivitas dan citra perusahaan sebagai perusahaan yang peduli dengan lingkungan.



BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data terkait manajemen risiko pada proses *plan, make* dan *enable*, maka kesimpulan yang diperoleh pada penelitian kali ini adalah:

1. Hasil identifikasi risiko terhadap proses bisnis *plan, make* dan *enable* pada bagian *manufacturing* (pabrikasi) di PT. Madubaru menghasilkan sejumlah 28 kejadian risiko (*risk event*). Sebanyak 7 risiko pada proses *plan*, 15 risiko pada proses *make* dan 6 risiko pada proses *enable*.
2. Hasil urutan prioritas risiko berdasarkan *risk mapping* menghasilkan 4 risiko dalam kategori *moderate* dan *major*, diantaranya 2 risiko dengan level *moderate* berupa adanya biaya yang timbul diluar perencanaan (P3) dan terjadinya miskomunikasi antar stasiun kerja pada produksi gula (E2) dengan nilai *risk level* 12, dan 2 risiko level *major* berupa kurangnya evaluasi kinerja produksi tiap harinya (E3) dengan nilai *risk level* 9, serta jadwal produksi yang tidak sesuai dengan penjadwalan yang ditentukan (P1) dengan nilai *risk level* 6.
3. Usulan strategi mitigasi berdasarkan prioritas risiko tertinggi untuk PT. Madubaru yaitu pada risiko biaya timbul diluar perencanaan (P3) untuk dilakukan mitigasi berupa pembuatan anggaran biaya *safety* untuk mencegah terjadinya kekurangan biaya pada proses produksi, untuk risiko terjadinya miskomunikasi antar stasiun kerja pada produksi gula (E2) diusulkan mitigasi berupa pembuatan aturan mengenai konfirmasi dan koordinasi sebagai bentuk untuk memastikan *input* dan *output* dari masing-masing stasiun kerja, untuk risiko kurangnya evaluasi kinerja produksi (E3) diusulkan mitigasi berupa evaluasi hasil kinerja produksi setiap harinya pada tiap-tiap bagian pabrikasi sebelum pergantian *shift* dan risiko terakhir berupa jadwal produksi yang tidak sesuai dengan penjadwalan yang telah ditentukan (P1) diberikan strategi mitigasi membagi (*share*) dengan langkah

bekerja sama bagian tanaman, pekerja tebang tebu dan pengangkut tebu untuk memaksimalkan *supply* tebu sehingga tidak terjadi kemunduran waktu produksi

6.2. Saran

Adapun saran yang diberikan kepada PT. Madubaru dan penelitian selanjutnya mengenai manajemen risiko rantai pasok berupa:

1. Melakukan identifikasi, pengukuran dan mitigasi risiko pada manajemen rantai pasok perusahaan untuk mengetahui kemungkinan risiko dengan level tertinggi serta strategi yang harus dilakukan untuk mengurangi atau menghilangkan risiko.
2. Penelitian selanjutnya untuk dapat mengidentifikasi risiko secara lebih mendetail terkait *risk event* dan *risk cause* pada tiap stasiun kerja yang ada di bagian pabrikasi sehingga keseluruhan risiko pada tiap-tiap proses di dalam pabrikasi dapat diketahui serta menggunakan metode pengukuran risiko lain seperti *Fuzzy Failure Mode and Effect Analysis*, *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* maupun metode lainnya yang sesuai untuk menghilangkan keambiguitasan penilaian *expert* yang bersifat subjektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Anatan, L., & Ellitan, L. (2008). *Supply Chain Manajemen Teori dan Aplikasi*. Bandung: Alfabeta.
- Anggrahini, D., Karningsih, P. D., & Sulistiyono, M. (2015). Managing Quality Risk in a Frozen Shimp Supply Chain: A Case Study. *Industrial Engineering and Service Science*, 252-260.
- APICS. (2017). *Supply Chain Operation Reference Model Version 12.0*. Chichago: APICS.
- Boutkhoum, O., Hanine, M., Boukhriss, H., Agouti, T., & Tikniouine, A. (2016). Multi-criteria Decision Support Framework for Sustainable Implementation of Effective Green Supply Chain Management Practices. *Creative Commons Attribution 4.0 International License*.
- Butdee, S., & Phuangsalee, P. (2019). Uncertain Risk Assessment Modelling for Bus Body Manufacturing Supply Chain Using AHP and Fuzzy AHP. *14th Global Congress of Manufacturing and Management*, 663-670.
- Chin, T. A., Tat, H. H., & Sulaiman, Z. (2015). Green Supply Chain Management, Enviromental Collaboration and Sustainability Performanc. *12th Global Conference on Sustainable Manufacturing*, 695-699.
- Fahmi, I. (2018). *Manajemen Risiko Teori, Kasus dan Solusi*. Bandung: ALFABETA.
- Frendendall, L. D., & Hill, E. (2001). *Basics of Supply Chain Management* (Vol. III). Florida: CRC Press LLC.
- Gul, M., & Guneri, A. F. (2016). A Fuzzy Multi Criteria Risk Assessment Based on Decision Matrix Technique: A Case Study for Alumunium Industry. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 89-100.
- Hanif, R. Y., Rukmi, H. S., & Susanty, S. (2015). Perbaikan Kualitas Produk Keraton Luxury Di PT. X Dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA). *Reka Integra, Jurnal Online Teknik Industri Itenas*, 137-147.
- Haryati, T. S., Yetti, K., Afriani, T., & Handiyani, H. (2019). *Manajemen Risiko Bagi Manajer Keperawatan dalam Meningkatkan Mutu dan Keselamatan Pasien*. Depok: RajaGrafindo Persada.
- Hayati, E. N. (2015). Supply Chain Management (SCM) dan Logistic Management. *Jurnal Ilmiah Dinamika Teknik*, 25-34.
- Hervani, A. A., & Helms, M. M. (2015). Performance Measurement for Green Supply Chain Management. *Benchmarking: An International Journal*, 330-353.
- Hillson, D. (2002). Extending The Risk Process to Manage Opportunities. *International Journal of Project Management*, 235-240.
- Ho, W., Zheng, T., Yildiz, H., & Talluri, S. (2015). Supply Chain Risk Mangement: A Literature Review. *International Journal of Production Research*, 5031-5069.
- Jiang, B., Li, J., & Shen, S. (2018). Supply Chain Risk Assessment and Control of Port Enterprises: Qingdao Port As Case Study. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 198-208.
- Juttner, U., Peck, H., & Christoper, M. (2003). Supply Chain Risk Management: Outlining An Agenda for Future Research. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 197-210.

- Kumar, A., Zavadskas, E. K., Mangla, S. K., Agrawal, V., Sharma, K., & Gupta, D. (2018). When Risk Need Attention: Adoption of Green Supply Chain Initiatives in The Pharmaceutical Industry. *Internartional Journal of Production Research*, 3354-3576.
- Kumar, S., Luthra, S., & Jakhar, S. (2018). Benchmarking The Risk Assessment in Green Supply Chain Using Fuzzy Approach to FMEA. *Benchmarking: An International Journal*, 2660-2687.
- Kurniasari, R. K., Darwanto, D. H., & Widodo, S. (2015). Permintaan Gula Kristal Mentah Indonesia. *Ilmu Pertanian Vol. 18*, 24-30.
- Kuzairi, Faisol, & Pramisiwari, T. (2017). Penentuan Tembakau Berkualitas Menggunakan Fuzzy AHP. *Jurnal Ilmiah NERO Vol. 3, No. 2*, 101-108.
- Liu, H. C., You, J. X., & Shan, M. M. (2014). A Novel Approach for Failure Mode and Effect Analysis Using Combination Weighting and Fuzzy VIKOR Method. *Applied Soft Computing*, 579-588.
- Lokobal, A. (2014). Manajemen Risiko Pada Perusahaan Jasa Pelaksana Konstruksi di Propinsi Papua. *Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol. 4 No. 2*, 109-118.
- Ma, R., Yao, L., & Huang, R. (2012). The Green Supply Chain Management Risk Analysis. *Advanced Materials Research (Vols. 573-574)*, 734-739.
- Mangla, S. K., Kumar, P., & Barua, M. K. (2015). Prioritazing The Response to Manage Risk in Green Supply Chain: An Indian Plastic Manufacturer Perspective. *Sustainable Production and Consumption*, 67-86.
- Mangla, S. K., Kumar, P., & Barua, M. K. (2015). Risk Analysis in Green Supply Chain Using Fuzzy AHP approach: A Case Study. *Resources, Conservation and Recycling*, 375-390.
- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., et al. (2001). Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics*, 1-25.
- Natalia, C., & Astuario, R. (2015). Penerapan Model Green SCOR untuk Pengukuran Kinerja Green Supply Chain. *Jurnal Metris*, 97-106.
- Ninlawan, C., Seksan, P., Tossapol, K., & Pilada, W. (2010). The Implementation of Green Supply Chain Management Pratices in Electronics Industry. *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientist*.
- Norrman, A. (2004). Ericsson's Proactive Supply Chain Risk Management Approach After A Serious Sub-supplier Accident. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Mangement*, 434-456.
- Paksoy, T., Calik, A., Yildizbasi, A., & Huber, S. (2018). Risk Management in Lean & Green Supply Chain: A Novel Fuzzy Linguistic Risk Assessment Approach. *International Series in Operation Research & Management Science*, 75-100.
- Pujawan, N., & Mahendrawathi. (2017). *Supply Chain Management Edisi 3*. Yogyakarta: ANDI.
- Sinha, P. R., Whitman, L. E., & Malzahn, D. (2004). Methodology to Mitigate Supplier Risk in An Aerospace Supply Chain. *An International Journal Vol 9 No 2*, 154-168.
- Srivastava, S. K. (2007). Green Supply Chain Management: A State-of-The-Art Literature Review. *International Journal of Management Reviews*, 53-80.
- Susanty, A., Sari, D. P., & Rinawati, D. I. (2018). *Buku Ajar Manajemen Rantai Pasok Hijau*. Semarang: Tiga Media.
- Tippayawong, K. Y., Tiwaratreewit, T., & Sopadang, A. (2015). Positive Influence of Green Supply Chain Operation on Thai Electronics Firms' Financial

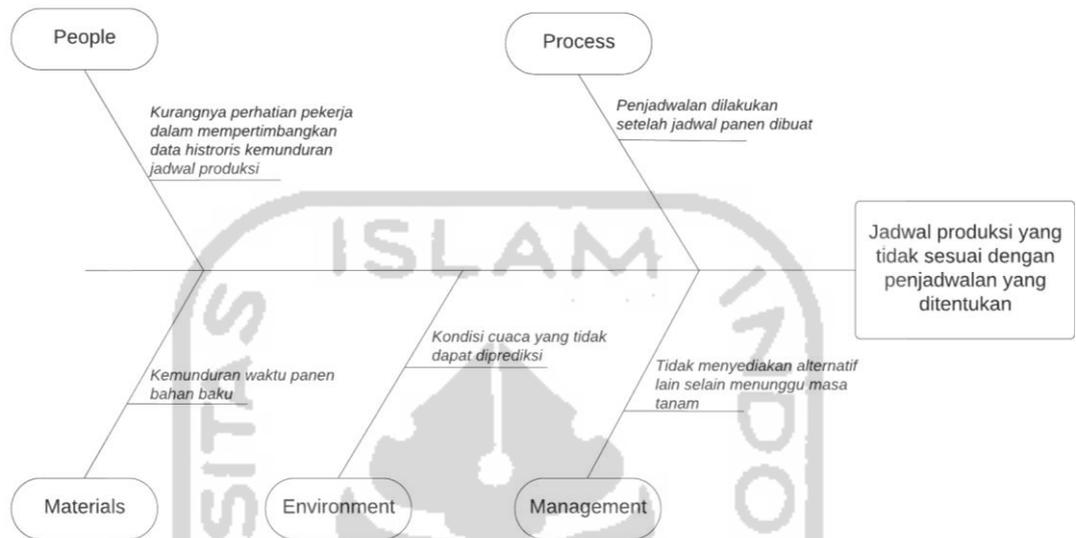
Performance. *International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction*, 683 - 690.

Ulfah, M., Maarif, M. S., Sukardi, & Raharja, S. (2016). Analisis Perbaikan Manajemen Risiko Rantai Pasok Gula Rafinasi Dengan Pendekatan House of Risk. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian Vol. 1, No. 26*, 87-103.

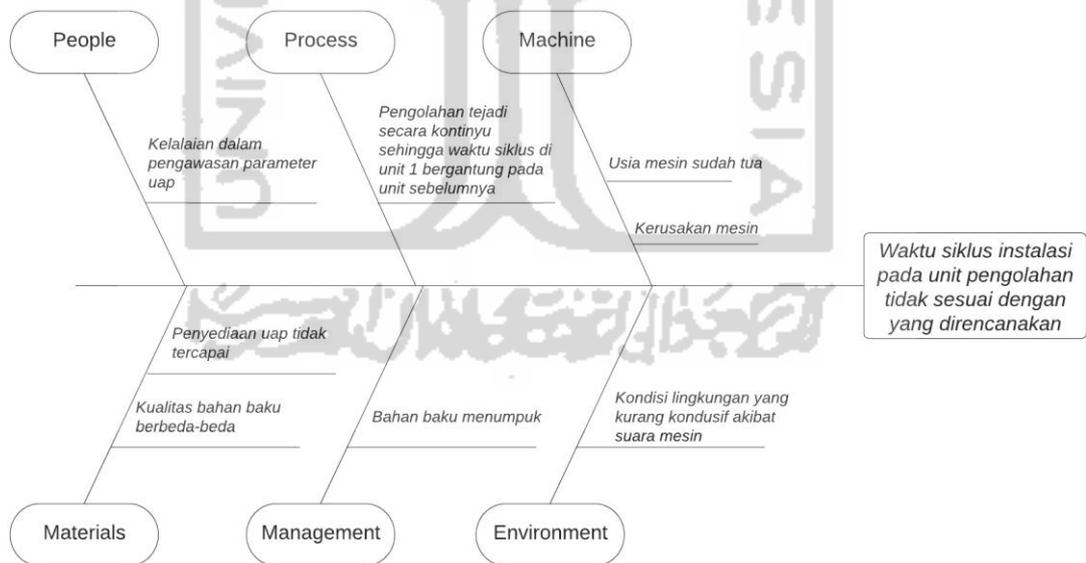


LAMPIRAN

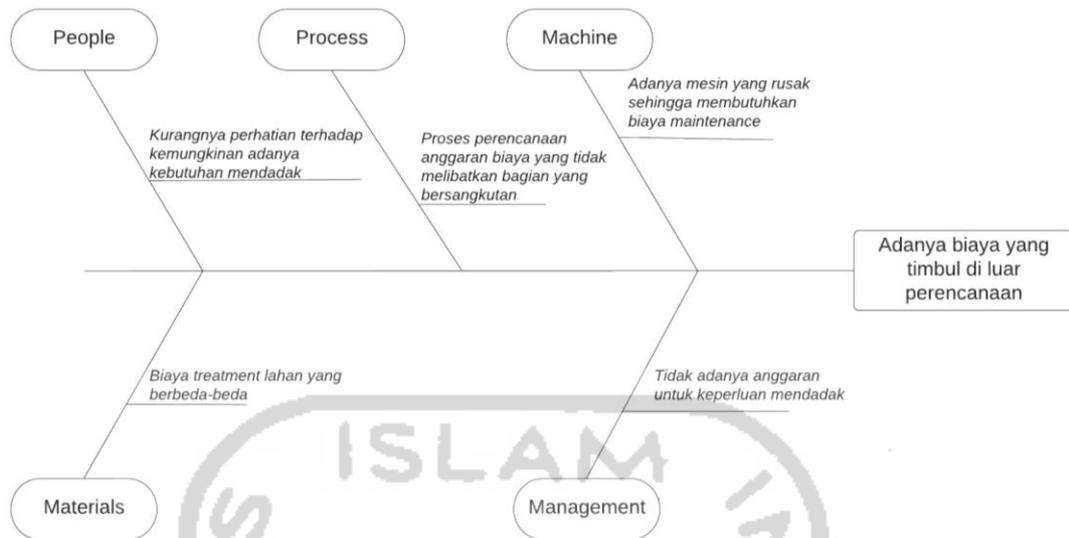
1. Fishbone Diagram Risiko P1



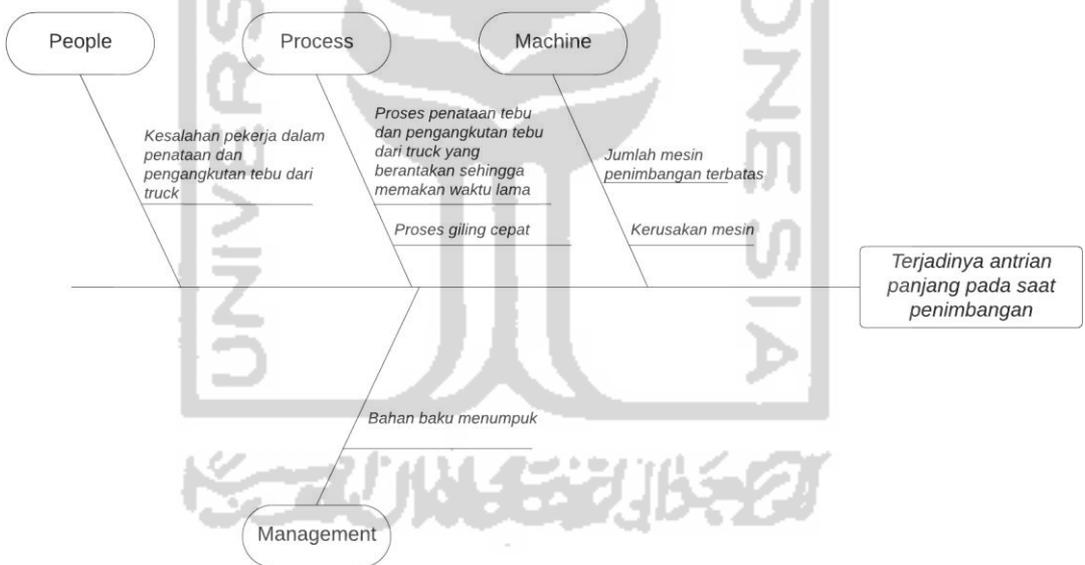
2. Fishbone Diagram Risiko P2



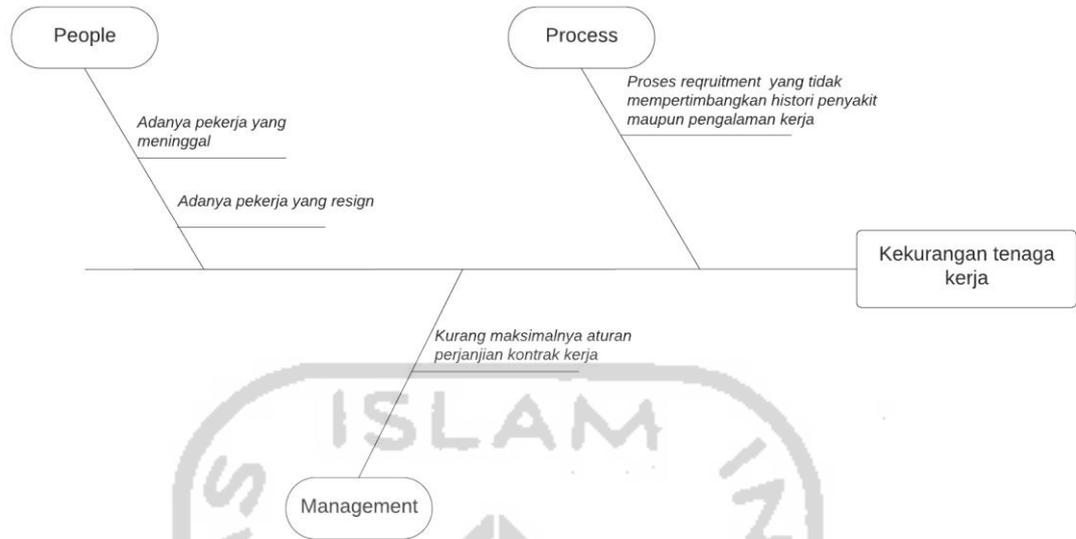
3. Fishbone Diagram Risiko P3



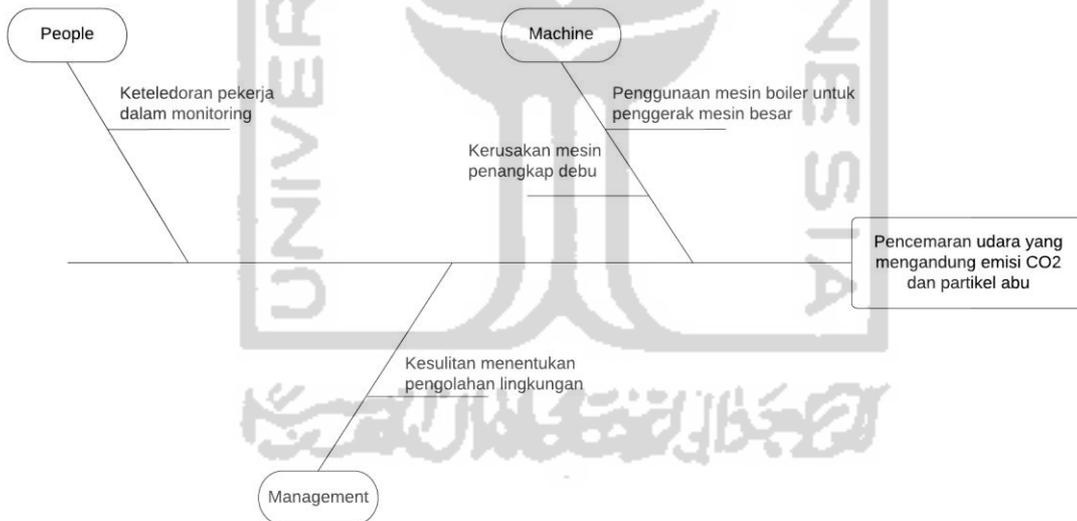
4. Fishbone Diagram Risiko P4



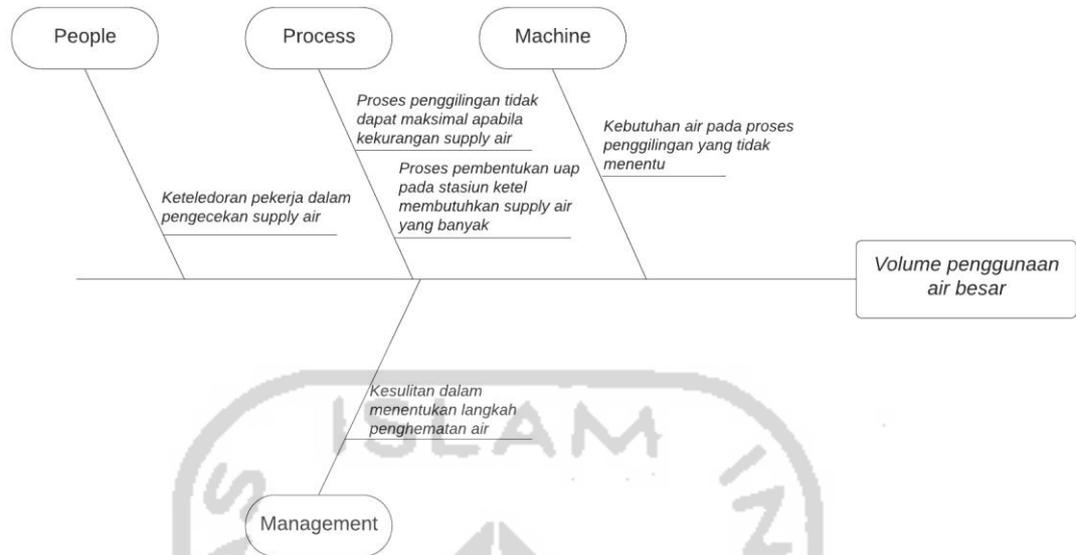
5. Fishbone Diagram Risiko P5



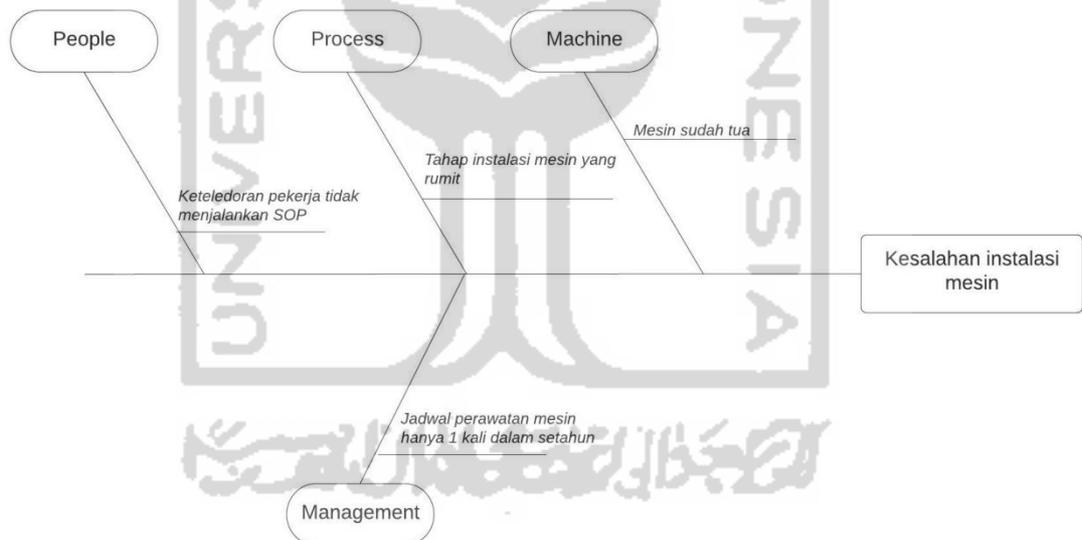
6. Fishbone Diagram Risiko P6



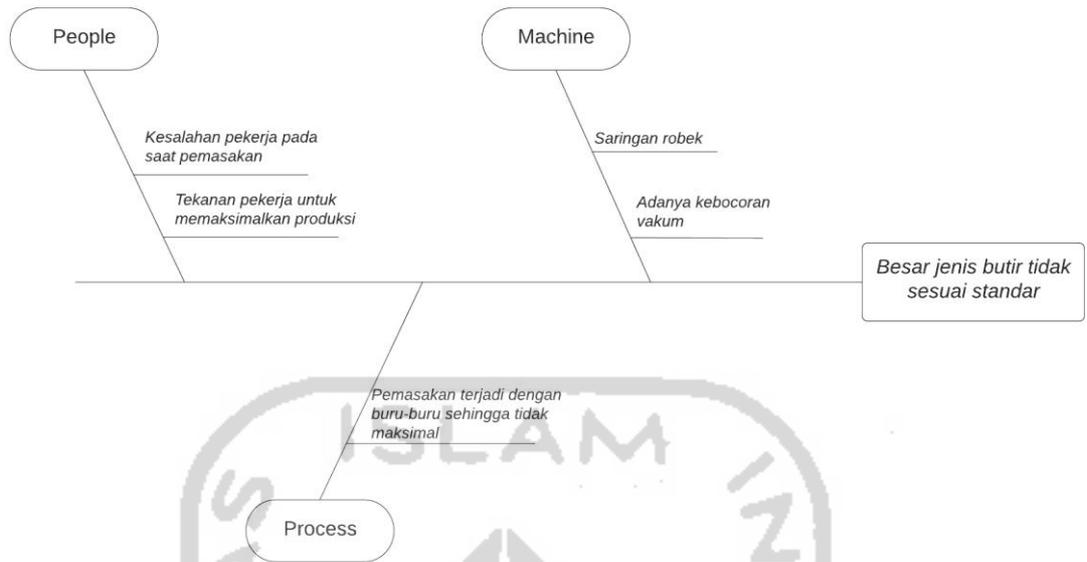
7. Fishbone Diagram Risiko P7



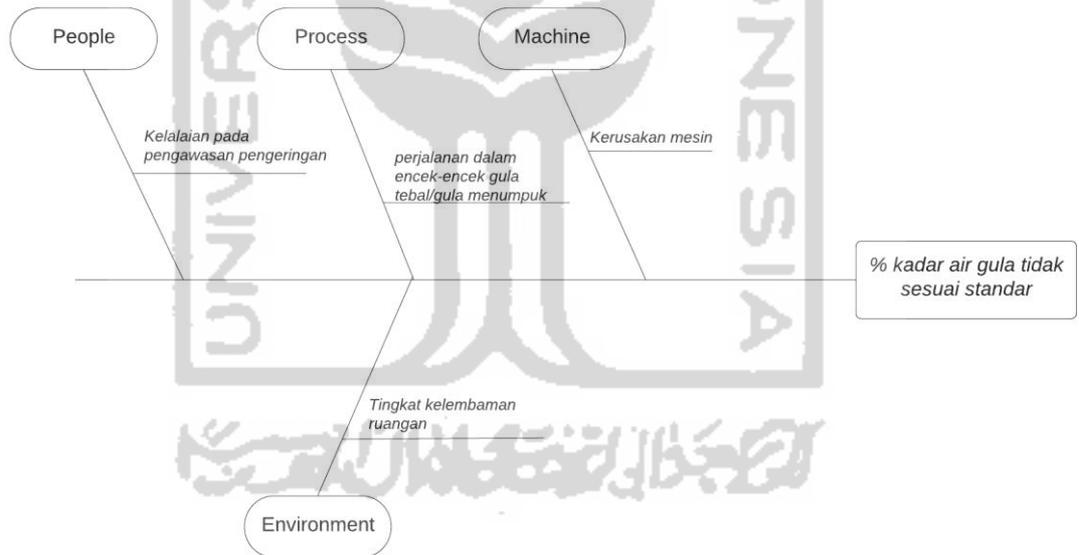
8. Fishbone Diagram Risiko M1



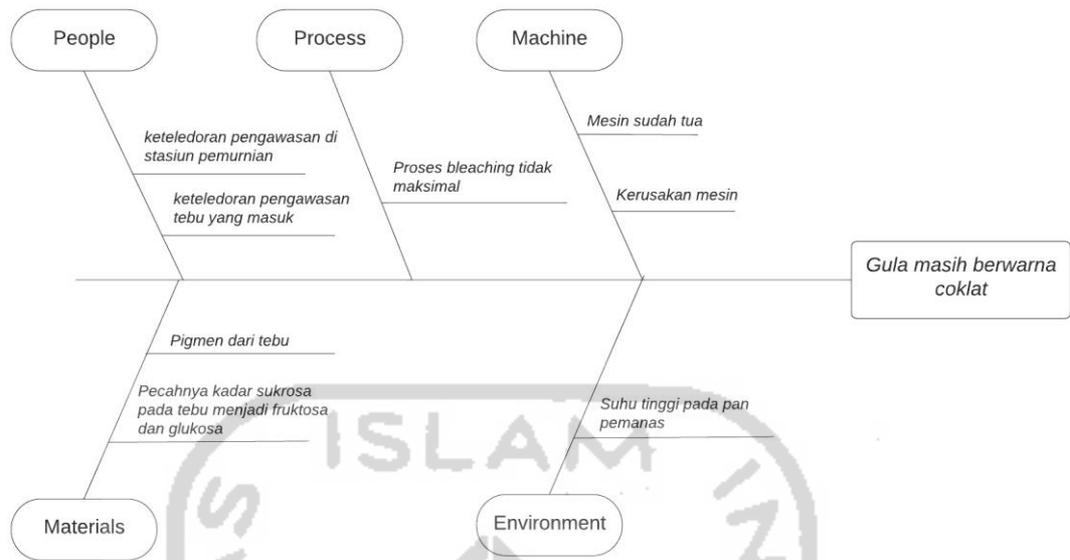
9. Fishbone Diagram Risiko M2



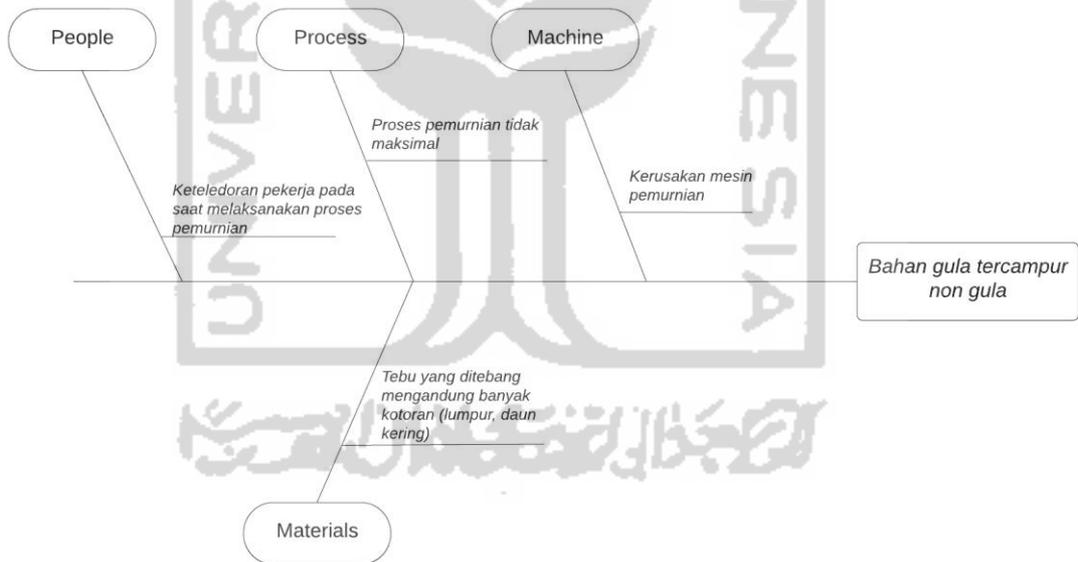
10. Fishbone Diagram Risiko M3



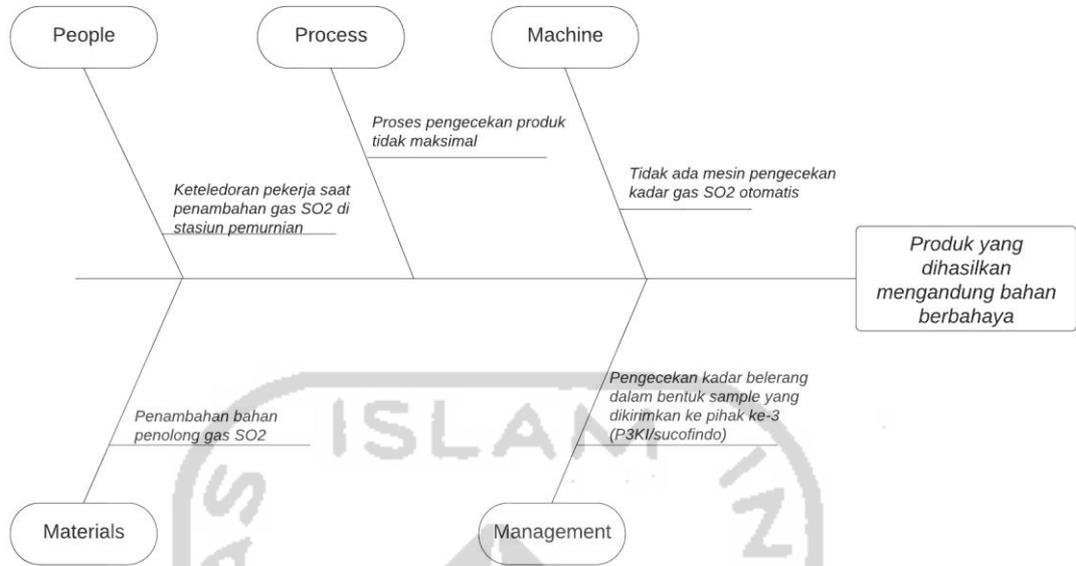
11. Fishbone Diagram Risiko M4



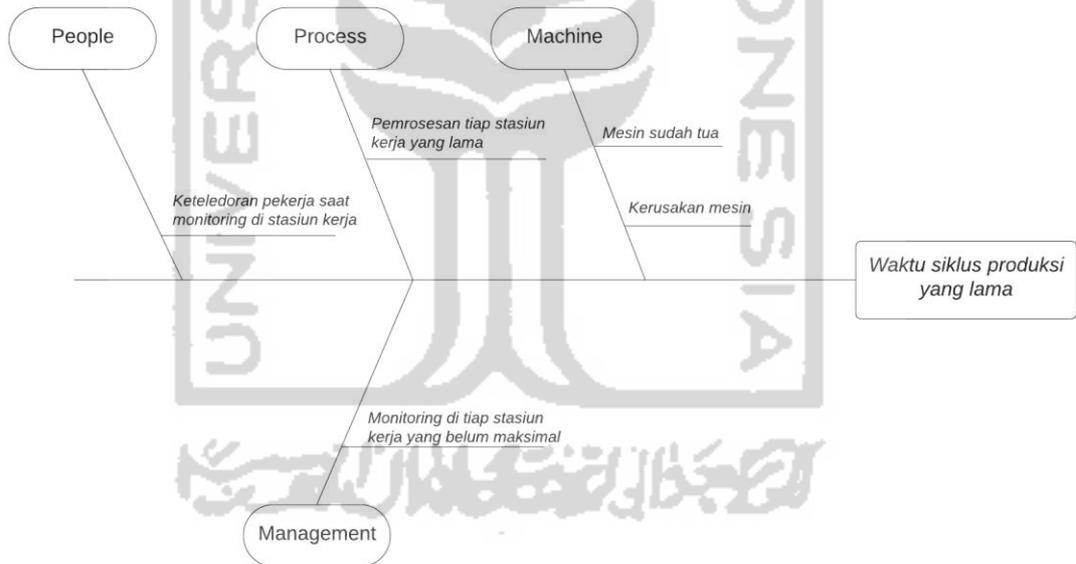
12. Fishbone Diagram Risiko M5



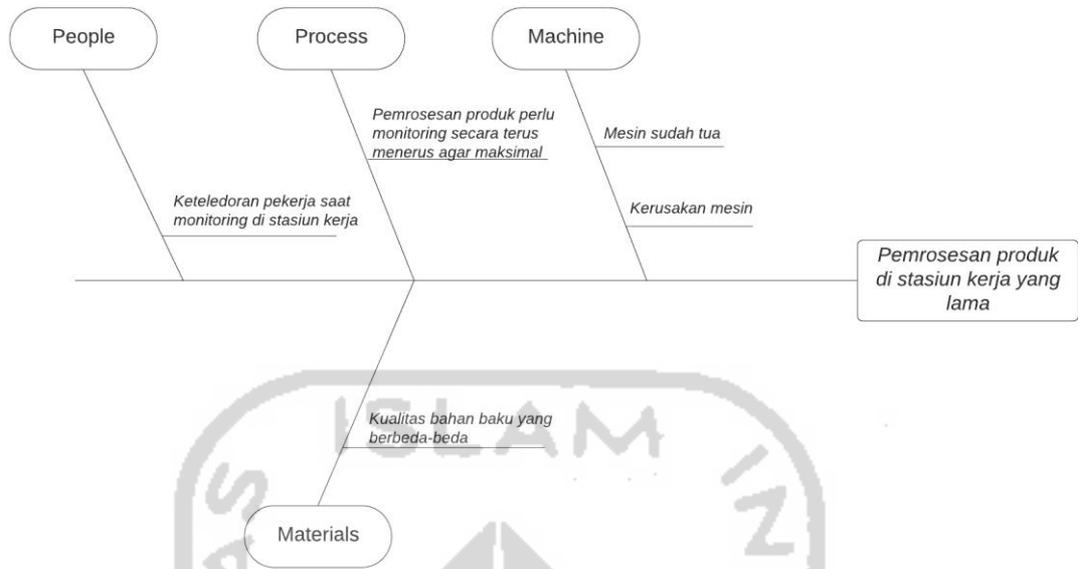
13. Fishbone Diagram Risiko M6



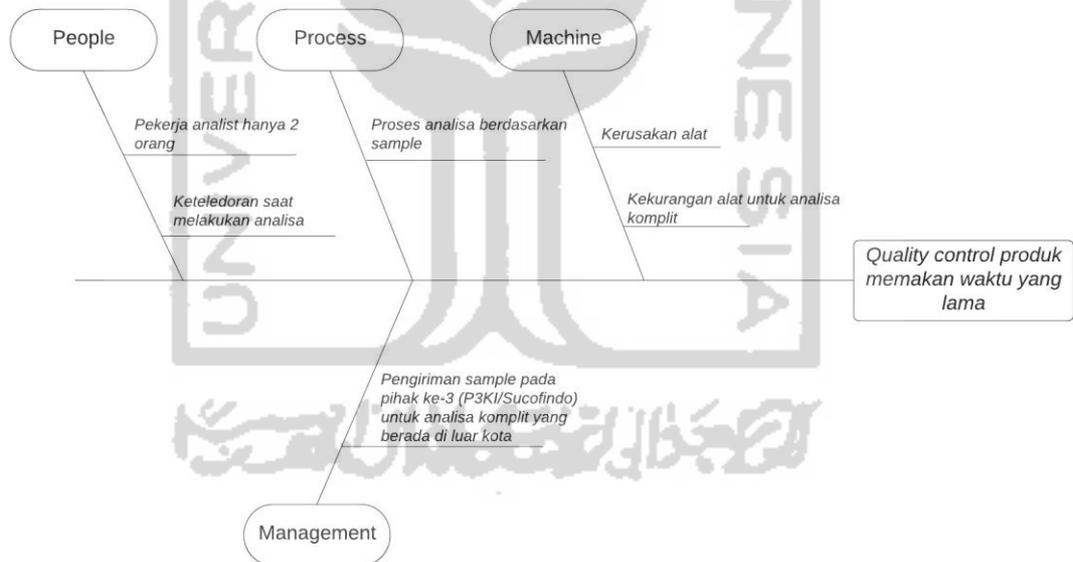
14. Fishbone Diagram Risiko M7



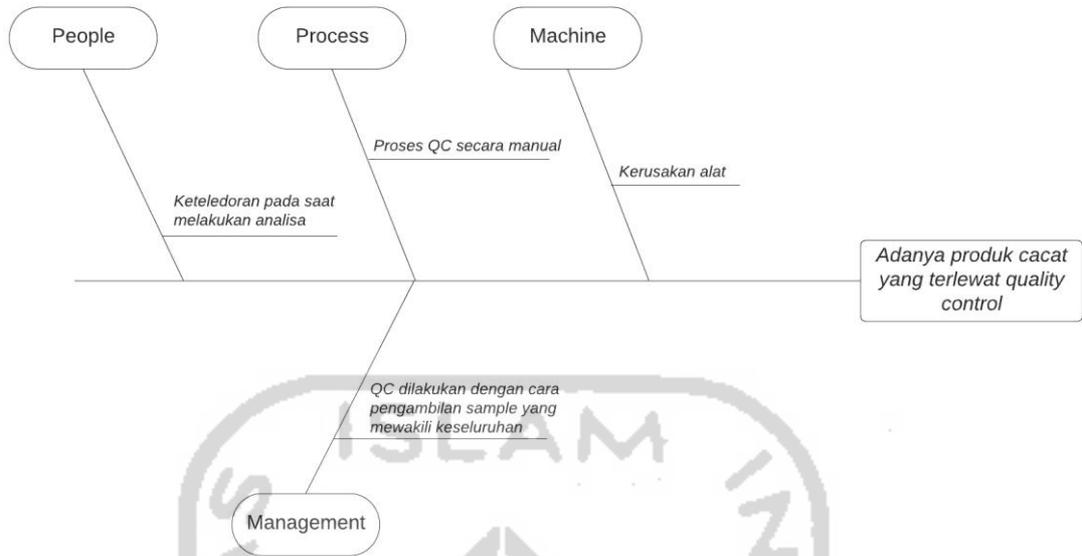
15. Fishbone Diagram Risiko M8



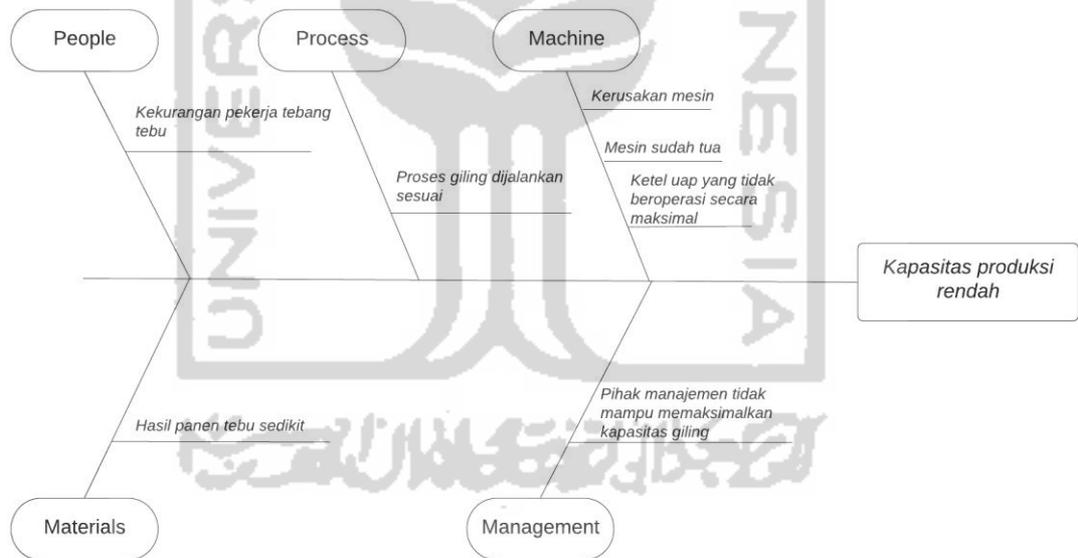
16. Fishbone Diagram Risiko M9



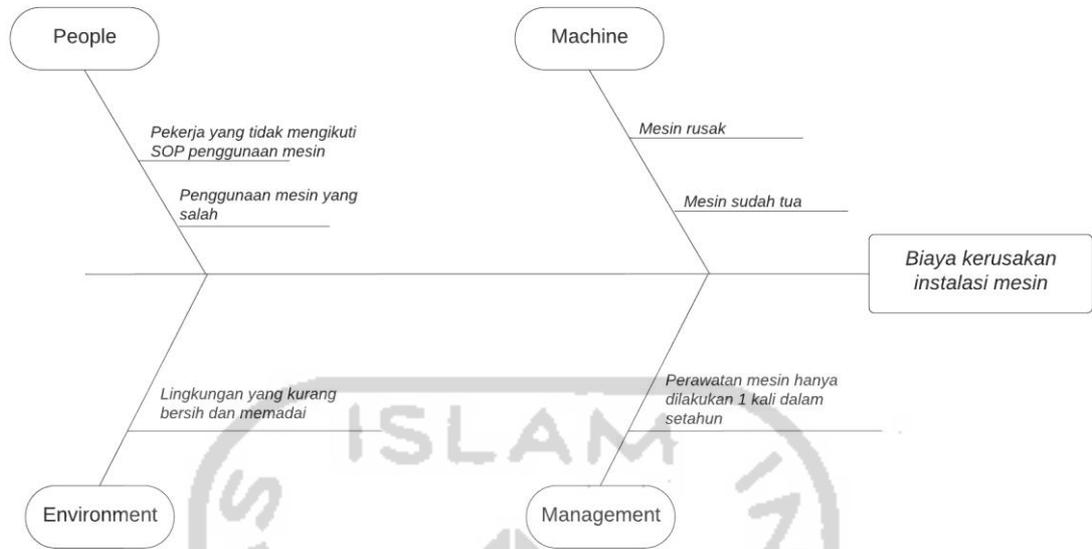
17. Fishbone Diagram Risiko M10



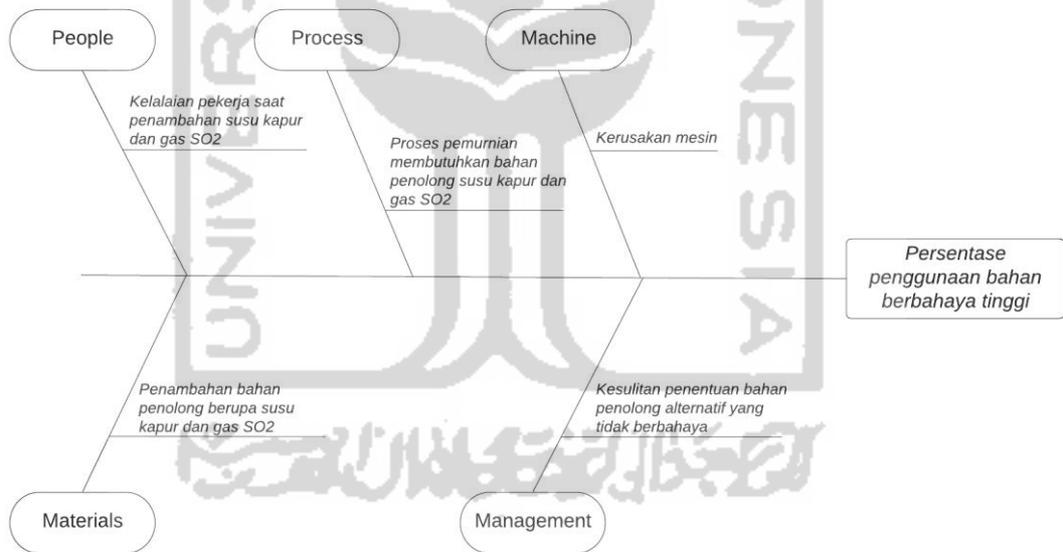
18. Fishbone Diagram Risiko M11



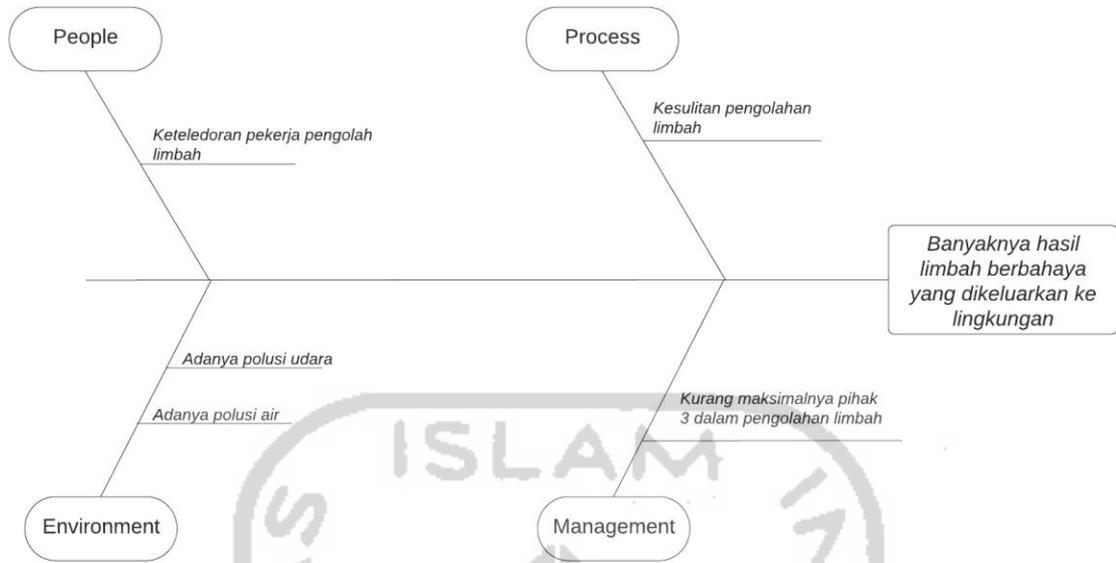
19. Fishbone Diagram Risiko M12



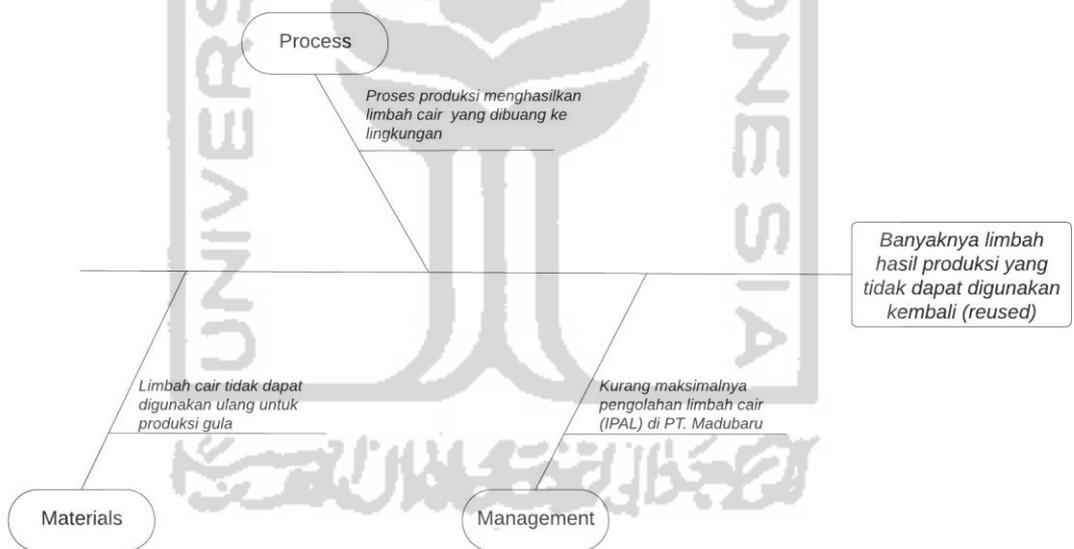
20. Fishbone Diagram Risiko M13



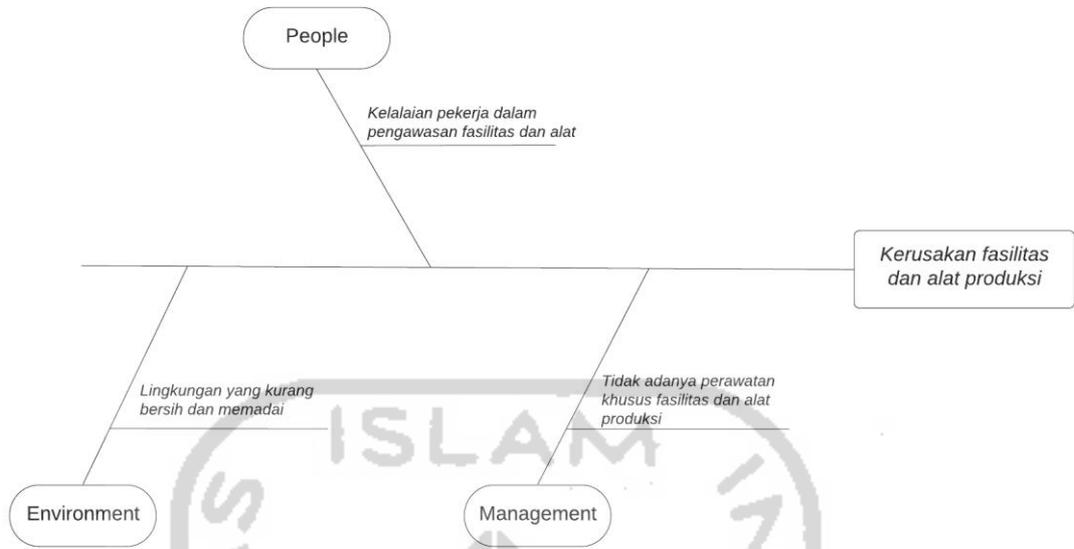
21. Fishbone Diagram Risiko M14



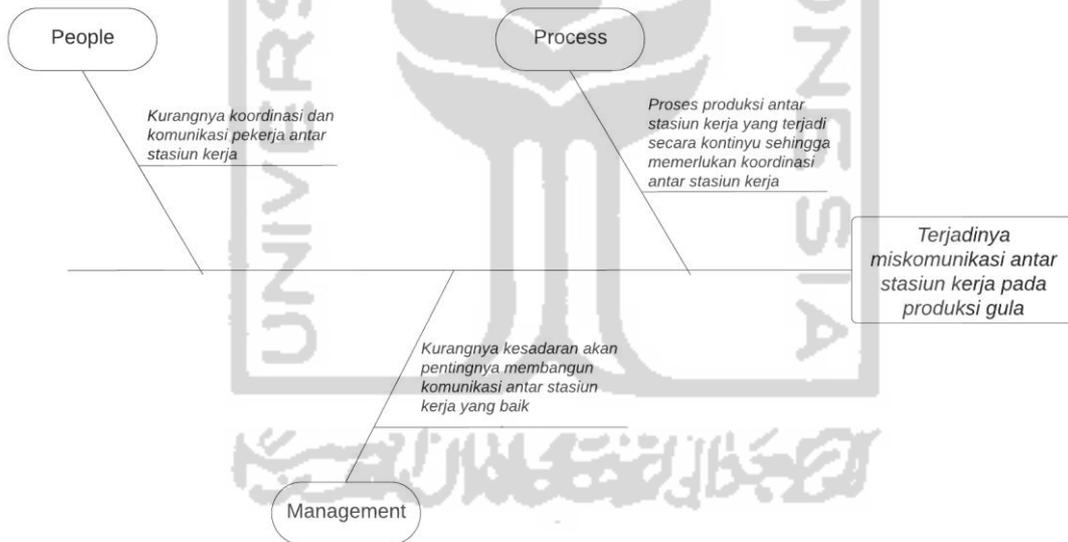
22. Fishbone Diagram Risiko M15



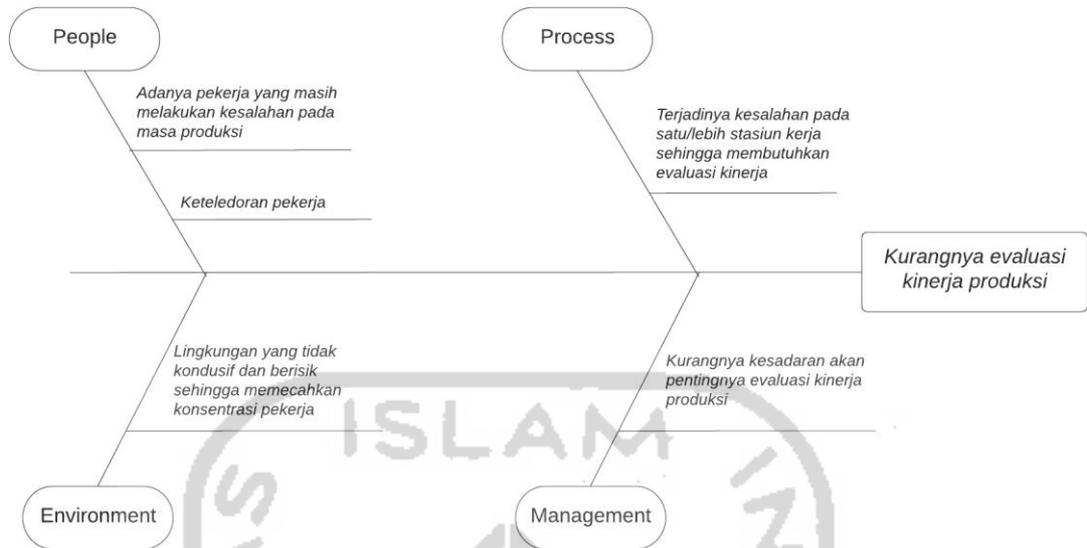
23. Fishbone Diagram Risiko E1



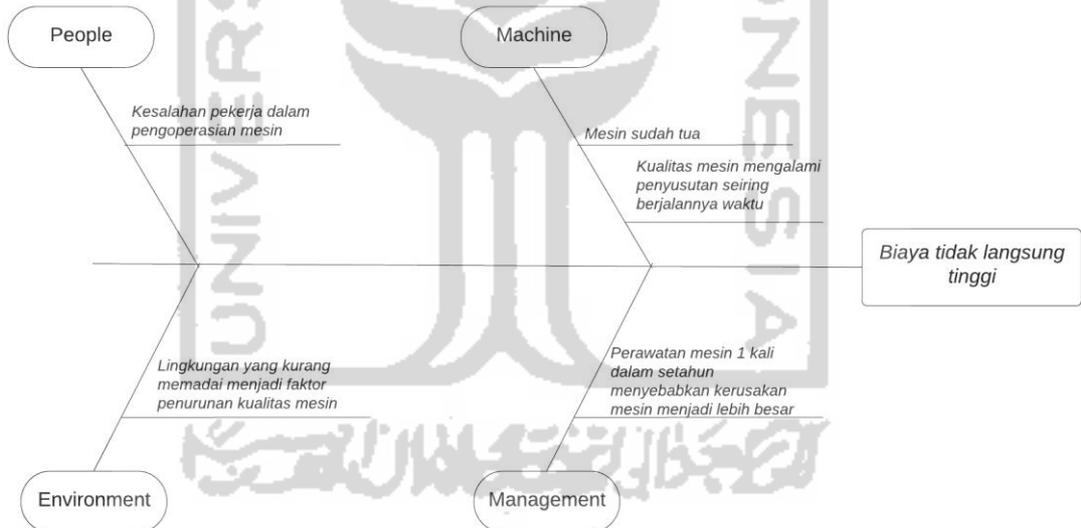
24. Fishbone Diagram Risiko E2



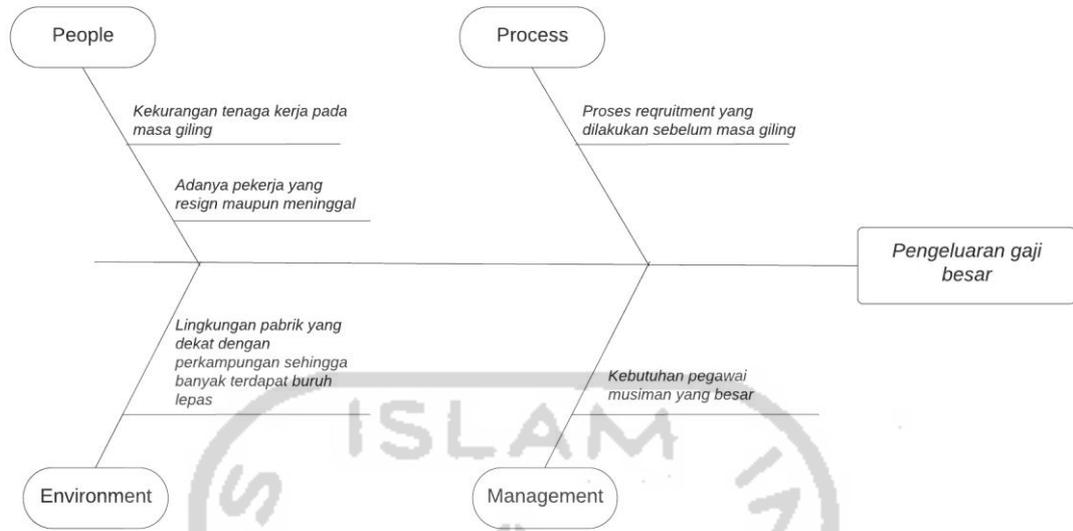
25. Fishbone Diagram Risiko E3



26. Fishbone Diagram Risiko E4



27. Fishbone Diagram Risiko E5



28. Fishbone Diagram Risiko E6

